



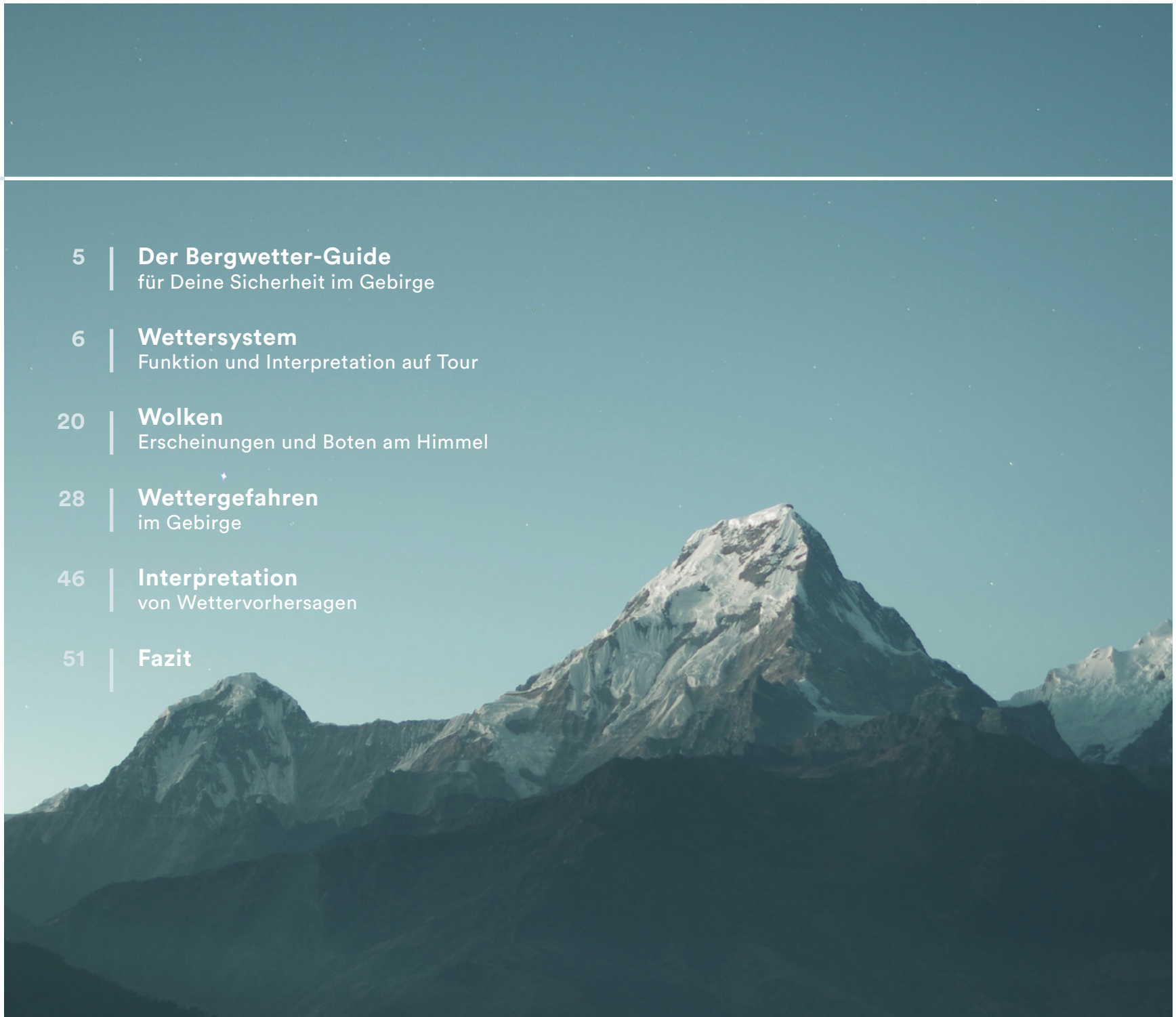
bergwetter

GUIDE

Die wichtigsten Sicherheitsaspekte im Überblick

INHALT

- 5 | **Der Bergwetter-Guide**
für Deine Sicherheit im Gebirge
- 6 | **Wettersystem**
Funktion und Interpretation auf Tour
- 20 | **Wolken**
Erscheinungen und Boten am Himmel
- 28 | **Wettergefahren**
im Gebirge
- 46 | **Interpretation**
von Wettervorhersagen
- 51 | **Fazit**






DER BERGWETTER-GUIDE: für Deine Sicherheit im Gebirge

Dieser Ratgeber soll dem Outdoor-Sportler vom Wanderer, Skifahrer, Kletterer bis zum Eiskletterer helfen, das Wettersystem besser zu verstehen und es für die jeweilige Tourenplanung effizienter einzusetzen.

Das System Wetter im Gesamten zu erfassen und dies für eine Vorhersage zu verwenden, ist eine äusserst komplexe Angelegenheit, welche auch erfahrene Meteorologen nach langjährigem Studium und guter Berufserfahrung immer wieder unlösbare Rätsel aufgibt. Trotz Verwendung der leistungsstärksten Computer bzw. modernster Messverfahren, ist die Materie zu komplex, die momentanen Mittel zur Erfassung von Wetterdaten zu lückenhaft sowie die Computermodelle zu ungenau, um daraus eine exakt funktionierende Prognose zu erstellen. Daher fokussiert sich dieser Ratgeber auf ausgewählte Kapitel der Wetterkunde, welche für den outdoorliebenden Bergsportler interessant und hilfreich sein können. Interpretationsmöglichkeiten von verschiedenen Wetterphänomenen können während oder vor der Tour helfen, die Entscheidungsprozesse im alpinen Gelände besser einschätzen zu können.

Die einzelnen Kapitel dieses Ratgebers beschreiben in kurzen Absätzen die Funktion des Wetters. Tipps und Übersichten sollen in jedem Kapitel helfen, das Wichtigste noch einmal zusammengefasst betrachten zu können bzw. für die jeweilige Tour eine Strategie zur Ausrüstung und den Umgang mit den Verhältnissen zu haben. Wichtige Anmerkungen sind jeweils unter  zu finden.



WETTERSYSTEM

Funktion und Interpretation auf Tour

POLARFRONTJETSTREAM

Die Steuerung unseres Wetters

Als Meteorologe werde ich oft gefragt, wie denn das Wetter funktioniert. Das Wetter ist ein extrem komplexes Kapitel der Physik und lässt sich nur sehr schwer mit wenigen Worten erklären. Die Betrachtung des Polarfrontjetstreams, der Steuerung unseres Wetters in den Alpen, brachte immer wieder erstaunte Gesichter, aber auch Antworten.

Sucht man nach dieser Steuerung unseres Wetters, dann muss man sich schon in recht luftige Höhen begeben, um sie zu finden. Oberhalb von 9000 Metern Seehöhe liegt in einem Breitenbereich zwischen 40 ° und 60 ° Nord das Steuerzentrum unseres Wetters, der sogenannte Polarfrontjetstream. Jetstreams sind Starkwindbänder mit Windgeschwindigkeiten bis zu über 500 km/h. Diese haben die Form eines Strahlstroms, wobei die Windgeschwindigkeit mit der Entfernung vom Strömungszentrum rasch abnimmt. Der für unser Wetter bestimmende «Jet» ist also ein starkes Westwindband in grosser Höhe, welches durch den Temperaturunterschied zwischen den tropischen und polaren Regionen sowie mithilfe der

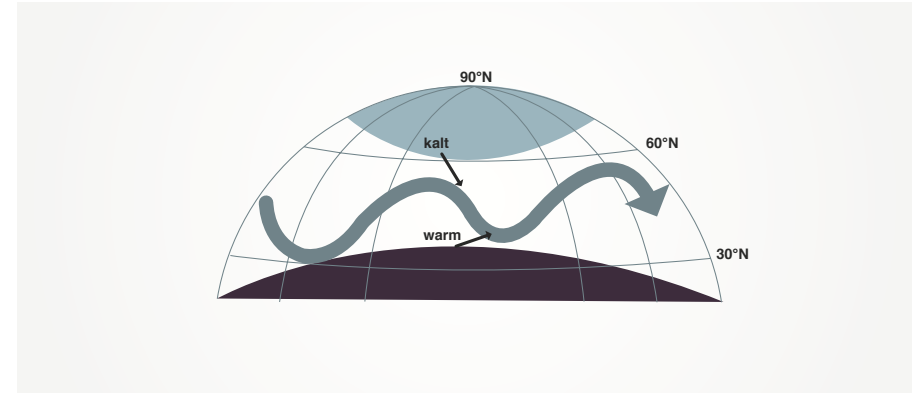


Abb. 1: Polarfrontjet schematisch: wellenförmiger Verlauf

Erdrotation entsteht. Trifft der Polarfrontjet (Abb. 1), der rund um die Nordhalbkugel unserer Erde verläuft, auf ein Gebirge, welches senkrecht zur Strömungsrichtung steht, wie beispielsweise die Rocky Mountains, wird dieser durch das Hindernis abgelenkt. Der Jetstream bildet sich wellenförmig aus und verlagert sich ständig gegen den Uhrzeigersinn rund um die Nordhalbkugel weiter. Dies ist der entscheidende Punkt für seine Steuerfunktion unseres Wetters.

Betrachtet man die schematische Darstellung des Polarfrontjets, dann kann man sofort die jeweiligen Hoch- und Tiefdruckgebiete einzeichnen (Abb. 2).

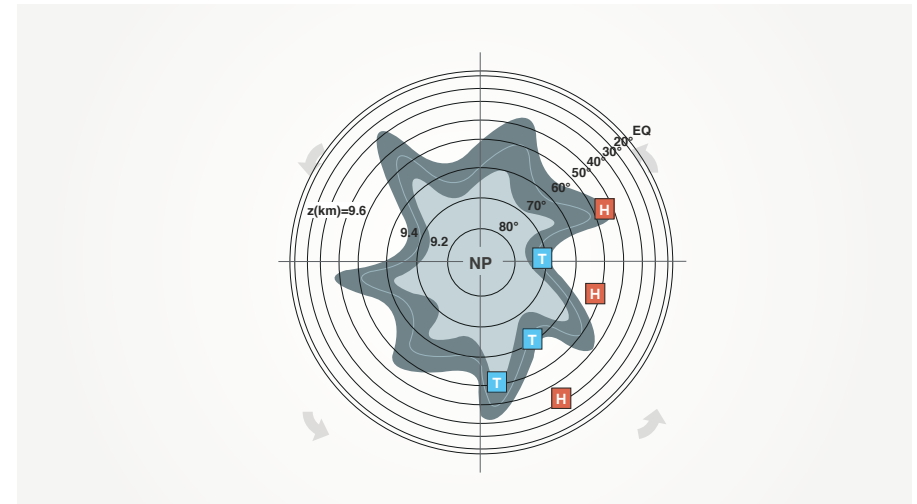
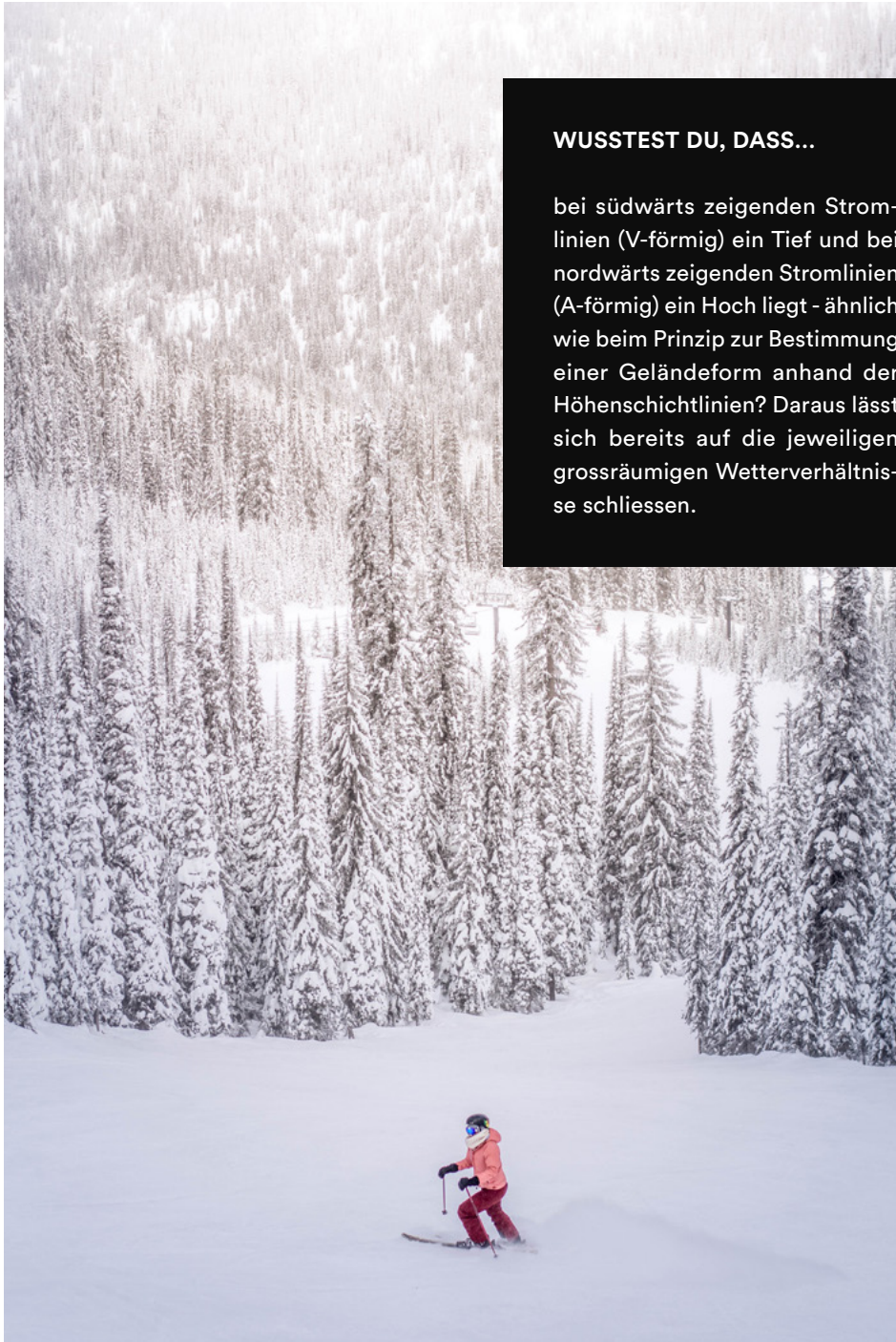


Abb. 2: Hoch- und Tiefdruckgebiete



WUSSTEST DU, DASS...

bei südwärts zeigenden Stromlinien (V-förmig) ein Tief und bei nordwärts zeigenden Stromlinien (A-förmig) ein Hoch liegt - ähnlich wie beim Prinzip zur Bestimmung einer Geländeform anhand der Höhenschichtlinien? Daraus lässt sich bereits auf die jeweiligen grossräumigen Wetterverhältnisse schliessen.

ZUSAMMENFASSUNG JETSTREAM:

- Starkwindband aus Westen
- Krümmung der Stromlinien ergibt Hoch bzw. Tief
- Bestimmung der Grosswetterlage

Auf dem Weg zu einer Prognose ist die Betrachtung des Jets und dessen Lage für einen Meteorologen stets der Ausgangspunkt, um die Übersicht über das Wettergeschehen und dessen Entwicklung zu bekommen.

Das amerikanische Wettermodell GFS (Global Forecast System) kann jedermann kostenfrei unter den Topkarten bei www.wetterzentrale.de betrachten. Klickt man auf die Karte «300 hPa Stromlinien und Wind», wird der Polarfront-jetstream und dessen Entwicklung für die jeweils nächsten sechs Stunden gezeigt. Anhand der Stromlinien siehst Du die jeweilige grossräumige Wetterlage. Das Bild (Abb. 3) zeigt eine grossräumige Südwestströmung im Alpenraum: Über Grossbritannien befindet sich ein Tief sowie ein Hoch über den Azoren. Erste Annahme für die Prognose: Es ist mit Stauniederschlägen im Süden und eventuell mit Südföhn in den Nordalpen zu rechnen. Anhand weiterer Karten für Temperatur, Druck in verschiedenen Niveaus, Niederschlag und Bewölkung wird dann die detaillierte Prognose erstellt.

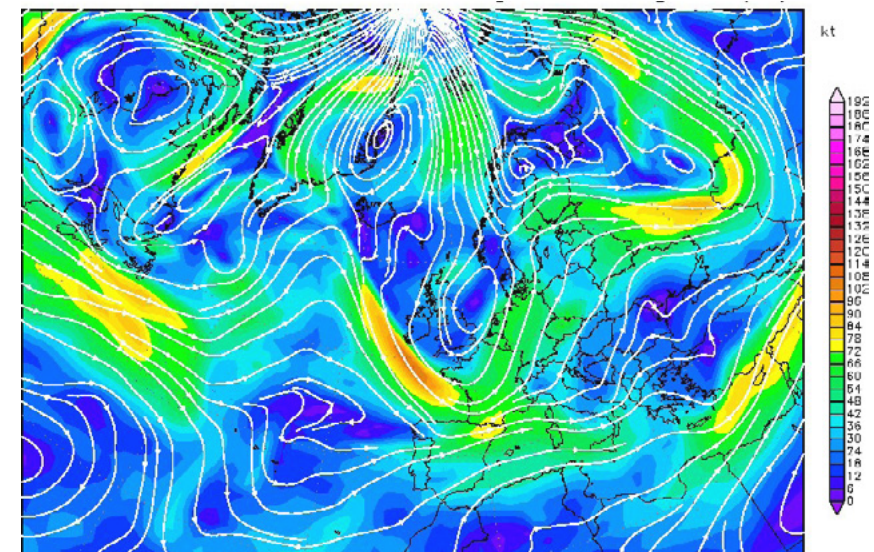


Abb. 3: GFS-Wettermodell: Lage des Jetstreams

www.wetterzentrale.de/topkarten

DIE KALTFRONT

Eine schaurige Gestalt mit unermesslicher Kraft

Ständig werden Bergsteiger und Alpinisten in ihrer Tourenplanung aufgrund des Durchzugs von Kaltfronten beeinflusst. Das Wunder der Natur drückt sich an der sogenannten Polarfront mit beeindruckenden Wetterphänomenen aus.

Direkt an der Polarfront, dem abrupten Übergang zwischen dem Paket mit kalter Polarluft und dem Paket mit warmer Tropenluft, beginnen sich die Übergangsbereiche zwischen kalter und warmer Luft zu vermischen. Ein Frontensystem mit Kalt- und Warmfront entsteht. Bei einer Kaltfront schieben sich kalte Luftmassen unter die warme Luft vor der Front und heben diese somit nach oben (Abb. 4). Bei dieser Hebung entwickeln sich mächtige Schauer- und Gewitterwolken, welche die Front zur düsteren Erscheinung machen. Direkt an der Front ist mit kräftigen Schauern zu rechnen.

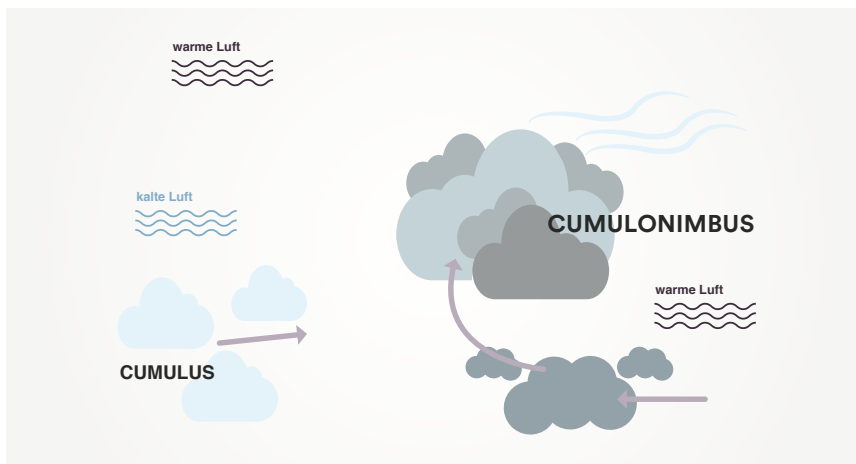


Abb. 4: Kaltfront

ZUSAMMENFASSUNG KALTFRONT:

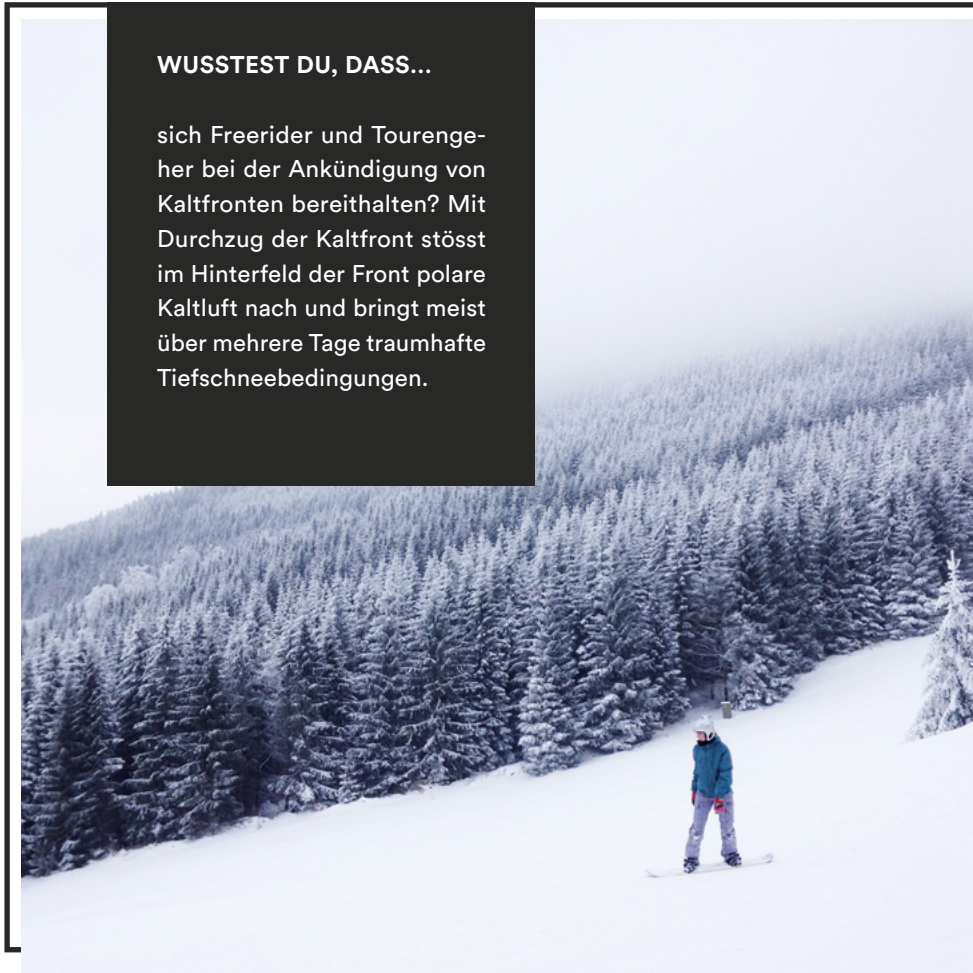
- entwickeln sich extrem schnell.
- markante Wetterwechsel mit Temperatursturz
- starker Druckabfall vor der Front
- Tourenplanung bei Kaltfrontdurchgang anpassen
- warme und wasserfeste Bekleidung

Vor allem nicht ernst genommene Kaltfrontdurchgänge sind sowohl im Sommer als auch im Winter die Ursache für viele Notfallsituationen im Hochgebirge!



WUSSTEST DU, DASS...

sich Freerider und Tourenger bei der Ankündigung von Kaltfronten bereithalten? Mit Durchzug der Kaltfront stößt im Hinterfeld der Front polare Kaltluft nach und bringt meist über mehrere Tage traumhafte Tiefschneebedingungen.





DIE WARMFRONT

Bringt warme Luft und viel Niederschlag

Was wäre Yin ohne Yang, rechts ohne links oder eine Kaltfront ohne Warmfront? Während die Kaltfront als düstere Erscheinung der Polarfront behandelt wurde, geht es jetzt um die kompletierende Erscheinung eines Frontensystems mit Kalt- und Warmfront.

An einer Warmfront treffen warme Luftmassen auf kalte, schwerere Luft vor der Front auf. Bei diesem Aufgleiten wird die Luft nach oben gehoben, eine Warmfront entsteht (Abb. 5). Durch die Hebung bilden sich die typischen Wolken einer Warmfront aus. Schon weit vor der Ankunft einer Warmfront trüben mittelhohe Schichtwolken den Himmel ein. Die Sichtverhältnisse werden langsam, aber stetig diffuser. Warmfronten sind daher in der Regel im Gelände besser zu erkennen als Kaltfronten.

Ein weiterer Hinweis für die Erkennung einer Warmfront kann eine spezielle Erscheinung am Himmel sein. Der sogenannte Halo-Effekt, ein kreisförmiger Hof im Abstand von 22° um die Sonne, entsteht durch die Brechung von Sonnenstrahlen an Eiskristallen der bereits ausgebreiteten Cirrus-Bewölkung. Beim Durchgang der Front ziehen gewaltige Schichtwolken in Form von Nimbostratus (Regenwolken) auf. Die Warmfront wirkt wie eine mächtige, graue Wand.

Direkt an der Front ist mit kräftigen Schauern zu rechnen, oftmals entwickelt sich Dauerregen bei Durchgang einer Warmfront. Aufgrund der Zufuhr von warmen Luftmassen hinter der Warmfront, steigt die Lufttemperatur nach Frontdurchgang an.

WUSSTEST DU, DASS...

Warmfronten in den Wintermonaten als unbeliebte Zeitgenossen gelten? Sie sorgen oft für ungewollte Tauperioden und die Verschlechterung der Schneequalität. Im Sommer haben Warmfronten allerdings auch keinen guten Ruf. Grosse Niederschlagsmengen unterbrechen immer wieder Perioden mit guten Kletterbedingungen.

Der Sportkletterer kann sich aufgrund nasser Griffe nicht mehr in seinem Projekt betätigen und muss eine wetterbedingte Zwangspause einlegen. In den alpinen Nordwandklassikern rinnen Sturzbäche zu Tal und ersticken jegliche Kletterfreude bereits im Keim. Warmfronten aus Nordwesten sind immer wieder für Hochwasser und Überflutungen verantwortlich.

**ZUSAMMENFASSUNG WARMFRONT:**

- langsame Eintrübung
- Halo-Effekt
- Dauerregen
- Erwärmung mit der Front
- Tourenplanung bei Warmfrontdurchgang anpassen
- wasserdichte Bekleidung

Warmfronten liefern zum Teil Wassermengen im Hochgebirge, die sämtliche Wasserläufe um das Vielfache ansteigen lassen und ganze Hangpartien in Sturzbäche verwandeln können.

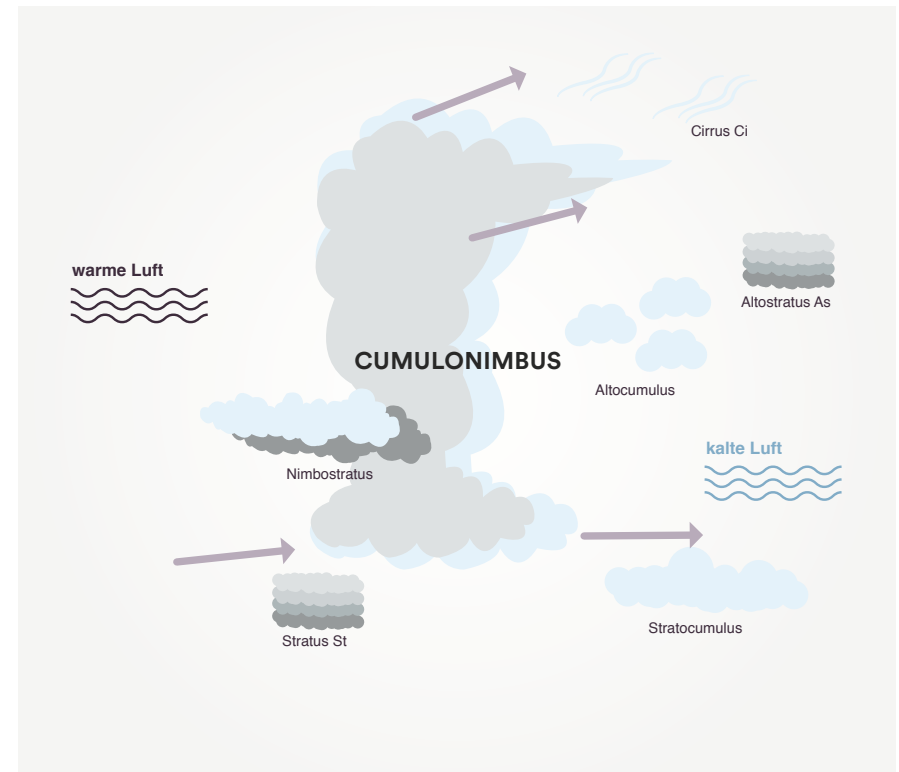


Abb. 5: Warmfront

SÜDFÖHN

Der mystische Wind aus dem Süden

An etwa 30 bis 60 Tagen im Jahr stellt sich im Alpenraum eine fast schon mystisch wirkende Wetterlage ein, die zahlreiche erwünschte und unerwünschte Effekte und Wirkungen mit sich bringt.

Die notwendige Konstellation im Wettergeschehen für das Entstehen von Südföhn setzt ein Hochdruckgebiet in Osteuropa und ein Tief etwa über den Britischen Inseln voraus. An der Vorderseite dieser Tiefdruckentwicklung bildet sich ein Druckgradient über dem Alpenraum aus. Der Ausgleich dieses Druckunterschiedes erzeugt die Strömung aus Süden. Trifft diese Strömung nun auf das Hindernis Alpen, fällt sie an der Alpennordseite als warmer, trockener Wind in die Täler hinab. Verstärkt wird dieser Effekt einerseits durch die Hebung der Luftmassen an der Alpensüdseite und deren Kondensation im Kammniveau (Föhnmauer), welche die Luft austrocknet und dadurch eine stärkere Erwärmung beim Fallen möglich macht.

Andererseits wird durch die Kanalisierung in den Nord-Süd ausgerichteten Einschnitten am Relief der Alpen – den Föhntälern – die Windgeschwindigkeit deutlich erhöht.



Abb. 6: Föhnwolken über den Alpengipfeln

wetter.tv

ZUSAMMENFASSUNG SÜDFÖHN:

- mystische Föhnwolken (Abb. 6)
- Norden warm und trocken – Süden kalt und feucht
- hohe Fernsicht
- Kopfschmerzen, Migräne
- orkanartiger Wind im Gebirge
- Kälteschutz trotz milder Temperaturen

WUSSTEST DU, DASS...

es bei Südföhn zu übererregt-euphorischen Stimmungslagen und einer erhöhten psychischen Labilität kommen kann? Diese kann zu Fehlverhalten wie erhöhter Risikobereitschaft führen!

GEBIRGSWINDE

Wind im Gesicht, alles fein!

Unterwegs auf einer Hochtour trifft man nicht nur auf begeisterte Bergsteiger – durch die Höhe und Ausgesetztheit der Gipfel im Hochgebirge ist auch der Wind ein ständiger Begleiter. Zusätzlich zu den grossräumigen Strömungen wirken im Gebirge auch unterschiedliche lokale Windsysteme. Anhand dieser Windsysteme können Experten verschiedene Aussagen über das lokale Wettergeschehen treffen. Wichtig dabei ist das Vorhandensein eines stabilen Hochs, in dessen Einflussbereich es meist keine oder nur sehr schwache Winde aus der Höhenströmung gibt. Das heisst, es sind keine weiteren, stärkeren Strömungen eines Tiefs oder eines Frontensystems vorhanden.

Die Abbildung 7 zeigt zum einen die Situation bei Tag. Durch die grösseren Oberflächen der Gebirgslandschaft gegenüber einer ebenen Landschaft heizen sich tagsüber die Gebirgsflächen stärker auf als in der Ebene. Der Grund dafür ist die durch die grösseren Flächen im Gebirge deutlich höhere Aufnahme an Sonnenstrahlung. Somit geben diese Energie in die Luft ab. Warme Luft ist leichter als kalte und steigt somit nach oben auf – Hangaufwinde entstehen im Laufe des Tages (rote Pfeile). Aufgrund der Aufwärtsbewegung der Luft an den Hängen bildet sich im Tal Unterdruck aus. Dieser Unterdruck wird durch den Taleinwind

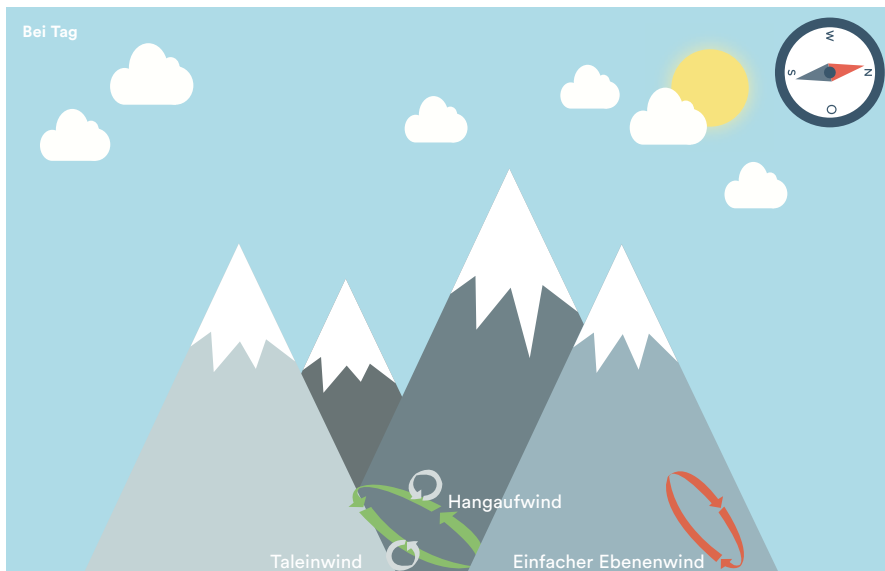


Abb. 7: Lokale Windsysteme im Gebirge (Tag)

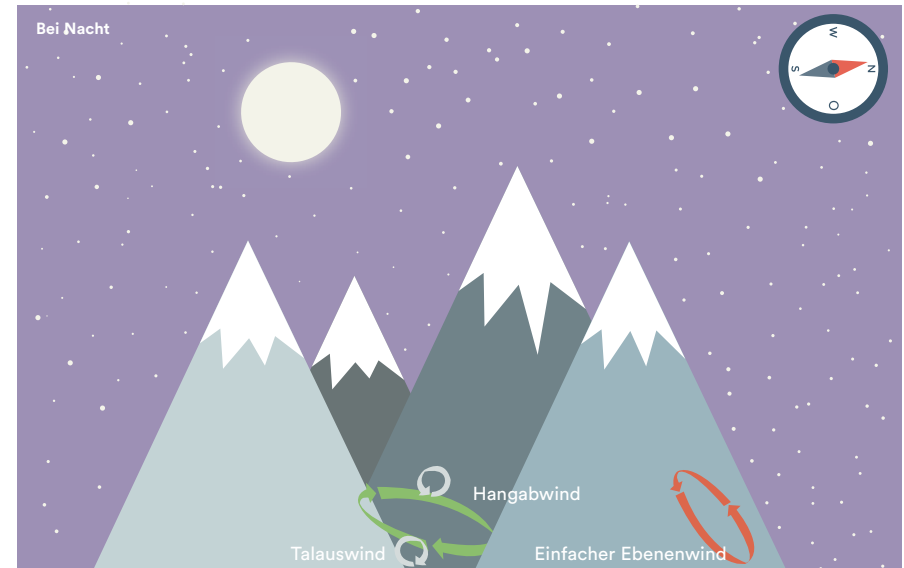


Abb. 8: Lokale Windsysteme im Gebirge (Nacht)

ausgeglichen. Etwas grossräumiger als beim Hangwind strömt bei Tag Luft ins Tal einwärts (grüne Pfeile). Umgekehrt ist die Situation bei Nacht (Abb. 8). Die grösseren Gebirgsflächen kühlen sich stärker ab als die ebenen Flächen. Kalte Luftmassen fliessen nun die Hänge hinunter und werden als Hangabwind (rote Pfeile) bezeichnet. Durch die abfliessende Luft bildet sich im Tal Überdruck aus, dieser wird durch einen talauswärts gerichteten Talauswind (grüne Pfeile) ausgeglichen. Sind Tal- und Hangwind bei einer Bergtour in ausgeprägter Form spürbar, so ist dies ein Zeichen für gute Stabilität des Hochdruckgebietes.

ZUSAMMENFASSUNG GEBIRGSWINDE:

- stabiles Hochdruckwetter
- Wind im Gesicht
- Wetterumschwung bei Ausbleiben des Gebirgswindes
- Es empfiehlt sich, auch bei Hochdruck Jacke und Überhose dabeizuhaben.

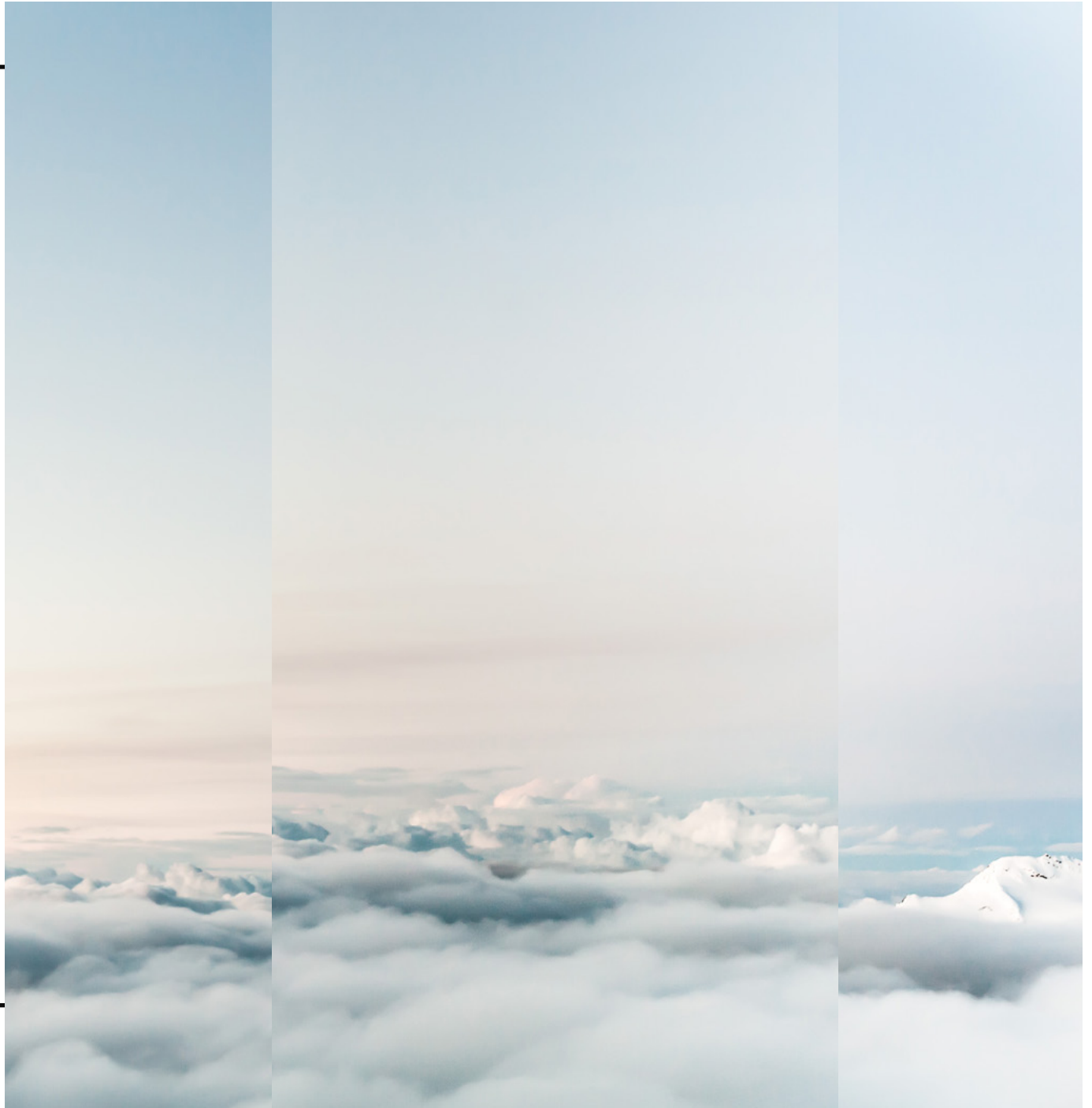
WUSSTEST DU, DASS...

ein vernünftiger Hochtourengeher stets den Wind im Gesicht spüren sollte? Am frühen Morgen beim Aufstieg spürt er den Hangabwind, ab Mittag im Abstieg spürt er den Hangaufwind.

WOLKEN

Erscheinungen und Boten am Himmel

Wolken sind kondensierter Wasserdampf der Luft. Sie entstehen hauptsächlich durch Veränderung von Luftpaketen durch Hebung, Erwärmung, Abkühlung, Wind und Strahlung. Wolken kann man grob in drei Kategorien (Cumulus, Stratus, Cirrus) bzw. in drei Stockwerke (tief, mittel, hoch) unterteilen (siehe Abb. 9).



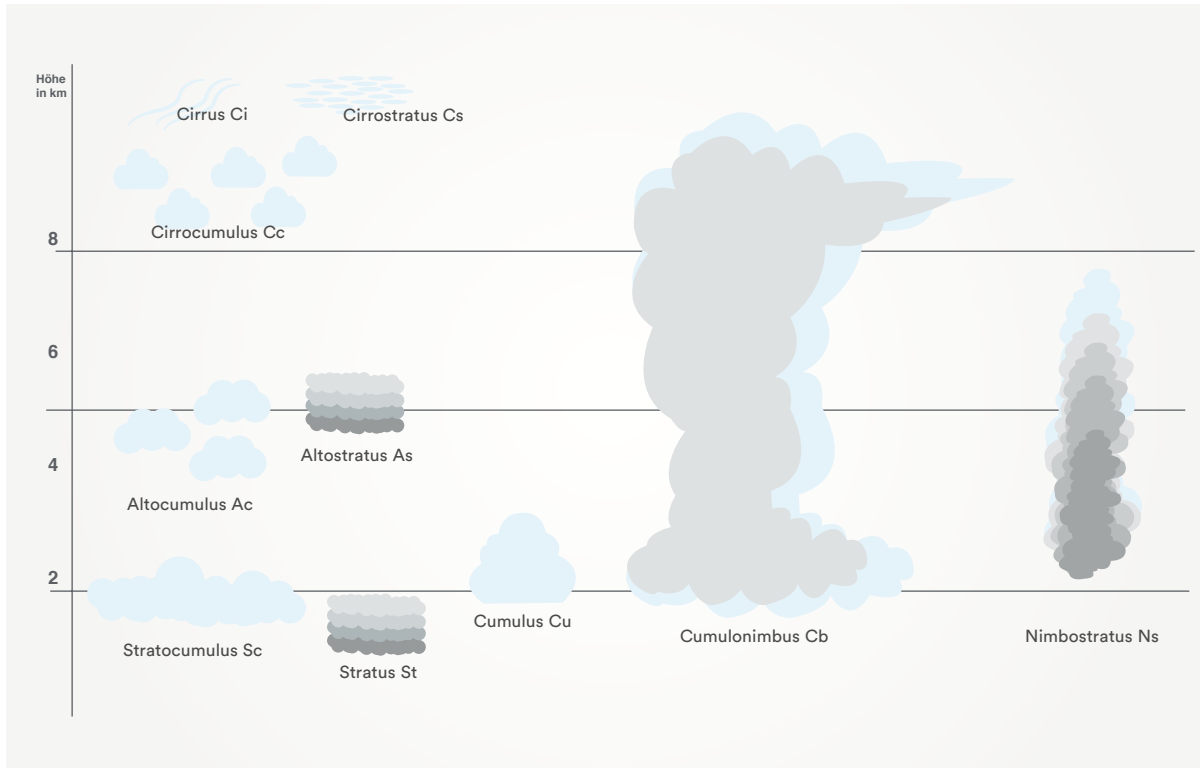


Abb. 9: Wolkenarten

ZUSAMMENFASSUNG WOLKEN

Wolkenarten:

- **Cumulus** (Schäfchenwolken), Abkürzungen: Cu, Ac, Sc
 - Altopcumulus, Abkürzung: Ac
 - Stratocumulus, Abkürzung: Sc
- **Stratus** (Schichtwolken), Abkürzungen: St, As, Cs
 - Altostratus (Schichtwolke), Abkürzung: As
 - Nimbostratus (Regenwolken), Abkürzung: Ns
- **Cirrus** (Federwolken), Abkürzungen: Ci, Cc, Cs
 - Cirrostratus, Abkürzung: Cs
 - Cirrocumulus, Abkürzung: Cc
- **Wolken über mehrere Stockwerke**
 - Cumulonimbus (Gewitterwolke), Abkürzung: Cb
 - Nimbostratus, Abkürzung: Ns

Höhe:

- tiefe Wolken (0–3 km)
- mittlere Wolken (2–7 km), Beinamen «alto»
- hohe Wolken (7–12 km), Beinamen «cirro»



INTERPRETATION VON HÄUFIGEN WOLKENARTEN



Cumulus «Schäfchenwolke»

- «Schäfchenwolken» entstehen durch Kondensation von ansteigender, am Boden erwärmter Luft (Konvektion) und meistens bei stabilem Hochdruckwetter.
- Sie sind ein Zeichen für einen sonnigen Tag ohne Wetterumschwung, sofern die Wolken nicht rasch nach oben wachsen.



Altocumulus lenticularis «Föhnwolke»

- Föhnwolken bilden sich UFO-ähnlich aus.
- Sie sind ein Zeichen von starkem Wind an den Bergkämmen, Niederschlägen in den Staulagen und recht warmem, sonnigem Wetter an der Leeseite (die dem Wind abgewandte Seite) des Gebirges.

Altostratus «mittelhohe Schichtwolken»

- Schichtwolken bilden sich häufig mit einem Halo um die Sonne durch herankommende Feuchtigkeit (Advektion) aus.
- Es ist zu beobachten, wie sich der Himmel langsam aber stetig eintrübt.
- Die Sichtverhältnisse werden zunehmend schlechter.
- Schichtwolken sind ein Zeichen für einen bevorstehenden Wetterumschwung.



Cumulonimbus «Gewitterwolke»

- Wachsen Cumulus-Wolken rasch in die Höhe, können daraus Gewitterwolken entstehen.
- An der Obergrenze der Atmosphäre bildet sich der so genannte Ambos (Bezeichnung für Cumulonimbus-Wolke) aus.
- Ein Ambos am Himmel ist ein Zeichen für Blitz und Donnerschlag in nächster Zeit.



WOLKEN ALS WETTERVORHERSAGER

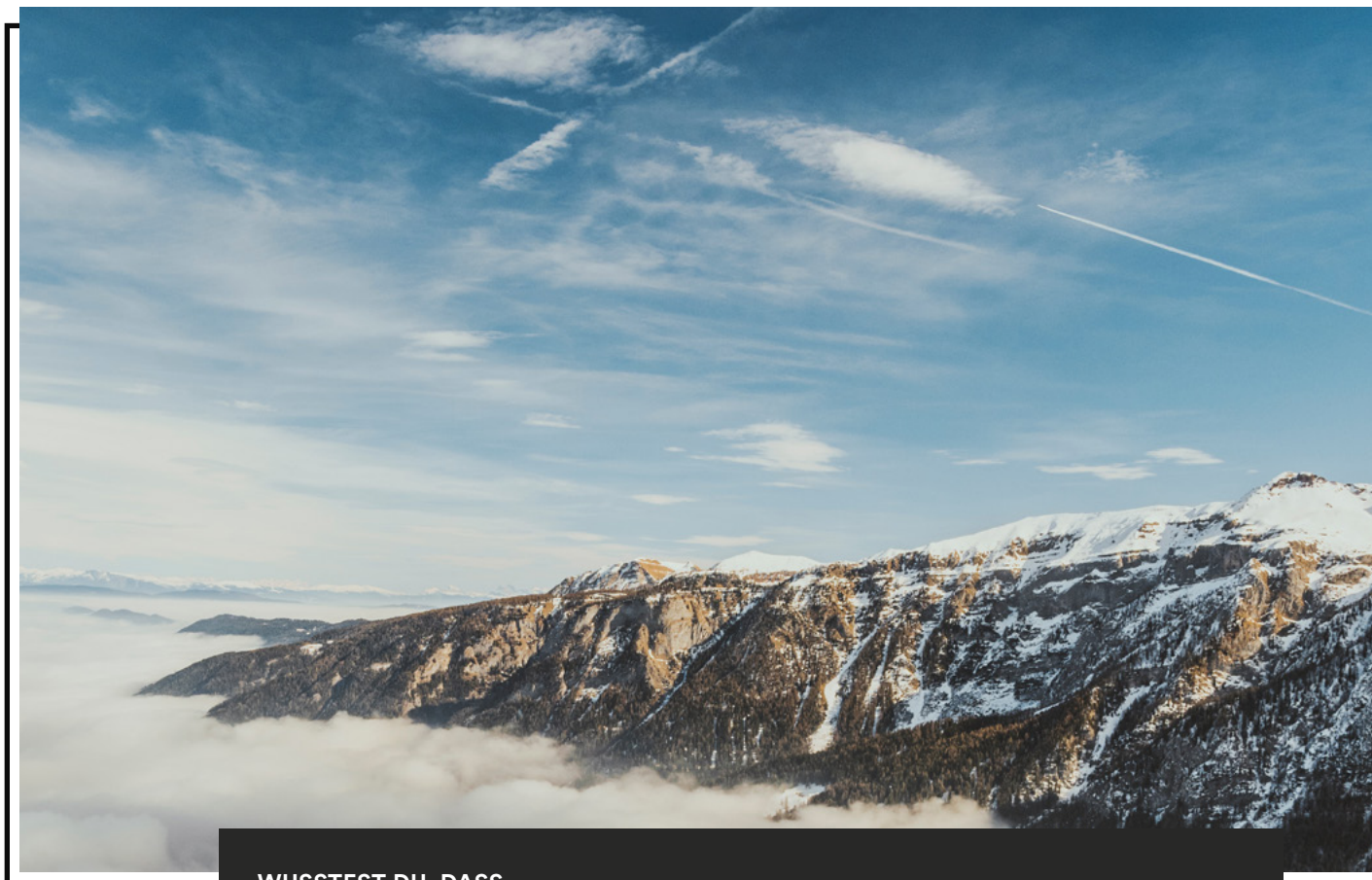
Cirren, kann man irren?

Schon eine alte Bergsteiger-Weisheit beschäftigte sich mit dem Thema. «Bei Frauen und Cirren kann man sich irren!», lautet dieses Relikt aus den alten Zeiten. Doch was steckt wirklich hinter diesen schleierhaften Wolken, die uns immer wieder Schlechtwetter versprechen sollen?

Cirren gehören zur Gattung der hohen Wolken im obersten Stockwerk zwischen sieben und zwölf Kilometern Höhe. Cirren, oder im Singular Cirrus genannt, kommt aus dem Lateinischen und steht für ein Haarbüschel. Mit dieser Bezeichnung kann man sich die Erscheinungsform der Cirren gut vorstellen.

Es sind feine, isoliert leuchtende, zarte Fäden oder schmale Bänder mit seidigem Schimmer, deren Ränder meist durch Höhenwinde ausgefranst sind. Diese in extremer Höhe aus feinen Eiskristallen bestehende Erscheinung wird im Deutschen daher auch als Federwolke bezeichnet. Auch Kondensstreifen werden zu den Cirruswolken gerechnet. Sie entstehen durch heißen Wasserdampf, der infolge der Verbrennungsvorgänge in Triebwerksturbinen von Düsenflugzeugen entsteht. Damit wären wir auch schon bei der Relevanz für die Vorhersage des Wetters aufgrund der Cirren.

Gelangt Feuchtigkeit in die Höhe, ähnlich wie bei den Triebwerken von Flugzeugen, bilden sich Cirren aus. Wird also durch das Herannahen einer Front Feuchtigkeit zugeführt, bilden sich im Vorfeld Cirren. Prinzipiell sind demnach vor jeder Front, egal ob Warm- oder Kaltfront, Cirren zu erwarten.



WUSSTEST DU, DASS...

die Cirren je nach Zuggeschwindigkeit der Front unterschiedlich lange vor der Front zu beobachten sind? Bei Kaltfronten mit hoher Zuggeschwindigkeit sind Cirren und Front meist wenige Stunden voneinander getrennt, bei Warmfronten liegt häufig ein Tag dazwischen. Aber auch bei «Schönwetter» sind Cirren anzutreffen. Diese Spezies verschwindet dann meist wieder genau so rasch wie sie gekommen ist, ohne Front und ohne Wetterverschlechterung. Der Mythos um die Cirren kann also bestätigt werden – man kann wirklich irren!

WETTERGEFAHREN

im Gebirge

Gewitter

Faszinierende Schauspiele gewaltiger Kräfte der Natur

Wolkenbruchartige Regenschauer, Hagelschauer, orkanartige Sturmböen sowie Blitzschläge machen Gewitter zu gefürchteten Begleitern eines jeden Bergsteigers.

Damit ein Gewitter entstehen kann, müssen verschiedene Voraussetzungen gegeben sein:

1. Es muss eine labil geschichtete Atmosphäre gegeben sein. Eine labile Schichtung bedeutet, dass die Temperatur in der Höhe stärker abnimmt als im stabilen Fall.
2. Es muss Feuchtigkeit in den bodennahen Luftschichten vorhanden sein.
3. Diese Feuchtigkeit muss vom Boden in die Höhe steigen.

Die Chancen, im Gebirge auf ein Gewitter zu treffen, sind deutlich höher als im Flachland. Ein Gewitter macht sich beispielsweise dadurch bemerkbar, dass sich lange Haare im hohen elektromagnetischen Feld himmelwärts richten – ein Zeichen für einen kurz bevorstehenden Blitzeinschlag!

Grundlegend wird zwischen Frontgewitter (Auftreten bei Durchgang einer Kalt- oder Warmfront) und Wärmegewitter (in einer einheitlichen Luftmasse im Sommer) unterschieden.



Wärmegewitter stellen für den Alpinisten im Hochtouren- bzw. Alpinkletterbereich die bedeutendste Gefahr dar. Sie entstehen meist im Laufe des Nachmittages, eine frühe Rückkehr zum Zielpunkt ist die effizienteste Methode, um davon Abstand halten zu können. Wer jedoch viel im Gelände unterwegs ist, wird es höchstwahrscheinlich nicht vermeiden können, auch einmal direkt von einem Gewitter erwischt zu werden.

WUSSTEST DU, DASS...

eine Bergtour während eines Gewitters im Gelände ernst und lebensbedrohlich werden kann?

Nach Möglichkeit sollten exponierte Stellen verlassen und sämtliche Ausrüstungsgegenstände aus Metall entfernt werden. Jetzt heißt es: Füße zusammenstellen, in die Hocke gehen, Arme am Körper halten und den Kopf einziehen!



Trotz guter Wetterprognose

und keinen Gefahrenzeichen war ich einmal mit meiner Bergführerasspiranten-gruppe in Richtung Waldspitze unterwegs. Um 8:30 Uhr in der Früh überraschte uns am Grat zum Gletscher hin ein heftiges Wärmegewitter. Dieses blieb übrig von den nächtlichen Gewitterentladungen, weshalb es sein Unwesen zu einer komplett untypischen Tageszeit trieb. Wir hatten in diesem Moment Glück, dass wir dieses gewaltige Szenario unbeschadet überstanden hatten.

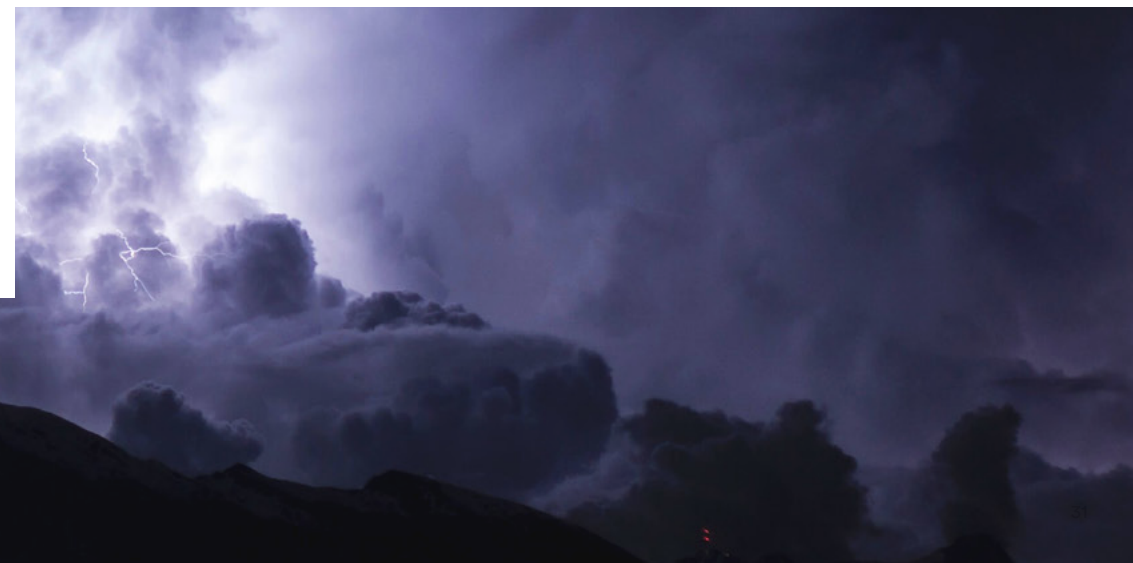
ZUSAMMENFASSUNG GEWITTER:

- Gewitter im Gebirge kann lebensgefährlich werden.
- Vorhersage nur 1–2 Stunden im Voraus möglich (Radarbild)
- Tourenplanung: Wärmegewitter – Tour auf Vormittag beschränken
- Wetterschutz gegen Nässe und Kälte
- Wenn einem die Haare zu Berge stehen – Blitzschlaggefahr!
- bei Gewitter exponierte Stellen verlassen, Metallgegenstände entfernen

Was tun bei Gewitter an exponierter Stelle?

Werden Alpinisten an einer exponierten Stelle im Gelände von einem Gewitter überrascht, befinden sie sich in akuter Lebensgefahr.

- Verlasse umgehend die exponierte Stelle.
- Ist das nicht möglich, nimm eine kauernde Stellung mit geschlossenen und angezogenen Füßen ein - bestenfalls auf einer isolierenden, trockenen Unterlage (z. B. Rucksack).
- Je kleiner die Kontaktfläche zum Boden, desto besser.
- Entferne alle metallischen Gegenstände.
- Verstaue Dein Handy in der Mitte des Rucksacks.
- Vergrößere den Abstand zu Deinen Tourenpartnern.
- Vermeide Felsüberhänge.
- Suche Schutz in einer Hütte oder Biwakschachtel (Schutzhütte) mit Blitzableiter.



KÄLTE

Ein subjektives Empfinden?

Ob uns kalt ist oder nicht, ist ein menschlich höchst subjektives Empfinden. Unabhängig davon steht fest, dass Wasser bei 0 °C gefriert. Unter -30 °C ist nur noch so wenig Feuchtigkeit in der (Wolken-)Luft, dass es für Schneefall zu kalt ist.

Physikalisch betrachtet gibt es keine Kälte, es gibt nur «Wärme – und weniger Wärme». Wärme ist dabei eine Form von Energie, die Bewegung von Atomen. Je weniger sich Atome bewegen, desto kälter ist es. Die Temperatur der Luft wird durch zwei Faktoren bestimmt: Zum einen durch die Energiebilanz, besser gesagt die Sonneneinstrahlung als Eintrag und die Abstrahlung von Wärme als Ausgang. Ist die Energiebilanz negativ, sinkt die Temperatur des Mediums. Zum anderen kann Kälte auch durch Advektion, also durch Luftströmungen, transportiert werden. Kommt etwa Wind aus kälteren Regionen, bringt er einen Temperaturrückgang mit sich.

Menschen haben ein viel komplexeres Kälteempfinden als Thermometer, für uns ist Kälte nicht gleich Kälte: Luftfeuchtigkeit und die direkte Sonnenstrahlung spielen für uns eine grosse Rolle. Hat es etwa 0 °C, würde man bei Sonne die Temperatur als «noch angenehm» wahrnehmen. 0 °C und Schneefall empfindet der Mensch schon als kälter, weil die Luftfeuchtigkeit eventuell geringer ist als bei Regen. Am kältesten wirkt eine Temperatur von 0 °C bei Regen.

Auch Wind spielt eine grosse Rolle. Durch die Erhaltung der Körpertemperatur ist unsere Hautoberfläche von einer warmen Luftschicht umgeben. Wird diese ständig durch Wind abtransportiert, kühlt die Hautoberfläche ab und wir beginnen zu frieren. Je stärker der Wind bzw. je schlechter der Windschutz der Bekleidung oder auch Brille, Hautcreme, Bart etc. ist, desto schneller passiert dieser Vorgang. Daher empfinden wir bei Wind z. B. -1 °C viel kälter als bei Windstille. Diese Temperatur wird meist als gefühlte oder «Windchill-Temperatur» (Tab. 1) angegeben, die sich nach einer Formel berechnen lässt.

WUSSTEST DU, DASS...

es durch neueste Technologien Bekleidung gibt, die Dich extrem gut vor Kälte schützt? Die Gefühle von Kälte und Frieren entstehen aber oft durch kalt werdenden Schweiß, der sich durch adäquate Kleidung vermeiden oder verringern lässt. Am besten funktioniert das sogenannte «Zwiebelprinzip» mit mehreren Kleidungsschichten übereinander. Es entsteht eine stark wärmende Wirkung durch die Luft zwischen den Schichten. Fängt man an zu schwitzen, werden die Schichten entsprechend reduziert bzw. bei Kälte wieder angezogen. So kann der Alpinist auch einen Kälteeinbruch zu Mittag problemlos überwinden.





ZUSAMMENFASSUNG – KÄLTE:

- je höher, desto dünner die Luft – daher auch kälter in der Höhe
- Wind kühlt die Körpertemperatur stark aus (Windchill).
- Kälteschutz vor allem an den exponierten Stellen am Körper
- Zwiebelprinzip bei der Kleidung

Besonders anfällig sind exponierte Körperteile wie Zehen, Finger, Nasenspitze, Wangen und Ohren.

Diese Bereiche sollten stets kontrolliert werden. Weisse Flecken im Gesicht sind ein Alarmzeichen für Erfrierungen. Abhilfe schaffen Massagen, eine Pause im Gasthaus oder das Beenden der Tour. Bei mehrtägigen Touren im Gebirge kann es bei Kälte- und Windeinbrüchen rasch zu Unterkühlungen bis hin zu lebensbedrohlichen Temperaturen kommen. Schliesslich sind Erfrierungen schon bei -5 °C und starkem Wind möglich (siehe Tabelle 1: Windchill).



Was tun, wenn Du der Kälte zu lange ausgesetzt sind?

Der menschliche Organismus hält extreme Kälte aus – aber nur für kurze Zeit. Sinkt die Körpertemperatur unter 30 °C , begibst Du Dich in Lebensgefahr. Bei unter 26 °C besteht keine Überlebenschance mehr. Wann dieser Wert eintritt, hängt nicht nur von der Aussentemperatur ab, sondern auch von Windstärke, Feuchtigkeit, Körperbau und gesundheitlicher Verfassung des Menschen. Selbst bei Plusgraden kann ein Mensch erfrieren, wenn er bewusstlos und bewegungsunfähig ist.

- Erwärme unterkühlte Personen nicht zu schnell. Vermischen sich warmes und kaltes Schalenblut, kann dies zum «Bergetod» führen. Was steckt dahinter? Verliert der menschliche Körper mehr Wärme an die Umgebung als er generieren kann, wird die Durchblutung der Körperoberfläche verringert.

- Lediglich lebenswichtige Organe im Körperkern werden mit warmen Blut versorgt, während Haut, Arme und Beine – die sogenannte Körperschale – kälter werden. Werden unterkühlte Personen erwärmt, fließt das kalte Schalenblut aus den Extremitäten zurück zum Kern. Ist der Temperaturunterschied zu gross, sinkt die Körperkerntemperatur zu stark ab und es kann zum Herz-Kreislauf-Stillstand kommen.
- Befindest Du Dich anschliessend in einem aufgewärmten Raum, dann erwärme unterkühlte Personen langsam, indem Du ihnen Tee zuführst und sie in wärmende Bekleidung hüllst.

Temperatur in Grad Celsius

	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35
10	8	2	-3	-9	-14	-20	-25	-31	-37	-42
20	3	-3	-10	-16	-22	-29	-35	-42	-48	-55
30	1	-6	-13	-20	-27	-32	-41	-48	-55	-62
40	-1	-8	-16	-23	-31	-38	-45	-53	-60	-68
50	-2	-10	-18	-25	-33	-41	-48	-56	-64	-71
60	-3	-11	-19	-27	-35	-42	-50	-58	-66	-74
70	-4	-12	-20	-28	-35	-43	-51	-59	-67	-75
80	-4	-12	-20	-28	-36	-44	-52	-60	-68	-76
Höhere Geschwindigkeiten haben nur noch geringen Effekt.	Keine oder nur geringe Gefahr.		Freiliegende Haut beginnt bei den meisten Menschen in Abhängigkeit vom Aktivitätsgrad und von der Sonnenenergie zu erfrieren.			Bedingungen für Außenaktivitäten sind gefährlich. Ungeschützte Haut erfriert bei durchschnittlichen Personen in weniger als einer Minute.			Ungeschütztes Fleisch erfriert im Durchschnitt in rund 30 Sekunden.	

Tab. 1: Windchill

Das richtige Equipment bei Kälte:

- Kälteschutz mit Zwiebelprinzip: Viele Kleidungsschichten mit Luft dazwischen geben einen besseren Kälteschutz.
- Die wichtigsten Körperbereiche, die es bei Kälte zu schützen gilt, sind Kopf, Hände und Füße. Hier können Thermosocken, eine Gesichtsschutzmaske oder Daunenhandschuhe helfen.



STURM

Rasante Bewegung der Luft

Vor allem in den Sommermonaten verschiebt sich die Luftmassengrenze zwischen polarer Kaltluft und tropischer Warmluft (auch bekannt als Polarfrontjetstream) weit in den Norden. Tropische Warmluft sorgt dann in Mitteleuropa für warme Sommertemperaturen. Immer wieder über den Sommer, und vor allem dann im Herbst, verlagert sich diese Luftmassengrenze wieder zurück in den Süden. Kalte Luftströme verdrängen die warme Sommerluft und überströmen warmes Meerwasser. Dabei kommt es natürlich zu Reibereien. Tiefdruckgebiete mit starken Luftdruckgradienten entstehen. Den Ausgleich dieser Druckunterschiede spüren wir dann als Sturm.

Für den Bergsport sind Stürme natürlich bedeutend. Stürme sind meist mit heftigen Kaltfronten verknüpft, welche auch im Sommer für einen kurzzeitigen Wintereinbruch sorgen und die Gebirgswelt in kürzester Zeit in eine Winterlandschaft verwandeln können.

ZUSAMMENFASSUNG – STURM:

- je höher, desto dünner die Luft – daher auch kälter in der Höhe
- Wind kühlt die Körpertemperatur stark aus (Windchill).
- Kälteschutz vor allem an den exponierten Stellen am Körper
- Zwiebelprinzip bei der Kleidung

WUSSTEST DU, DASS...

Hochgebirgslagen stärker von Stürmen betroffen sind als andere Gebiete, zum Beispiel am Meer? Der Grund dafür ist die starke Bodenreibung auf Landflächen bzw. die Zunahme der Windstärke mit der Höhe. So kann es im Tal noch fast windstill sein, während auf den Gipfeln bereits heftiger Sturm herrscht.

Was tun, wenn ein starker Sturm aufkommt?

In Kombination mit Kälte und Niederschlag kann ein Sturm jeden Outdoor-Sportler rasch handlungsunfähig machen. Um nicht die Orientierung und somit den Ausweg aus dem Sturm zu verlieren, bedarf es einiges an alpiner Erfahrung.

- Bereite Dich gut auf die Bergtour vor und verschaffe Dir eine gute Orientierungskennntnis von der Umgebung.
- Unterschätze die Kälte nicht – die reale Temperatur sinkt bei starkem Wind auf gefühlt weit kältere Temperatur ab.
- Suche nach Schutzmöglichkeiten, die nicht vom Wind mitgerissen werden.
- Halte mindestens ein bis drei Meter Abstand zu Felswänden.

Das richtige Equipment bei Sturm:

- Kälteschutz
- Windschutz
- Biwaksack: stabile wind- und wasserdichte Hülle, schützt unter anderem vor Auskühlung.
- Jede Art von Orientierungshilfen bei schlechter Sicht. Führe deshalb immer ein Licht mit Dir – z. B. in Form einer Taschenlampe.



SCHNEE

Das weisse Gold

Ob gross oder klein, ob jung oder alt – alle freuen sich, wenn sich die Landschaft in weisser Pracht präsentiert. Alles funkelt und glitzert, der Winterzauber lädt zu Aktivitäten vor der Haustür ein.

In der frisch verschneiten Zauberwelt macht es noch mehr Spass, den Winteraktivitäten nachzugehen oder einfach nur draussen zu sein. Schnee ist eines der Wunderwerke der Natur, wenn man die weisse Pracht einmal genauer unter die Lupe nimmt. Jedes Schneekristall hat eine sechsseitige Grundstruktur, jedoch ist ein Schneekristall keinem anderen exakt gleich. Wie der menschliche Fingerabdruck sind auch Schneekristalle einzigartig.

Doch Schnee kann auch ein Gefahrenmoment darstellen, denkt man an die Lawinengefahr im Winter oder an plötzliche Kaltlufteinbrüche mit sinkender Schneefallgrenze und überraschenden Wintereinbrüchen im Sommer.

Das Thema Schnee und Lawinen würde den Rahmen dieses Werkes sprengen, daher beschränkt sich die Betrachtung des Schnees auf die Gefahr im Sommer.

WUSSTEST DU, DASS...

es im Gebirge bei sommerlichen Kaltfrontdurchgängen weit nach unten schneien kann? Sommerliche Wege und Touren verwandeln sich in Kürze in eine Winterlandschaft und alle Wegmarkierungen verschwinden plötzlich im Neuschnee. Ist eine Kaltfront prognostiziert, sollten Alpinisten stets ein Auge auf die Schneefallgrenze werfen – auch im Sommer!

ZUSAMMENFASSUNG – SCHNEE:

- bei sommerlichen Kaltfronten plötzlicher Wintereinbruch
- Wege und Markierung verschwinden im Schnee.
- Orientierung im Gelände vollkommen verändert
- Winterausrüstung mit warmer Bekleidung

Was tun, wenn Schnee Deinen Ausflug behindert?

Vor allem im Sommer kann ein Neuschnee innerhalb kürzester Zeit alle Wege und Markierungen verschwinden lassen und damit die Orientierung im Gelände erschweren. Selbst Lokalexperten können im Schnee die Orientierung verlieren. Wirst Du von starkem Schneefall überrascht, solltest Du versuchen, Dir mit Schneemauern und Biwaksack (wind- und wasserdichter Sack) zu behelfen und eine Art Notunterschlupf bauen. Auch eine selbst gebaute Schneehöhle kann lebensrettend sein.

Das richtige Equipment bei Schnee:

- Handschuhe und eine Mütze gehören zu Standardausrüstung.
- Grödel (Halbsteigeisen für besseren Halt im Schnee)
- Stöcke, die einen Eispickel ersetzen können.
- Biwaksack (wind- und wasserdichter Sack)



NEBEL

Ein Phänomen

Nebel ist nicht selten ein Grund für Depressionen. Fehlt dem Menschen über längere Zeit das gewohnte Sonnenlicht, dann stellt dieser Entzug eine ernstzunehmende Mangelercheinung dar. In vielen Flachlandregionen, vor allem in der Nähe von grossen Flüssen und Seen, ist der Herbst oft eine trübe Jahreszeit, wo dichter Nebel den tristen Lauf des Tages bestimmt. Da gibt es oft nur eine Möglichkeit, der düsteren Landschaft zu entkommen – ein Ausflug ins Gebirge. Dort, wo sich in dieser Jahreszeit oft ein «Traumtag» nach dem anderen einreihet.

Nebel ist eigentlich nichts anderes als eine Wolke mit Bodenkontakt. Das heisst also, dass Wassertropfchen durch Kondensation von Wasser in der Luft entstanden sind. Kühlt die Luft aufgrund nächtlicher Abstrahlung so weit aus, dass sich Bodennebel bilden kann, dann spricht man vom Strahlungsnebel. Für den Alpinisten führt Nebel vor allem zu Herausforderungen bei der Orientierung. Dichter Nebel kann die Sichtweite auf unter 20 Meter sinken lassen und somit ein Vorankommen im Gelände äusserst schwierig gestalten.

Mein Vater, ebenso Skiführer,

erzählte mir einmal von einem Nebelerlebnis. Er spürte im dichten Nebel mit seinen Gästen durch den frischen Neuschnee, wo er nach einiger Zeit überraschend andere frische Spuren entdeckte. Nach kurzer Zeit bemerkte er, dass es ihre eigenen Spuren waren und sie im Nebel eine 360-Grad-Runde gegangen sein müssen, ohne es zu merken. Ich sollte mich im Nebel stets vor einer solchen Situation hüten, sagte er mir. Bis heute ist mir diese Erzählung tief in Erinnerung.



WUSSTEST DU, DASS...

Nebel und Orientierungslosigkeit schon so manchen erfahrenen Alpinisten untergekommen sind und deren Aktivitäten behindert haben? Selbst eine ausgeprägte Geländekenntnis ist im weglosen Nebelgelände keine sichere Hilfe. Oftmals ist es die einzige Möglichkeit, sich auf markierten Wegen aufzuhalten, um im Gelände voranzukommen. Auch die Kenntnis von GPS und topografischer Karten erweisen sich in Nebelsituationen häufig als hilfreich.

ZUSAMMENFASSUNG – NEBEL:

- Orientierungslosigkeit bei Nebel
- Wege und Markierungen nicht verlassen
- Unterstützung durch topografische Karte und GPS

Was tun, wenn Nebel Deine Orientierung auf null setzt?

- Ruhe bewahren: Wer panisch herumirrt, läuft Gefahr, eine Felsspalte oder einen Abhang zu übersehen oder sich hoffnungslos zu verlaufen.
- Warte an Ort und Stelle, falls Du den Weg nicht mehr erkennst oder es zu gefährlich wird. Auch hier bieten Biwaksäcke Schutz.
- Trenne Dich nicht von Deiner Gruppe.
- Falls Du den Weg kennst, kannst Du Dich Schritt für Schritt (mit Hilfe eines Kompasses) vorantasten, bis Du auf eine Schutzhütte triffst.
- Nutze technische Geräte nur in Kombination mit einer Wanderkarte, um eine optimale Orientierung zu erhalten.

Das richtige Equipment bei Nebel

- Starke Taschenlampen oder andere Lichtquellen
- Kälteschutz
- GPS-Geräte, Höhenmesser und Kompass
- Wanderkarte

INTERPRETATION von Wettervorhersagen

Noch immer glauben viele, dass ein Meteorologe die Wolken und den Wind beobachtet und daraus eine sichere Wettervorhersage zaubert. Dies ist für die heutigen, in der Erwartung extrem gestiegenen Anforderungen unmöglich. Modernste Computerberechnungen bringen die gewünschte Datengrundlage für die Wetterprognose. Doch im Gebirge kann die Interpretation von Wind und Wolken häufig hilfreich sein, um die aktuelle Lage realistisch einzuschätzen. Meist kann so die Wetterprognose mit der Wirklichkeit verglichen werden, um dann in der Tourenplanung darauf zu reagieren.

Als Informationsquelle für eine professionelle Wetterprognose können grundsätzlich drei verschiedene Elemente dienen.

ERSTE EBENE Computerprognosen

Jedes moderne Mobiltelefon dient heutzutage als Infoquelle, auch für die Wettervorhersage. Hinter allen Handy-Wetterberichten und vielen Seiten im Internet steckt ein und dieselbe Vorgehensweise. Ein Computerprogramm wird mit dem Datenoutput eines Wettermodells, meist dem öffentlichen und kostenlos zugänglichen, amerikanischen Modell GFS, gefüttert. Dieses Programm wirft dann, häufig in grafischer Form mit Symbolen und Zeichnungen, die Wettervorhersage für einen unbestimmten Zeitraum auf den Bildschirm. Die Prognosen reichen mit einer durchgängigen Anzeige von Symbolen und Grafiken bis zu zwei Wochen.



Grenzen:

Die moderne Wettervorhersage basiert zumeist auf vielen Ungenauigkeiten in der Verarbeitung der Wetterdaten. Diese lückenhafte Erhebung der Daten und die nicht exakt berechenbaren Differenzialgleichungen zur Kalkulation der Entwicklung der Wetterparameter führen zu Wetterprognosedaten, die nicht dem realen Wert entsprechen. Schon beim Erscheinen der Prognose gibt es oft einen Unterschied zur Wirklichkeit, auch wenn dieser am ersten Tag der Berechnung noch so klein ist, dass er dem Anwender nicht auffällt. Je nach Wetterlage wandelt sich diese Abweichung innerhalb eines Zeitraums zu einer stark unsicheren oder gar fehlerhaften Prognose. Dieser Zeitraum liegt bei etwa drei bis sechs Tagen.

Bis zu diesem Zeitpunkt liegen die Prognosen nah am wirklichen Wetter. Bei allen Vorhersagen über die sechs Tage hinaus kann maximal ein Zufall für das richtige Eintreten der Prognoseerwartung verantwortlich sein. Daher sind diese Prognosen zeitlich sehr begrenzt. Ich würde sie sogar nur für den jeweils nächsten Tag nutzen. Einen weiteren Trend solltest Du stets täglich aufs Neue hinterfragen.

ZWEITE EBENE**Textprognosen**

Alle textlich formulierten Prognosen kommen aus der Hand eines Meteorologen. Dieser nimmt Outputs von mehreren Wettermodellen zur Hand, vergleicht diese und weiss über die Stärken und Schwächen jedes einzelnen Modells genau Bescheid. Daher kann der Meteorologe gewisse Schwächen der Computerprognosen erkennen und auf diese reagieren. Die Textprognosen sind also eine mehrfach durchdachte Anwendung verschiedener Computerprognosen.

Grenzen:

Textlich lässt sich die regionale Vielfalt des Wettergeschehens nur schwer festhalten. Meist beschränken sich Textprognosen auf gewisse Regionen. Lokale Besonderheiten und Abweichungen aus der Regionalprognose lassen den Anwender immer wieder auf Fehlprognosen schliessen, welche in der regionalen Betrachtung nicht aufgelöst werden können.

**DRITTE EBENE****Telefonprognosen**

Die wohl effizienteste und genaueste Art der Wetterprognose ist die telefonische Beratung eines Meteorologen. Diese Art der Prognose hat den Vorteil, dass der Meteorologe direkt auf das gewünschte Gebiet eingehen kann. Wichtig für eine funktionierende Prognose ist auch die Art der Anwendung – ob der Anwender eine Vorhersage für den Grillabend, die Heuernte oder die Besteigung eines Berges nutzt, macht einen grossen Unterschied in der Art und Weise der Kommunikation der Prognose aus.

Grenzen:

Telefonprognosen sind teuer und nicht jederzeit verfügbar. Auch wenn es die beste Art der Wettervorhersage ist, bevorzugen viele Anwender Internetplattformen bzw. Handy-Prognosen und nehmen dabei eine vorgespielte, höhere Genauigkeit in Kauf.

WUSSTEST DU, DASS...

es hier durchdachte Textprognosen für Bergsteiger, Wanderer und Outdoor-Sportler gibt: Nämlich auf der Internetseite des [Alpenvereins](#). Diese werden stets von spezialisierten Meteorologen aus der Alpenszene erstellt.



FAZIT

Das komplizierte System Wetter in einer kurzen Fassung zufriedenstellend zu erklären, ist schwierig. Das E-Book soll vielmehr als Zusammenfassung dienen, die es ermöglicht, das Wettergeschehen, vor allem im alpinen Gelände, besser zu verstehen.

Wetterprognosen entstehen aus einem nicht einmal annähernd flächendeckend erfassbaren Ist-Zustand der Wetterparameter. Prognosen aus dieser Ansammlung von Ungenauigkeiten sind die Fortsetzung in eine noch grössere Ungenauigkeit. Daher sind Wetterprognosen auch weiterhin ein Spiel mit dem Möglichen des Unmöglichen. Verlasse Dich deshalb niemals ausschliesslich auf Informationsquellen, die Dir das Wetter der kommenden Tage voraussagen. Diese können durchaus ein nützlicher Anhaltspunkt sein, der Dir eine Tendenz gibt.

Doch die Natur kann sich vor allem im Gebirge binnen Minuten umentscheiden und Dich überraschen – im positiven, aber auch im negativen Sinne. Bereite Dich deshalb über die Wetterprognose hinaus hinreichend auf Deine Tour vor und bestücke Dein Equipment lieber etwas üppiger als unvollständig. Mit einem gut gepackten Rucksack und der richtigen Kleidung steht Deinem Abenteuer in den Bergen nichts mehr im Weg.

Viel Spass!



DER AUTOR

Albert Leichtfried

Egal ob Fels, Schnee oder Eis – für Albert Leichtfried scheint es keinen unmöglichen Weg durch die Natur zu geben. Der Meteorologe, Bergführer und Extremkletterer hat sich mit schwierigen Erstbegehungen weltweit einen Namen gemacht und gilt in der Alpinszene als einer der besten Eiskletterer seiner Generation. Sein Können und Wissen nutzt er nicht nur für immer neue Abenteuer, sondern auch als Guide, um seine Faszination für die Berge weiterzugeben.

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Die Inhalte und Äußerungen in diesem E-Book stellen keine Handlungsanweisungen der Herausgeber dar. Eine Haftung für etwaige Schäden – gleich welcher Art –, die aus der Befolgung von in dem E-Book befindlichen Ratschlägen resultieren, wird daher nicht übernommen.

IMPRESSUM

ABOUT YOU GmbH

Domstraße 10
20095 Hamburg
Deutschland

E-Mail: kundenservice@aboutyou.ch
Telefon: 0800 / 89 44 55

www.aboutyou.ch

ABOUT YOU

BILDNACHWEISE

Cover	© Paul E. Harrer
Inhalt.....	Daniel Leone
Seite 4	© rgb 2012
Seite 6	© Mika Martin
Seite 8	© Aaron Benson
Seite 11.....	© Thomas Kodydek
Seite 12	© Christiane Nuetzel
Seite 14	© steffenw
Seite 16	© unbekannt
Seite 17	© Andreas Kind
Seite 21	© Dominik Schroder
Seite 23.....	© Jason Blackeye
Seite 24–25	Public Commons Licence
Seite 27.....	© Mach Wanders
Seite 29.....	© Nathan Anderson
Seite 31	© Marc Wieland
Seite 33.....	© Kristopher Roller
Seite 34	© Ren Qingtao
Seite 37.....	© Ergenij Yulkin
Seite 39	© Miquel Llonch
Seite 40	© Wladislaw Sokolowskij
Seite 42.....	© Matthew Linker
Seite 43	© Michael Overbeck
Seite 44	© Majk M
Seite 47.....	© Paul Gilmore
Seite 49	© Claudia Vilorio
Seite 50	© Henry Be

