



Sommerwetter

Im Hochgebirge wirken die Kräfte der Natur meist stärker als in flacheren Regionen. Für einen Bergsportler gehört die theoretische und praktische Auseinandersetzung mit diesen Kräften dazu. Der Wetterbericht ist dabei die Grundlage zur Planung einer Hochtour oder einer alpinen Klettertour. Folgende Zeilen sollen dem Sommer-Bergsportler helfen, seine Touren exakter planen zu können, um diverse Aktivitäten mit einem Lachen im Gesicht durchzuführen und die Angst vor einem Wettersturz eingrenzen zu können.



Abb. 1: Jahreszeitliche Umlaufbahn der Erde um die Sonne und die damit verbundene Änderung des Einfallswinkels der Sonnenstrahlen.

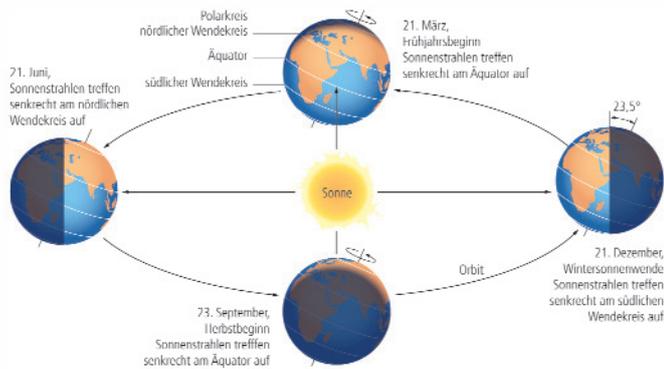


Abb. 2: Typischer Verlauf des Polarfrontjetstreams im Sommer (rot) und im Winter (blau).



von Albert Leichtfried

Während die Erde im Laufe eines Jahres einmal die Sonne umrundet, bleibt dabei die Neigung der Erdachse nahezu unverändert. Auf Grund dieser Tatsache ist die Nordhalbkugel in den Monaten zwischen März und September der Sonne zugeneigt, in den Monaten zwischen September und März ist dies auf der Südhalbkugel der Fall (Abb. 1). Dieser sich ändernde Einfallswinkel der Sonnenstrahlen und die damit verbundene Änderung der Tageslänge sind die Hauptursachen für unsere wechselnden Jahreszeiten.

Polarfrontjetstream im Sommer

In bergundsteigen 4/09 wurde im Artikel „Winterwetter“ das Steuerzentrum unseres Wetters, der so genannte Polarfrontjetstream, bereits näher beschrieben. Jenes für den Alpenraum wetterbestimmende Starkwindband, das an der Grenze zwischen tropischen und polaren Luftmassen liegt, ist auch im Sommer für die Wetterentwicklung in den Alpen verantwortlich.

Jet Lage

Die durchschnittliche Lage des Polarfrontjetstreams ist mit dem jahreszeitlichen Rhythmus verbunden. Im Sommer verlagern sich

tropische Luftmassen weiter nördlich, der Jetstream verläuft dadurch ebenso weiter im Norden. In den Sommermonaten liegt der Jet in Breiten um 50° Nord, in den Wintermonaten kann er weit südlich vorstoßen, bis in Breiten um 30° Nord. Eine weitere jahreszeitliche Schwankung liegt in der Stärke des Jets. Der Temperaturunterschied zwischen den tropischen und polaren Luftmassen ist in der Regel im Winter größer als im Sommer. Daher sind die Windgeschwindigkeiten im Sommer-Jet deutlich niedriger als jene im Jetstream der Wintermonate (Abb. 2).

Stabil

Liegt der Jet in den Sommermonaten über Nordeuropa, kann sich in den Alpen ein stabiles Hochdruckgebiet aufbauen. Diese Tatsache freut nicht nur die Badehungrigen, auch die Spezies der Alpinkletterer ist davon begeistert. Das Hoch kann sich oft über mehrere Wochen halten und sorgt auch in den düstersten Nordwänden für warmen Fels. Für Hochtourengeher und vor allem Anhänger von klassischen Nordwänden ist das stabile Hoch mit tropischen Temperaturen manchmal zuviel des Guten. Steigt die Nullgradgrenze über das Kammniveau der Gipfel hinaus, beginnen die Eisriesen zu wanken – Steinschlag, ausgelöst durch das Auftauen von losem Gestein in Zonen mit Permafrost, ist bei Hochtouren immer öfter das Thema Nr. 1 in den letzten Jahren während stabiler Hochdruckwetterlagen.

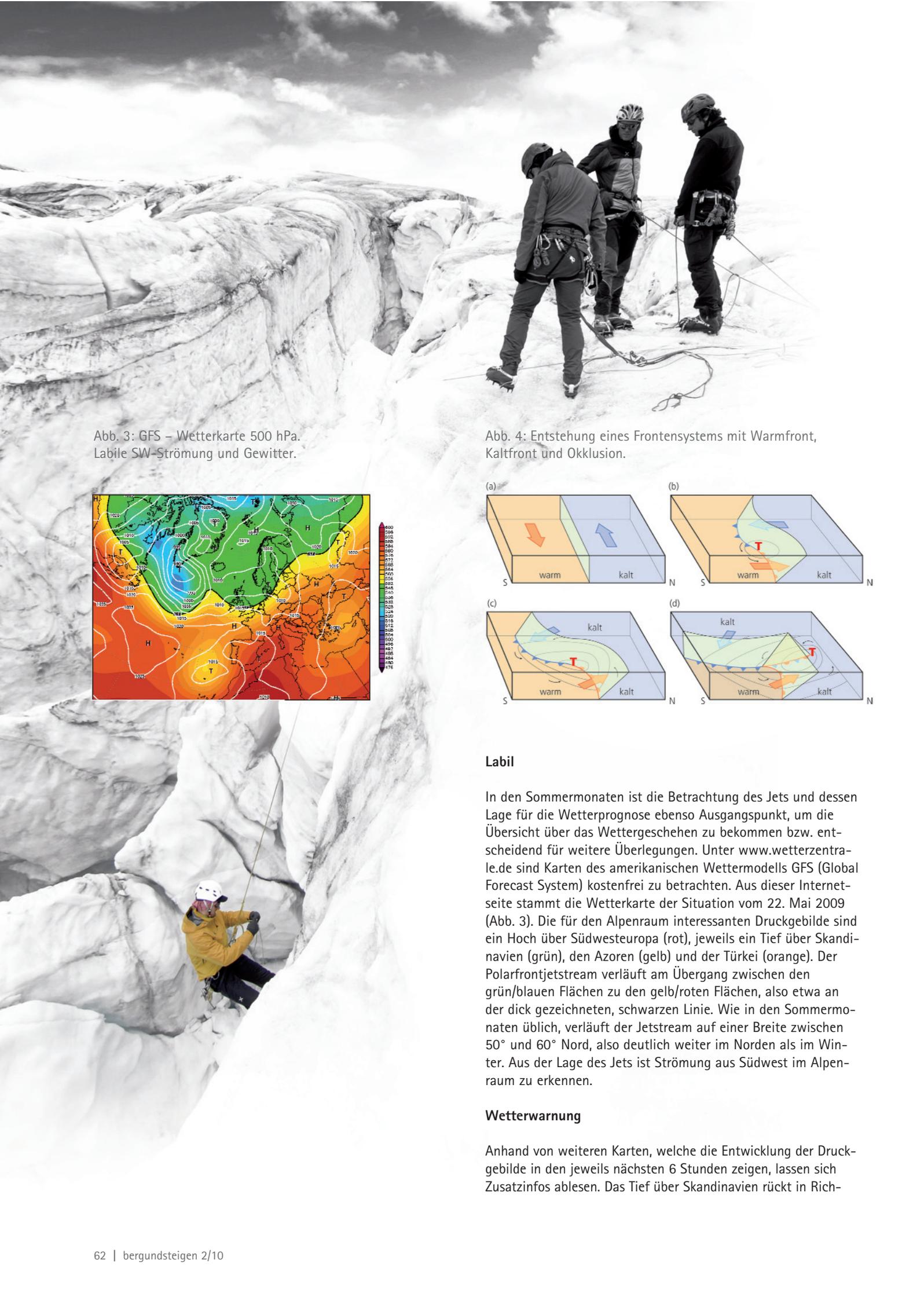


Abb. 3: GFS – Wetterkarte 500 hPa.
Labile SW-Strömung und Gewitter.

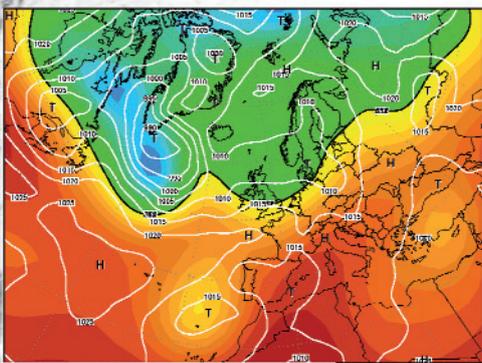
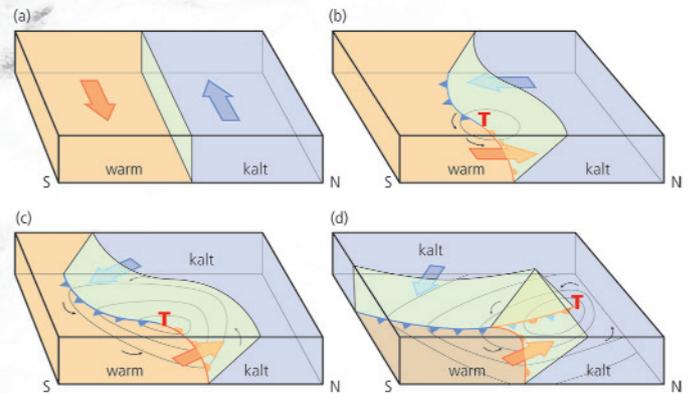


Abb. 4: Entstehung eines Frontensystems mit Warmfront, Kaltfront und Okklusion.



Labil

In den Sommermonaten ist die Betrachtung des Jets und dessen Lage für die Wetterprognose ebenso Ausgangspunkt, um die Übersicht über das Wettergeschehen zu bekommen bzw. entscheidend für weitere Überlegungen. Unter www.wetterzentrale.de sind Karten des amerikanischen Wettermodells GFS (Global Forecast System) kostenfrei zu betrachten. Aus dieser Internetseite stammt die Wetterkarte der Situation vom 22. Mai 2009 (Abb. 3). Die für den Alpenraum interessanten Druckgebilde sind ein Hoch über Südwesteuropa (rot), jeweils ein Tief über Skandinavien (grün), den Azoren (gelb) und der Türkei (orange). Der Polarfrontjetstream verläuft am Übergang zwischen den grün/blauen Flächen zu den gelb/roten Flächen, also etwa an der dick gezeichneten, schwarzen Linie. Wie in den Sommermonaten üblich, verläuft der Jetstream auf einer Breite zwischen 50° und 60° Nord, also deutlich weiter im Norden als im Winter. Aus der Lage des Jets ist Strömung aus Südwest im Alpenraum zu erkennen.

Wetterwarnung

Anhand von weiteren Karten, welche die Entwicklung der Druckgebilde in den jeweils nächsten 6 Stunden zeigen, lassen sich Zusatzinfos ablesen. Das Tief über Skandinavien rückt in Rich-



Abb. 5: Warmfront im Detail: Warme Luft gleitet auf kalte, schwere Luft auf und wird gehoben.

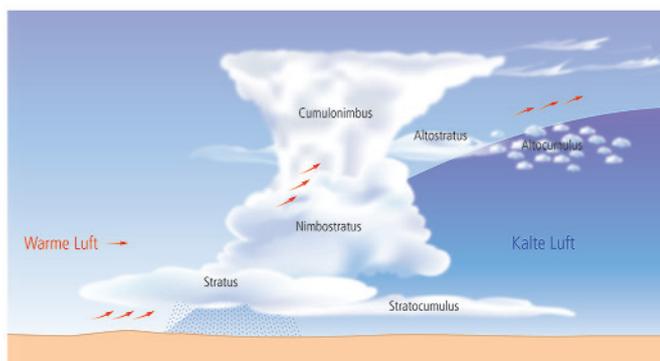


Abb. 6: Halo-Effekt. Lichtbrechung an Eiskristallen.



zung Alpenraum. Somit ergibt sich eine erste Annahme für die Prognose: Warme Luftmassen am Boden werden gleichzeitig mit kälteren Luftmassen in der Höhe zusammengeführt. Die Prognose ist relativ deutlich, es entwickelt sich ein warmer Sommertag mit labiler Luftschichtung und erhöhter Gewitterneigung. Laut den Statistiken der Hagelversicherungen beliefen sich die Unweterschäden des 22. Mai 2009 auf mehrere Millionen Euro.

Frontensysteme

Bei der sommerlichen Tourenplanung sollte dem Durchzug von Fronten besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Fronten werden im Gebirge meist als Wettersturz wahrgenommen und können einen feinen Sommertag rasch in eine Winterlandschaft verwandeln. An den Übergangsbereichen zwischen der polaren Kaltluft und der warmen Tropenluft bilden sich Frontensysteme mit Kalt- und Warmfronten (Abb. 4).

Warmfront

An einer Warmfront gleitet warme Luft auf kalte, schwerere Luftmassen vor der Front auf und wird dabei nach oben gehoben (Abb. 5). Durch diese 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.

Halo

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 (Abb. 6). Die Fortbewegungsgeschwindigkeit einer Warmfront ist niedriger als jene einer Kaltfront und die schichtförmige Bewölkung verdichtet sich meist langsam. Beim Durchgang der Front ziehen mächtige Schichtwolken in Form von Nimbostratus auf. Die Warmfront wirkt wie eine mächtige, graue Wand.

Regen, Regen, Regen

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. Warmfronten gelten in den Wintermonaten als unbeliebte Zeitgenossen und sorgen oft für ungewollte Tauperioden, sowie für

Abb. 9: Geländebedingte Mechanismen zur Hebung (linke Spalte) und Hebung aufgrund von Konvektion (rechte Spalte).
→

Abb. 7: Infrarot Satellitenbild. Warmfront über NO-Europa.

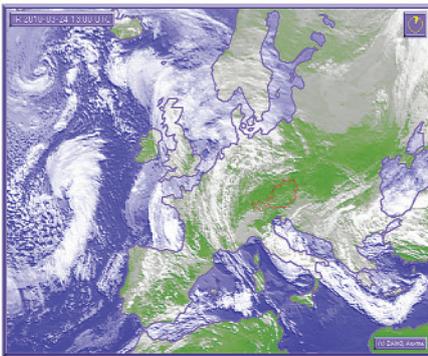
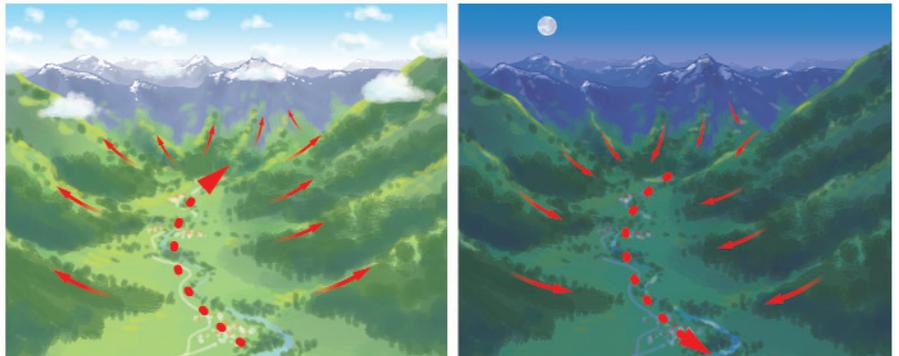


Abb. 8: Lokale Windsysteme im Gebirge. Talein-/ Hangaufwind am Tag, Talau-/ Hangabwind in der Nacht.



die Verschlechterung der Schneequalität. Im Sommer haben Warmfronten allerdings auch keinen besseren 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.

Auf Satellitenbildern lassen sich Warmfronten als großflächige Wolkenmassen lokalisieren. Einen Bereich mit aktuellen Satellitenbildern gibt es im Netz unter www.zamg.ac.at. Zur Betrachtung einer Warmfront aus der Sicht des Satelliten soll Abb. 7 dienen. In diesem Infrarotsatellitenbild liegt ein Tiefdruckgebiet über Großbritannien. Das dazugehörige Frontensystem teilt sich in zwei Teile auf. Von Großbritannien südwärts verläuft eine Kaltfront. Östlich von Großbritannien bis nach Polen erstreckt sich die Warmfront, welche sich in Richtung Nordosten bewegt. Die weiträumige Schichtbewölkung vor der Front erstreckt sich bis nach Skandinavien. In dieser Situation wird warme Luft aus Mitteleuropa in den Nordosten transportiert.

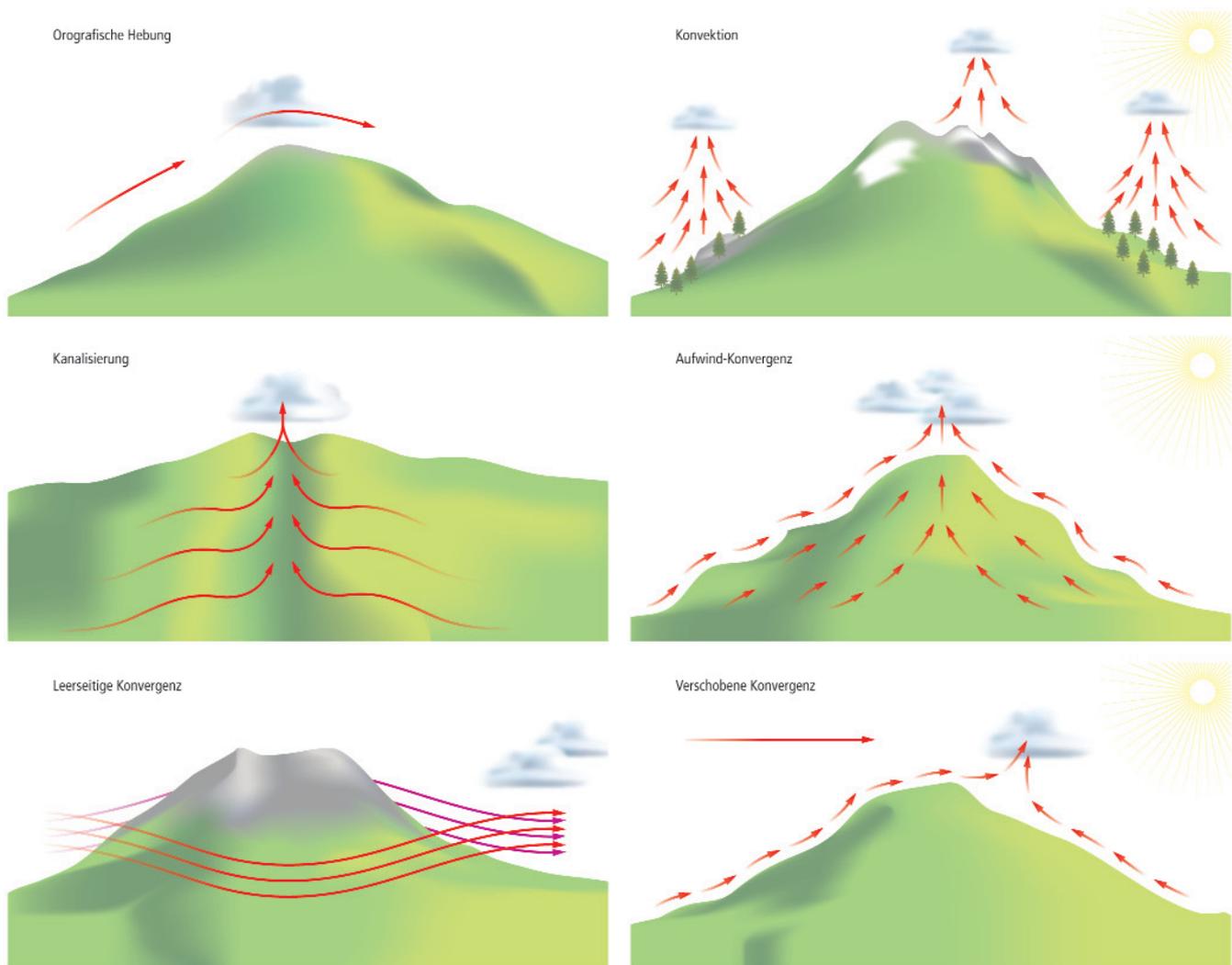
Lokale Windsysteme im Gebirge

Baut sich in den Sommermonaten ein stabiles Hochdruckgebiet über Mitteleuropa auf, so entstehen und wirken im Gebirge auf-

grund der Topographie noch zusätzlich verschiedene lokale Windsysteme. Anhand dieser Systeme können unterschiedliche Aussagen über das lokale Wettergeschehen getroffen werden.

Talwind – Hangwind

In Abb. 8 sind lokale Windsysteme dargestellt. Grundlage dabei ist die Annahme einer stabilen Hochdruckwetterlage. Das heißt, es sind keine weiteren, stärkeren Strömungen eines Tiefs oder eines Frontenbandes vorhanden. Das linke Bild zeigt die Situation bei Tag. Durch die größeren Oberflächen der Gebirgslandschaft gegenüber einer ebenen Landschaft heizen sich am Tag die Gebirgsflächen stärker auf als in der Ebene. Warme Luft ist leichter als kalte und steigt somit nach oben auf – Hangaufwinde entstehen im Laufe des Tages, mit dem Stärke-Maximum am Nachmittag. Auf Grund der Aufwärtsbewegung der Luft an den Hängen bildet sich im Tal Unterdruck aus. Dieser Unterdruck wird durch den Talwind ausgeglichen. Etwas großräumiger als beim Hangwind strömt bei Tag Luft ins Tal einwärts. Umgekehrt ist die Situation bei Nacht (rechtes Bild). Die größeren Gebirgsflächen kühlen sich stärker ab als die ebenen Flächen. Kalte Luftmassen fließen die Hänge hinunter und werden als Hangabwind bezeichnet. Durch die abfließende Luft bildet sich im Tal Überdruck aus, dieser wird durch einen talauswärts gerichteten Talwind ausgeglichen.



Wind im Gesicht – alles fein!

Sind Tal- und Hangwind bei einer Bergtour in ausgeprägter Form spürbar, so ist dies ein Zeichen für gute Stabilität des Hochdruckgebietes. Unterwegs auf einer Hochtour sollten Alpinisten den Wind stets direkt im Gesicht wahrnehmen. Beim frühmorgendlichen Aufstieg bläst Hangabwind oder Talauswind entgegen die Aufstiegsrichtung. Beim nachmittäglichen Abstieg richten wiederum Hangauf- bzw. Taleinwind die Frisur gerade nach hinten. Sind diese lokalen Windsysteme nicht mehr zu spüren oder kommt der Wind aus einer anderen Richtung als gewohnt, so wird sich höchstwahrscheinlich in kurzer Zeit das Wetter umstellen.

Gewitter

Gewitter sind geballte, gewaltige Kräfte der Natur und sie liefern ein dramatisches Schauspiel. Weltweit treten ca. 1600 Gewitter gleichzeitig auf. Es handelt sich also um ein Phänomen, mit dem der Mensch ständig konfrontiert ist. Befindet sich ein Alpinist zum falschen Zeitpunkt am falschen Ort, können Gewitter blitzartig Lebensgefahr bedeuten. Wolkenbruchartige Regenschauer, Hagelschauer, orkanartige Sturmböen sowie Blitzschläge machen ein Gewitter zum gefürchteten Zeitgenossen eines jeden Bergsteigers.

Wie, wann und wo?

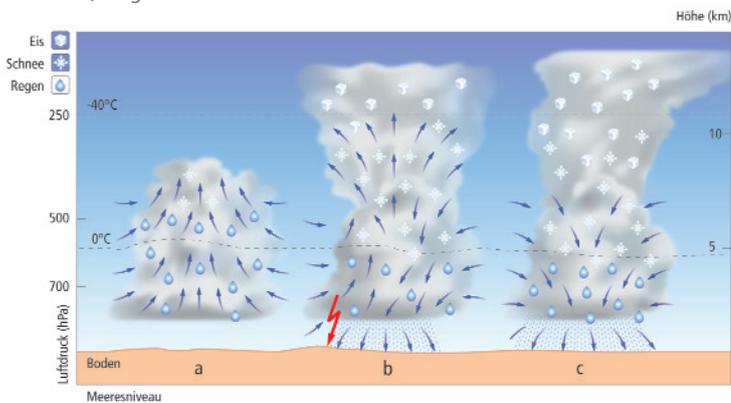
Für die Entstehung von Gewittern müssen verschiedene Voraussetzungen gegeben sein. Grundlage ist eine labil geschichtete Atmosphäre. Labile Schichtung bedeutet, dass die Temperatur mit der Höhe stärker abnimmt als im stabilen Fall. Als zweite Voraussetzung für ein Gewitter muss Feuchtigkeit in den bodennahen Luftschichten vorhanden sein und als dritter Punkt muss diese feuchte Luft vom Boden in die Höhe gehoben werden. Steigen warme Luftmassen bei labiler Luftschichtung auf, bleiben sie bei Kondensation immer noch wärmer als die Umgebungsluft und werden daher zum weiteren Aufstieg bis zum Gleichgewichtsniveau gezwungen – der Lebenszyklus einer Gewitterwolke beginnt.

Orographische Hebung und Konvektion

Die Chancen im Gebirge auf ein Gewitter zu treffen sind deutlich höher als im Flachland. Der Grund dafür liegt vor allem in den Voraussetzungen der Gebirgslandschaft für die Hebung von Luftmassen. An Bergen und deren gegliederten Geländeformen werden einerseits horizontal heranströmende Luftmassen orographisch gehoben (geländebedingter Mechanismus), andererseits steigen an den Bodenflächen erwärmte Luftmassen entlang der Hänge nach oben auf (konvektiver Mechanismus). Abb. 9



Abb. 10: Entwicklungsstadien eines Luftmassengewitters:
 a) Cumulus-Stadium b) Voll entwickelte Gewitterzelle
 c) Beginn des Zerfallstadiums

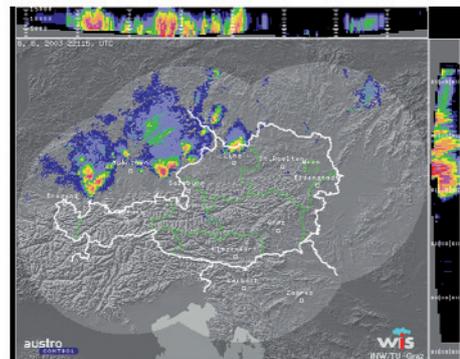


zeigt in den linken drei Abbildungen Möglichkeiten der geländebedingten Hebung, in den rechten drei Abbildungen sind Möglichkeiten für die Hebung auf Grund von Konvektion abgebildet. Konvektion wird als Transport von Luftmassen auf Grund eines Temperaturgradienten definiert.

Front- oder Wärmegewitter?

Gewitter können in verschiedenster Weise klassifiziert werden. Grundlegend wird zwischen Frontgewitter (Auftreten bei Durchgang einer Kalt- oder Warmfront) und Luftmassengewitter unterschieden. Luftmassengewitter entstehen in einer einheitlichen Luftmasse, welche sich horizontal nicht oder kaum verändert. Diese Gewitterart wird im Sommer auch als Wärmegewitter bezeichnet. Wärmegewitter sind die am häufigsten auftretende Gewitterart in den Sommermonaten und stellen für den Alpinisten im Hochtouren- bzw. Alpinkletterbereich die interessanteste Erscheinung für die sommerliche Tourenplanung dar. In Abb. 10 sind die typischen Entwicklungsstadien eines Luftmassen- oder Wärmegewitters abgebildet. Die roten Pfeile markieren die Windrichtung. Im Cumulus-Stadium (a) fällt noch kein Niederschlag, die Gewitterzelle enthält mehr Regentropfen als Schneekristalle. In der voll entwickelten Gewitterzelle (b) wird in der Ausdehnung der Oberrand der Atmosphäre erreicht, mit starken Auf- und Abwinden innerhalb der Zelle treten kräftige Regen-

Abb. 11: Radarbild Österreich. Gewitterzelle mit Hagel.



oder Hagelschauer sowie Blitzschläge auf. Im Zerfallstadium (c) treten keine Aufwinde mehr auf, die Zelle beginnt in sich zusammenzufallen. Blitze und Hagelschauer sind keine mehr zu erwarten, die Zelle regnet sich aus und verschwindet wieder.

Prognoseschwierigkeiten

Die Vorhersage, ob und wo Wärmegewitter am nächsten Tag auftreten, ist ein noch nicht gelöstes Problem in der Wettervorhersage. In einer labil geschichteten, einheitlichen Luftmasse setzt Konvektion bzw. die Entstehung von Gewittern über einem großen Gebiet gleichzeitig ein. Im Tagesverlauf bilden sich durch diverse lokale Randbedingungen Gewitterzellen aus. Diese Randbedingungen können durch das gegliederte Gelände bzw. durch geringe thermische Unterschiede im Gelände bestimmt sein, welche in einem Wettermodell nicht aufgelöst werden können. Somit bleibt für die Vorhersage von Wärmegewittern nur die Anwendung eines Radarscans übrig. Anhand von Radarbildern können Schauer- bzw. Gewitterzellen exakt lokalisiert werden und mit der Kenntnis der Zugrichtung der einzelnen Zellen ist es möglich das Auftreten von Gewitterzellen für kurze Zeit im Voraus zu prognostizieren. Dies funktioniert allerdings nur für die nächsten ein bis zwei Stunden. In Abb. 11 ist ein Radarscan für ganz Österreich, zusammengesetzt aus mehreren Radarbildern, zu sehen. Die Farbbereiche von Blau bis Gelb kennzeichnen

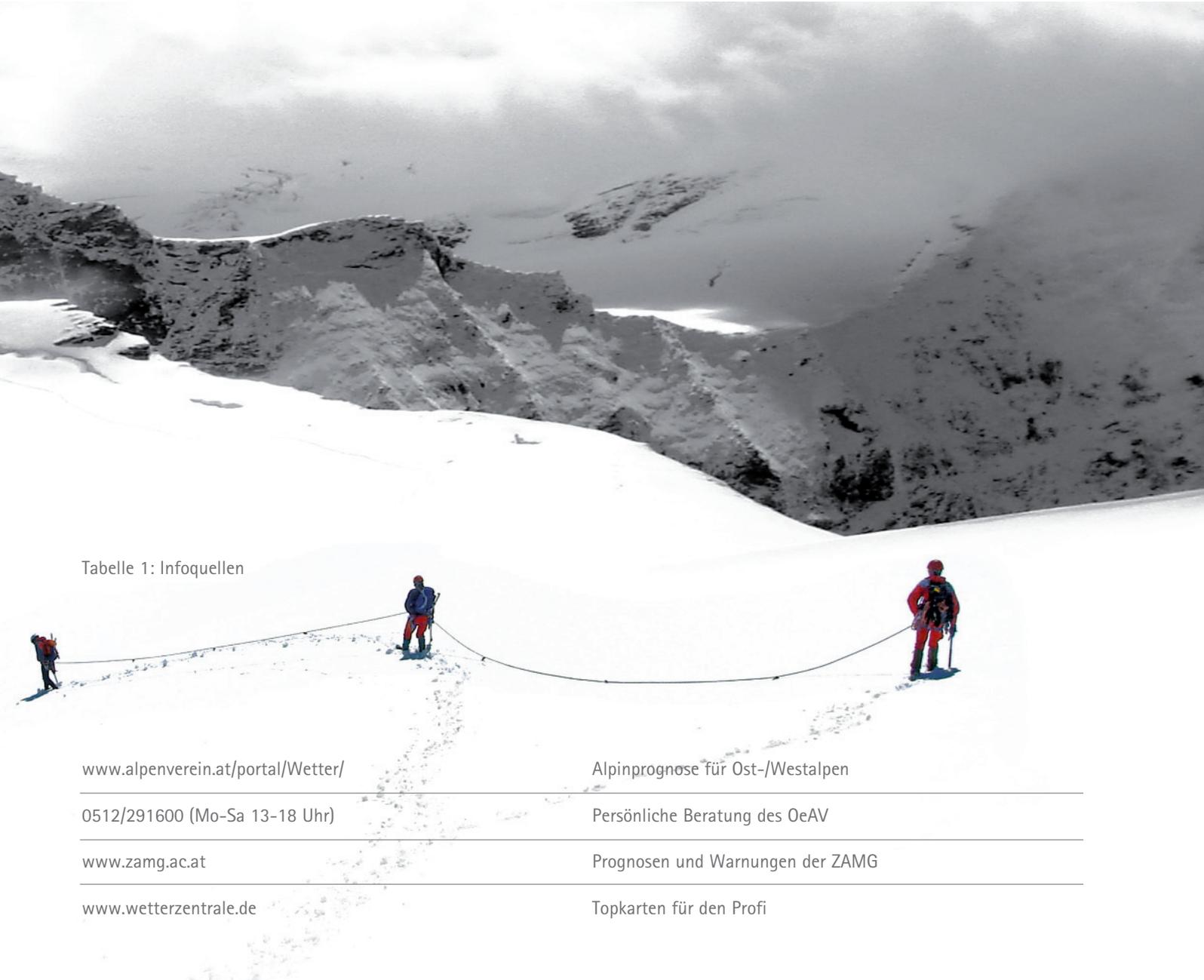


Tabelle 1: Infoquellen

www.alpenverein.at/portal/Wetter/

Alpinprognose für Ost-/Westalpen

0512/291600 (Mo-Sa 13-18 Uhr)

Persönliche Beratung des OeAV

www.zamg.ac.at

Prognosen und Warnungen der ZAMG

www.wetterzentrale.de

Topkarten für den Profi

Regenschauer mit zunehmender Intensität. In den roten bzw. violetten Bereichen befinden sich Gewitterzellen mit Hagel-schauern. Die Bilder an den Randbereichen geben die vertikale Ausdehnung der Zellen an (Die Zelle nordwestlich von Salzburg erstreckt sich bis auf etwa 14 km Höhe).

Planung bedeutet Vorbeugen

Für Alpinisten, welche sich noch inmitten eines langen Grates bzw. mehrere Seillängen unter dem Ausstieg der Route befinden, kommt diese Prognose meist zu spät. Daher sind im Sommer oft nur präventive Maßnahmen in der Planung hilfreich. Eine Vorhersage der Gewitterwahrscheinlichkeit ist für den jeweils nächsten Tag gut durchführbar. Gewitter entstehen meist im Laufe des Nachmittages, eine frühe Rückkehr zum Zielpunkt ist die effizienteste Methode, um von Gewittern 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. Ist dies der Fall, sollte die Situation durchaus als ernst und lebensbedrohlich eingestuft werden. Wenn möglich, sollten exponierte Stellen verlassen werden, sämtliche Ausrüstungsgegenstände aus Metall entfernt werden, Füße zusammenstellen, in die Hocke gehen, Arme am Körper halten, den Kopf einziehen und auf eine gnädige Gewitterzelle hoffen.

In den beiden Beiträgen Sommer- und Winterwetter wurde versucht, die wichtigsten Komponenten zur Erklärung des Wettergeschehens in den Alpen darzustellen. Natürlich ist es nicht möglich alle Details wiederzugeben, aber ich denke, mit den Artikeln einen Beitrag für die erfolgreiche Tourenplanung sowie dem sorgsamem Umgang mit unserer Natur geleistet zu haben. Aber eines sollte trotzdem nicht vergessen werden: die Natur wird stets stärker bleiben als wir Menschen.

Abbildungsnachweis:

1. The Atmosphere, 7. edition, Lutgens & Tarbuck (Prentice Hall)
2. Reliefkarte, Hoeckmann
3. www.wetterzentrale.de/topkarten
4. Mountain Meteorology, C. David Whiteman (Oxford-Verlag)
5. Mountain Meteorology, C. David Whiteman (Oxford-Verlag)
6. www.wolkenatlas.de, Der Karlsruher Wolkenatlas
7. www.zamg.ac.at/wetter/sat_bilder
8. Mountain Meteorology, C. David Whiteman (Oxford-Verlag)
9. Mountain Meteorology, C. David Whiteman (Oxford-Verlag)
10. Mountain Meteorology, C. David Whiteman (Oxford-Verlag)
11. Austro Control, Radarcomposite Österreich vom 8. Mai 2003

Fotos: Peter Plattner, Mathe Knaus

Illustrationen: Lisa Manneh