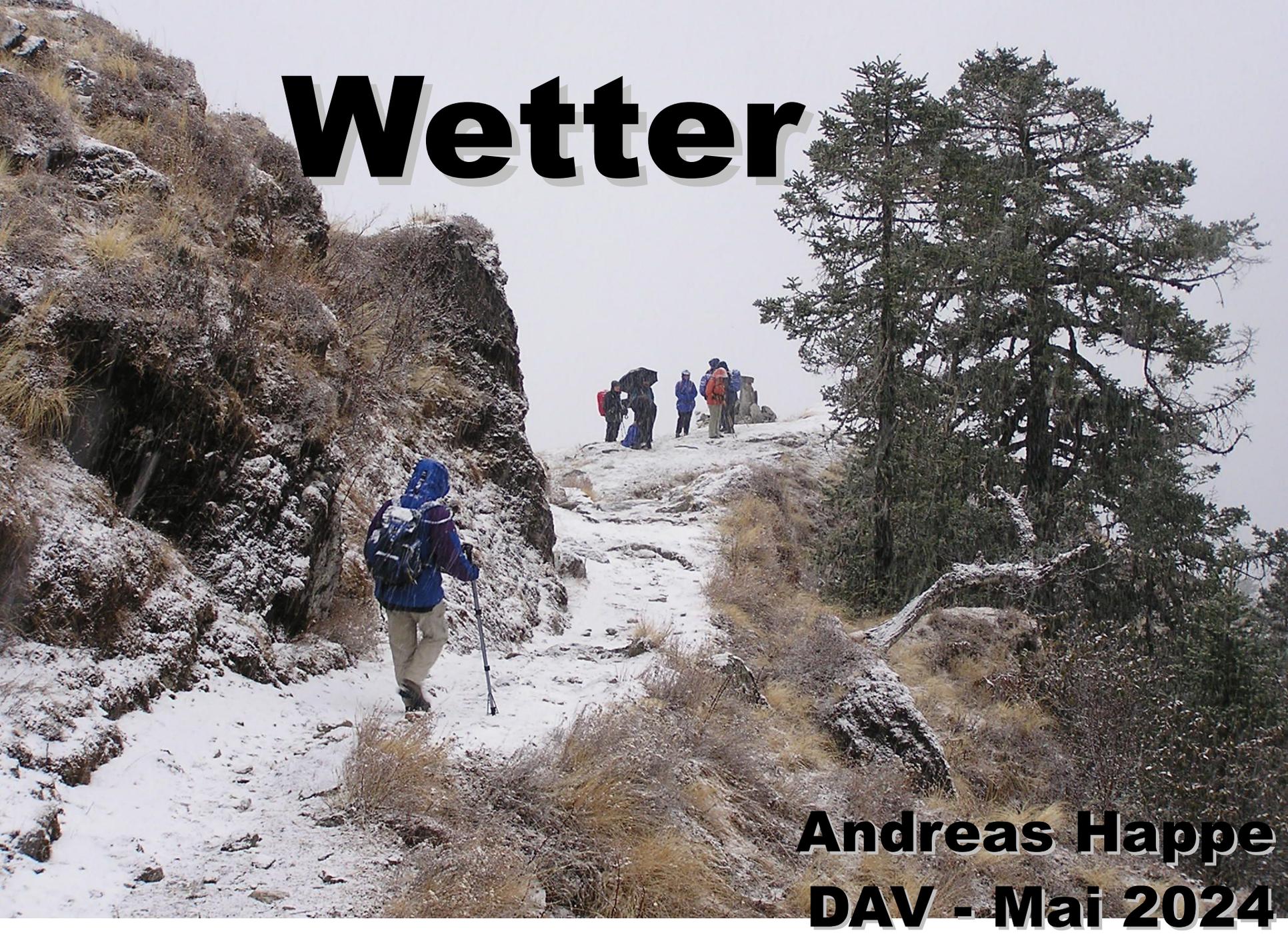


Wetter



Andreas Happe
DAV - Mai 2024

Gliederung



Motivation:

- Wetter als Faktor für eine gelungene Tour
- Wetter als Gefahr
- (Wetter als Taschenvortrag)

Themen:

- Physikalische Grundlagen
- Die 4 Gründe für Sauwetter
- Wetterbedingte Gefahren
- Prognose und Touren-Management

Wetter

- Vor welchen Wettergefahren fürchten sich Bergsteiger am meisten?
- Welche Wetterlagen sind am gefährlichsten?



Wetter

Vor welchen Wettergefahren fürchten sich Bergsteiger am meisten?

- **Gewitter:** ca. 10 Tote /Jahr in den Alpen (in den 60er Jahren etwa 10 x so viele). 7 Tote /Jahr in ganz Deutschland.

Welche wetterbedingten Unfälle sind am gefährlichsten?

- **Lawinen:** Ca. 100 Lawinentote /Jahr in den Alpen
(zum Vergleich: **Einbrüche ins Eis** ca. 100 Tote /Jahr in Deutschland, **Sturz von der Leiter:** 150, **Reiten:** 20, **Pilzvergiftung:** 4, **Strom im Haushalt** 20, **Ertrinken** 500, **Hundebisse:** 4, **Straßenverkehr:** 3300)
- **Kaltfronten:** Immer wieder viele Todesfälle bei Kälteeinbrüchen im Gebirge.
- => Die Angst vor Gefahren ist subjektiv.

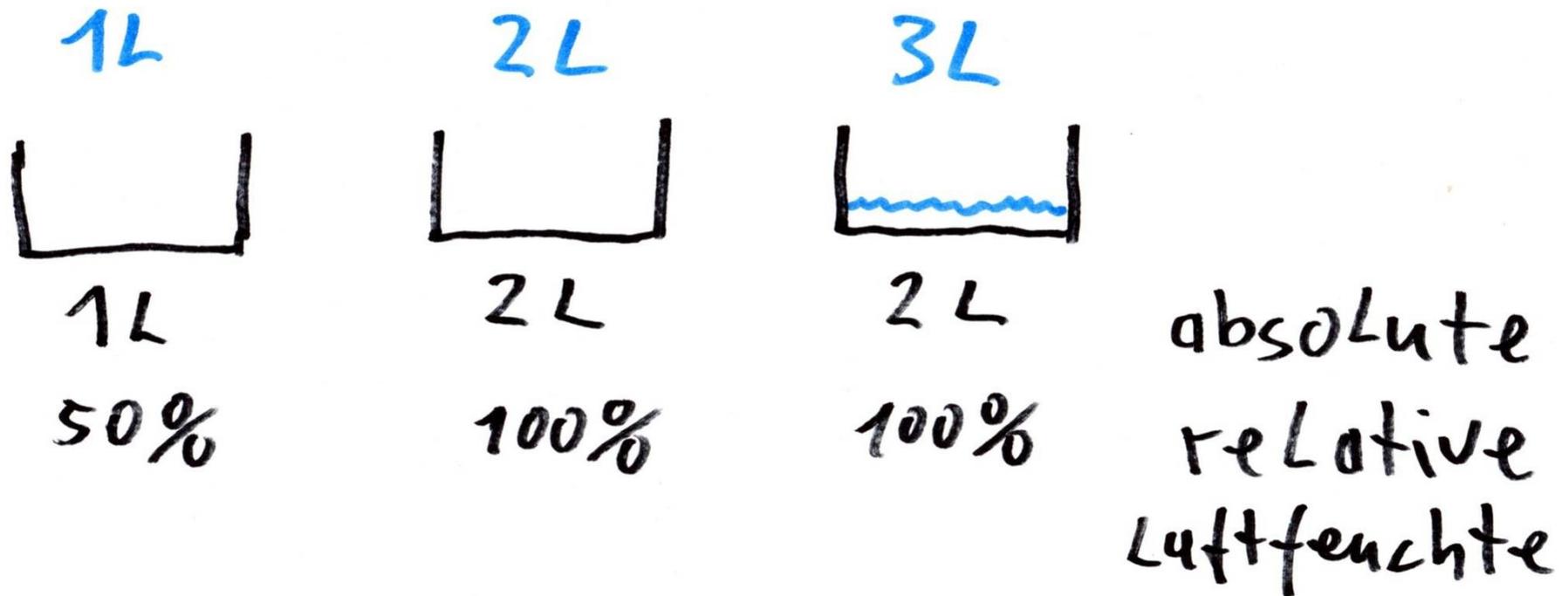
Grundregeln



- warme Luft steigt auf
- kalte Luft fällt
- steigende Luft kühlt ab (Druckabnahme, geringere Erwärmung in größerer Höhe)
- fallende Luft erwärmt sich
- warme Luft speichert viel Feuchtigkeit
- kalte Luft speichert wenig Feuchtigkeit (**absolute LF/relative LF**)
- Druckunterschiede werden ausgeglichen

Grundregeln

- absolute LF / relative Luftfeuchtigkeit



Grundregeln

- Absolute LF: xy Liter Wasser sind in einer bestimmten Menge Luft in gasförmigem Zustand enthalten
- Relative LF: xy % der Kapazität, die in einer bestimmten Luftmasse verdunsten könnte (= Sättigung).
- Bei Abkühlung steigt die relative LF.
- Bei 100 % LF (= 100 % Sättigung) in einer Luftmasse kann kein weiteres Wasser verdunsten.
- Kühlt eine Luftmasse mit 100 % LF ab, wird das verdunstete Wasser wieder flüssig.

Die 4 Gründe für Sauwetter



1. Hebungsprozesse im Tiefdruckgebiet
2. Stau (-lage, -situation)
3. Kalt-/Warm-Front (Zyklone)
4. Wärmegewitter (Überentwicklung)

In allen Fällen führt aufsteigende und dadurch abkühlende Luft zu Niederschlag.

Wodurch entstehen Wolken & Niederschlag?

- Luft steigt auf
 - Luft kühlt sich ab
 - **Relative** Luftfeuchtigkeit (Sättigung) erreicht 100 %
 - Luft kühlt weiter ab
 - Überschüssiges Wasser bildet Nebel und Tröpfchen
 - Tröpfchen verbinden sich zu größeren Tropfen
 - => Regen, Schnee ...
-
- => Die relative Luftfeuchtigkeit ist entscheidend für Bildung von Niederschlägen

Die 4 Gründe für Sauwetter

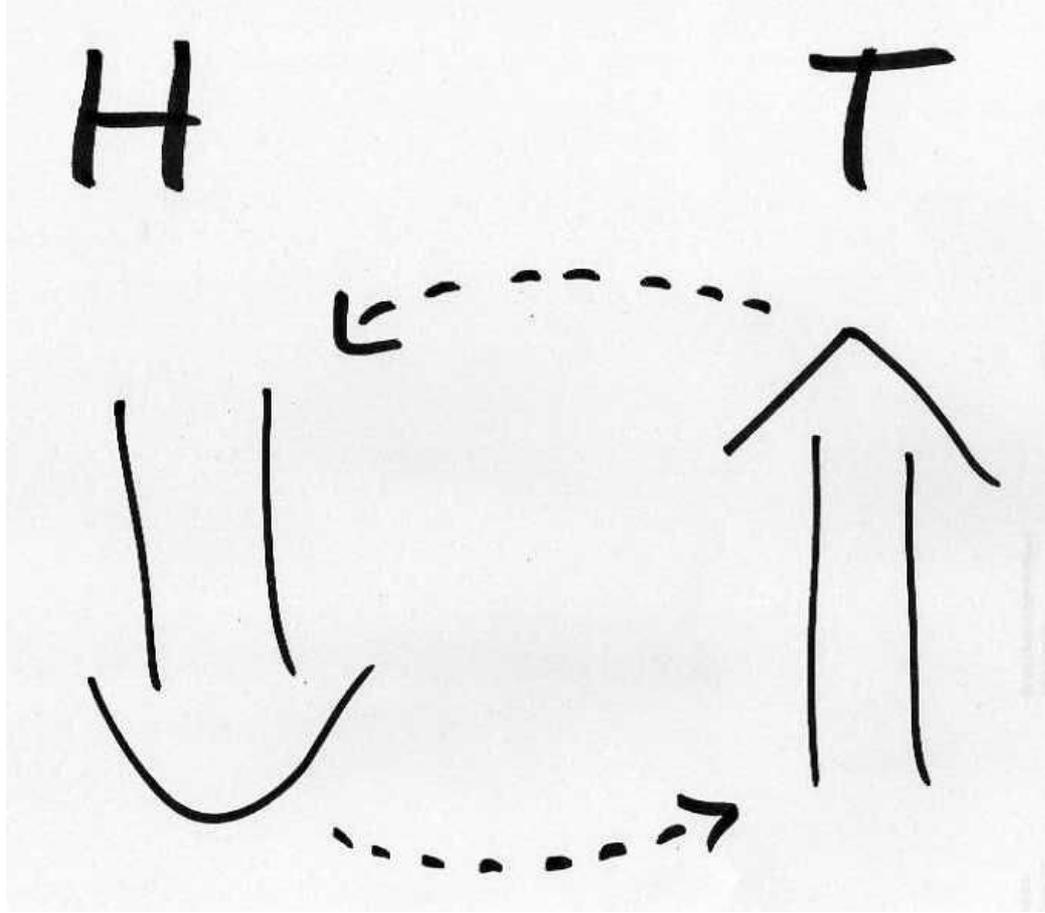


1. Hebungsprozesse im Tiefdruckgebiet
2. Stau (-lage, -situation)
3. Kalt-/Warm-Front (Zyklone)
4. Wärmegewitter (Überentwicklung)

In allen Fällen führt aufsteigende Luft zu Niederschlag.

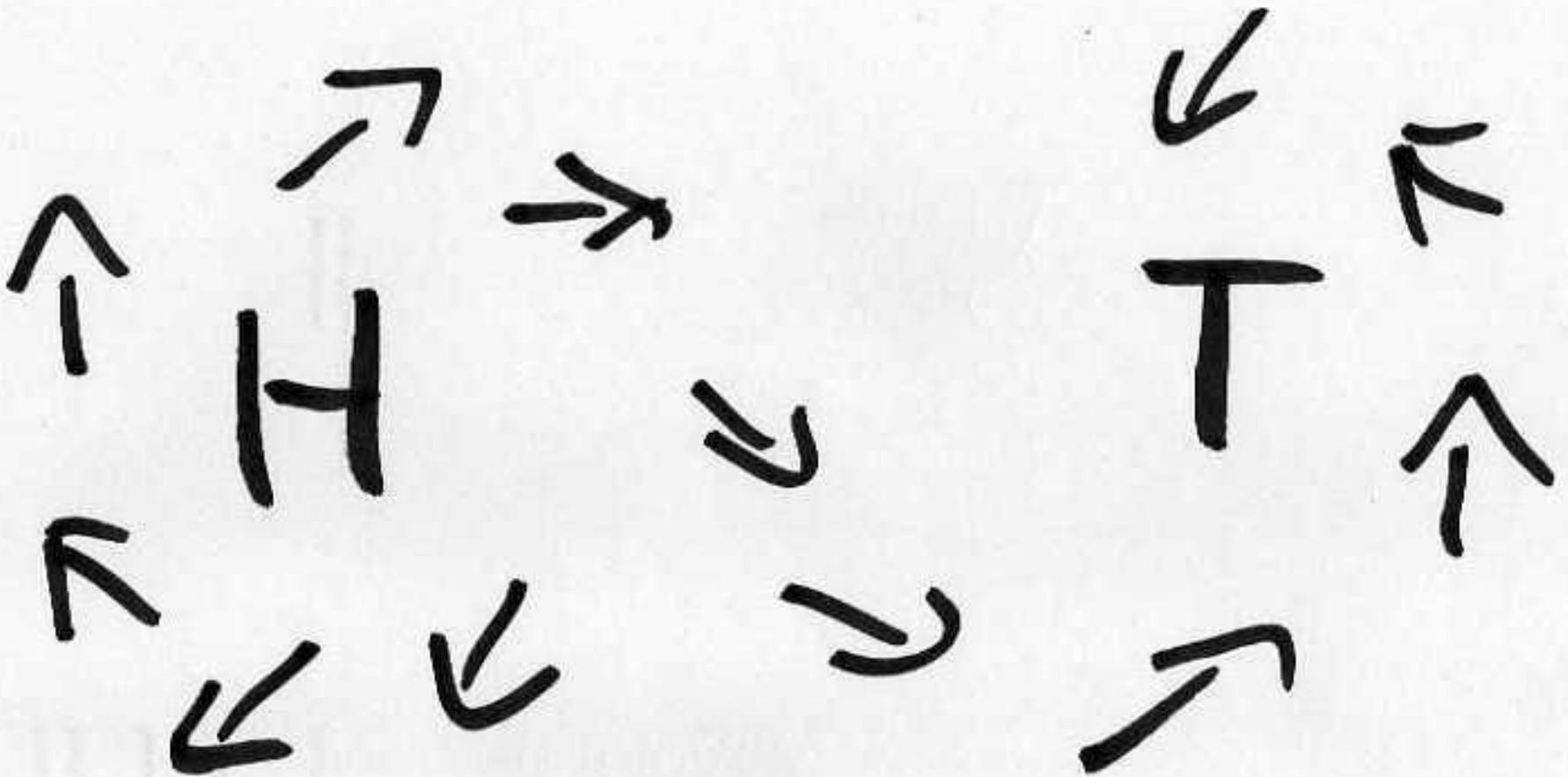
Hoch/Tief: vertikale Luftströmung

»» Erwärmung > trockener

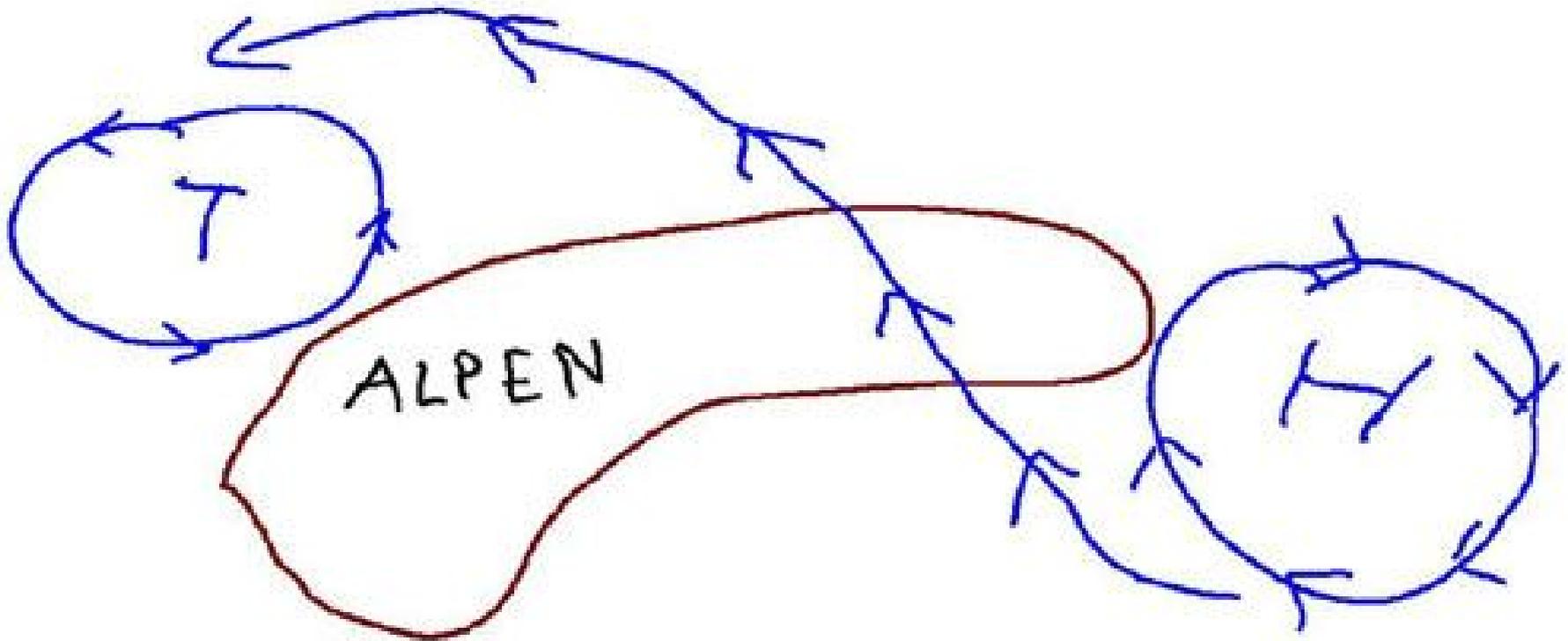


»» Abkühlung > feuchter

Tief: horizontale Luftströmung



Stau – Föhn - Lage



Stau - Föhn



- relative Luftfeuchtigkeit (= Sättigung) ist entscheidend für Kondensation
- wo mit steigender Höhe 100% LF erreicht wird, liegt das Kondensationsniveau (Tröpfchen-/Wolkenbildung)
- trockene Luft & niedrige Berge > geringe Niederschlagswahrscheinlichkeit
- feuchte Luft & hohe Berge > hohe Niederschlagswahrscheinlichkeit (im Luv)

Stau – Föhn - Lage

- Wie viel kälter ist es 100 m höher?

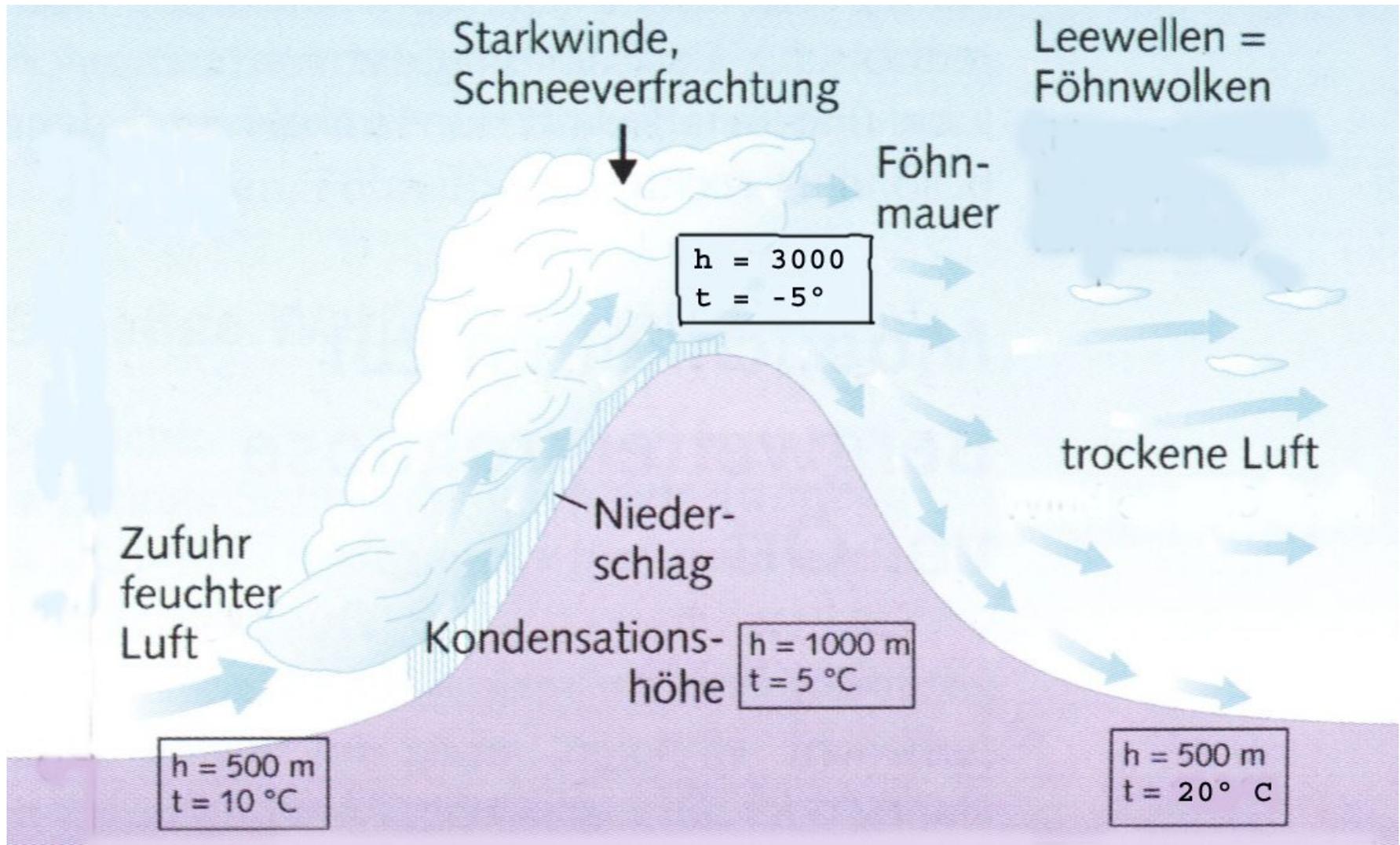


Stau - Föhn



- relative Luftfeuchtigkeit ist entscheidend für Kondensation
- wo mit steigender Höhe 100% LF erreicht wird, liegt das Kondensationsniveau
- trockenadiabatisch: Temperaturabnahme $1\text{ °C} / 100\text{ hm}$ (unterhalb des Kondensationsniveaus)
- feuchtadiabatisch: Temperaturabnahme $0,5\text{ °C} / 100\text{ hm}$ (oberhalb des Kondensationsniveaus)

Stau - Föhn



Stau - Föhn



Bedingungen:

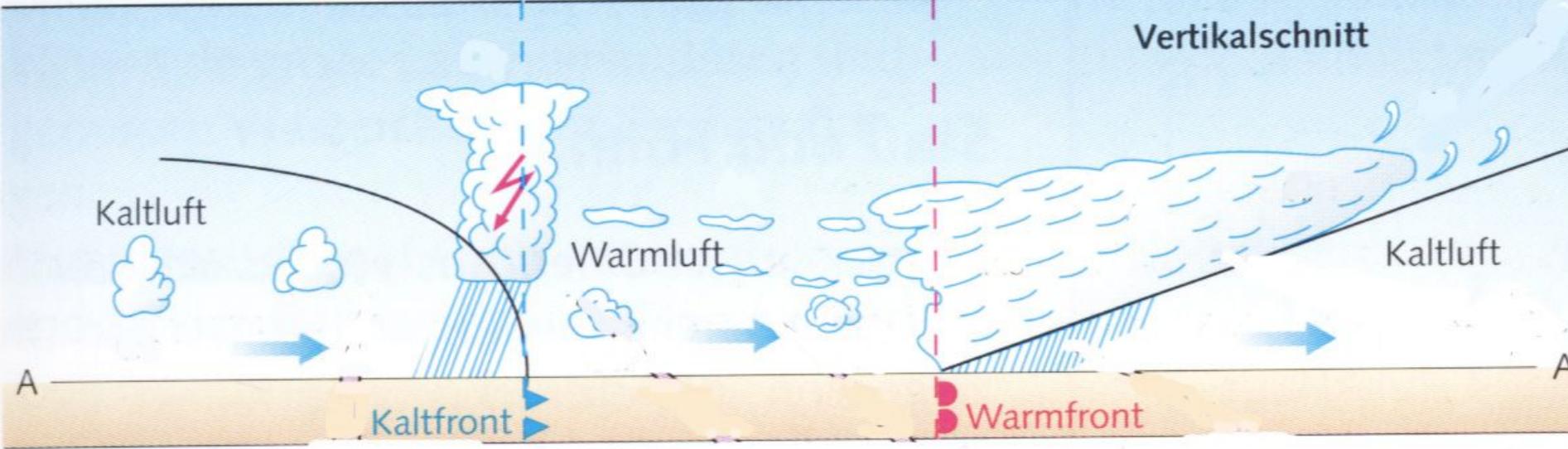
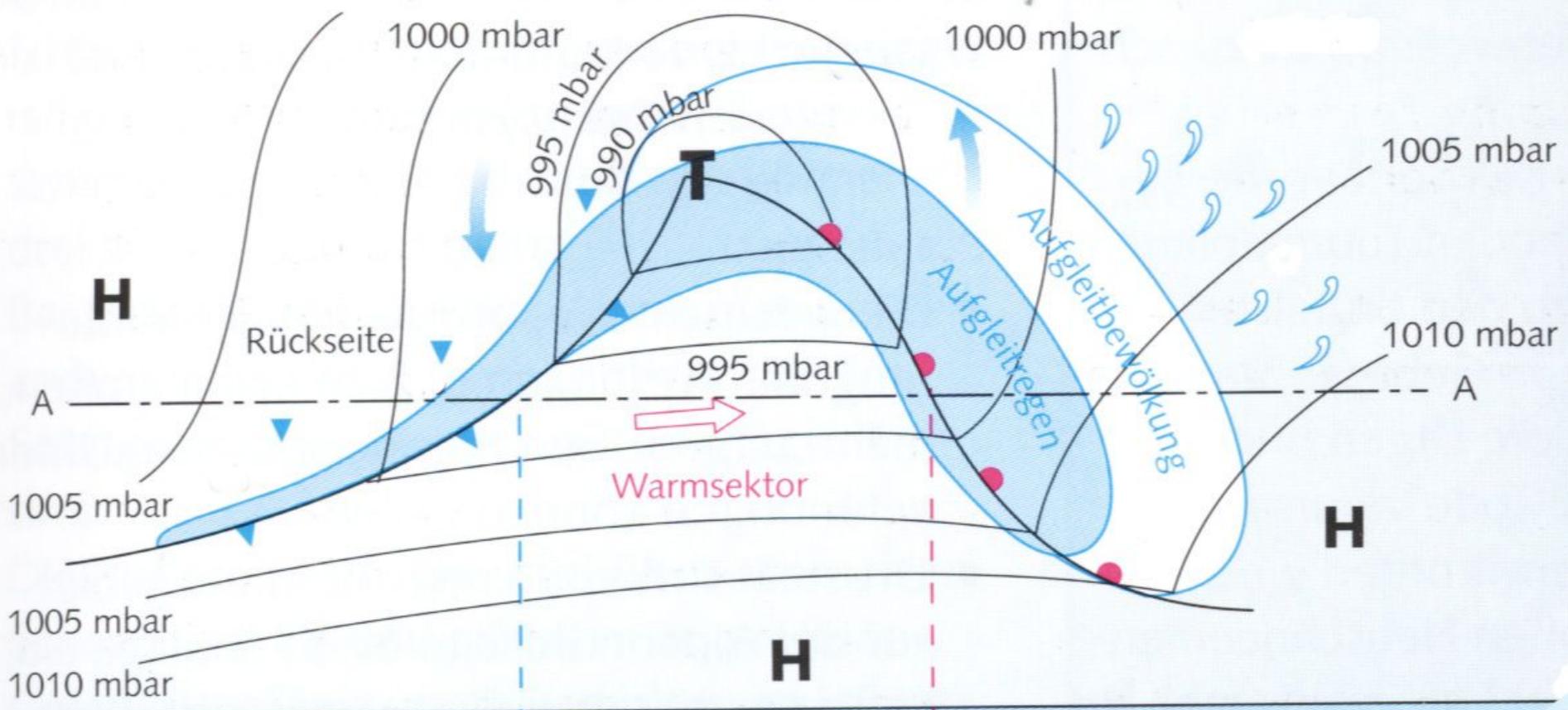
- Wolkenauflösung und gute Sicht im Lee
- Zentralkamm in Wolken mit stürmischen Winden
- Düseneffekt in Quertälern
- Föhnmauer, linsenförmige Wolken
- Regen im Luv
- Gilt im Prinzip für alle Gebirgsketten

Prognose:

- Wetterkarte, App, Regenradar, Wolkenbild, Windrichtung

Zyklone: Warm- & Kaltfronten





Zyklone: Warm- und Kaltfronten

- Entstehung durch Verwirbelung warmer und kalter Luftmassen, meist an Polarfront
- Tiefdruck: Luft steigt auf, relative Feuchtigkeit nimmt zu
- Cirruswolken kündigen Warmfront an -> Regen
- Luftdruck sinkt (Höhenmesser steigt)
- Aufhellung nach längerem Regen kann Warmsektor sein. Kaltfront folgt mit großen Cumuli. Temperatursturz, Regen, evtl. Schnee, anhaltende Gewitter.

Prognose:

- Wetterkarte, App, Regenradar, Barometer, Wolkenbild

Hochdrucklage: Überentwicklung



Hochdrucklage



- Hoher Druck -> Luft sinkt -> erwärmt sich -> relative Luftfeuchte nimmt ab -> keine Wolken -> hohe Einstrahlung -> weitere Erwärmung
- Vorteil: geringe Regenwahrscheinlichkeit, klare Sicht
- Merkmale: Dunstschicht im Tal, klare Hochlagen, Himmel blau, morgens Taubildung, im Laufe des Tages flache Cumuluswolken mit hoher Untergrenze
- Abendrot: Normalfall im Hochdruck, Tagesverlauf!
- Morgenrot: Hohe Luftfeuchtigkeit, Gewitterneigung!

Hochdrucklage / Überentwicklung



Typischer Tagesgang des Wetters bei Überentwicklung

1. Sonnenaufgang: klare Luft, Gipfel wolkenfrei, Dunst in Tälern
2. mit Erwärmung setzt Dunsttrübung ein
3. mittags Haufenwolken an hohen Gipfeln
4. nachmittags zunehmende Vertikalausdehnung der Wolken
5. später nachmittags Gewitter
6. nachts Wolkenauflösung

Trügerisch: Morgens sieht es nach einem schönen Tag aus

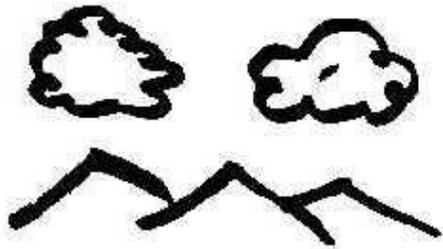
Achtung: je früher Trübung und Wolkenbildung einsetzt, desto höher die Wahrscheinlichkeit von Wärmegewittern

Hochdrucklage - Gewitter

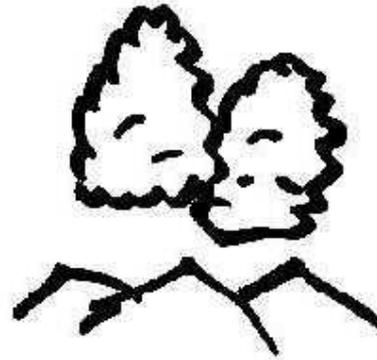
Entstehung Gewitter- Wolke



Entstehung Gewitterwolke



Cumulus



Cumulus congestus



Cumulonimbus

Kennzeichen:

- Amboss am Troposphärengrenze
- Schwarz-graue Unterseite





























Hochdrucklage - Gewitter

- Wärmegewitter: besonders bei sonnigen Hochdruckwetterlagen
- starke Erwärmung -> aufsteigende warme Luftmassen (mit hoher absoluter Luftfeuchtigkeit), besonders über sonnenexponierten Hängen
- Bildung von Cumuluswolken, Übergang zu Cumulustürmen (Amboss) mit auffasernder Oberseite und dunkeler Unterseite
- meist zwischen Mittag und spätem Abend
- Gewitter-Dauer meist 30 min - 1 Std.
- frühe Anzeichen: Hohe Temperaturen, Schwüle, Trübung schon morgens, morgendliche Bildung von (türmchen- oder zinnenörmigen) Schäfchenwolken mit schnellem Höhenwachstum

- **Massnahmen:** früh starten, Mittags wieder an sicherem Ort sein, mit Abbruch rechnen, Geschwindigkeit der Entwicklung beobachten, Verhalten bei Gewitter kennen!

Guter Schutz bei Gewitter



- Hütte oder Haus mit geschlossenen Türen / Fenstern (Nicht im Türrahmen stehen!)
- geschlossenes KFZ (Faradayscher Käfig)
- große Höhlen und Mulden (Abstand zur Wand mind. 1-2 m)
- steile Felswände (Abstand zur Wand mind. 1-2 m, auf Steinschlag achten!)
- Wald (Abstand von Bäumen halten, mind. 1-2 m, Wind: auf fallende Äste achten!)

Schlechter Schutz bei Gewitter



- Schirm
- offene Unterstände (Seitenblitze)
- kleine Nischen und Überhänge (Abstand, Seitenblitze)
- Einzelne Bäume, Baumreihen oder kleine Baumgruppen

- Zelt ? (Standort entscheidet, Abstand von Zeltwänden, Bodenisolierung, Kuppelzelt?)

Gefahr bei Gewitter



- einzelne Bäume
- Grate und Gipfel, auch Pässe
- Drahtseile
- Stromleitungen, Seilbahnen, Skilifte (wenn nicht abgesichert)
- Gewässer
- wasserführende Bachbetten, vernässte Talböden
- Ebenen
- Gegenstände über Schulterhöhe (z.B. Pickel, Ski die vom Rucksack aufragen, Schirm)
- Mitgeführte Metallteile? umstritten.
- Akkus (z.B. Handy, GPS-Gerät)

Gefahr bei Gewitter



Gewitter



Verhalten bei Gewitter

Verhalten bei Gewitter

- hochgelegene Punkte verlassen und Mulden o.ä. aufsuchen
- mit geschlossenen Beinen Kauerstellung einnehmen (bei Blitzschlag nicht weglaufen!)
- mit kleinstmöglicher Fläche den Boden berühren
- evtl. auf Isolierendes wie trockenes Seil oder Rucksack setzen (Achtung: nasse Seile leiten!)
- nicht flach hinlegen, nicht auf den Boden setzen, nicht weglaufen (Schrittspannung! Strom findet Eingang und Ausgang)
- Handys und Funkgeräte mitten im Rucksack verstauen (Explosionsgefahr)
- Metallobjekte in sicherer Entfernung ablegen
- kein Metall direkt auf der Haut (Verbrennungsrisiko)
- Wenn man Kribbeln spürt und sich die Haare aufstellen: schnell mit geschlossenen Füßen in Kauerstellung gehen!
- Elmsfeuer deuten auf unmittelbar bevorstehenden Einschlag hin
- mehrere Personen nicht dicht zusammenstehen (mind. 1-2 m Abstand)!

Nach dem Blitzschlag



- Die häufigsten Todesursachen sind Herz- oder Atemstillstand. Durch Wiederbelebungsmaßnahmen können viele Betroffene gerettet werden, die dann sehr häufig wieder vollständig genesen. Also: Erste-Hilfe-Kurse auffrischen!
- Manchmal ist der Puls da, und nur die Atmung fehlt: dann reicht künstliche Beatmung oft zur Wiederbelebung.
- Rettungseinsätze bei Gewitter sind riskant, und werden daher oft nicht sofort durchgeführt.
- Blitzopfer sollten auf jeden Fall sofort ins Krankenhaus, da Folgekomplikationen auch noch Stunden nach dem Schlag auftreten können.

weitere Unfälle bei Gewitter



- Achtung: durch unkontrollierte Muskelkontraktionen oder Schockwelle des Blitzschlages besteht Absturzgefahr!
- Viele Unfälle ereignen sich im Vorfeld von Gewittern bei übereiltem Rückzug. Trotz gebotener Eile: Ruhe bewahren!
- Underequipped: Für das Abwettern eines Gewitters braucht man entsprechende Ausrüstung wie Regenkleidung und warmen Pullover (Nässe, Kälte)
- => Achtung: Unterschied Strahlungswärme und Lufttemperatur im Gebirge besonders hoch!

Entfernung des Gewitters

- Schall legt etwa 340 m /sec. zurück. Wenn man die Sekunden zwischen Blitz und Donner zählt und durch 3 teilt, bekommt man die Entfernung des Blitzes in Kilometern.
- Bsp.: Ich zähle 20 sec. zwischen Blitz und Donner. $20 / 3 =$ ca. 7 km.
- So kann ich durch mehrfache Berechnungen erkennen, ob sich das Gewitter nähert oder entfernt.

30-30-Regel - Gewitter



Das Lehrbuch sagt: Wenn der Abstand zwischen Blitz und Donner weniger als 30 Sekunden beträgt, befindet man sich in der Gefahrenzone.

Erst 30 Minuten nach dem letzten Blitz oder Donner sollte man seine Schutzposition verlassen.

Mit der 30-30-Regel ist man recht sicher unterwegs, in der Praxis scheint mir die aber nur sinnvoll, wenn man sich wirklich in gefährlichem Gelände befindet. In weniger gefährdeten Bereichen (s.u.) könnte man daraus m.M.n. auch eine 15-15-Regel machen.

Gerüchte über Gewitter

- ein Blitzschlagopfer zu berühren, ist gefährlich
- ein Blitz schlägt nie zweimal in die selbe Stelle ein
- ein Blitz schlägt immer in das höchste Objekt ein
- ein Blitz schlägt immer von oben ein
- => all dies stimmt nicht!

■ Eichen sollst Du weichen und Buchen sollst Du suchen

Viel belächelt, aber:

Die Eiche wird durch die furchige Rinde, die Wasser besser hält, stärker von Blitzschlägen zerstört als die glatte Buche. Es kommt in den Rindenfurchen zu schlagartigen Verdampfungen des Wassers. Es fliegen beim Einschlag also auch mehr Holzstücke durch die Gegend.

Der Spruch ist möglicherweise auch entstanden, weil Eichen öfter solitär stehen und Buchen eher im Wald.

weitere Wetter-Gefahren

unmittelbar (Wirkung auf den Wanderer):

- Gewitter, Blitzschlag (direkter Schlag, Bodenströme)
- Nebel (Orientierung) (in Bergen häufiger, Wolken = Nebel)
- Kälte, Regen, Schnee, Wetterstürze (Unterkühlung, Erschöpfung, Erfrierung)
- Sturm (Seitendruck, Auskühlung)
- Hitze, Strahlung (Sonnenstich, Hitzschlag, Sonnenbrand, Schneeblindheit ...)

mittelbar (Wirkung auf Gelände, Ausrüstung etc.):

- Schnee, Eis (Vereisung, Glätte, Lawinen, Orientierung ...)
- Nässe (Glätte auf Stein und Gras)
- sonstige: Bachdurchquerung, Gletscherbegehung, Steinschlag, etc.

Achtung!

- Unterschied zwischen Strahlungswärme und Lufttemperatur ist im Gebirge besonders hoch!

Lawinen



- Risiko in allen verschneiten Gebirgen wie Alpen, Pyrenäen, Mittelgebirge, Himalaja ...
- Risiko auch bei Schneeschuhtouren und Winterwandern
- Risiko beginnt ab 25° Hangneigung, meist werden ab 30° Maßnahmen angewendet
- Ca. 100 Lawinentote/Winter allein im Alpenraum
- 100%ige Sicherheit nicht möglich
- Nützliches Hilfsmittel SnowCard: Wir müssen vor der Tour entscheiden!
- Notfallausrüstung / LVS ???

Schnee

- Schneefelder
- verschneite Grate
- Schneebrücken über Bergbäche



Tourmanagement & Wetterprognose

Das 3x3 des Wanderwetters

- Vor der Reise, >3 Tage
- am Vortag der Wanderung, <30 Std.
- auf der Wanderung, >3 Std.



Prognose vor der Reise

- Wie wird das Wetter in der nächsten Woche?
- Ausrüstung, Mentale Einstellung, Vorbereitung der Mitwanderer (Erwartungen beeinflussen), mögliche Gefahren, Alternativen
- Methode: Langfristprognose (ab 3 Tage)
- Hilfsmittel: Wetterportale im Internet (Prognose, Statistik)
- Für Vorhersagezeiträume, die deutlich länger als einige Tage in der Zukunft liegen, liegen die Daten beim langjährigen Durchschnitt für dieses Gebiet (!) zur entsprechenden Jahres- und Tageszeit. Geringe Anpassungen an die aktuelle Lage sind möglich.
- Strategische Vorbereitung: Schlechtwetter-Wanderungen planen, Umstellung der Wandertage möglich?

Prognose am Vortag der Wanderung

- Wie wird das Wetter in den nächsten 30 Stunden?
- Ausrüstung? Gefahren? Pausenplanung? Transport ...?
- Eigene Wetterprognose spätestens vor der Vorbesprechung abgeschlossen haben. Zeitreserve für Ausarbeitung eines Alternativprogramms.
- Hilfsmittel Wetter-App, Webcam (z.B. Schneelage)
- Welche Daten brauche ich?
- Regenwahrscheinlichkeit, Regenmenge
- Windrichtung, Windstärke
- ...
- Die Prognose am Vortag ist besonders entscheidend für das Tour-Management.

Prognose am Tag der Wanderung

Wie wird das Wetter in den nächsten
3-9 Stunden?

- Erfahrung, Himmel beobachten, Windrichtung
- Hilfsmittel: Rausgucken, Regenradar (kein Gewitter), Webcam (Bewölkung oder Schnee im Gipfelbereich)
- Barometer/Höhenmesser (unsicher)

Wetterzeichen?

- Bewölkung
- Kondensstreifen
- Morgenrot
- Wind
- Temperatur
- ...



Wetter-App

Was macht eine gute Wetterapp aus?

- Regenwahrscheinlichkeit
- Regenmenge
- Windstärke und Richtung
- Temperaturkurven
- Kleinräumige Angaben
- Angabe der Wetterstation: Ort, Höhe etc.
- Niederschlags-/Regenradar (für Wandertag)
- Antwort auf: Wo wird es schön? Überblick Wetterkarte
- Gute Datenbasis
- Gute Ortssuche
- Übersichtlichkeit, schnelle Ladezeiten, wenig Werbung
- ...

Was bedeutet eigentlich ...

Niederschlagswahrscheinlichkeit?

- Die Wahrscheinlichkeit, mit der in einem bestimmten Gebiet in einem bestimmten Zeitraum überhaupt Niederschlag fällt.
Methode: Bei den gleichen Verhältnissen ist in der Vergangenheit an xy % der Tage Niederschlag gefallen.
- Bsp.: 50 % Regenwahrscheinlichkeit am 01.06. in Tirol.
- Wie beeinflusst das meine Wanderung zwischen 09:00 und 16:00 Uhr im Tannheimer Tal?
- Bei Wettervorhersagen werden oft absichtlich besonders niedrige Niederschlagswahrscheinlichkeiten höher angegeben, als die Berechnungen ergeben. Man will damit die subjektive Wahrnehmung austricksen und Ärger vermeiden.

Was bedeutet eigentlich ...

Niederschlagsmenge?

- Antwort auf die Frage: Wieviel Liter Niederschlag /m² ist in einem bestimmten Gebiet zu erwarten? (1 mm = 1 Liter /m²)
- Relevanz: Bei hoher Niederschlagswahrscheinlichkeit und geringer Niederschlagsmenge kann ich mich auf längeren Nieselregen einstellen.
- Bei geringer Wahrscheinlichkeit und hoher Menge kann ich eher mit vereinzelt kurzen starken Platzregen rechnen.

Gute Wetter-Portale & -Apps

- www.wetter24.de Gute Datenbasis, wenig Werbung, übersichtlich, gute Ortssuche
- www.yr.no Sehr gute Datenbasis. Temperaturen m.E.n. oft etwas niedrig. Gewitter werden oft nicht erkannt, Aktualisierung nur alle 12 h.
- www.meteoblue.com Sehr übersichtlich. Gute Datenbasis. Gute Ortssuche.
- www.wetteronline.de Regenradar, Reiseplaner, Ortssuche etwas holprig
- www.wetter.de Gute Datenbasis, etwas unübersichtlich
- www.wetter.com Gute Datenbasis, manchmal sehr viel Werbung
- Mittlerweile haben fast alle Wetterapps auch ein **Regenradar**
- **Webcams** sucht man am besten über eine Suchmaschine
- **Alpen:** www.alpenverein.de bzw. App "Alpenwetter" von Daniel Priewasser oder App Bergfex-Wetter

Grundsätzliches zur Wetterprognose

- Mehrere Quellen abrufen
- Gebiet und Zeit möglichst genau eingrenzen
- Spezialwetterberichte nutzen (Bsp. Alpen)

- Hilfreich: Internet-Wetter, Wetter-Apps, Webcam, Regenradar ... und der Blick in den Himmel!



Schlechte Zeichen



Schlechte Zeichen

- Lange Kondensstreifen der Flugzeuge
- Vertikalausdehnung der Wolken
- Geringe Sichtweite durch Dunsttrübung
- Schönwetter-Cumuli lösen sich nachmittags/abends nicht auf
- Sonnenauf- und -untergang sind schmutzig gelb-rot
- Flammendes Morgenrot
- Wolken in mehreren Stockwerken
- Nächtlicher Temperaturanstieg (kommende Warmfront)
- Morgens kein Tau, kein Dunst in den Tälern (kommende Warmfront)

Gute Zeichen



- Geringe Bewölkung, wolkenloser Himmel
- Nebelmeer im Tal
- Gute Fernsicht
- Schwache Winde
- Schönwetter-Cumuli lösen sich nachmittags auf
- Klare, kalte Nächte
- Leichtes Abendröten

Massnahmen

Wie schütze ich mich gegen die wetterabhängigen Gefahren ?

- Vorbereitung: Wetterprognose, Tourenplanung (wann, wo, Abbruchmöglichkeiten, Schutzmöglichkeiten, Alternativrouten etc.)
- Ausrüstung: Kälteschutz, Regenschutz, Strahlungsschutz, Biwaksack, Orientierungshilfen (Kompass, Höhenmesser, GPS ...),
- Hilfsmittel wie LVS, Steigeisen, Pickel, Seil etc. bei vielen Touren schwierig => auf der sicheren Seite bleiben!
- Beobachtung: frühzeitig und laufend
- Mental: sich Wettergefahren bewusst sein und mögliche Reaktionen vorher durchdenken (Bsp. Angstlähmung)

3 Grundregeln !!!

- **Aktuelle
Wettervorhersage für
Tourengebiet einholen!**
- **Wetterentwicklung im
Gebiet frühzeitig und
laufend beobachten**
- **Auf Wetteränderungen
vorbereitet sein**



Diese Folien und weitere Infos:



**Kursfolien Bergwandern & Bergsteigen:
www.TrekkingGuide.de/kurse/wetterkunde-bergwandern**

Wetterprognose: www.TrekkingGuide.de/wetter.htm

Gewitter: www.TrekkingGuide.de/wetter/gewitter.htm

Lawinen: www.TrekkingGuide.de/wetter/lawinen.htm

im Notfall: www.TrekkingGuide.de/notfallmanagement-bergwandern.htm

weitere Kurse: www.TrekkingGuide.de/kurse