

Was ist eigentlich Wetter?

Wetter ist die Summe der meteorologischen Elemente, die an einem Ort zu einer bestimmten Zeit wirken. Es handelt sich hierbei also um ein Augenblicksgeschehen, das von Einzelementen, wie beispielsweise Luftdruck, Temperatur, Wind, Bewölkung, Niederschlag, etc. erzeugt wird. Der Ausdruck "regnerisches Herbstwetter", wie er oft zu hören ist, ist also nicht korrekt. Bezeichnungen wie Schauerwetter, Regenwetter, Kaltfrontwetter, sind korrekter, denn sie entsprechen der Definition des Wetters schon besser. Ganz korrekt müsste es heißen: Es regnet, die Lufttemperatur ist + 15°C, die Sicht etwa 4 km, der Luftdruck ... etc. Das wäre eine der Definition entsprechende Antwort auf Frage nach dem Wetter.

Witterung ist der Gesamtcharakter eines Wetterablaufes. Der Begriff der Witterung ist folglich nicht streng an einen festen Ort gebunden. und er enthält auch eine Zeitspanne, die indirekt durch Adjektive, Adverbien oder ähnliches angedeutet wird. Beispiel: Die herbstliche Witterung, maritime Witterungseinflüsse, anhaltend kühle Sommerwitterung.

Klima ist der mittlere Zustand der Atmosphäre über einem Gebiet über eine längere Zeit gesehen, mit allen mittleren und extremen Komponenten, sowohl des Wetters als auch der Witterung. Hinzu kommt beim Klima noch die Berücksichtigung der geographischen Breite, der Höhe über dem Meeresniveau, der Entfernung von Meeren und Ozeanen und der örtlichen Besonderheit (Disposition). Es ist verständlich, daß ein Ort am Berghang, der bevorzugt in Luv der Luftströmung liegt, ein gänzlich anderes Klima hat als ein Ort in sonst völlig gleicher Lage am Leehang eines Gebirges.

Die wichtigsten Begriffe in Wetterberichten:

Tief

Ein **Tief** ist ein Gebiet, in dem der **Luftdruck tiefer als in der Umgebung** ist. Ganz vornehm wird ein Tief auch "**Zyklone**" genannt, nicht zu verwechseln mit "dem Zyklon", wie der tropische Wirbelsturm des indischen Ozean genannt wird. Stellen Sie sich die Erdatmosphäre wie eine Hülle um die Erde vor, die Ausbeulung nach innen und außen hat. Ein Tief ist wie ein Tal in der Hülle der Luftschicht. Die Hülle reicht hier tiefer zur Erde herunter als anderswo. Je nach Größe und Wetteraktivität unterscheidet man Sonderformen von Tiefs:

Trog

Der **Trog** ist eine **Ausbeulung aus dem Tiefzentrum**. Die Zone des schlechten Wetters erstreckt sich dabei tropfenartig aus dem Kernbereich des Tiefs heraus. Tröge sind gefährliche Zonen, weil sie sich rasch verlagern, kaum vorankündigen und regelmäßig schweres Wetter bringen.

Tiefausläufer

Hierbei handelt es sich um einen **Trog in Kleinausgabe**. Die Wetteraktivität ist geringer als beim Trog. Tiefausläufer sind schmale Schlechtwetterbänder, die aus dem Tiefkern "herauslaufen". Meistens handelt es sich hier um Wetterfronten.

Randtief

Das **Randtief** ist "am Rand" **zwischen Tief und Hoch** zu finden. Es ist ein kleinräumiges Tief, das auch als Welle oder Wellenstörung bezeichnet werden kann.

Tiefdruckrinne

Die **Tiefdruckrinne verbindet zwei verschiedene Tiefs miteinander**. Es ist ebenfalls eine Zone mit tiefem Luftdruck, das Schlechtwetter hält sich aber in Grenzen. Stellen Sie es sich als ein schmales Verbindungstal vor, das zwei umfangreiche Täler (Tiefs) verbindet.

Hoch

Ein **Hoch** ist ein Gebiet, in dem der **Luftdruck höher als in der Umgebung** ist. Die vornehme Bezeichnung für das Hoch lautet "Antizyklone". Wenn wir beim anschaulichen Beispiel der ausbeulenden Lufthülle bleiben, stellt sich ein Gebiet mit hohem Luftdruck als eine Beule nach außen dar. Die Grenze der Lufthülle reicht hier höher heraus, weil mehr Luft vorhanden ist als in der Umgebung.

Hochkeil

Der **Keil** ist eine **Ausbeulung aus dem Hochzentrum heraus** und bringt ähnliches Wetter wie im Hoch.

Hochdruckbrücke

Die **Hochbrücke** ist eine **Verbindung zwischen zwei Hochs**. Die Wettererscheinungen sind wie beim Hoch, nur gemäßiger.

Zwischenhoch

Das **Zwischenhoch** entsteht **auf der Rückseite von ausgeprägten Tiefs**. Es bringt nur vorübergehend gutes Wetter, weil es zwischen zwei aufeinander folgende Tiefs eingebettet ist.

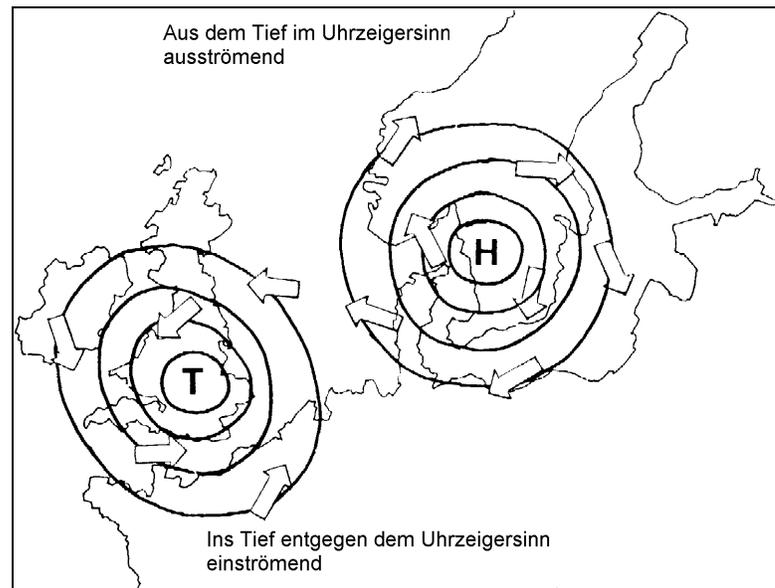
Fronten

Fronten sind **Schlechtwetterzonen die an Tiefdruckgebiete gebunden** sind (siehe Ausläufer). Die Kaltfront bringt kältere Luft mit guter Sicht und Schauern aus Quellbewölkung. Die Warmfront bringt wärmere Luft mit schlechter Sicht und Regen aus einer geschlossenen Wolkendecke. Die **Okklusionsfront** ist die Vermischung von Warmfront und Kaltfront und bringt dementsprechend unterschiedliche Wetteraktivität.

WETTERENTWICKLUNG

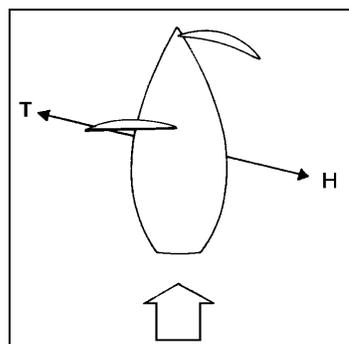
- Wie verhält sich auf der Nordhalbkugel der **Wind zwischen einem Hoch und einem Tief?**

Er strömt rechtsherum aus dem Hoch aus und linksherum in das Tief ein.



- Wie kann man auf der Nordhalbkugel aufgrund der **Windrichtung** sofort auf die **Lage eines Tiefs** schließen?

Wenn man mit dem Rücken zum Wind steht, so liegt das Tief links, etwas vorlicher als querab.



- Nördlich Ihres Standortes zieht ein **Tief** von SW nach NE. Wie verhält sich der Wind?

Der Wind ist rechtdrehend, z. B. südlicher Wind dreht auf SW und W.

- Der Wetterbericht meldet für Ihr Fahrtgebiet. "**rückdrehenden Wind**". Welche Situation kann gegeben sein?

Man befindet sich auf der linken Seite der Zugrichtung eines Hochs oder Tiefs.

- ┌ Was versteht man unter einer **Front**?

Die vordere Grenze einer Luftmasse in der Bewegungsrichtung.

- ┌ Wodurch entsteht eine **Warmfront**?

Herabströmende Warmluft trifft auf eine davor ruhende Kaltluft und gleitet auf.

- ┌ Welches allgemeingültige Wolkenbild zeigt den Durchzug einer **Warmfront** an, und welches Wetter ist dabei zu erwarten?

Nach der Ankündigung durch Höhenwolken verdichtet sich die Bewölkung zunehmend, und nach einiger Zeit beginnt es zu regnen. Dabei sind dann sehr tief treibende Wolkenfetzen erkennbar. Beim Durchzug der Front (evtl. Flaute) wird allgemein ein frischer Westsüdwest wehen. Der Durchzug der Warmfront dauert mehrere Stunden.

- ┌ Welches allgemeingültige Wolkenbild zeigt den Durchzug einer **Kaltfront** an, und welches Wetter ist dabei zu erwarten?

Der Durchzug der Kaltfront wird von den hoch aufgetürmten, typischen Gewitterwolken gekennzeichnet, die heftige Regenschauer mit starken Böen mit sich bringen. Die Luft wird dabei merklich frisch und klar, es weht meistens ein frischer Nordwest. Der Durchzug der Kaltfront dauert etwa eine Stunde.

- ┌ Welche Windverhältnisse sind beim Durchzug einer **Kaltfront** zu erwarten?

Schnelles Rechtdrehen des Windes (Ausschießen), Auffrischen mit Böen aus W bis NW.

- ┌ Wie kündigt sich allgemein eine **Gewitterbö** an, und wann fällt diese ein?

Wenn sich aus einer gewaltigen, drohenden Gewitterwolke nach unten oft korkenzieherartige Wolkenfetzen ausziehen, deutet dies auf das Herannahen einer Bö hin. Mit dem Einfallen ist zu rechnen, wenn die Wolke über den Beobachter zieht.

Während das Wolkenbild mit seinen düsteren Konturen und tiefhängenden Fetzen die Gefahr nur allgemein ankündigt, ist die See ein verlässlicher Indikator. Verändert sich die **Kimm auf der Wetterseite**, je nach Beleuchtung, zu einem weißen oder schwarzen Strich, hat man noch fünf bis 10 Minuten bis zum ersten heftigen Windstoß. Was man zunächst als Strich an der Kimm sieht, ist das Kabbelfeld, das den ersten Windstoß begleitet. Man sieht es im weiteren Verlauf näherkommen und kann sich so auf die Bö einstellen.

- ⌞ Wann ist die Gefahr von heftigen **Böen** vorbei?
Wenn unterhalb der Böenwolke die Sicht frei und der Himmel klar wird.
- ⌞ Welches sind die Kennzeichen einer **Trogbildung**?
Kein Luftdruckänderung nach Durchzug einer Kaltfront, Rückdrehen des Windes nach dem vorhergehenden Ausschließen. Schwere Stürme im Trog.
- ⌞ Womit ist zu rechnen, wenn nach dem Durchzug schlechten Wetters und kurzem Aufklaren der Wind zurückdreht bei gleichzeitigem erneutem Fallen des Luftdrucks?
Daß in kürzerer Zeit mit noch wesentlich schlechterem Wetter zu rechnen ist (**Troglage**).

FRAGEN DER WETTERBEURTEILUNG

- u Wann beginnt es zu **regnen**?

Man beobachtet den Aufzug einer Warmfront, zweifellos wird es regnen, aber wann? Bevor es zu regnen beginnt, müssen sich alle unteren Wolken auflösen. Dann fällt der Regen aus noch ziemlich hoher Bewölkung. Nach einiger Regenzeit bilden sich tiefe Regenwolken (Nimbostratus).

- u Wann fällt die **Gewitterbö** ein?

Wenn die wurstartigen, häufig korkenzieherähnlichen dunklen Wolken unterhalb der eigentlichen Gewitterwolke über den Beobachter ziehen, ist mit Einsetzen der Bö zu rechnen.

- u Wann hört die Bö auf?

Wenn man unter der Böenwolke hindurchblicken kann, die Landschaft wieder ihre natürliche Farbe annimmt und der Westhimmel aufklart, ist die Bö bald vorbei.

- u Wann ist nach einem Wetterumschlag mit weiterer **Wetterverschlechterung** zu rechnen?

Wenn nach kurzem Aufklaren der Wind rückdreht und der Druckanstieg erneut in Druckfall übergeht, steht das schlechteste Wetter noch bevor (Troglage).

- u Wann ist mit einer länger dauernden **Schönwetterlage** zu rechnen?

Wenn der Druckanstieg sich langsam über Tage fortsetzt und der Wind gleichzeitig über Nord auf Ost dreht, der Westhimmel aufklart.

- u Zu welcher **Tageszeit** kann man bei ungünstiger Wetterlage noch am besten **segeln**?

Nachmittags ab 18.00 Uhr und morgens bis 10.00 Uhr ist das Wetter oft wesentlich handiger als in den Tagstunden. Die Schauerfähigkeit klingt während der Nacht im allgemeinen ab.

- u Wann kommt der **Seewind**?

Kurze Zeit, nachdem sich über Land die ersten Haufenwolken bilden, kann man mit dem Einsetzen einer Seebrise rechnen. Der Seewind bleibt dagegen aus, wenn der Himmel mit stärkeren Wolkenfeldern bedeckt ist, und häufig vor Gewittern.

TYPISCHE WETTERLAGEN FÜR EUROPA

Bei längerer Beschäftigung mit Wetterkarten wird man feststellen, daß es für den europäischen Bereich bestimmte typische Druckverteilungen gibt, die häufiger wiederkehren und sich ähnelnde Wetterlagen schaffen, was gute Anhalte für Wettervoraussagen liefert.

Nordlage

Ein festliegendes Hoch über dem Ostatlantik und England, ein Tief über dem Baltikum und der Ostsee führen arktische Kaltluft mit Schauerwetter (Aprilwetter) in unseren Raum und bringen in wolkenlosen Nächten Frostgefahr, Diese Lage verursacht die Kälterückfälle im Frühjahr (die Eisheiligen).

Ostlage

Ein festliegendes Hoch über Skandinavien, ein Tief über dem Mittelmeer bringen Zufuhr kontinentaler Luft aus Ost nach Mitteleuropa. Das bedeutet im Sommer Hitze und Trockenheit, im Winter langanhaltende, trockene Kälteperioden.

Südlage

Mitteleuropa befindet sich am Rand eines russischen Hoch, dem ein Tief über dem Ostatlantik gegenüberliegt. Die vorherrschenden Südwinde bringen kontinentale Warmluft zur Nord- und Ostsee. Am Nordrand der Alpen herrscht Föhn, der die Charakteristik, trockene Wärme und geringe Bewölkung, verstärkt. Im Herbst besteht Nebelneigung.

Westlage

Bei dieser in unseren Gebieten am häufigsten und zu allen Jahreszeiten vorkommenden Wetterlage stehen sich ein Hoch über den Azoren und ein Tief zwischen Island, Skandinavien und Finnland gegenüber. Vom Hoch strömt warme Meeresluft nordwärts und stößt auf die am Westrand des Tiefs nach Süden strömende Kaltluft. Diese konträren Luftmassen bilden fortlaufende Reihen von West nach Ost über unser Gebiet ziehender Zyklonen, deren Breitenlagen von der jeweiligen Mächtigkeit und Ausbreitung der stationären Hochs und Tiefs abhängen. Somit herrscht oft lange Zeit wechselhaftes Wetter, in dem sich bei lebhaften Winden starke Bewölkung und Aufklaren, Niederschläge und heiteres Wetter ständig ablösen.

SCHLÜSSE AUS DEN EIGENEN WETTERBEOBACHTUNGEN

Stehen einem keine Wettermeldungen zur Verfügung, so muß man versuchen, aus den eigenen Beobachtungen Schlüsse auf die Wetterentwicklung zu ziehen. Für unsere Seegebiete können folgende Wetterregeln gelten:

Luftdruck

Gleichbleibender Luftdruck bedeutet gleichbleibendes Wetter. Langsam steigender Luftdruck bringt eine Schönwetterperiode. Stetiges Fallen des Luftdrucks kündigt Schlechtwetter an, schnelles Fallen, mit viel Wind. Fällt der Druck stärker als 1 hPa in der Stunde, ist Sturm zu erwarten. (Eine Barographenkurve zeigt die Entwicklung sehr deutlich.)

Lufttemperatur

Bei Sonnenaufgang die niedrigste Lufttemperatur mit Anstieg bis kurz nach Mittag, dann langsames Sinken kennzeichnen beständiges, gutes Wetter. Im Sommer bedeutet stark steigende Temperatur gutes, stark sinkende schlechtes Wetter. Im Winter ist es umgekehrt.

Wind

Dreht der Wind, nachdem er tagelang aus gleicher Richtung geweht hat, so ist Wetterverschlechterung zu erwarten. Windzunahme von Morgen bis Mittag, dann langsames Abflauen bedeuten gutes Wetter; Windzunahme am Abend läßt Sturm und Regen vermuten. An der Küste ist der normale Wechsel von See- und Landwind ein Zeichen beständigen Wetters.

Wolken

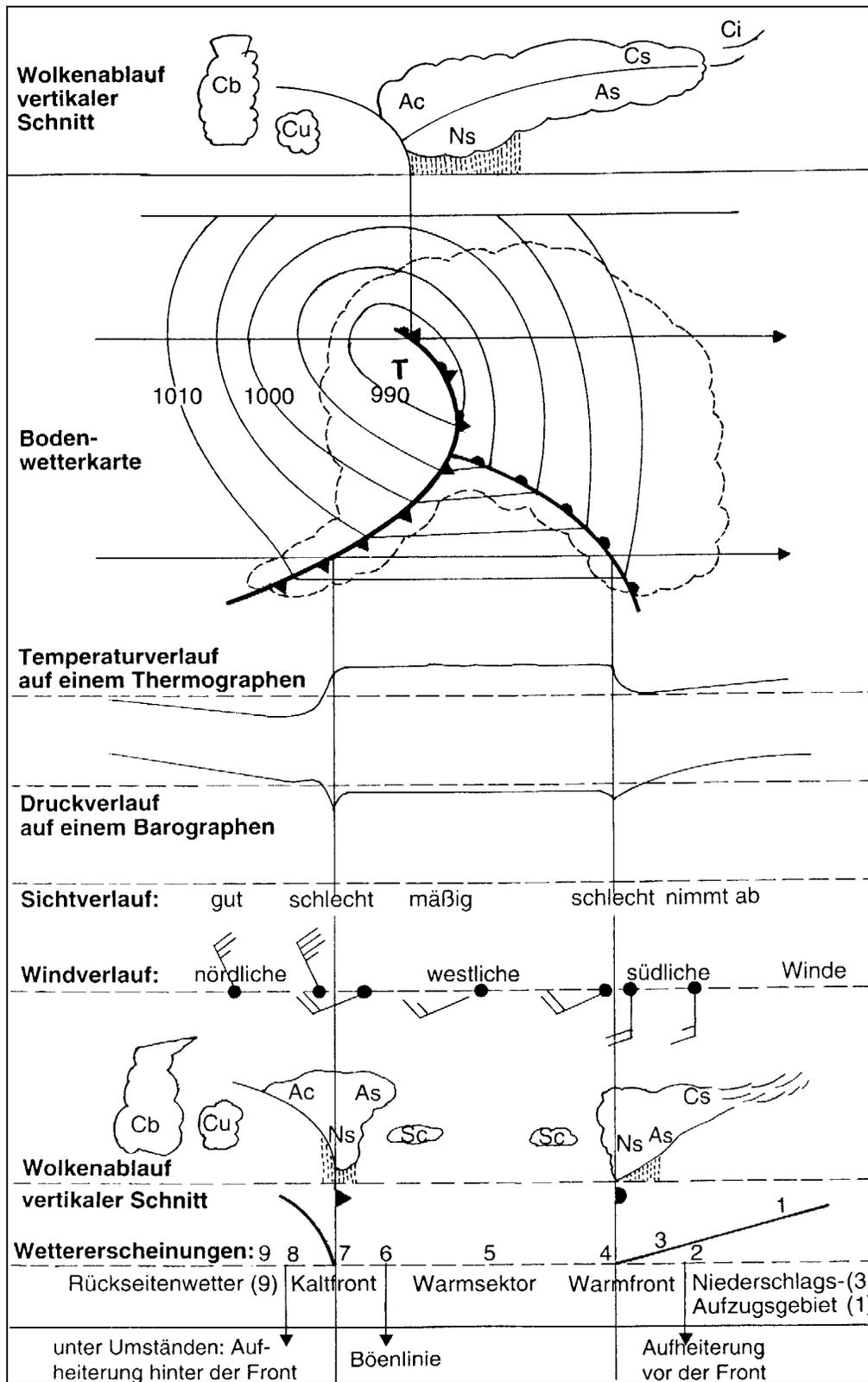
Im normalen täglichen Gang hat der Nachmittag die stärkste Bewölkung. Wolkenaufzug am Abend oder abnehmende Haufenbewölkung am Tage lassen Wetterverschlechterung vermuten. Allgemein zeigt Abnahme der Bewölkung Hochdruckeinfluß, Zunahme der Bewölkung Annäherung eines Tiefs an. Wolken in mehreren Schichten und Höhen bedeuten Wetterverschlechterung oder Fortdauer des veränderlichen Wetters. Altostratus-Wolken, die gegen den Bodenwind aufziehen und sich allmählich verdichten, zeigen das Nahen einer Warmfront an; es ist Regen zu erwarten. Bei einzelnen lockeren Altocumulus-Wolken bleibt das Wetter beständig. Hohe Wolken, die schnell vom Westen her zunehmen, bringen schlechtes Wetter (Windwolken); bei fallendem Druck wird die Bewölkung immer tiefer und dichter, bis Regen einsetzt. Heller Sonnenaufgang mit rötlichem Schimmer und klarer Kimm, dann aufkommende stärkere Bewölkung lassen Regen und Wind erwarten. Sonnenuntergang bei klarer Kimm oder hinter Haufenwolken mit leuchtenden Rändern bedeutet Schönwetter, Sonnenuntergang hinter dunklen Wolken Regen. Schwefelgelbe bis grünliche Sonnenuntergänge, Ringe um Sonne und Mond, starkes Morgenrot und in der Luft sichtbare Sonnenstrahlen (Wasserziehen der Sonne) künden Schlechtwetter an. Starkes Abendrot und ein silbern strahlender klarer Mond sind Zeichen beständigen Wetters.

Sichtigkeit

Schlechter werdende Sicht und Dunst sind meist Zeichen von Wetterverschlechterung. Morgennebel, der durch die Sonne aufgelöst wird, bedeutet gutes Wetter. Will der Nebel aber nicht weichen, so ist mit Regen zu rechnen.

Tau

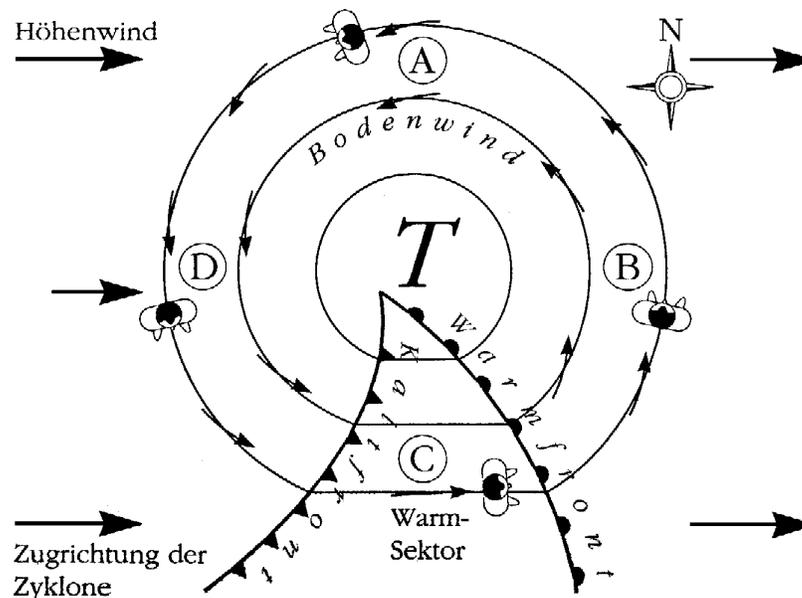
Nach warmen Tagen starker Tau bedeutet beständiges Wetter, fehlender Tau Regen.



Wetterablauf in einer Idealzyklone

- I Aufzug (1) beginnt vielfach bereits um 1000 km vor der Warmfront mit schichtartigen (Stratus) Wolken: Federwolken (Cirrus) und Schleierwolken (Cirrostratus), Halo, Übergang zu mittelhohen Schichtwolken (dünner, dann dichter Altostratus), Hof.
- I Niederschlagsgebiet (3)
Die Untergrenze der Schichtwolken sinkt weiter ab, und aus den Schichtwolken fällt Regen, im Winter Schnee. Diese Regenwolken unterscheiden sich nicht von dem Altostratus, werden aber mit Nimbostratus (oder einfach Nimbus) bezeichnet, um den ausfallenden Regen zu erfassen (Landregen). Unter diesen Schichtwolken können sich zusätzlich tiefhängende, zerrissene Schlechtwetterwolken bilden. Sicht geht zurück, Nebel jedoch selten.
- I Aufheiterung vor der Front (2) (präfrontal)
Gelegentliche, vor sich nähernden Fronten stattfindende Abnahme der niedrigen Wolkendecke. Mögliche Ursache: Sogeffekt der Fronten.
- I Warmfront (4)
Beginn des Warmluftsektors am Boden. Ende des stetigen Druckfalls. Wind springt recht. Plötzlicher Temperaturanstieg.
- I Warmsektor (5)
Durch Warm- und Kaltfront abgegrenzter Bereich warmer Luft, die sich stets schnell dem Untergrund anpaßt. Entsprechende Auswirkung auf die Wetterverhältnisse.
- I Böenlinie (6)
In den wärmeren Jahreszeiten (labile Luft) kommt es oftmals bereits vor der Kaltfront zu Gewitterbildung (Frontgewitter). Die dabei freiwerdenden Eis- beziehungsweise Regenmassen führen zu einer starken Abkühlung der Luft am Rande des Gewitters, was kräftige Luftbewegungen bewirkt.
- I Kaltfront (7)
Beginn der Kaltluftmasse. Windsprung (rechtdrehend) Temperatur sinkt. Luftdruck beginnt zu steigen. Starke Niederschläge.
- I Aufheiterung hinter der Front (postfrontal) (8)
Nach Durchzug der Kaltfront gelegentlich völlige Aufheiterung, die allerdings kaum länger als eine Stunde andauert. Ursache: Absteigende Zirkulationsbewegung hinter der Kaltfront führt zur Wolkenauflösung.
- I Rückseitenwetter (9)
Auf der Rückseite des Tiefs folgen Schauer mit Aufheiterungen (Aprilwetter) aus aufgelockerter Quellbewölkung (Cu, Cb) - gelegentlich auch Graupeln, Hagel, vereinzelt Blitz und Donner.

Die Querwindregeln sind im Prinzip auf jedes Tiefdrucksystem (Zyklone) anwendbar, das die Wetterlage in nördlichen Breitengraden beeinflusst.



Regel A

Boden- und Höhenwind wehen genau gegenläufig. Das Wetter wird sich in nächster Zeit nicht verschlechtern. Der Tiefdruckkern befindet sich südlich von Ihnen, der Wind dreht in nächster Zeit nach links.

Regel B

Sie stehen mit dem Rücken zum Wind (aus südlicher Richtungen). Ziehen die Wolken von links nach rechts, so wird sich das Wetter verschlechtern. Der Tiefdruckkern befindet sich westlich von Ihnen. Die Bewölkung nimmt zu. Segeln Sie nördliche Kurse, dreht der Wind nach links, segeln Sie südliche, dreht er nach rechts. Zieht der Kern genau über Ihr Schiff hinweg, wird der Wind nach kurzer Windstille genau entgegengesetzt aus nördlichen Richtungen wehen.

Regel C

Boden- und Höhenwind (Zugrichtung der Wolken) wehen parallel aus West. Das Wetter bleibt noch einige Stunden konstant. Das Kerntief befindet sich nördlich von Ihnen, der Wind dreht nach rechts und nimmt zu.

Regel D

Sie stehen mit dem Rücken zum Wind (aus nördlichen Richtungen). Ziehen die Wolken (Höhenwind) von rechts nach links, wird sich das Wetter in der Regel verbessern. Das Tief ist bereits vorbeigezogen, der Kern befindet sich östlich von Ihnen. Je größer die Entfernung vom Kernbereich, desto geringer die Windstärke.

So beurteilen Sie die Zugbahn eines Tiefs:

Stellen Sie sich morgens mit dem Rücken zum Wind, so daß Sie einen Peilstrahl zum Tiefkern hin bekommen, den Ihnen die ausgestreckte linke Hand zeigt. Grob lassen sich Peilung und Wind in der Seekarte skizzieren. Nach einigen Stunden wiederholen Sie die Tiefkernpeilung und haben einen zweiten Peilstrahl. Ist der zweite nun im Uhrzeigersinn gegenüber dem vorigen verschoben oder gegen den Uhrzeigersinn?

- Rechtsdrehende Peilung bedeutet, daß das Tief mit seinem Kern nördlich an Ihnen vorbeiziehen wird.
- Linksdrehende Peilung bedeutet, daß das Tief südlich an Ihnen vorbeiziehen wird.
- Stehende Peilung bedeutet, das Tief liegt entweder fest - oder es kommt mit seinem Kern direkt auf Sie zu. Die Lösung bringt der Blick auf das Barometer.

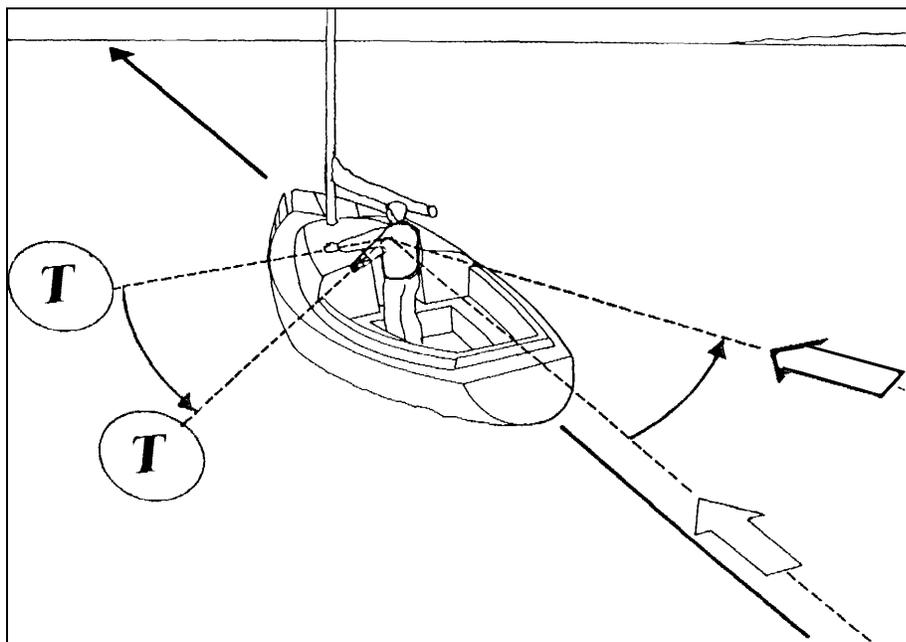
Berücksichtigen Sie jetzt die Rotationsrichtung des Windes um ein Tief:

Ein Tief, das nördlich von Ihnen vorbeizieht (Peilung rechtsdrehend), bringt zuerst südliche und dann westliche Winde. Je weiter Sie vom Kernbereich fernbleiben (vergleichen Sie Bord-Luftdruck und Kerndruck aus dem Seewetterbericht), desto geringer wird die Windstärke und desto schwächer die Wetteraktivität an der Front.

Ein Tief, das südlich von Ihnen vorbeizieht (Peilung rückdrehend), bringt Ihnen anfangs südliche Winde und später östliche bis nördliche Winde. Bei jungen Tiefs können Sie von Wetterfronten völlig verschont bleiben, weil diese lediglich südlich des Kerns zu finden sind. Erst wenn ein Tief vollständig verwirbelt ist, dehnt sich die Wetterfront aus dem Kernbereich heraus nach Norden aus.

Merke:

- Rechtsdrehende Peilung = Rechtsdrehende Winde (Süd, West, Nord)
- Linksdrehende Peilung = Linksdrehende Winde (Süd, Ost, Nord)
- Stehende Peilung = Zunehmende Winde, bei fallendem Luftdruck



A. DIE BEWEGUNG VON ZYKLONEN UND ANTIZYKLONEN

1. Eine junge Zyklone bewegt sich in Richtung der Isobaren des Warmsektors.
2. Druckgebilde mit starkem Gradienten auf allen Seiten schreiten meist langsam fort.
3. Druckgebilde mit geringem Druckgradienten schreiten meist rasch fort.
4. Kleine ("kalte") Hochdruckgebiete wandern schneller als große ("warme"),
5. Eine sich auffüllende Zyklone schreitet langsamer fort als eine sich vertiefende.
6. Mittlere Zuggeschwindigkeiten von Zyklonen:
 - jung: 25 - 30 kn (10 -12 Breitengrade pro Tag);
 - okkludiert: 10 - 15 kn (4 - 6 Breitengrade pro Tag);
 - im Sommer allgemein 5 - 10 kn weniger;
 - in USA (im Winter) bis zu 30 kn;
 - in Westeuropa (im Winter) etwa 15 kn.
7. Eine festliegende Antizyklone wird von kleineren Zyklonen im Uhrzeigersinn umkreist.
8. Ein Randtief umkreist das Haupttief gegen den Uhrzeigersinn (Rodewald-Regel: ein Randtief "schwenkt" um das zugehörige Haupttief gerne so, daß das Zentrum des Randtiefs nach 24 Stunden etwa auf der tiefsten 5 hPa-Isobare liegt, die das Randtief mit dem Haupttief verbindet).
9. Am Okklusionspunkt entstehende Teiltiefs schwenken nicht um das Haupttief, sondern bewegen sich nach der Warmsektorregel oder scheren sogar weiter nach rechts aus.
10. Eine Zyklone mit starkem Wind an der Vorderseite wird stationär und schwächt sich ab.
11. Ein Tiefausläufer schreitet mit Vorliebe in 24 Stunden nach der Stätte des ihm vorangehenden Hochkeils und umgekehrt (Guilbert-Grossmann). Im Winter oft "halber Guilbert-Grossmann". Nach Erfahrungen kommt der neue Tiefausläufer in 24 Stunden oft bis zur Mitte zwischen vorangehendem Tief und nachfolgenden Hochkeil voran.
12. Druckgebilde mit sehr starker Isobarenkrümmung schreiten nur langsam fort oder bleiben stationär.
13. Vollentwickelte Sturmtiefs bewegen sich häufig In Richtung der stärksten Winde.
14. Größere festliegende Tiefs können lange lebensfähig bleiben, wenn sie an der Grenze zwischen kalter und warmer Unterlage liegen (z.B. an der Küste oder an der Eisgrenze).

B. DIE ENTWICKLUNG VON LUFTDRUCKGEBILDEN

15. Zyklone mit ausgeprägtem Warmsektor vertiefen sich und beschleunigen meist ihre Bewegung.
16. Eine sich abschwächende Zyklone wird reaktiviert, wenn neue Kaltluft in ihre Rückseite gelangt oder neue Warmluft in ihre Vorderseite.
17. Eine Zyklone vertieft sich, wenn die Labilität ihrer Luftmasse zunimmt, so im Sommer beim Übertritt aufs Land und im Winter umgekehrt.
18. Ziehen sich die Isobaren einer okkludierten Zyklone in die Länge, so spaltet sich häufig ein Teiltief ab, das in Richtung der Längsachse weiterzieht.

C. ÜBER DIE BEWEGUNG VON FRONTEN.

19. Eine Front bewegt sich um so rascher, je mehr Isobaren sie schneidet.
20. Eine Front bewegt sich um so rascher, je größer der Luftdruckfall an ihrer Vorderseite (bei der Warmfront) oder der Luftdruckanstieg an ihrer Rückseite (bei einer Kaltfront) ist.
21. Nähert sich einer Front einem stationären Hochdruckgebiet, so verlangsamt sie sich in ihrer Bewegung.
22. Isobarenparallele Fronten sind stationär oder verlagern sich nur langsam.
23. Fronten verlagern sich in Richtung des Windes, und zwar Kaltfronten und Okklusionen fast mit der Geschwindigkeit des Bodenwindes hinter ihnen. Warmfronten sind langsamer.

D. DIE ENTWICKLUNG VON FRONTEN

24. Fronten lösen sich in antizyklonalen Gebieten auf.
25. Nähert sich ein Trog einer Front, intensiviert sie sich.

E. ÜBER LUFTMASSENEIGENSCHAFTEN

26. Bewegt sich eine Luftmasse über eine kältere Unterlage, nimmt die Stabilität ihrer Schichtung zu (z.B. vom warmen Meer auf das kalte Festland, vorzugsweise im Winter).
27. Bewegt sich eine Luftmasse über eine wärmere Unterlage, so nimmt die Stabilität ihrer Schichtung ab (z.B. vom kalten Meer auf das warme Festland, vorzugsweise im Sommer).
28. Tiefblaue Himmelsfarbe zeigt meist reine Kaltluft an. Hellblaue Färbung des Himmels deutet auf eine tropische Luftmasse hin.

F. LUFTDRUCK

29. Gleichbleibender Luftdruck deutet auf beständiges Wetter hin.
30. Langsamer und gleichmäßiger Luftdruckanstieg bedeutet meist nachhaltige Wetterbesserung.
31. Schneller Druckanstieg läßt meist nur ein vorübergehende Besserung erwarten.
32. Druckänderungen von mehr als 4 hPa in 3 Stunden können Windzunahme auf Stärke 6 - 8 Bft zur Folge haben.
33. Druckänderungen von mehr als 10 hPa in 3 Stunden bedeuten zweistellige Windstärken.

G. ÜBER DEN WIND

34. Ändert sich die schon längere Zeit beständige Richtung den Windes, so deutet dieses auf Wetteränderung hin.
35. Land- und Seewind sind Anzeichen auf beständiges Wetter.
36. Weder Druckfall noch Druckanstieg an einem einzelnen Ort deuten auf Windzunahme oder -abnahme hin. Es kommt vielmehr auf die Änderung des Luftdruckgefälles an: Verstärkung einen Tiefs und/oder Verstärkung eines Hochs bringen Windzunahme. Abschwächung eines Tiefs und/oder Abschwächung eines Hochs bringen Windabnahme.
37. Vergrößert sich der Abstand zwischen einem Tief und einem Hoch, so nimmt der Wind dazwischen ab (Beispiel: beständiges Hoch Britische Inseln, Tief Skagerrak, ostziehend: der Nord- bis Nordwestwind dazwischen nimmt ab).
38. Verringert sich der Abstand zwischen Hoch und Tief, so nimmt der Wind dazwischen zu (Beispiel: beständiges Hoch Rußland, Sturmtief Westeuropa, langsam ostziehend: Verstärkung des Süd- bis Südostwindes über Mitteleuropa).
39. Bei Nordweststarkwind oder -sturmlagen steht der Nordwest in der Nordsee länger, während er im Ostseeraum (unterstützt durch größere Reibung) schneller abflaut.
40. Dreht der Wind bei Annäherung einer Warmfront oder Okklusion nicht rück, so nähert sich eine "schleifende" oder isobarenparallele Front.

H. BEWÖLKUNGSÄNDERUNGEN

41. Bei Fehlen des Tagesganges der Bewölkung über Land, etwa Abnahme der Cumuli am Nachmittag oder Wolkenaufzug gegen Abend, ist Wetteränderung bzw. Fortdauer des schon veränderlichen Wetters zu erwarten.
42. Schneller Bewölkungsaufzug aus einer Richtung, die stark von der Bodenwindrichtung abweicht, führt zu Wetterverschlechterung (Querwindregel).
43. Schneller Wolkenaufzug mit sinkender Wolkenuntergrenze, fallendem Luftdruck und rückdrehenden, auffrischenden Winden deutet auf eine sich nähernde Warmfront hin.
44. Ac cast oder Ac flocc am Morgen kündigen meist eine Gewitterfront für die zweite Tageshälfte an.
45. Neuerlicher Regen oder andauernder Regen mit wieder einsetzendem Druckfall nach Passage einer Kaltfront erster Art (postfrontale Niederschläge) deuten auf Wellenbildung an dieser Kaltfront hin.

KALTES HOCH

- thermisch bedingt
- vertikal flach, nur in der tieferen Troposphäre ausgeprägt
- oberhalb ~700 hPa keine Aufwölbung der absoluten Topographie
Mitfließen des Bodenhochs mit Höhenströmung
- bodennah häufig hohe Druckwerte
- rascher Druckanstieg am Boden mit Anwärmung des Hochs,
starkes Absinken, klarer Himmel

WARMES HOCH

- dynamisch bedingt (warme Luft)
- vertikal hochreichend (bis Tropopause)
- wirkt als Steuersystem für Umgebung
- zieht langsam
- bodennah nicht ausgeprägte Druckwerte (gilt nur für Sommer)
- langsamer und stetiger Bodendruckanstieg bei Annäherung,
häufig diesiges Wetter

Kaltes und warmes Hoch liegen vielfach nebeneinander.
(Beachte Umwandlung kaltes in warmes Hoch.)

KALTES TIEF

- hochreichendes gealtertes Tief
- vertikale Achse
- Rest Warmluft in höherer Troposphäre
- Steuersystem für Umgebung
- Auffüllen durch Reibung vom Boden her

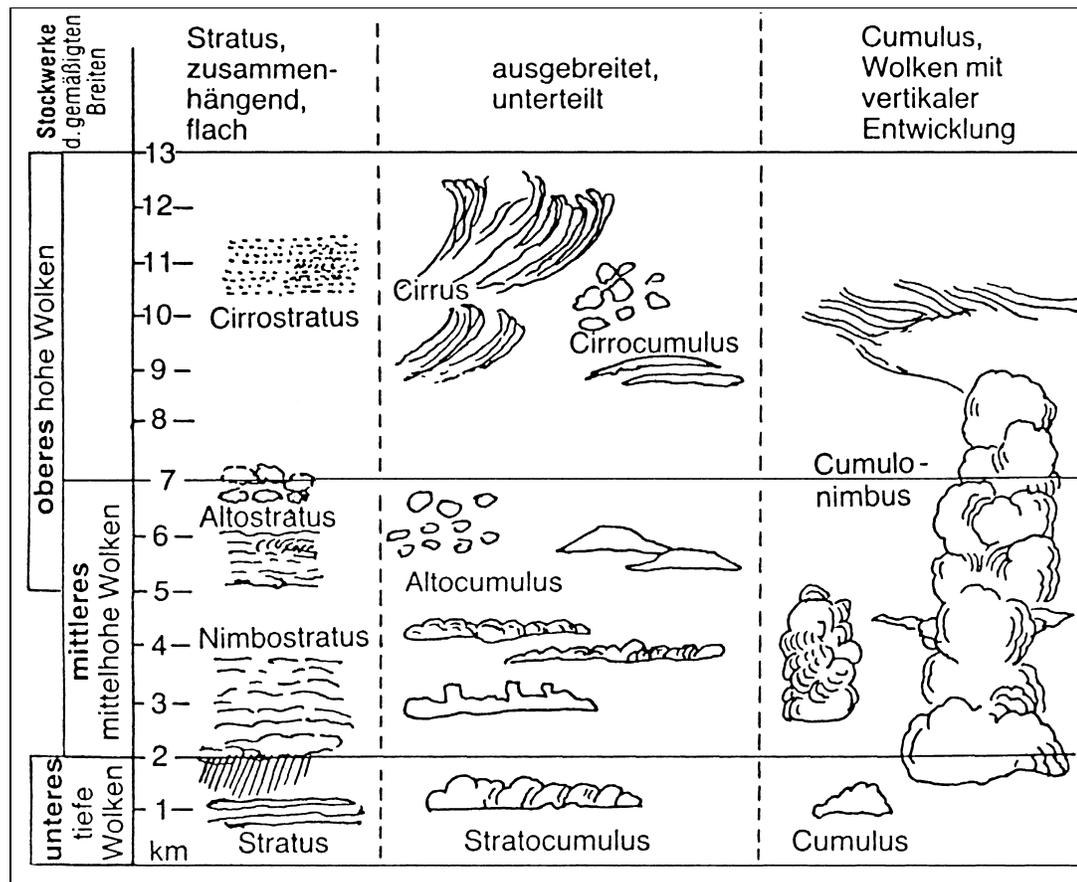
WARMES TIEF

a) dynamisch

- Entwicklung in Frontalzone
- flach, entwicklungsfähig
- rasche Zuggeschwindigkeit
- häufig starker Vorderseiten-Bodendruckfall
- deformiert Höhenströmung

b) thermisch (Sommer)

- durch Hitzeentwicklung bei Einstrahlung
- flach, Entwicklung im Tagesgang
- an Untergrund (Bodenbeschaffenheit) gebunden
- vertikal flach, in der höheren Troposphäre hohe Potentialwerte
- bei ausreichender Feuchte Wärmegewitter
(max. Häufigkeit nachmittags bis Mitternacht)



Wolkenfamilie	Wolkengattung	Beschreibung
hohe Wolken	Cirrus (Ci) Cirrostratus (Cs) Cirrocumulus (Cc)	hohe Federwolken hohe Schleierwolken hohe Schäfchenwolken
mittelhohe Wolken	Altostratus (As) Nimbostratus (Ns) Altostratus (Ac)	mittelhohe Schichtwolken Regenschichtwolken grobe Schäfchenwolken
niedrige Wolken	Stratus (St) Stratocumulus (Sc) Cumulus (Cu)	niedrige Schichtwolken Schicht-Haufenwolken Haufenwolken
Wolken mit vertikaler Entwicklung	Cumulonimbus (Cb)	Schauer- und Gewitterwolken

Die Klassifikation der Wolken			
Bezeichnung	Aussehen	mittlere Höhe in km	Bedeutung für das Wetter
Cirrus	gefiederte, hakenförmige Eiswolken	10-13	Vorläufer eines Tiefs an Aufgleitfronten
Cirrocumulus	hohe, lichte Schäfchenwolken	9-11	an Aufgleitfronten
Cirrostratus	verbreitete Eisschleierwolken Halo	10-12	Vorläufer einer Warmfront
Altostratus schwache Brise	graue, teilweise durchscheinende Schichtwolken, Sonne mit Hof	5-7	bei Warmfronten nach Cirrostratus
Alto cumulus	einzelne, linsen- oder zinnenförmige Wolken	3-5	Instabilität höherer Luftschichten Gewitterneigung
Nimbostratus	dichte Schichtwolken, hoher Wassergehalt	2-4	vor Warmfront: Dauerregen
Stratocumulus	graue, flache Schichtwolke	1-2	Schönwetterwolken im Sommer nach Kaltfrontdurchgang
Stratus	flache unterbrochene oder hochnebelartige Schichtwolken	1-2	ruhige Wetterlage im Warmsektor eines Tiefs
Cumulus	Quellwolken	1-5	Schönwetterwolken an Küsten Vorläufer von Böen
Cumulonimbus	Gewitterwolken (mit Amboß)	2-10	Instabilität

Die Entwicklung von Cumulonimbus-Wolken mit Gewittern stellt den Höhepunkt der starken Kumuluskonvektion dar. Durch die Intensität der vertikalen Umlagerungen und der damit verbundenen Erscheinungen wie Turbulenz, stärkste Böen, Graupel, Hagel, Starkniederschlag und Blitzschlag sind sie eine besondere Gefährdung für Sportfahrzeuge.

Zur Gewitterbildung notwendig:

- ┆ die Atmosphäre muß hochreichend labil oder feuchtlabil geschichtet sein. In vielen Fällen genügt auch potentielle Labilität. Zur Ausbildung eines ersten Blitzes müssen die Temperaturen im Wolkengipfel unter minus 25°C liegen.
- ┆ Zur Aufrechterhaltung der latenten Labilität muß ein genügender Feuchtigkeitsnachschub von unten her gewährleistet sein, was gerade über See bei entsprechenden Wetterlagen gegeben ist.

Gewitter sind wegen der Vielzahl der gleichzeitig ablaufenden atmosphärischen Prozesse stets Gegenstand intensivster meteorologischer Untersuchungen gewesen. Dennoch gestaltet sich bereits die Vorhersage der mittleren Böengeschwindigkeit eines Gewitters bei bekannter Wetterlage als so schwierig, daß deren Trefferzahl deutlich geringer ist als die anderer meteorologischer Parameter

Die Folgerungen daraus für den Segelsportler sind so einfach, wie sie alt sind: die Gewitterzelle nach Möglichkeit großräumig umfahren.

Die Zugrichtung der Gewitterzelle sollte mit Hilfe der Bewegungsrichtung der mittelhohen Wolken bestimmt werden, denn die tiefen Wolken werden in Gewitternähe bereits durch die Einströmvorgänge abgelenkt.

Besteht die Gefahr, daß das Zentrum einer entgegenkommenden Gewitterzelle den eigenen Kurs kreuzt, so ist frühzeitiges, starkes Ausweichen nach Steuerbord die einzige Möglichkeit, dem schweren Wetter zu entgehen.

Es gibt nur wenige Anhaltspunkte auf See für die möglich Stärke von Böen in Gewittern. Bei einem gut entwickelten Wärmegewitter besteht eine Beziehung zwischen der Stärke der auftretenden Spitzenböe und der Differenz der Lufttemperatur der absteigenden Kaltluft (down rush temperature) nach dem Gewitter:

$$V = 4 \times \delta T$$

V: Geschwindigkeit der Spitzenböe in Knoten

T: Unterschied der Lufttemperatur vor und nach dem Gewitter,
ersatzweise: Differenz - Taupunkt vor dem Gewitter.

Diese Abschätzung gilt nicht bei Frontgewitter.

Beobachtung

Besonders in den Sommermonaten sich verhältnismäßig rasch aufbauende Haufenwolken zu sogenannten "Gewittertürmen", häufig am südwestlichen Horizont aufziehend. Die Voraussetzungen für Niederschlag sind gegeben, wenn der hochgeschossene Cumulusturm nach den Seiten "zerfließt" und die Ränder ein faseriges, rauchartiges Aus-

sehen annehmen. Stürmischer, böiger Wind begleitet den Gewitterausbruch, den wolkenbruchartige Regenfälle, zum Teil auch Graupel-, Hagel- oder Schneeschauer kennzeichnen. Diese Wasserdampfkondensationen sind mit elektrischen Aufladungen verknüpft. Wachsende Spannungsunterschiede führen zu Blitzen und anschließendem Donner. Bereits einige Stunden vor dem Gewitter kann man mit Hilfe des Barometers einen auffälligen Luftdruckfall beobachten.

Physik

Gewitter werden ausgelöst bei schnellem Aufsteigen feuchter Warmluft in größere Höhen (Wärmegewitter) oder bei heftigem Zusammenreffen von feuchter Warmluft mit einer größeren Kaltluftfront (Frontgewitter). Bei diesem Prozeß kommt es zu kraftvollen Luftströmungen. Aufwinde führen hinauf bis in Höhen von 10.000 Meter. Die damit verbundene Abkühlung der Luft bringt Kondensation mit sich, also Wasserdampf wird verflüssigt. Da Gewitterwolken Minusgrade aufweisen, ist der in ihnen enthaltene Niederschlag entweder in Form von Eiskristallen oder unterkühlten Wassertropfen vorhanden. In der Regel sind beide Formen anwesend. Es findet eine Wechselwirkung zwischen Eis- und Wasserteilchen und dem in der Wolke vorhandenen elektrischen Feld statt, die hohe Spannungen erzeugt. In Gewitterwolken wurden Feldstärken von 3500 V/m gemessen. Die negativen und positiven Ladungen sind auf Grund der unterschiedlichen Fallgeschwindigkeiten der Eis- und Wasserteilchen getrennt. Die Wolke wirkt wie ein Generator. Bei entsprechenden Feldstärken kommt es darin zur Entladung (Blitz!), worauf der Generator Wolke neu aufzuladen beginnt. Der plötzlich ansteigende Druck in dem heißen Blitzkanal breitet sich als Stoßweite aus. Er wird als Donner hör-

bar. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit (= Schallgeschwindigkeit 330 m/s) ermöglicht eine Entfernungsbestimmung eines Gewitters.

Wettergeschehen

Die Wärmegewitter sind örtlich begrenzte Ereignisse und die Folge einer intensiven Sonneneinstrahlung. Das Aufsteigen der feuchten Warmluft wird unterstützt durch Aufwinde, die sich von allein an Berghängen ausbilden. Wärmegewitter gehören zum sommerlichen Wettergeschehen. Oft dauert ein Wärmegewitter nur 1-2 Stunden und danach scheint wieder die Sonne. Frontgewitter entstehen, wenn als Folge einer Westwetterlage eine Kaltfront auf den Kontinent vorstößt und dabei auf Warmluft trifft. Diese Warmluft wurde während einer Hochdrucklage angeheizt und ist stark mit Wasserdampf durchsetzt (Verdunstung!). Der Kaltfront eilt Warmluft voraus, die die bekannte schwüle Wetterstimmung noch verstärkt. Die Turbulenzerscheinungen in Frontgewittern sind gewaltig. Die Gewitterfront erreicht oftmals einige hundert Kilometer Länge und zieht westöstlich über Europa hinweg. An den Küsten sind Frontgewitter häufiger als im Binnenland. Frontgewitter sind nicht auf den Sommer beschränkt. Wintergewitter sind Frontgewitter mit kräftigem Schneetreiben.

Prognose

Das örtlich begrenzte Wärmegewitter muß nicht zu einer Wetterverschlechterung führen. Es bringt Abkühlung, oft sogar nur vorübergehend. Wenn keine Änderung der Windrichtung nach dem Gewitter eintritt, ist mit Wetterberuhigung zu rechnen. Bei rascher Verdunstung der gefallen Niederschläge ist die Neubildung eines Wärmegewitters noch am selben Tag nicht ausgeschlossen. Ist die Abkühlung bei einem Wärmegewitter sehr stark, sind länger andauernde Niederschläge (Landregen!) zu erwarten. Dies geschieht hauptsächlich dann, wenn der Wind von Ost auf West umspringt. Frontgewitter leiten häufig einen Wetterumschwung ein (Westwetterlage).