

Drucksysteme

Nachfolgend ein Auszug zum Thema Drucksysteme. Der Text stammt aus dem Buch „Streckenflug – leicht gemacht“ von Bernhard Eckey und ist unter anderem beim irl-shop.de für 39,90 € erhältlich. Dieses Buch kann ich jedem nur empfehlen 😊. Weiter wurden Bilder mehrheitlich aus dem deutschen Wikipedia verwendet.

Die mittlere Temperatur auf der Erdoberfläche liegt bei etwa +15°C. In den Tropen herrscht im Mittel eine Temperatur von +25°C und in den Polregionen von -25°C, aber grossräumige Luftbewegungen in der Atmosphäre versuchen ständig diese Ungleichheiten auszugleichen.

Am Äquator steigt Warmluft ständig auf grosse Höhen und von dort fliessen diese Luftmassen in Richtung der Pole. Bereits in ca. 30-40° nördlicher Breite sind die durch die Corioliskraft so weit abgelenkt, dass sie nicht von Süd nach Nord, sondern von West nach Ost fliessen und dabei absinken. Das Ergebnis ist ein Gebiet hohen Druckes rund um den Erdball. Diese Hochdruckzone und ein Tiefdruckgürtel in Höhe des sechzigsten Breitengrades geraten aneinander, so dass grossflächige Störungen entstehen, die letztlich für regelmässig durchziehende Hoch- und Tiefdruckgebiete verantwortlich sind.

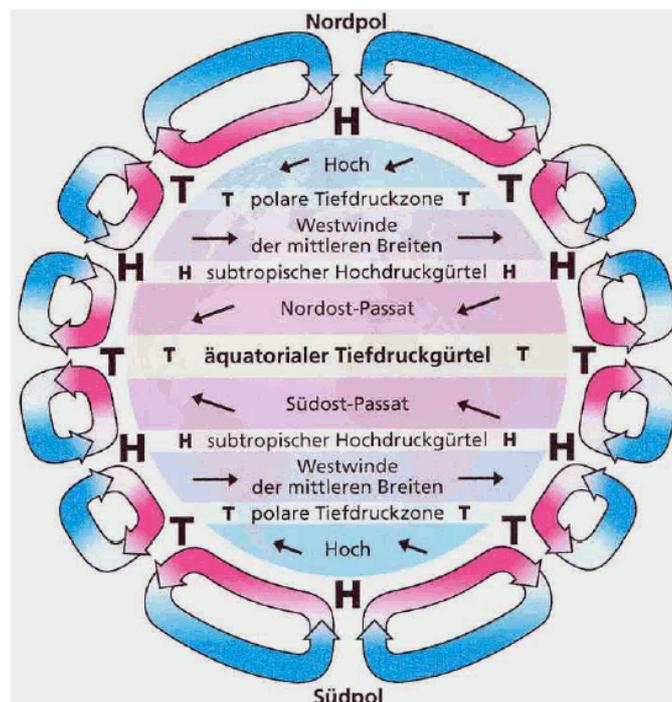


Bild 1: Zirkulation mit Erdrotation

Zentraleuropa liegt in etwa auf dem 50sten Breitengrad. Dank dem warmen Golfstrom entsteht hier eine gemässigte Klimazone mit vorwiegend westlichen Winden, die von der allgemeinen Polarbeziehungswise Passatzirkulation bestimmt wird. Die drei dominanten Luftdrucksysteme, die das europäische Klima beeinflussen, sind das Azorenhoch, das Islandtief und je nach Jahreszeit wechselnde Druckgebiete, die über Asien liegen.

Hochdrucksysteme:

In Hochdrucksystemen treffen wir auf absinkende Luftmassen, die auf der nördlichen Erdhalbkugel langsam im Uhrzeigersinn rotieren. Die absinkende Luft wird leicht komprimiert und die dadurch entstehende Temperaturerhöhung erlaubt eine grössere Feuchtigkeitsaufnahme. Die Luftfeuchtigkeit

geht zurück und die Wolken lösen sich auf, so dass Hochdrucklagen oft mit einem blauen Himmel in Verbindung stehen.

Bemerkenswert ist, dass absinkende Luftmassen eine Inversionsschicht hinterlassen, die vor allem im nordöstlichen Viertel des Hochdruckgebietes besonders stark ausgeprägt ist. Nach C.E. Wallington (Meteorologie for glider pilots) beträgt die Sinkgeschwindigkeit in 3000 Meter Höhe in einem ausgeprägten Hochdruckgebiet ca. 90 Meter pro Stunde. Auf den ersten Blick ist das recht unerheblich, aber wenn wir davon ausgehen, dass die Luftmasse ungesättigt ist (und daher eine Temperaturänderung gemäss dem trockenadiabatischen Temperaturgradienten von 9.8°C pro 1000 Meter erfolgt) dann bedeutet das eine Erwärmung von 9°C über 10 Stunden. Das ist mehr als genug um eine starke Inversion zu verursachen, die sogar in verschiedenen Höhen auftreten kann. Zwar gibt es nach wie vor Thermik, sie ist aber sehr eng und zerrissen und nicht selten schwer ausfliegbar. An Tagen, die durch ein starkes Hochdruckgebiet gekennzeichnet sind, beginnt die Thermik oft erst nach Mittag, aber im Laufe des Nachmittags gibt es in der Regel verlässliche Blauthermik.

Tiefdruckgebiete:

Der umgekehrte Prozess findet in einem Tiefdruckgebiet statt. Die Luft zirkuliert entgegen dem Uhrzeigersinn und steigt an. Dabei expandiert sie und kühlt aus, so dass sie weniger Feuchtigkeit binden kann. Die steigende Luftfeuchtigkeit ist für auftretende Wolkenformationen verantwortlich, die oft eine erhebliche vertikale Ausdehnung haben, und zwar ganz besonders im Zentrum des Tiefs. Eine niedrige Wolkenbasis sowie einsetzender Nieselregen beziehungsweise Niederschlag bringen Thermik zum Erliegen. Dagegen können in den Randgebieten eines Tiefs hervorragende Bedingungen angetroffen werden, solange keine abschirmende Wolkendecke vorhanden ist.

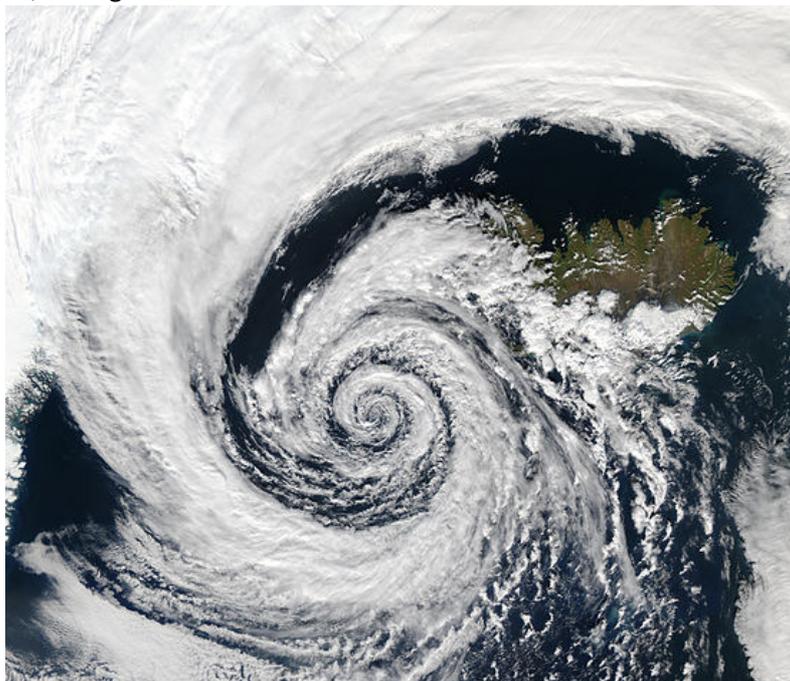


Bild 1: Tiefdruckgebiet über Island

Fronten:

Wenn zwei Luftmassen aus verschiedenen Ursprungsgebieten (und folglich mit unterschiedlichen Eigenschaften) aufeinander treffen, so vermischen sie sich kaum und bleiben durch eine relativ enge Überganszone voneinander getrennt.

Die Grenzzone zwischen zwei verschiedenen Luftmassen wird als Front bezeichnet und die Temperatur des vorderen Randes der sich bewegenden Luftmasse entscheidet darüber, ob wir von einer Kalt- oder Warmfront sprechen. Die horizontale Überganszone ist oft nur einige zehn Kilometer breit, so dass die Trennstelle auf den Wetterkarten als Linie gekennzeichnet ist.

Wird eine kältere Luftmasse durch wärmere ersetzt, dann spricht man von einer Warmfront, die auf der Wetterkarte mit roten Halbkreisen dargestellt wird. Wird eine wärmere Luftmasse durch eine kältere ersetzt, spricht man von einer Kaltfront (blaue Dreiecke auf der Wetterkarte).

Hat die Kaltfront die voranlaufende Warmfront eingeholt, so nennt man diesen Vorgang Okklusion, aber wenn sich die Grenzfläche zwischen zwei Luftmassen nicht mehr bewegt, so spricht man von einer stationären Front.

Warmfront:

Beim Aufzug einer Warmfront reden Segelflieger vom Vorderseitenwetter. Strömende Warmluft gleitet wegen ihrer geringeren Dichte auf die vorgelagerte, träge und schwere Kaltluft auf und erfährt dabei eine Hebung. Die Vertikalgeschwindigkeiten von ca. 0.1 m/s führen zur Bildung von mächtigen Schichtwolken, die oft zu landregenartigen Niederschlag neigen.

Eine Warmfront kündigt sich zunächst durch immer dichter werdende Cirruswolken (Ci) an. Sie bestehen aus winzigen Eiskristallen und erscheinen etwa 700-1000 km von der Bodenfront. Die Sicht geht durch die zunehmende Feuchte langsam aber stetig zurück. Der Cirrus geht langsam ins Cirrostratus (Cs) über und überzieht dabei allmählich den ganzen Himmel. Auftretende Haloerscheinungen deuten an, dass die Wolke ebenfalls aus Eiskristallen besteht.

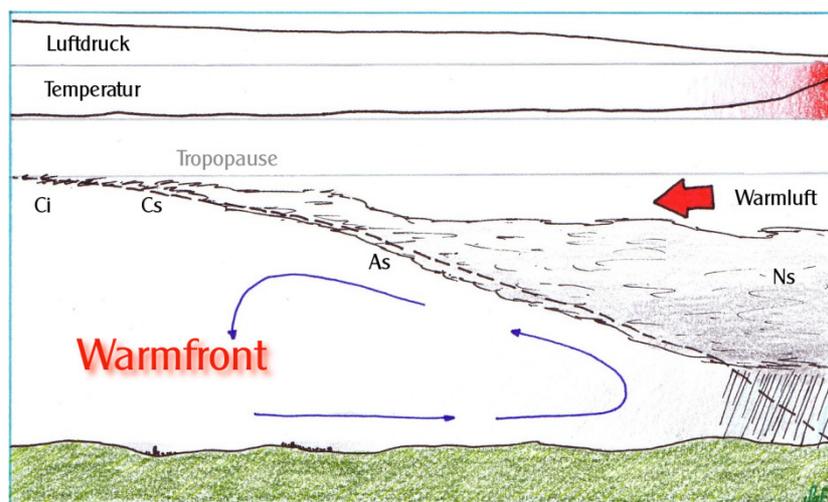


Bild 2: Warmfront

Die Cirrostratusdecke wird kontinuierlich durch Altostratus abgelöst, wobei die Sonne aber noch diffus sichtbar bleibt. Die Untergrenze des Altostratus sinkt kontinuierlich ab, darunter ziehen tiefe Stratocumuluswolken (Sc) auf. Niederschlag setzt ein, der mit dem Aufzug von Nimbostratus (Ns) im unmittelbaren Frontbereich in der Regel immer heftiger wird. Etwa 300 km vor der Bodenfront setzt Dauerniederschlag ein und die Sicht kann je nach Regenintensität bis auf 1 km und weniger zurückgehen. Stratusfetzen können fast am Erdboden aufliegen. Nach Durchzug der Front lichtet sich die Bewölkung und geht in flache Sc-/Ac-Bewölkung über. Der Dauerniederschlag macht allmählich leichten Sprühregen Platz.

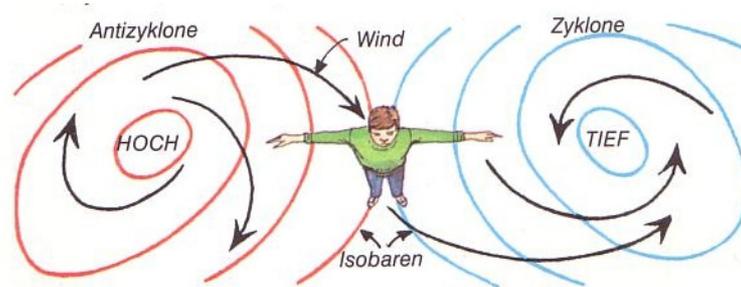


Bild 3: Windrichtung

Kaltfront:

Strömt kältere Luft gegen Warmluft, so spricht man von einer Kaltfront. Im Vergleich zur Warmfront bewegt sie sich relativ rasch fort. Während der Vorwärtsbewegung wird die Luft in den unteren Luftschichten durch die Reibung gebremst. Der Kaltluftkeil erhält dadurch nahe der Erdoberfläche eine steilere Neigung als eine Warmfront, und die an der Frontfläche aufsteigende Warmluft bildet oft konvektive Quellwolken. Kaltfronten haben eine besondere Bedeutung für den Segelflug. Nach ihrem Durchzug finden wir „Rückseitenwetter“ vor, das durch aufgelockerte Quellbewölkung, böigen Wind aus Nordwest und gute Sicht ausserhalb der gelegentlich noch auftretenden Schauer gekennzeichnet ist.

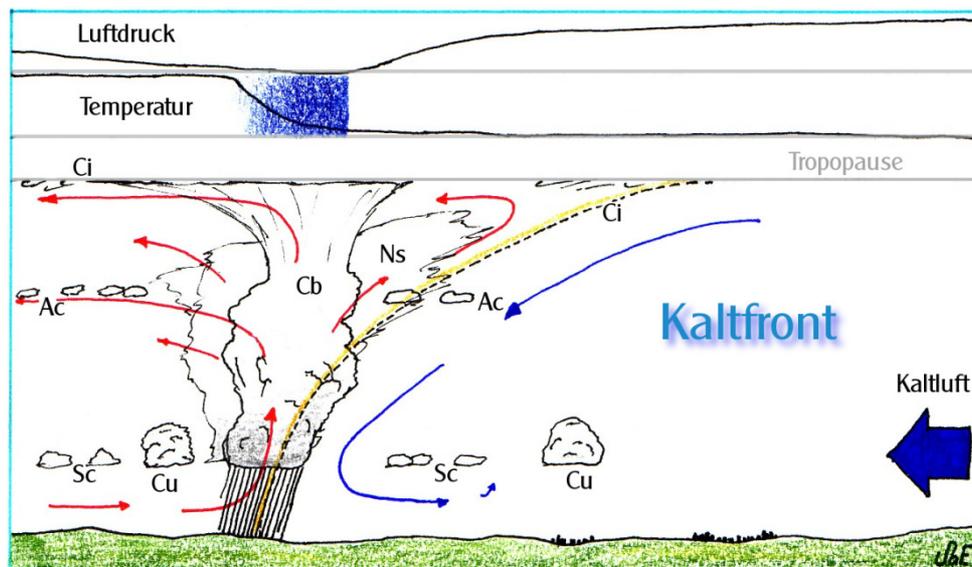


Bild 4: Kaltfront

Erfahrene Segelflieger wissen, dass einfließende Kaltluft zu einer Labilisierung der Luftmassen führt, die sowohl eine Verstärkung als auch eine Verlängerung der Thermik nach sich zieht. Warum ist das so, zumal doch die einstrahlende Sonnenenergie bei warmer oder kalter Luft identisch ist? Verantwortlich ist die Feuchtigkeit des Untergrundes und die Tatsache, dass bei der Verdunstung von Feuchtigkeit sehr viel Wärme verbraucht wird. Da warme Luft viel mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann als kalte, verliert warme Luft einen Grossteil der eingestrahnten Sonnenenergie durch Verdampfung von Wasser. Dagegen steht bei kalter Luft die einstrahlende Sonnenenergie fast ausschliesslich der Erwärmung zur Verfügung. Erwähnenswert ist aber, dass über trockenem Untergrund auch warme Luft sehr labil sein kann.

Okklusion:

Wenn sich die Kaltfront schneller als die Warmfront bewegt, kommt es zu einer Vereinigung, und man spricht allgemein von einer Okklusion. Dabei wird die Warmluft vom Boden angehoben und ist nur noch als Warmluftschale in der Höhe vorhanden, so dass Okklusionen besonders gut ausgeprägt

im Temperaturfeld der Höhenwetterkarten zu finden sind. Auf den Wetterkarten ist dies als eine Kombination von Kalt- und Warmfront dargestellt. Wir unterscheiden zwischen Warmluft- und Kaltluftokklusion, aber während der europäischen Segelflugsaison haben wir es in der Regel mit Kaltluftokklusionen zu tun. Hier wird mit dem Durchgang der Okklusion die warme, aufgeheizte Festlandluft durch kühlere Atlantikluft ersetzt.

Tröge:

Wenn sich die Isobaren eines Tiefdruckgebietes sehr stark in eine Richtung ausdehnen, sprechen Meteorologen von einem Trog. Auf den Wetterkarten ist die Trog Achse als gestrichelte Linie dargestellt. Ähnlich wie Hoch- oder Tiefdruckgebiete, ziehen Tröge in der Regel von West nach Ost. In subtropischen Gebieten auf der Nordhalbkugel bieten Tröge zum Teil ganz hervorragende Segelflugbedingungen, solange man sich auf der richtigen Seite der Trog Achse aufhält. In relativ trockenen Luftmassen finden wir östlich der Trog Achse gute bis sehr gute Segelflugbedingungen vor. Dagegen sind thermischen Bedingungen auf der westlichen Seite bedeutend schlechter. Direkt unterhalb der Trog Achse kann man oft fantastische Aufwind Reihungen beobachten, die sich gelegentlich durch ein ausgeprägtes Wolkenband zu erkennen geben.

In Mitteleuropa sind Tröge häufig mit starker Bewölkung oder sogar Schauern verbunden. Sie bieten Segelfliegern daher nur äusserst selten brauchbare Bedingungen und haben hier kaum Relevanz für Streckenflugvorhaben.

Hochdruckrücken:

Das Gegenstück eines Troges ist der Hochdruckrücken – die einseitige Ausdehnung eines Gebietes hohen Luftdrucks, bei dem sich der höchste Druck entlang einer Linie befindet, welche die maximale antizyklonale Krümmung aufweist. Auf den Wetterkarten wird ein Rücken durch eine durchgezogene Linie markiert, die mehr oder weniger quer zu den Isobaren verläuft. Die Punkte, die bereits unter der Überschrift Hochdrucksysteme angesprochen wurden, behalten ihre Gültigkeit. Kurzum, Segelflug ist uneingeschränkt möglich, obwohl eine Absinkinversion die Arbeitshöhe stark einschränken kann.

Quellen

Eckey, Bernhard: Streckenflug – leicht gemacht. Bernhard Eckey, Australien.

Bildlegende

Bild 1: Zirkulation mit Erdrotation. 18.12.2011

http://www.immenstadt.de/se_data/_filebank/kriseneinsatz_hochwasserschutz/wetterprognose/wetterprognose.pdf

Bild 2: Tiefdruckgebiet. NASA, <http://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=68992>

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/bc/Low_pressure_system_over_Iceland.jpg/554px-Low_pressure_system_over_Iceland.jpg

Bild 3: Warmfront Source: german wikipedia, original upload 23. Nov 2004

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bb/Warmfront3.png>

Bild 4: Windrichtung Nordhalbkugel. 30. Jun. 2009

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/2/27/Windrichtung.jpg>

Bild 5: Kaltfront Source: german wikipedia, original upload 23. Nov 2004

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f1/Kaltfront3.png>