

Höhenwetterkarten, das Herz jeder Wetterprognose

Im Gegensatz zum Medienwetter, das fast ausschliesslich von den Bodenwetterkarten lebt, spielen in der Analyse und Prognose Höhenwetterkarten eine gleiche, wenn nicht sogar wichtigere Rolle.

Aus Zeitung, Fernsehen und Internet sind wir mit Bodenwetterkarten vertraut. Dargestellt ist meistens die Luftdruckverteilung auf Meeressniveau, oft ergänzt mit Fronten, charakteristischen Wettererscheinungen und manchmal sogar mit Piktogrammen verziert. Unser Wetter wird aber massgeblich durch Luftbewegungen in grösseren Höhen bestimmt. Einzige Ausnahme: Flachdrucklagen, die im Sommer häufig Gewitter verursachen und bei denen die Bodenbedingungen auch die Verhältnisse bis in grosse Höhen mit beeinflussen. In der Regel steuern jedoch die Vorgänge in der mittleren und höheren Troposphäre den Wetterablauf im Bodenniveau.

Isobaren auf den Bodenwetterkarten

Entscheidender Unterschied zwischen Boden- und Höhenwetterkarten ist die Referenzfläche, auf die sie sich beziehen. Auf Bodenwetterkarten bleibt das Niveau konstant. Es entspricht dem Meeresspiegel, auf den alle Druckwerte reduziert werden. Zwecks direkter Vergleichbarkeit werden alle Messwerte auf dieses Niveau heruntergerechnet. Innerhalb der untersten paar Hektometer der Atmosphäre ändert sich der Luftdruck um 1 Hektopascal (hPa) pro 8 Höhenmeter. In der Schweiz wird der Luftdruck an allen Stationen unterhalb 750mü.M. auf Meereshöhe reduziert. Anschliessend werden Punkte gleichen Luftdrucks miteinander verbunden. Die entstandenen Linien heissen dann Isobaren und zeigen die Verteilung von Hoch- und Tiefdruckgebieten im Bodenniveau. Daraus kann man die Windrichtung und -geschwindigkeit am Boden ableiten. Zusätzlich deuten Knicke im Isobarenverlauf auf Fronten hin. Je markanter der Knick, desto ausgeprägter sind die Wettererscheinungen entlang einer Front.

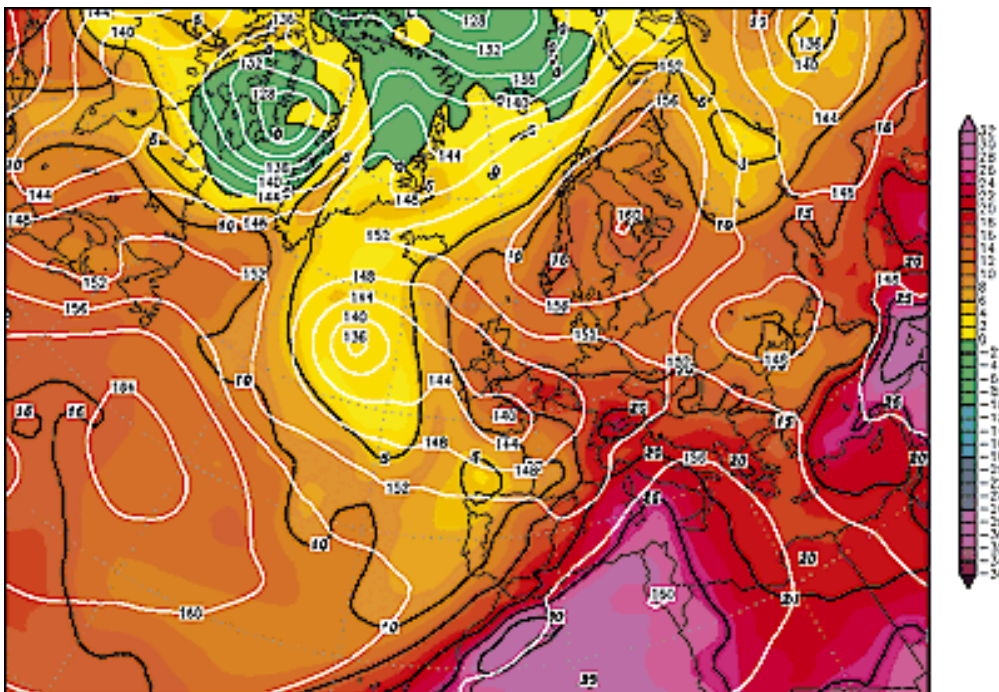


Abb. 1: 850 hPa Höhenkarte initialisiert am Dienstag 15. Juli 2003 um 18 Uhr UTC und gültig für Mittwoch den 16. Juli 2003 um 12 Uhr UTC. Die weissen Linien sind die Isohypsen und die farbigen Flächen die Temperaturprognosen für diese Höhe. Rechts ist die Skala für die Temperaturwerte.

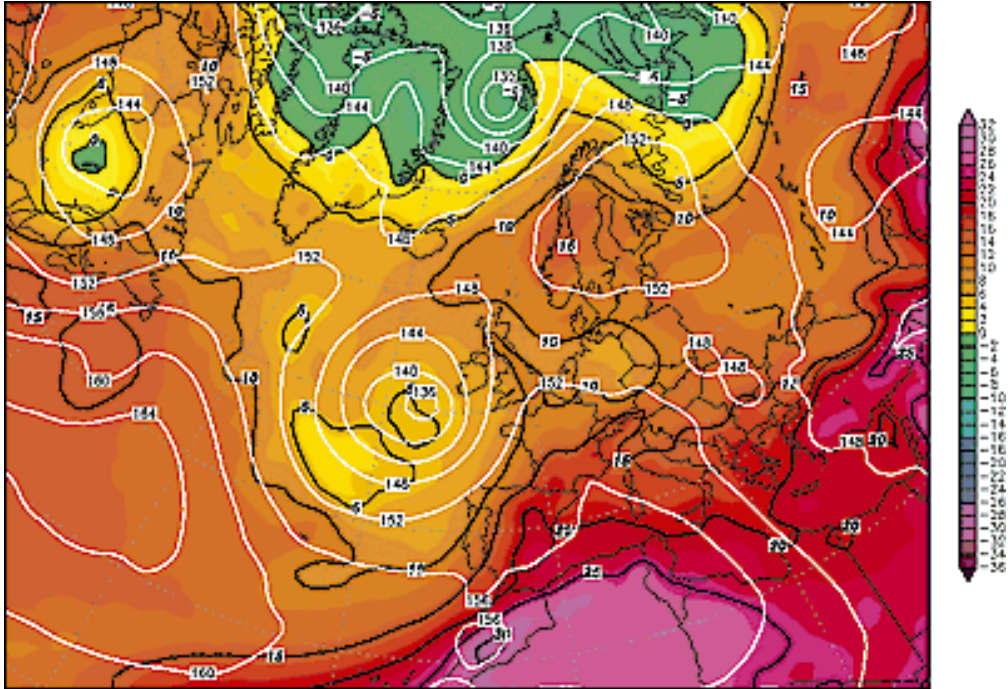


Abb. 2: 850 hPa Höhenkarte gültig für Samstag den 19 Juli 2003 um 12 Uhr UTC.

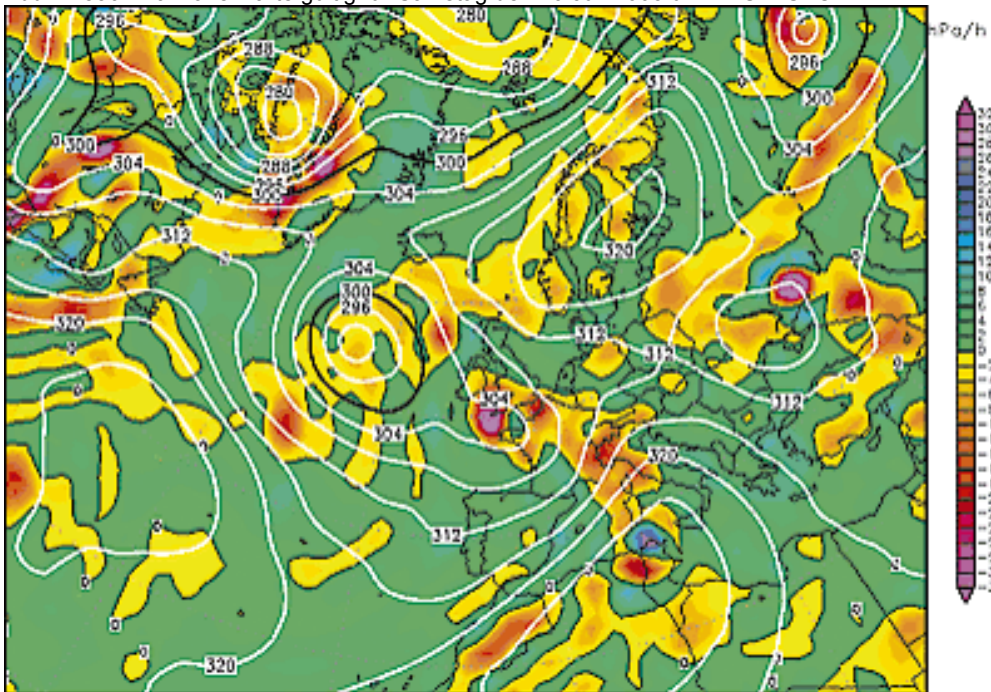


Abb. 3: 700-hPa-Höhenkarte gültig für Mittwoch den 16. Juli 2003 um 12 Uhr UTC. Die weissen Linien sind die Isohypsen, und die farbigen Flächen stellen die Vertikalbewegungen in diesem Niveau dar.

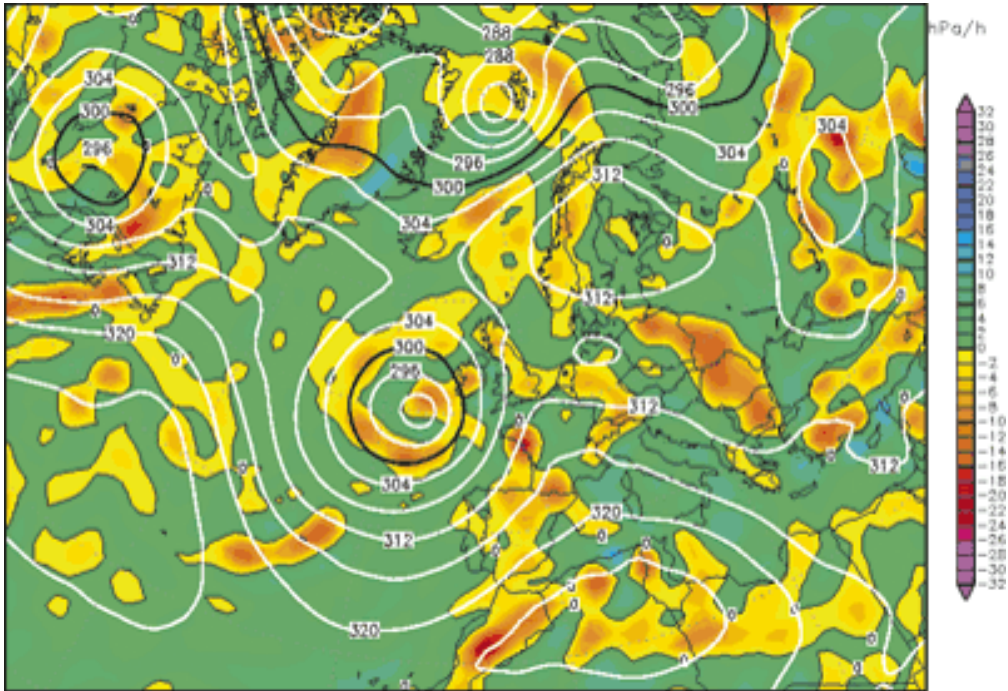


Abb. 4: 700-hPa-Höhenkarte gültig für Samstag den 19 Juli 2003 um 12 Uhr UTC.

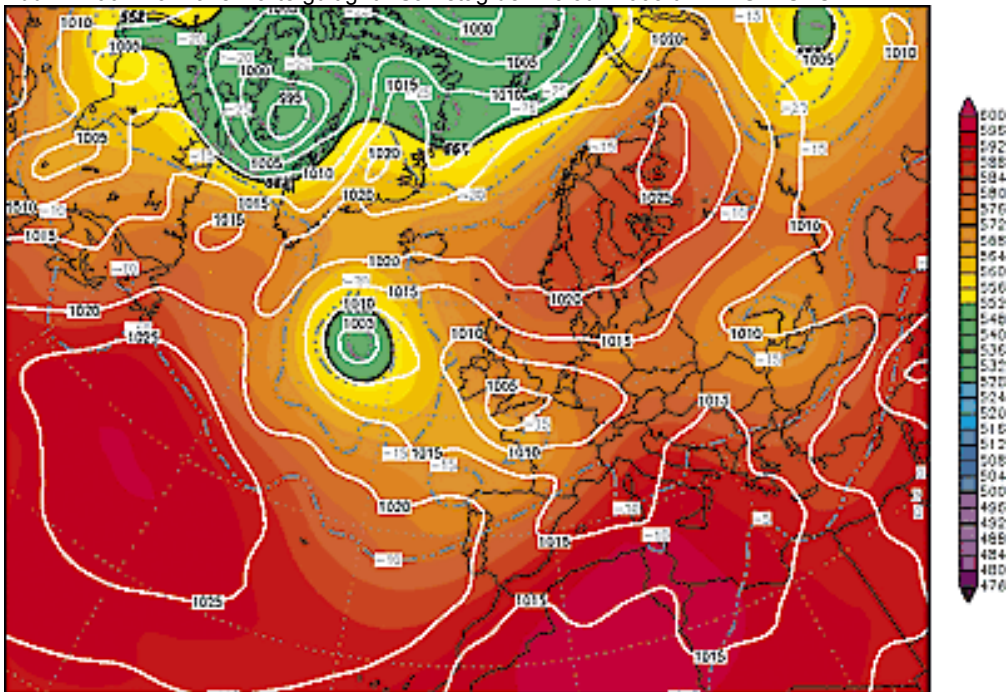


Abb. 5: 500-hPa-Höhenkarte gültig für Mittwoch den 16. Juli 2003 um 12 Uhr UTC. Die weissen Linien sind die Isobaren auf Bodenniveau, und die Grenzen der farbigen Flächen stellen die Isohypsen auf dem 500-hPa-Niveau dar.

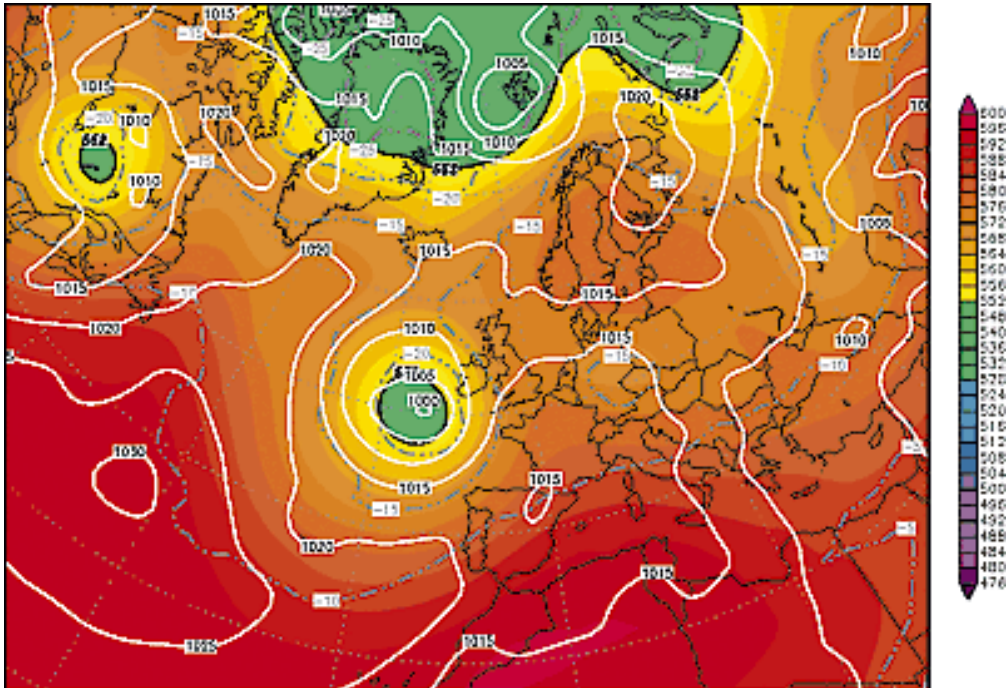


Abb. 6: 500-hPa-Höhenkarte gültig für Samstag den 19 Juli 2003 um 12 Uhr UTC.

Isohypsen auf den Höhenwetterkarten

Die Luftdruckmessungen an höher gelegenen Stationen (über 750 mü.M.) werden auf das nächstfolgende Standardniveau (Höhenwetterkarte) hinauf- bzw. hinuntergerechnet. Höhenwetterkarten beziehen sich fast ausschliesslich auf eine bestimmte Druckfläche. Statt wie bei den Bodenwetterkarten die Höhe (Meeresspiegel) konstant zu halten und dann den Luftdruck als Variable darzustellen, wird bei den Höhenwetterkarten der Luftdruck konstant gehalten und die Höhe variiert. Es handelt sich bei Höhenwetterkarten also um echte Höhenlinien. Statt von Isobaren (Linien gleichen Luftdrucks) spricht man von Isohypsen (Linien gleicher Höhe). Wie bei einer Landschaft wird in den Höhenwetterkarten die Höhe einer Fläche gleichen Luftdrucks dargestellt.

Isohypsen sind sozusagen die Umkehrung der Isobaren. Isobaren repräsentieren den Druck bei gleicher geographischer Höhe, während Isohypsen die geographische Höhe bei gleichem Druck (z.B. 850 hPa) darstellen. Die Höhen werden als Geopotentiale bezeichnet und lassen sich direkt durch die mittlere Temperatur zwischen dem Meeresspiegel und der Druckfläche bestimmen. Wird eine Luftsäule zwischen dem Meeresspiegel und der Druckfläche erwärmt, dehnt sie sich nach allen Seiten aus, und die Dichte der Luftmasse sinkt. Da sie auf dem Boden steht, kann die gesamte Ausdehnung in vertikaler Richtung nur nach oben erfolgen, während sie sich in der Horizontalen in alle Richtungen ausdehnen kann. Hohe Geopotentiale zeigen sich vor allem in den Subtropen, wo warme, weniger dichte Luft bis in grosse Höhen vorherrscht. Umgekehrt sind über den polaren Gebieten kalte und dichte Luftmassen die Ursache für tiefe Geopotentiale. Als Isohypsenabstände werden in den Höhenwetterkarten meistens 40, 60 oder 80 Höhenmeter gewählt.

Ein Wettervorhersagemodell rechnet zwischen dem Boden und der Tropopause mit bis zu 30 Druckflächen. Kein Meteorologe hat jedoch Zeit, so viele Höhenwetterkarten für einen Zeitpunkt zu analysieren. Deshalb werden im Routinedienst sogenannte Standarddruckflächen verwendet. Zu ihnen zählen die 925, 850, 700, 500 und 300 hPa (Druck-)Flächen. Besondere Beachtung bekommen vor allem die 850, 700 und 500 hPa Höhenkarten.

Der Vorteil des Höhenwetters ist, dass es nicht den kurzfristigen und sprunghaften Einflüssen unterliegt, denen das Bodenwetter durch Tag-/Nachtwechsel, Erwärmung/Abkühlung des Bodens, aber auch Topographie, Reibung des Windes an der Erdoberfläche usw. ausgesetzt ist. Somit lassen sich die effektiven Tendenzen besser aus dem Chaos herausfiltern als anhand des Bodenwetters. Wie bei den Bodenwetterkarten gibt es auch bei den Höhenwetterkarten Analysekarten, die sich auf das beobachtete Wetter beziehen, als auch Prognosekarten, die das zukünftige Wetter prognostizieren. Während bei der Analyse der aktuellen Wetterlage Boden- und Höhenwetterkarten eine ähnlich grosse Rolle spielen, nehmen bei der Mittelfristprognose

Höhenwetterkarten einen viel grösseren Stellenwert ein. Bei den Langfristprognosen ist fast nur noch die 500-hPa-Höhenwetterkarte ausschlaggebend, da die dort ablaufenden Prozesse und Windströmungen einen herausragenden Einfluss auf das Wettergeschehen haben.

850-hPa-Höhenkarte

Die Höhe dieser Druckfläche entspricht ungefähr 1500mü.M. In Abbildung 1 ist die Höhe (Geopotential) der 850 hPa Druckfläche zusammen mit der Temperaturverteilung in dieser Höhe dargestellt. Es handelt sich um eine Prognosekarte, die am Dienstag 15. Juli 2003 um 18 Uhr Z initialisiert bzw. gerechnet wurde und für den Mittwoch 16. Juli 2003 um 12 Uhr Z (= 12 Uhr UTC, = 14 Uhr Mitteleuropäische Sommerzeit) gültig ist. Die Isohypsen sind die weissen Linien und die Farben entsprechen den Temperaturprognosen. Die Isohypsen können gleich interpretiert werden wie Isobaren. Grosse Werte deuten auf ein Hochdruckgebiet hin, kleine Werte auf ein Tiefdruckgebiet. Ein Tief liegt über dem Atlantik südlich von Island und westlich von England. Das Hoch liegt über Tunesien mit Temperaturen über 30 °C. Die Schweiz liegt in einer südwestlichen Windströmung, und für diese Höhe werden Temperaturen um 20 °C prognostiziert. Über Frankreich ist eine markante Luftmassengrenze zu erkennen mit ca. 10 °C tieferen Temperaturen an der französischen Atlantikküste. Es kann bereits vermutet werden, dass es sich um eine herannahende Kaltfront handelt. Die Isohypsen sind in Dekametern angegeben, das heisst auf einer Höhe zwischen 1480 und 1520mü.M. misst der Luftdruck in der Schweiz 850 hPa. In Abbildung 2 ist die 850-hPa-Prognosekarte für Samstag 19. Juli, 2003 um 12 Uhr Z gegeben. Die Höhe der Druckfläche ist im Vergleich zum Mittwoch um 40 Meter angestiegen. Das heisst, die Schweiz sollte an diesem Tag zunehmend unter Hochdruckeinfluss gelangen, und die Temperaturprognosen sind auf 16 °C gesunken.

700-hPa-Höhenkarte

Die Höhe dieser Druckfläche entspricht ungefähr 3000 MüM. Zwischen 700 hPa und 500 hPa findet im klimatologischen Mittel die stärkste Hebung bzw. Subsidenz statt. Das heisst, mit diesen Karten kann man bereits erkennen, ob die Luftmassen eher aufsteigen und somit schlechtes Wetter überwiegt, oder ob die Luftmassen eher absteigen und schönes Wetter dominiert. Ausserdem ziehen mesoskalige Konvektionssysteme wie zum Beispiel Gewittersysteme im Sommer mit der 700-hPa-Strömung. Karten mit Angaben über die relative Feuchtigkeit in dieser Höhe liefern wertvolle Angaben zur Bewölkung und Niederschlagswahrscheinlichkeit. In Abbildung 3 ist die Höhe (Geopotential) der 700-hPa-Druckfläche zusammen mit der Vertikalbewegung in dieser Höhe dargestellt. Hoch- und Tiefdruckgebiet sind an den gleichen Orten wie im darunter liegenden 850-hPa-Niveau, aber über der Schweiz liegt jetzt in dieser Höhe eine stärker ausgeprägte südwestliche Höhenströmung. Die Isohypsen sind westlich der Schweiz stark zyklonal, das heisst um das Tiefdruckgebiet gekrümmt, und es muss mit einer Wetterverschlechterung gerechnet werden. Zudem ist die Vertikalbewegung, das heisst die Stärke der Aufwärtsbewegung der Luft süd-südwestlich der Schweiz, relativ stark (rot eingefärbte Gebiete). Zusammen mit der vorhandenen Feuchtigkeit an diesem Mittwoch muss mit Gewittern gerechnet werden, die sich intensivieren, sobald die zyklonalen Isohypsenkrümmungen die Schweiz erreichen. Über der Schweiz liegt die Höhe der 700-hPa-Druckfläche an diesem Tag auf 3120mü.M.

In Abbildung 4 ist die 700-hPa-Prognosekarte für Samstag 19. Juli, 2003 um 12 Uhr Z gegeben. Die Höhe der Druckfläche ist im Vergleich zum Mittwoch nur um 20 Meter auf 3140mü.M. angestiegen. Aber die Isohypsen 100 bis 300 km westlich der Schweiz sind stark antizyklonal gekrümmt, was zunehmende Subsidenz und somit schönes Wetter mit sich bringen wird.

500-hPa-Höhenkarte

50% der Atmosphärenmasse liegen unterhalb und 50% oberhalb von diesem Höhengniveau. Es entspricht einer Höhe von ungefähr 5500 mü.M. Entsprechend der Strömung in dieser Höhe ziehen die Hoch- und Tiefdruckgebiete am Boden. Bei der Interpretation dieser Karten ist es wichtig, das Wellenmuster zu beachten. Kurzwellentröge (schlechtes Wetter) mit Wellenlängen von 2000 bis 4000 km zeichnen sich durch deutliche Wetteraktivität aus. An der Trogvorderseite kommt es (häufig verbunden mit Tiefdruckaktivität in Bodennähe) zu veränderlichem Wetter mit Niederschlägen. Westlich des Höhentrog (Trogrückseite) setzt dagegen Subsidenz ein und damit Übergang zu hochdruckbestimmtem Wetter. Direkt unter der Keilachse (Höhenhoch) herrscht die grösste Subsidenz und damit verbunden meist sonniges Wetter ohne Cirren. In Abbildung 5 ist das 500-hPa-Geopotential zusammen mit dem Bodendruck und der Temperatur in dieser Höhe dargestellt. Es handelt sich wieder um eine Prognosekarte für den Mittwoch 16. Juli 2003 um 12 Uhr Z. Hier sind die weissen Linien die Isobaren und die farbigen die Isohypsen. Grau gestrichelt ist die Temperatur. Der Abstand zwischen zwei benachbarten

Isothermen beträgt 5 °C.

Auf dieser Karte sind zwei Tiefdruckzentren zu erkennen. Ein erstes Bodentief südlich von Island, das genau unter dem Höhentief liegt, und ein zweites Bodentief über Südengland. Die Höhenströmung über der Schweiz ist Südwest. Anhand der Isohypsen kann man über Ostitalien und Österreich einen Hochdruckkeil erkennen, welcher nach Osten abwandert. West-südwestlich der Schweiz liegt ein Höhentrog mit einer Wellenlänge von ca. 3000 km. Die Isohypsenkrümmung über Frankreich ist auch in diesem Niveau stark zyklonal. Zusammen mit dem nahe gelegenen Bodentief muss mit einer Wetterverschlechterung gerechnet werden.

Anders sieht die Situation aus für Samstag den 19. Juli 2003 um 12 Uhr Z (Abbildung 6). Ein Hochdruckkeil liegt mitten über Frankreich, und die Schweiz befindet sich an seiner Vorderseite. Das Bodendruckfeld ist zwar flach, aber die Subsidenz in der Höhe wird für überwiegend sonniges Wetter sorgen. Sollte einmal weder ein klarer Tiefdrucktrog noch ein Hochdruckkeil zu erkennen sein, muss man darauf achten, ob die Isohypsen unmittelbar westlich der Schweiz zusammen- oder auseinanderströmen. Konvergierende Winde bedeuten meist eine Wetterverschlechterung, während Divergenzen in den Höhenwetterkarten eine Wetterbesserung hervorrufen.

Die herausragende Stellung der 500-hPa-Höhenkarte bei der Mittel- bis Langfristprognose hat zur Folge, dass die Qualität eines Wettermodells oft mit dieser Variablen gemessen und anschliessend mit anderen Modellen verglichen wird. Dabei werden die effektiv am betreffenden Tag gemessenen Höhen (Analysekarten) mit den vergangenen Prognosekarten verglichen und die Abweichungen berechnet.

Internet

Jede Menge an Höhenwetterkarten findet man auf dem Internet. Nicht alle Modelle sind zugänglich, und je nach Modell stehen verschiedene prognostizierte Variablen zur Auswahl. Zwei besonders gute Adressen sind www.westwind.ch und www.wetterzentrale.de.

Micha Schultze



[Seitenanfang](#)