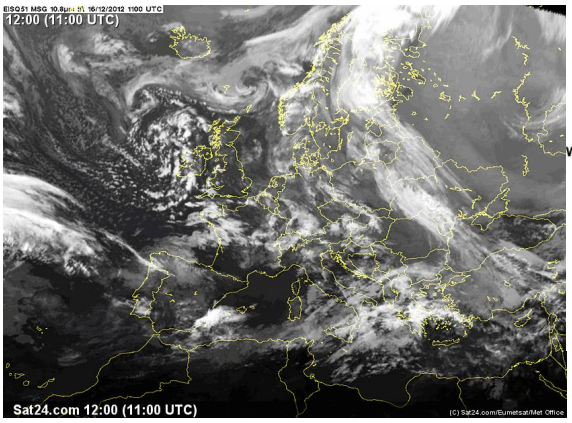
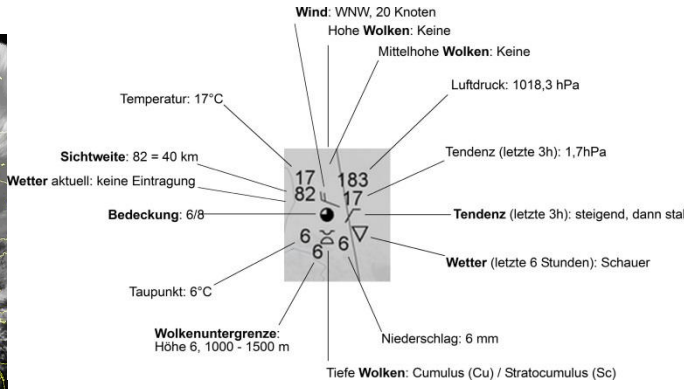
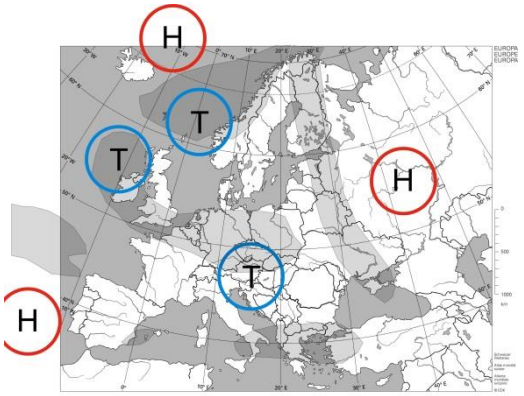
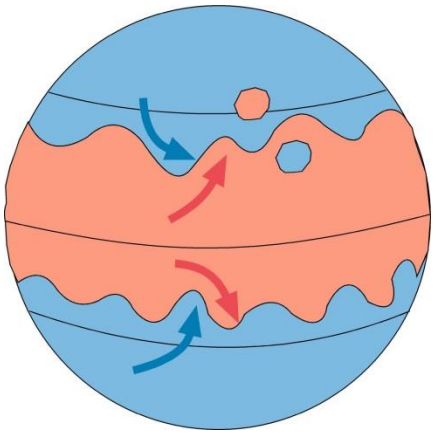
Landeshauptstadt Hannover

Schulbiologiezentrum









19.88

Wettervorhersage in der Schule (2)

Von der Wetterbeobachtung zur Wetterkarte und zurück
(Arbeitsfassung Juli 2016)

Juli 2016

Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover
Schulbiologiezentrum Hannover

Titel: Wettervorhersage in der Schule (2)
Von der Wetterbeobachtung zur Wetterkarte und zurück

Titelbild: Ingo Mennerich

Arbeitshilfe 19.88

Verfasser: Ingo Mennerich

Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover
Fachbereich Bibliothek und Schule
Schulbiologiezentrum
Vinnhorster Weg 2
30419 Hannover
Tel: 0511/168-47665
Fax: 0511/168-47352
E-Mail: schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de
Internet: www.schulbiologiezentrum.info

Inhalt

Ein paar Sätze vorweg

Hoch- und Tiefdruckgebiete (Arbeitsblatt)

Wetter in Europa (Material zur aktuellen Wetterlage)

Coriolis-Effekt (Information)

Coriolis-Effekt: Warum Luft im Kreis läuft (Arbeitsblatt)

Hochs- und Tiefs auf der Nord- und Südhalbkugel (Arbeitsblatt)

Mal kalt, mal warm: Wie wird es bei uns? (Arbeitsblatt)

Vier typische Wetterlagen im Winter und im Sommer

Hochs und Tiefs zum Ausschneiden (Folien für Europakarte)

Hochs, Tiefs und vier Luftmassen

Luftmassen (Ausschneidebogen zum Zuordnen)

Wo die Luft herkommt (Luftmassen, Arbeits- und Informationsblatt)

Mittlere Temperaturen Europa 1981 - 2010 (Jahreszeiten, Informationsblatt)

Mittlere Temperaturen Europa 1981 - 2010 (Monate, Informationsblatt)

Durchzug eines Tiefdruckgebietes (Informationsblatt)

Tiefdruckgebiet auf dem Satellitenbild und auf der Wetterkarte

Von West nach Ost ziehende Aufgleitbewölkung kündigt ein "Tief" an

Vom Satellitenbild zur Wetterkarte (Arbeitsaufgabe)

Mögliche Interpretation der Satellitenbilder

Erstelle deine eigene Wetterkarte mit Hilfe des "Seewetterberichts" (Arbeitsblatt)

Wie stark ist der Wind? (Isobarenabstand und Windgeschwindigkeit, Arbeitsblatt)

Suche den windigsten Ort in Europa (Arbeitsblatt)

Das Wetter ganz oben: Höhenwetterkarten

Der Jetstream bestimmt die Zugstraßen von Hochs und Tiefs (Kartenmaterial)

Der Jet-Stream: Der "Motor" unseres Wetters

Jet-Stream, mittlere und untere Atmosphäre, Bodentemperaturen (Verlauf über mehrere Tage)

Höhenwetterkarten: Geopotenzial und Windgeschwindigkeit

Windrichtung und -geschwindigkeit in der mittleren Atmosphäre (500hPa Druckfläche)

Satellitenbild und Analysekarte des Deutschen Wetterdienstes

Stationsmodell des Deutschen Wetterdienstes (Anordnung der Symbole in der Analysekarte)

Wetterkartensymbole (Analysekarte des DWD)

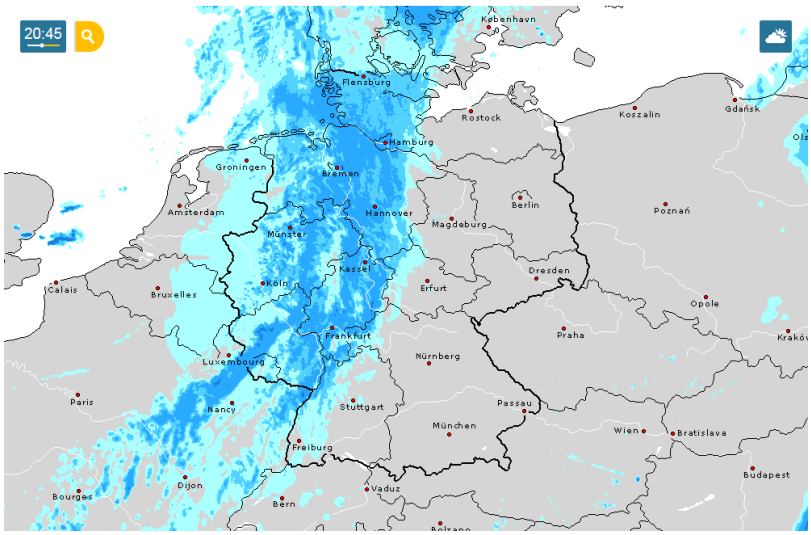
Monstersturm "Xaver" (Interpretation einer Analysekarte)

Aktuelle Wetterdaten (Formblatt)

Wie gut sind professionelle "Wetterfrösche"? Kurz- und Mittelfristvorhersagen des DWD

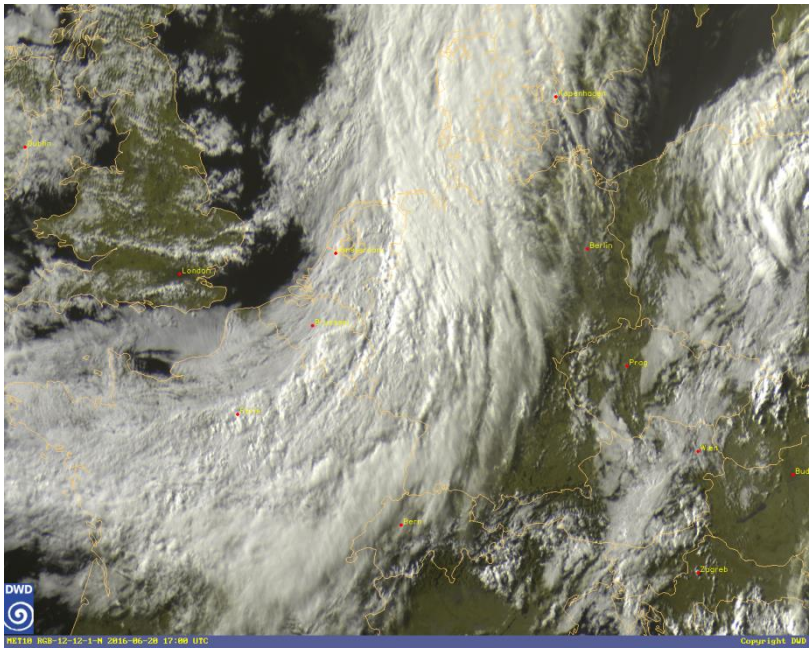
Synoptische Kurz- und Mittelfristvorhersage des DWD / Glossar

Wetter Online: Internetadressen zum Thema Wettervorhersage



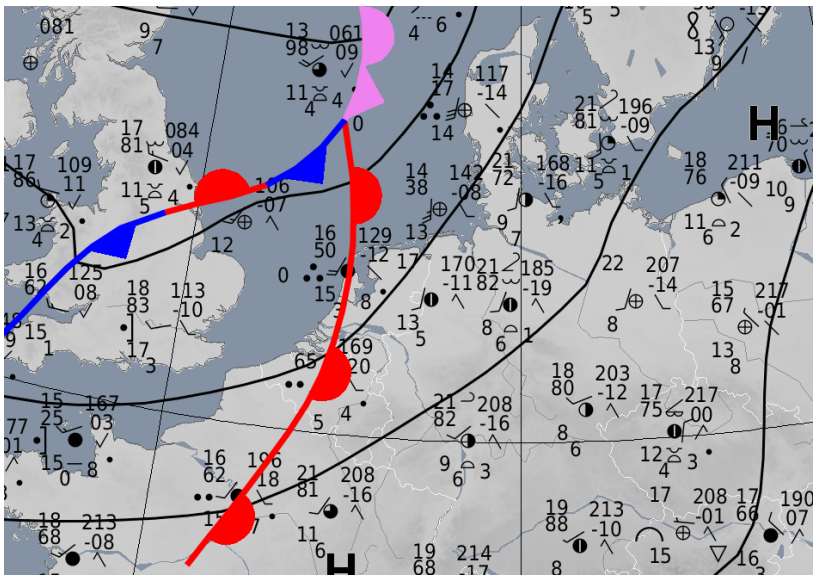
Regen im Smartphone

(wetteronline, Regenradar)



Deutschland von oben

(Deutscher Wetterdienst, MeteoSat)



Analysekarte

(Deutscher Wetterdienst)

Ein paar Sätze vorweg:

Zu Beginn der Jahrtausendwende (das ist noch gar nicht so lange her) haben wir im Unterricht eine Satellitenschüssel im Garten aufgestellt und uns das Wetter "vom Himmel" geholt. Mit einem speziellen Decoder empfingen wir die Bilder des Wettersatelliten "MeteoSat7" der "geostationär" in 36000 km Höhe über dem Äquator die Erde umkreiste. Dann erschien "Europa" als relativ kontrastarmes Schwarz-Weiß-Bild auf einem kleinen Fernsehgerät…

Heute kann man sich die Bilder von vielen Wettersatelliten ohne großen Aufwand in der U-Bahn sitzend auf das Display eines Smartphones ziehen.

Das allerdings machen wohl nur wenige, wozu auch? Eine Vielzahl kostenloser Apps liefert das Wetter von morgen, übermorgen und überübermorgen, ohne dass man sich Gedanken machen muss, warum es morgen wohl regnen könnte oder man das "kurze blaue" aus dem Schrank holen könnte. Wer ein paar der netten Symbole und Zahlen versteht kann auf diese Weise, auch ohne etwas von der Materie "Wetter" zu verstehen, in die Zukunft blicken.

Wir im Schulbiologiezentrum sind immer noch erfüllt von der Vorstellung, dass gut wäre, die Mechanik der Dinge die uns umgeben so weit wie nötig und so weit wie möglich zu verstehen.

Davon abgesehen wird es auch in Zukunft noch Menschen geben müssen, die das Wetter der nächsten Tage "im Griff" haben und ihre Prognosen an diejenigen weitergeben können, die keine Lust haben sich mit den Hintergründen zu beschäftigen.

Im zweiten Teil unserer Materialsammlung "Wetterprognose in der Schule" beschäftigen wir uns mit Satellitenbildern und Wetterkarten. Beide sind leicht im Internet abzurufen.

Satellitenbilder, besonders mehrere zu einem "Film" zusammengestellt, liefern demjenigen, der den Wolken ansehen kann, in welche Richtung sie ziehen und ob sie durch warme oder kalte Luft geprägt sind schon viele Hinweise auf das Wetter der nächsten Stunden und Tage.

Aus Satellitenbildern Kann man mit etwas Übung schon einfache Wetterkarten konstruieren und natürlich können die eigenen Versuche jederzeit mit den professionellen Ergebnissen der Wetterdienste verglichen werden.

Die in einer Analysekarte symbolhaft zusammengetragenen Wetterdaten sind im Kontext mit Satellitenbildern eine Fundgrube für die Wetterprognose. Man muss sie nur lesen können.

Der täglich erstellte "Seewetterbericht" informiert über die Lage, Zugrichtung und weitere Entwicklung von Hoch- und Tiefdruckgebieten.

Für den weltweiten Flugverkehr gibt es zum Beispiel "Windcharts" mit der Richtung und Stärke des Windes in verschiedenen Höhen. Auch daraus kann man die Position und Entwicklung von "Hochs" und "Tiefs".

Wer immer wieder die Durchzüge typischer "Tiefs" am Himmel beobachtet und auf Satellitenbildern oder Wetterkarten verfolgt wird bald in der Lage sein, Landregen, Schauer oder blauen Himmel vorauszusehen.

Früher haben Bauern gewusst was zu tun ist, wenn sich der Himmel mit hohen Schleierwolken überzieht und regenbogenartige "Nebensonnen" zu sehen sind.

Das Wetter in Bodennähe und in der unteren Atmosphäre wird "ganz weit oben" gestaltet. Deshalb lohnt sich der Blick auf den "Jet Stream", dem oft orkanartigen, in 10 bis 12 km Höhe um den Erdball jagenden "Strahlstrom". Seine Stärke und Zugrichtung erkennt man oft schon, wenn man die Kondensstreifen von Flugzeugen beobachtet. Wetterkarten der hohen Atmosphäre mit der Höhe (dem "Geopotenzial") bestimmten Luftdrucks zeigen große Luft-"Strudel" die in tieferen Lagen "Tiefs" und "Hochs" hinter sich herziehen.

Die Arbeitshilfe "Wetterprognose in der Schule" ist nicht als "Lehrbuch" gedacht. Sie umfasst in lockerer Folge Vorschläge für Arbeitsblätter, im Schulbiologiezentrum eingesetzte Materialien und einzelne Themenbereiche verbindende Kurzinformationen. Möge man sich herausgreifen was gerade passt. Wir würden uns freuen, wenn wir mit diesen Anregungen die eine oder andere "Wetter-AG" unterstützen könnten.

Fronten:

Warmfront		Warmluft erreicht den Boden
Kaltfront		Kaltfront erreich den Boden
Okklusion		Kaltfront hat die Warmfront eingeholt und sich mit ihr vermischt

Hoch- und Tiefdruckgebiete

Es gibt eine **ganz einfache** Regel:

- Stelle fest, woher der Wind weht.
- Drehe deine Nase in den Wind und breite deine Arme aus.
- Rechts ist das "Tief" und links ist das "Hoch".
- Kommt der Wind aus **Westen**, liegt das "Tief" im **Norden** und das "Hoch" im **Süden**.

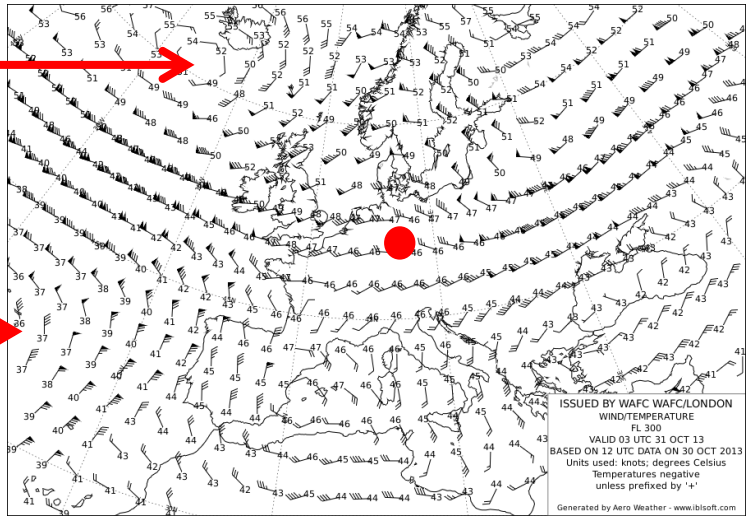
WINDKARTE

Oben links im Bild (südwestlich von Island) dreht sich die Luft **gegen den Uhrzeigersinn**

Dort ist ein "**Tief**" (T).

Unten links im Bild (im östlichen Atlantik) dreht sich die Luft **im Uhrzeigersinn**.

Dort ist ein "**Hoch**" (H).



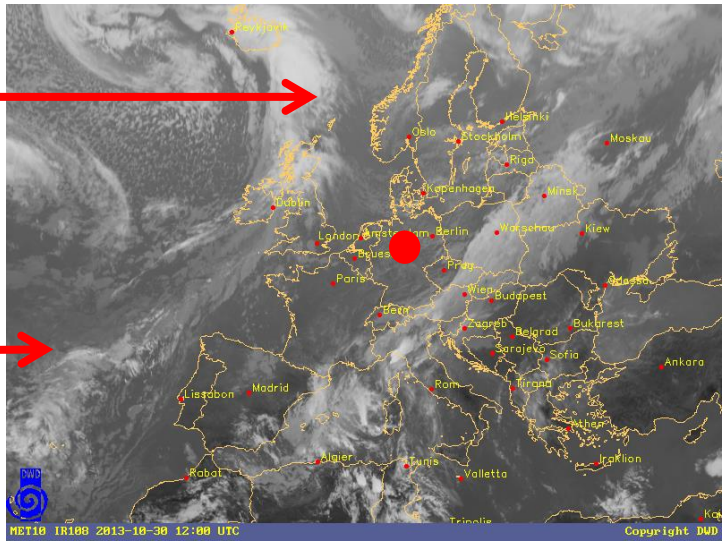
http://brunnur.vedur.is/flugkort/vindakort/eur_FL300_0300.png

Dazwischen weht der Wind aus **westlicher** Richtung ("Westwind").

SATELLITENBILD

Tiefdruckgebiete
bringen Wolken und Regen
(Island - Großbritannien)

Hochdruckgebiete
bringen wolkenfreien Himmel
(östlicher Atlantik)



www.dwd.de (Deutscher Wetterdienst)
Wetter 30.10.13, Zusammenstellung Ingo Mennerich, Schulbiologiezentrum Hannover

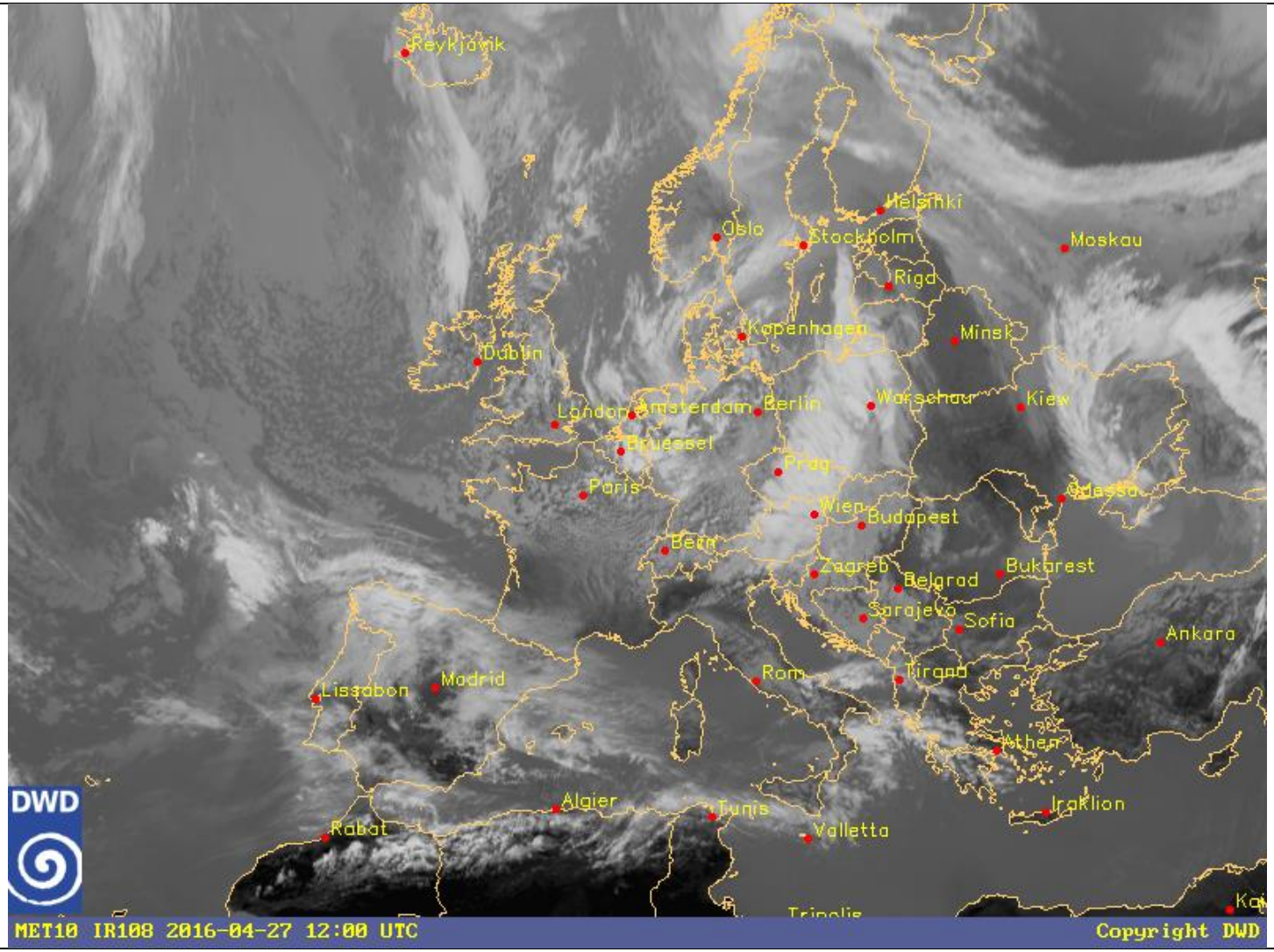
Schulbiologie zentrum Hannover

Wetter in Europa: Datum _____

Satellitenbild Europa
MeteoSat10

Infrarot (IR)

(Quelle: www.dwd.de)

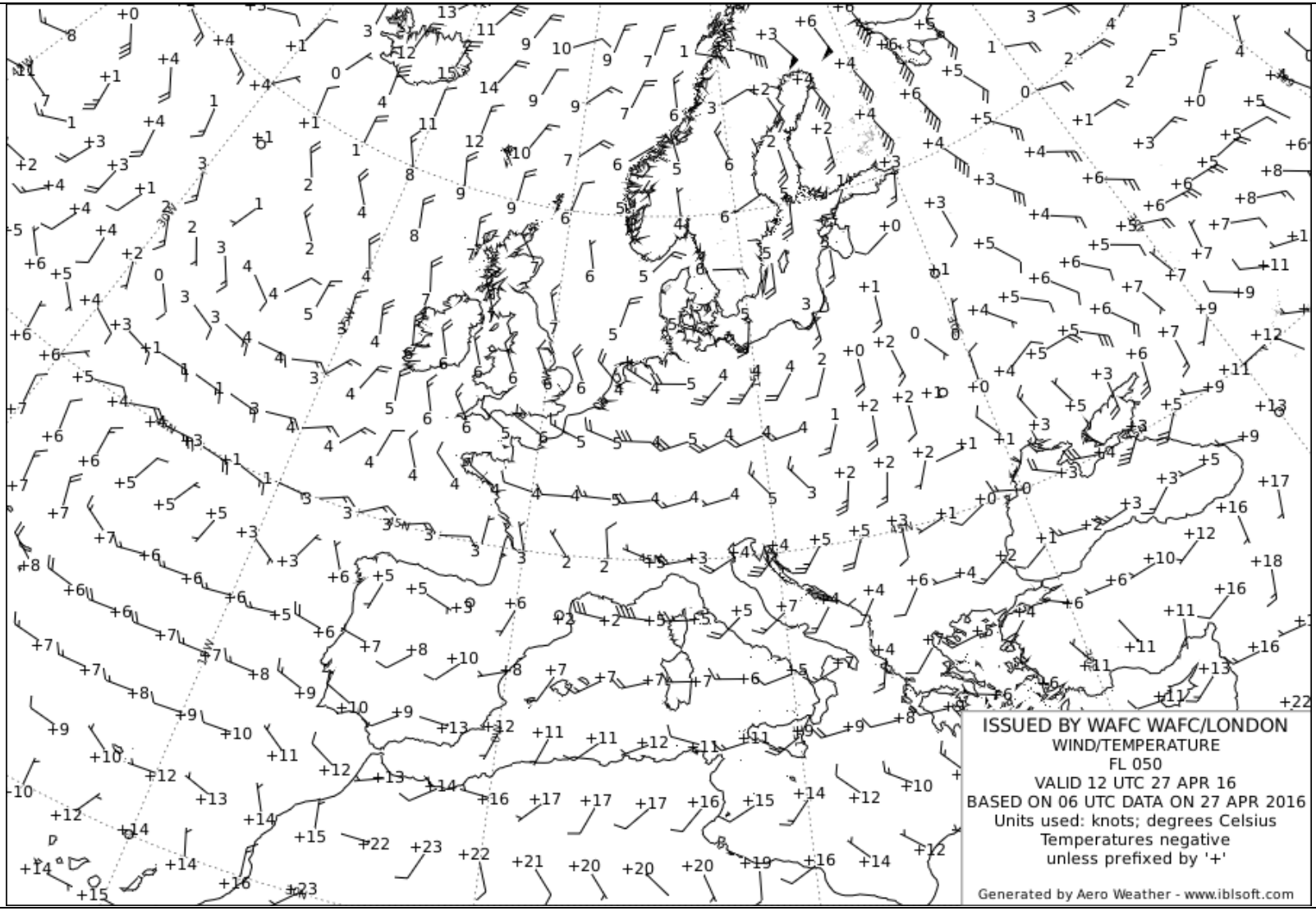


Windkarte Europa

FL 050

Höhe: _____ m

www.flyingineurope.be



Versuche, aus den Windrichtungen die Lage und Bewegungsrichtung von Hochdruck- und Tiefdruckgebieten zu bestimmen.
Die Windkarte gibt die Windrichtungen und -stärken in der **unteren** Atmosphäre wieder.

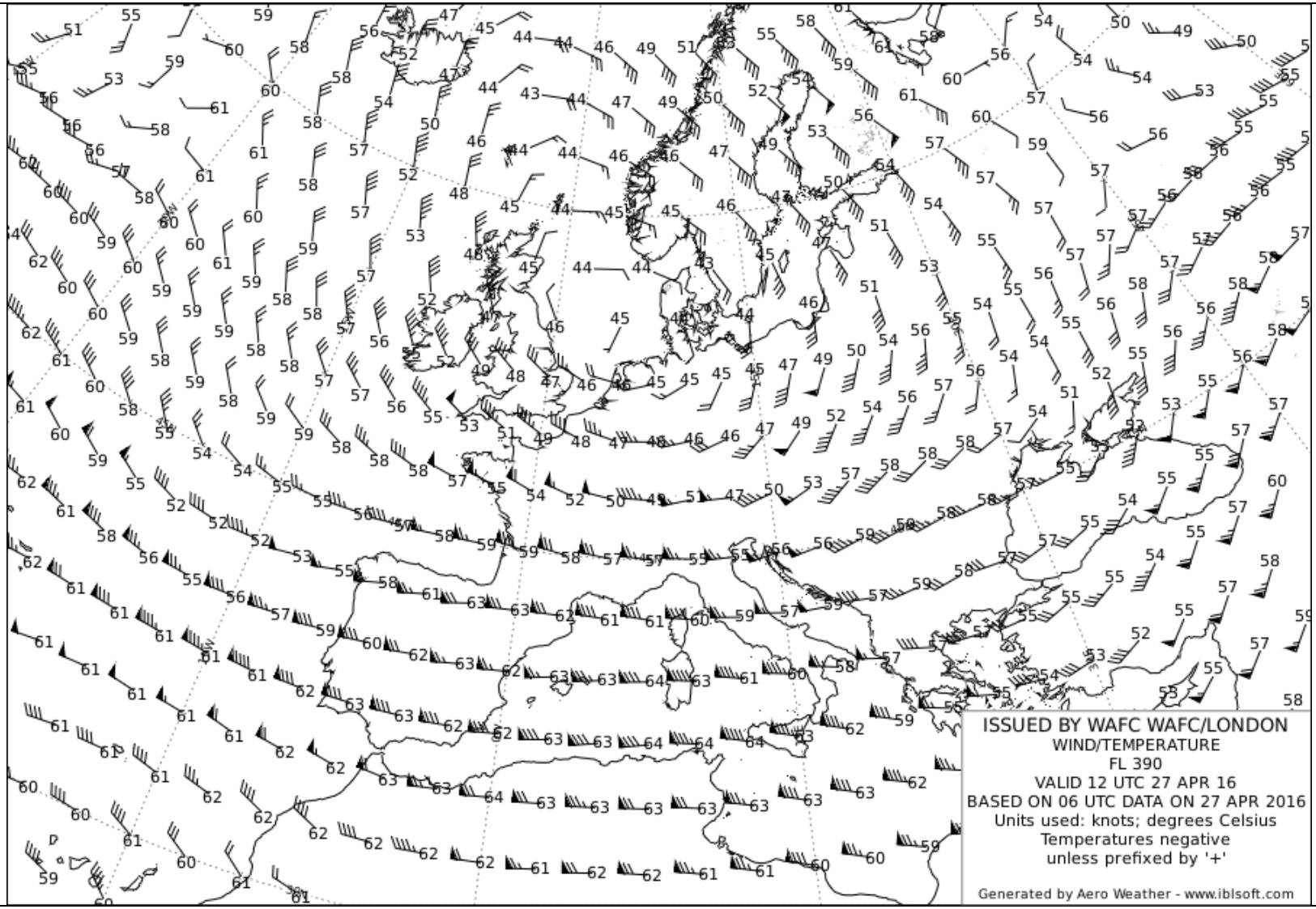
Windkarte Europa

FL 390

Höhe:

_____ m

www.flyingineurope.be



Versuche, aus den Windrichtungen die Lage und Bewegungsrichtung von Hochdruck- und Tiefdruckgebieten zu bestimmen.

Die Windkarte gibt die Windrichtungen und -stärken in der **oberen** Atmosphäre wieder.

Trage die Hoch- und Tiefdruckgebiete in die Karte ein

Europa Wetterkarte vom

_____

H

Hochdruckgebiet (Kern)

T

Tiefdruckgebiet (Kern)

Graue Flächen:

Wolken

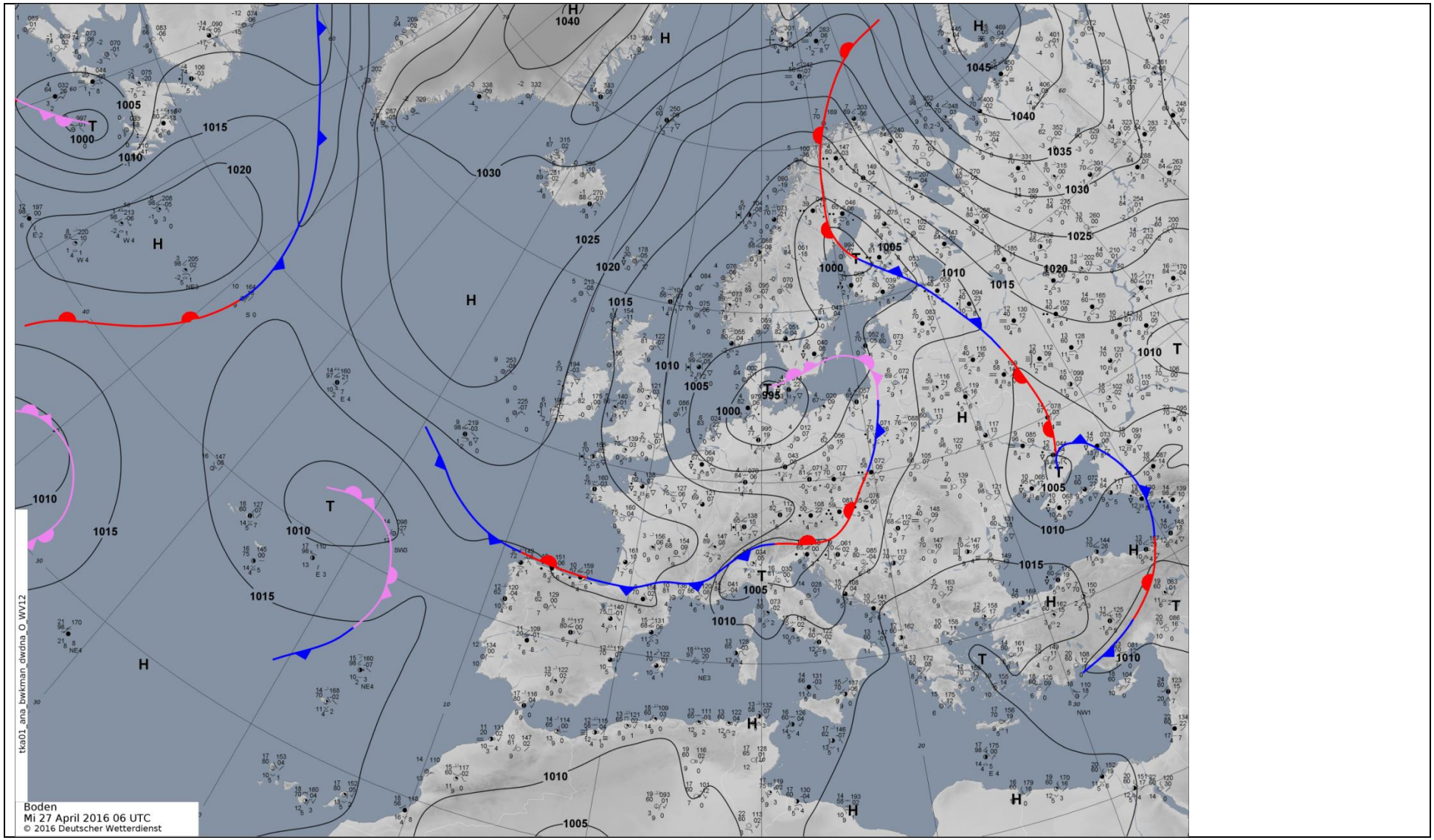
→

Wind

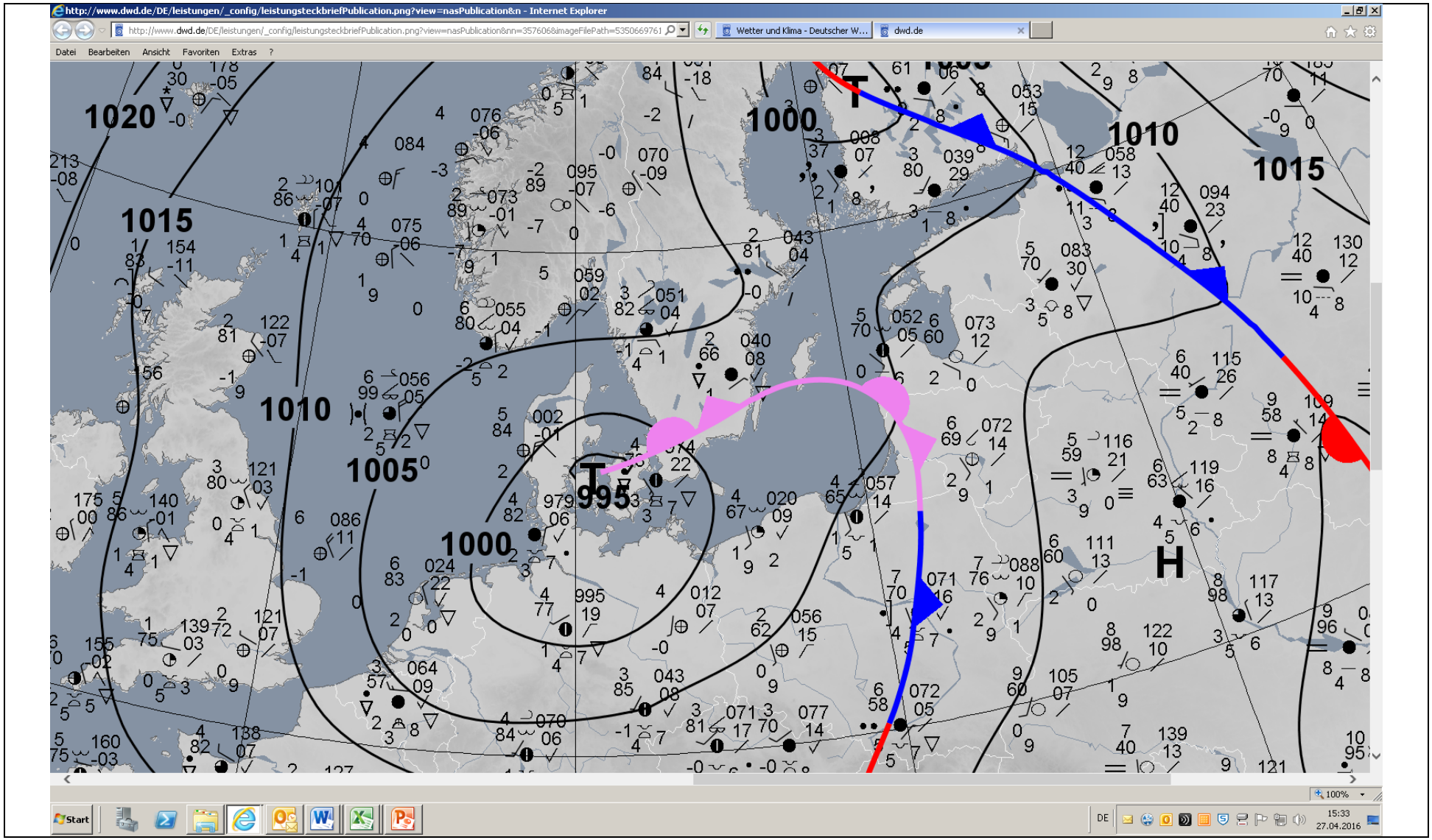
Blau: Kalt

Rot: Warm

Analysekarte Deutscher Wetterdienst (www.dwd.de)



Analysekarte Deutscher Wetterdienst, Ausschnitt (www.dwd.de)

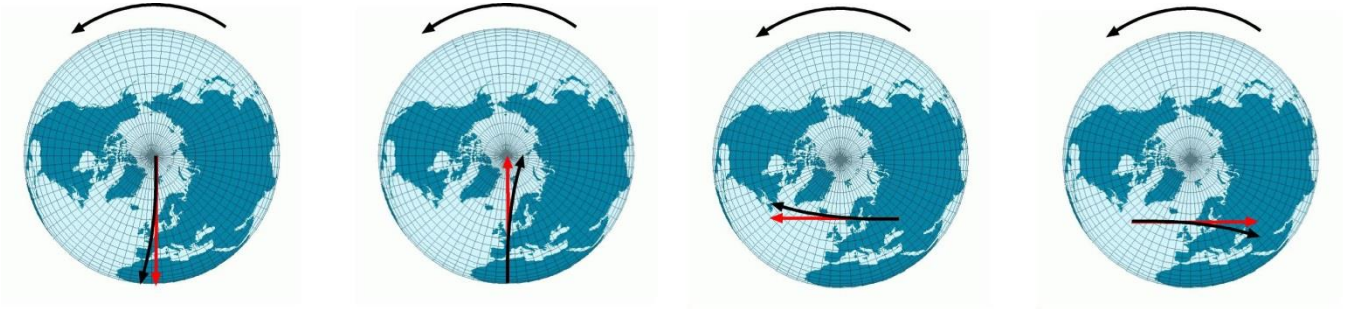


Coriolis-Effekt

- Die Erde rotiert in etwa 24 Stunden um ihre vom Nord- zum Südpol verlaufende Achse.
- Die Bahn eines sich geradlinig über der unter ihm rotierenden Erdoberfläche bewegenden Teilchens erscheint daher gekrümmt.
- Diese Ablenkung wird als **Coriolis-Effekt** bezeichnet.
- Die Erde rotiert von Westen nach Osten: Die Sonne geht in östlicher Richtung auf und in westlicher Richtung unter.

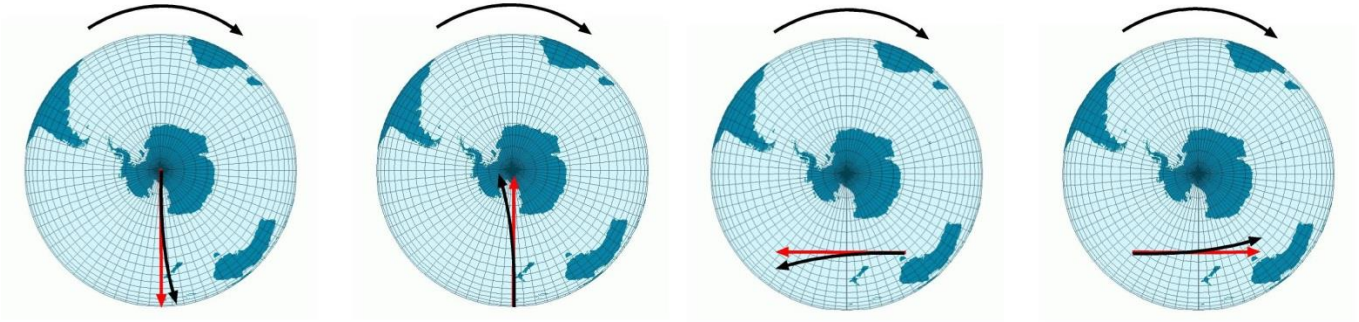
Vom Nordpol aus betrachtet, dreht die Erde sich **gegen den Uhrzeigersinn**.
Vom Südpol aus gesehen, dreht die Erde sich **im Uhrzeigersinn**.

Experimente mit einer langsam rotierenden Scheibe und einem geradlinig darüber bewegten Stift führen zu diesen Ergebnissen:



- Aus der Perspektive des Nordpols rotiert die Erde gegen den Uhrzeigersinn.
- Ein geradlinig bewegtes Teilchen wird unabhängig von der Bewegungsrichtung nach rechts abgelenkt

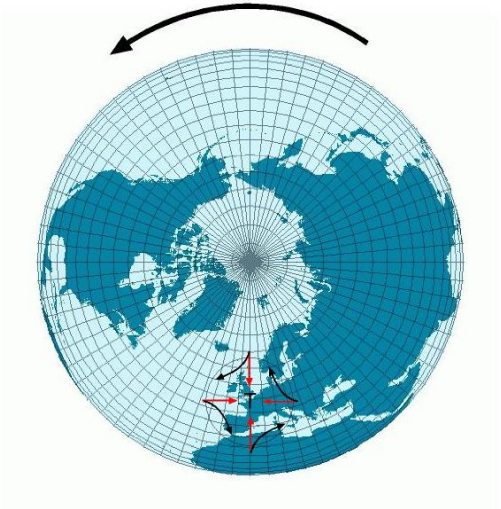
Die Coriolis-Ablenkung auf der **Nordhalbkugel** erfolgt stets nach **rechts**.

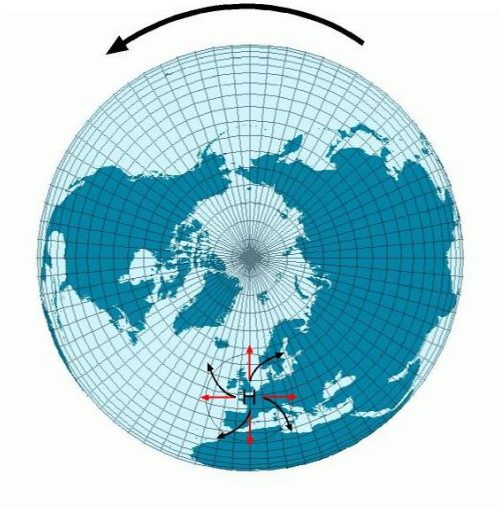


- Aus der Perspektive des Südpols rotiert die Erde im Uhrzeigersinn.
- Ein geradlinig bewegtes Teilchen wird unabhängig von der Bewegungsrichtung nach links abgelenkt

Die Coriolis-Ablenkung auf der **Südhalbkugel** erfolgt stets nach **links**.

Für Hoch- und Tiefdruckgebiete folgt daraus:

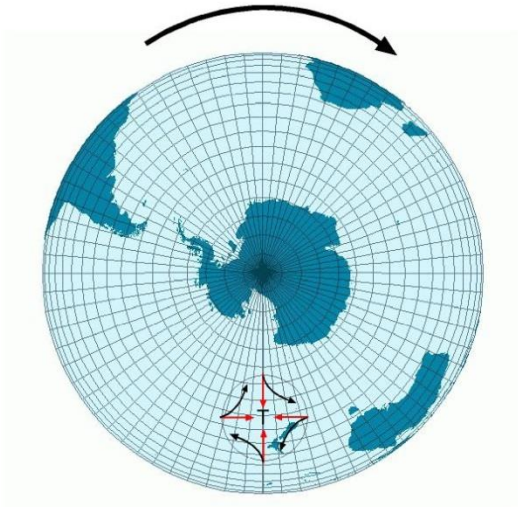


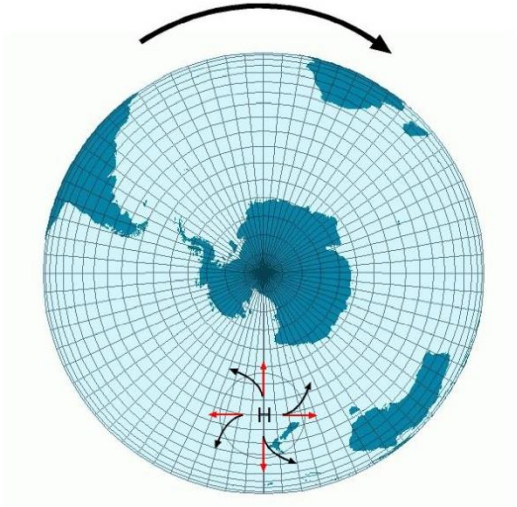


Nordhalbkugel der Erde

Tiefdruckgebiete in die Luft aus Gebieten höheren Drucks hineindringt werden auf der Nordhalbkugel **gegen den Uhrzeigersinn** umströmt.

Hochdruckgebiete aus denen die Luft in Gebiete geringeren Drucks entweicht werden auf der Nordhalbkugel **im Uhrzeigersinn** umströmt.





Südhalbkugel der Erde

Tiefdruckgebiete in die Luft aus Gebieten höheren Drucks hineindringt werden auf der Südhalbkugel **im Uhrzeigersinn** umströmt.

Hochdruckgebiete aus denen die Luft in Gebiete geringeren Drucks entweicht werden auf der Südhalbkugel **gegen den Uhrzeigersinn** umströmt.

Grundlage: Grafiken "Nordhalbkugel" und "Südhalbkugel", Stefan Kühn, Wikipedia

Coriolis-Effekt: Warum Luft im Kreis läuft

Unsere Erde ist keine Scheibe, sondern eine Kugel. Die Erdkugel dreht sich - einmal pro Tag - um eine gedachte Achse die vom Nord- zum Südpol verläuft.

- Drehe den Globus so, dass eine gedachte "Sonne" im Osten auf- und im Westen untergeht.
- Dreht sich die Erde **im Uhrzeigersinn** oder **gegen den Uhrzeigersinn**?
- Gilt das überall auf der Erde?

Lege einen großen Teller auf den Tisch und bitte jemanden ihn langsam **im Uhrzeigersinn** zu drehen. Ziehe mit einem angefeuchteten Finger gerade (!) Spuren

- vom Zentrum zum Rand
- vom Rand zum Zentrum
- von links nach rechts
- von rechts nach links

Alle Spuren sind gekrümmt.
Alle Spuren sind nach _____ gebogen.

Wiederhole das Experiment, lasse den Teller dabei aber **gegen den Uhrzeigersinn** drehen.

Alle Spuren sind gekrümmt.
Alle Spuren sind nach _____ gebogen.

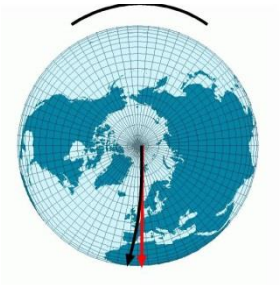
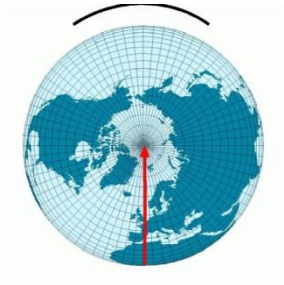
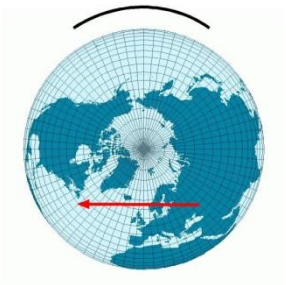
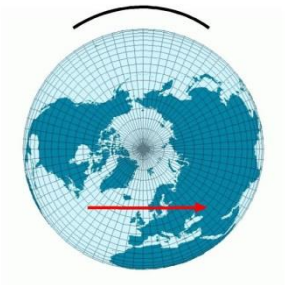
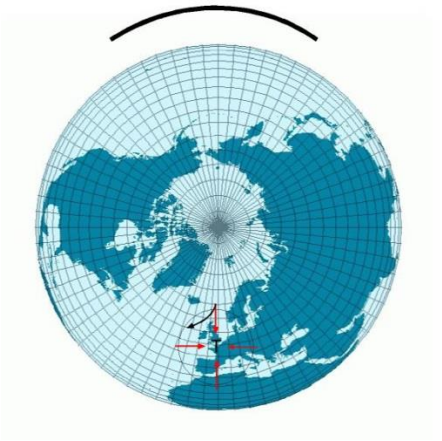
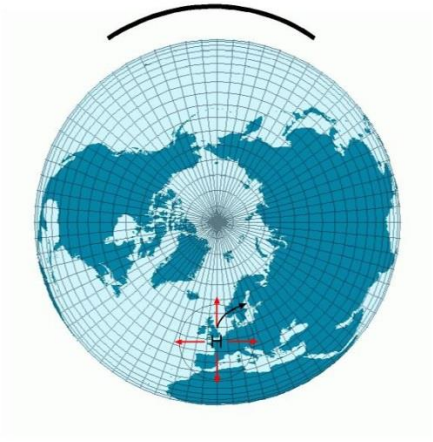
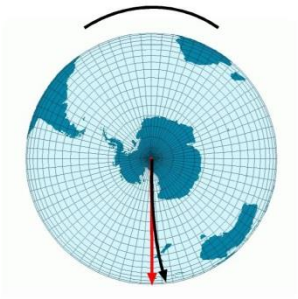
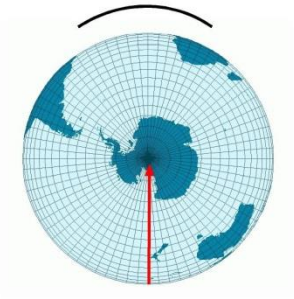
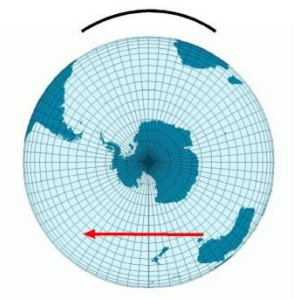
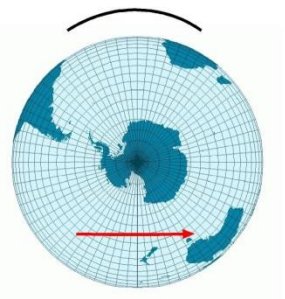
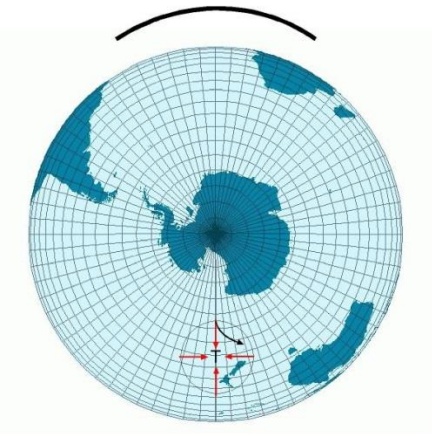
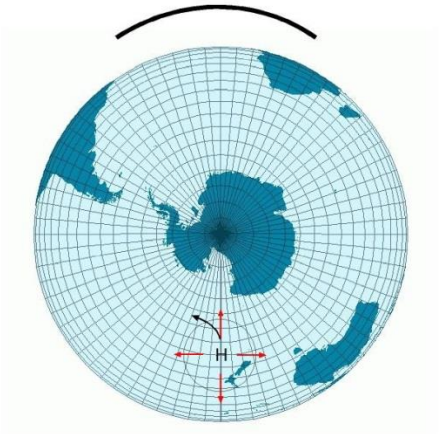
Aus dem Ergebnis dieser Experimente kannst du Regeln ableiten:

Ein sich geradlinig auf der Nordhalbkugel bewegendes Objekt wird nach _____ abgelenkt.

Ein sich geradlinig auf der Südhalbkugel bewegendes Objekt wird nach _____ abgelenkt.

Hochs und Tiefs auf der Nord- und Südhalbkugel

Vervollständige die Zeichnungen durch Pfeile:

Mal kalt, mal warm: Wie es bei uns?

Unser Wetter wird von kalter, kühler, warmer und heißer Luft bestimmt die aus allen vier Himmelrichtungen zu uns strömt:

- polare Luft
- tropische Luft
- maritime Luft
- kontinentale Luft

Die „Motoren“ dieser Luft-Strömungen sind Hoch- und Tiefdruckgebiete.
Luft strömt vom hohen zum tiefen Luftdruck. Dadurch entsteht Wind.
Durch die Drehung der Erde wird die Luftströmung **nach rechts** abgelenkt:
Dadurch umkreist die Luft „Hochs“ und „Tiefs“ im Uhrzeigersinn* bzw. gegen den Uhrzeigersinn*:

*) das ist nur auf der Nordhalbkugel der Erde so. Auf der Südhalbkugel ist es umgekehrt!

1) Legt die Schilder „polare Luft“, „tropische Luft“, „maritime Luft“ und „kontinentale Luft“ passend neben die Europakarte.

2) Überlege, aus welcher Himmelsrichtung der Wind zu uns strömt.

3) Lege die Folien „Hoch“ und „Tief“ irgendwie auf die Karte und bitte deinen Nachbarn zu überlegen, welche Luft unter diesen Bedingungen zu uns strömt und wie das Wetter dann sein könnte

4) Es gelten dabei folgende Regeln:
    - Es gibt starke und schwache „Hochs“ bzw. „Tiefs“.
    - Es gibt große und kleine „Hochs“ bzw. „Tiefs“.
    - Je näher „Hochs“ und „Tiefs“ beieinander liegen, desto stärker weht der Wind.

Vier typische Wetterlagen im Winter und im Sommer

Zeichne jeweils nur zwei (!) mögliche, für diese Wetterlagen verantwortliche „Hoch-" und „Tiefdruckgebiete“ als Kreise in die Europakarten ein. Ordne der jeweiligen Luft ihre Herkunft zu!

- Nordafrika
- Osteuropa
- Atlantik
- Arktis

Maritime Luft , Herkunft _____

- Im Winter mild, Im Sommer kühl

Kontinentale Luft, Herkunft _____

- Im Winter kalt, Im Sommer warm

Polare Luft, Herkunft _____

- Im Winter kalt, im Sommer kühl

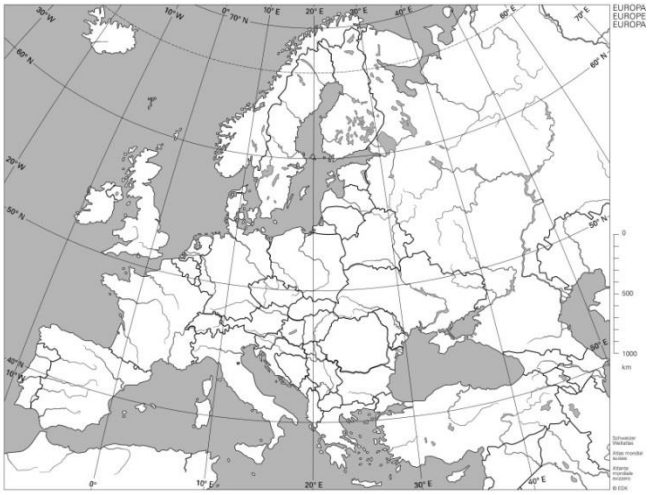
Tropische Luft, Herkunft _____

- Im Winter warm, im Sommer heiß

Kalter Winter

Warmer Winter

Kalter Sommer

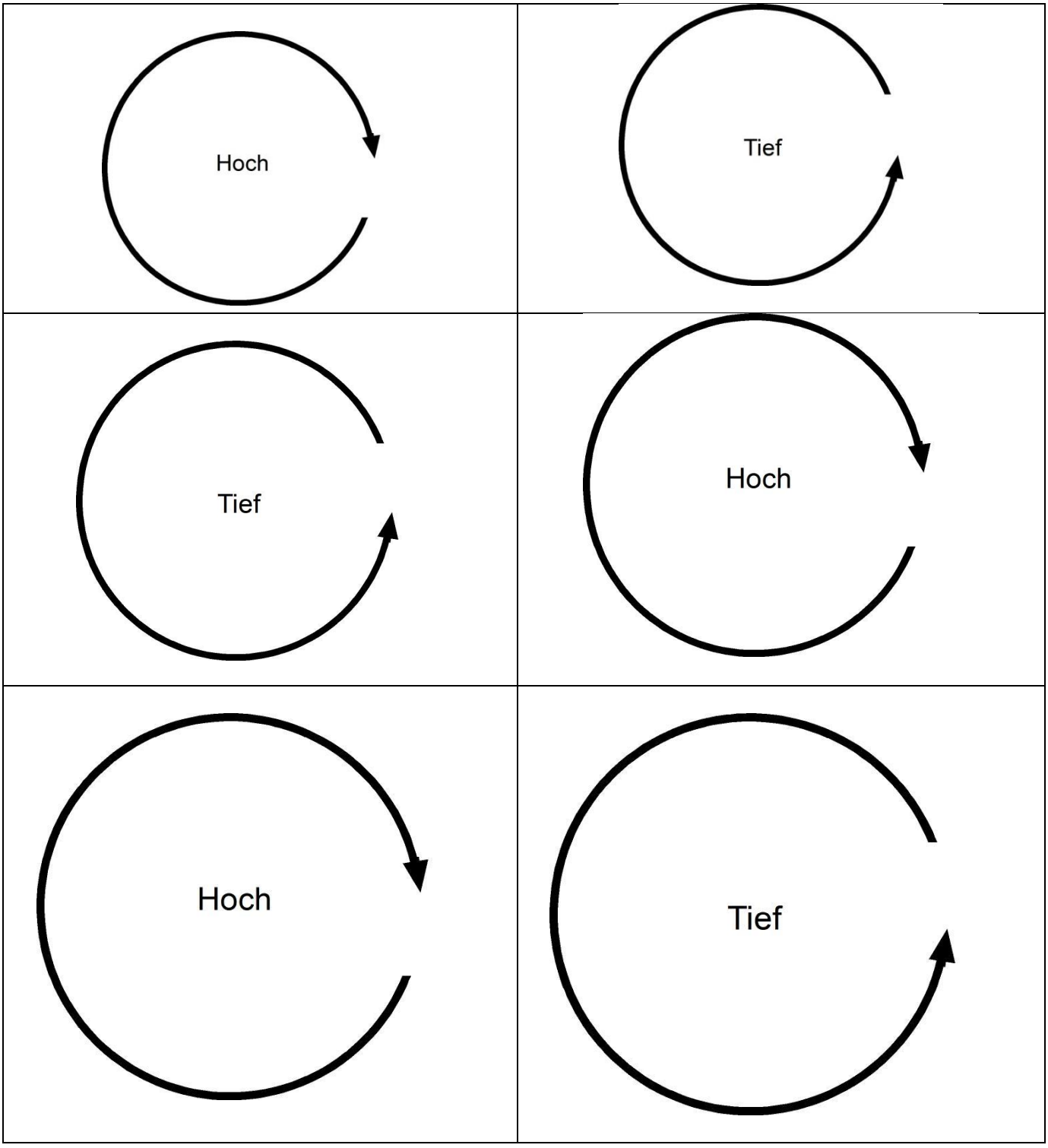


Warmer Sommer

Ingo Mennerich, Schulbiologiezentrum Hannover, 0214

"Hochs" und "Tiefs" zum Ausschneiden (Folien)

Lege jeweils ein "Hoch-" und ein "Tiefdruckgebiet" auf die Europakarte und überlegem welche Wetterlage sich daraus ergeben könnte!



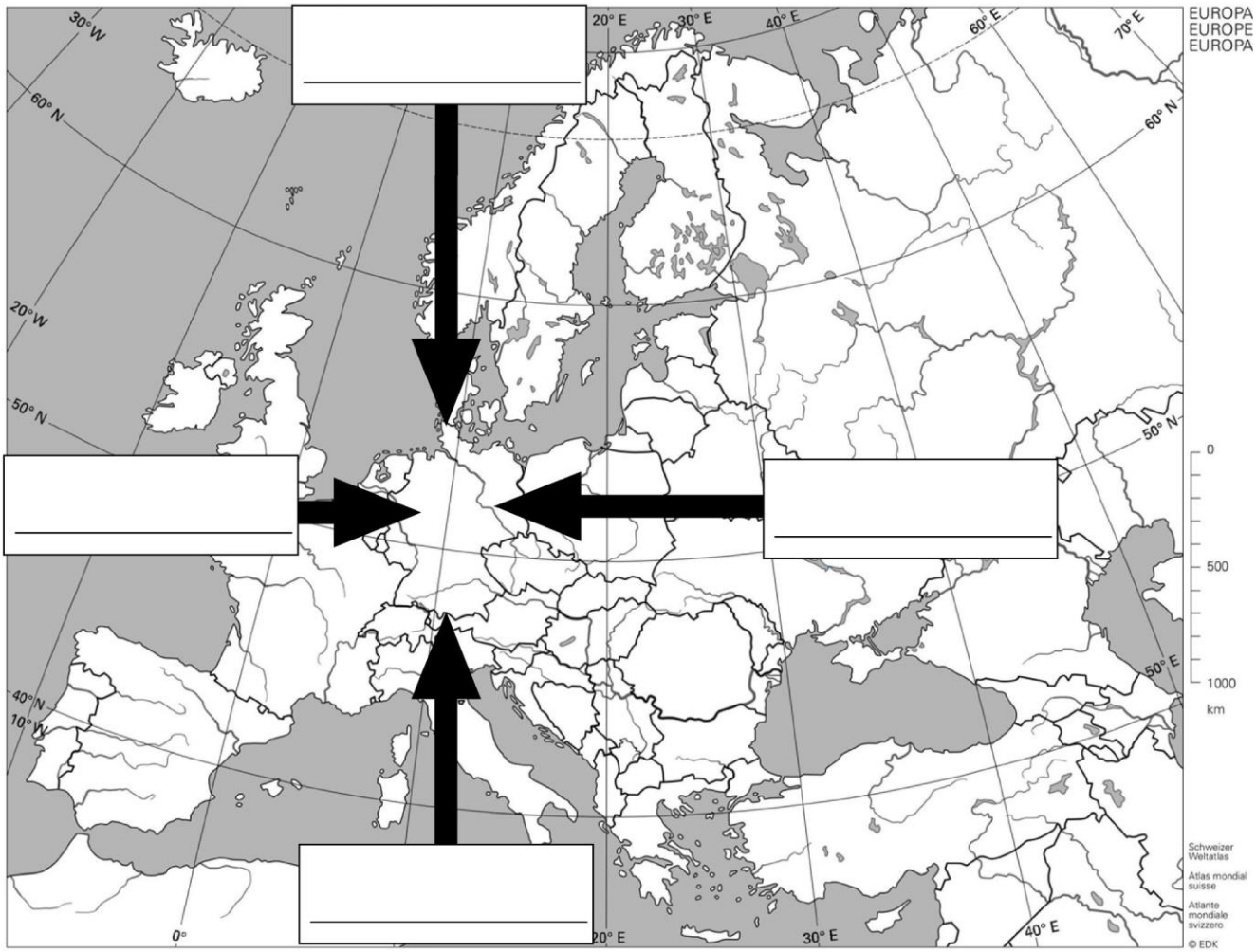
"Hochs", "Tiefs" und vier Luftmassen

Ordne den vier Luftmassen ihre Herkunft zu

- maritim
- kontinental
- polar
- tropisch

Überlege welche Temperaturen sie im Winter bzw. Sommer haben.

Überlege, welche Luftmassen feuchter und welche trockener sein werden.



Von West nach Ost bzw. von Ost nach West strömende Luftmassen werden als "**zonal**" bezeichnet.

Von Nord nach Süd bzw. von Süd nach Nord strömende werden "**meridional**" genannt.

Überlege, welche Luftmasse bei welcher Kombination von Hochs und Tiefs nach Mitteleuropa geführt wird. Benutze dazu die ausgeschnittenen Folien!

Zum Ausschneiden und Zuordnen zur Europakarte

polare Luft	tropische Luft
maritime Luft	kontinentale Luft

Winter	Sommer
Winter	Sommer
Winter	Sommer
Winter	Sommer

kalt	kühl
mild	warm
heiß	
feucht	trocken

Wo die Luft herkommt…

Ordne der Karte folgende Begriffe zu:

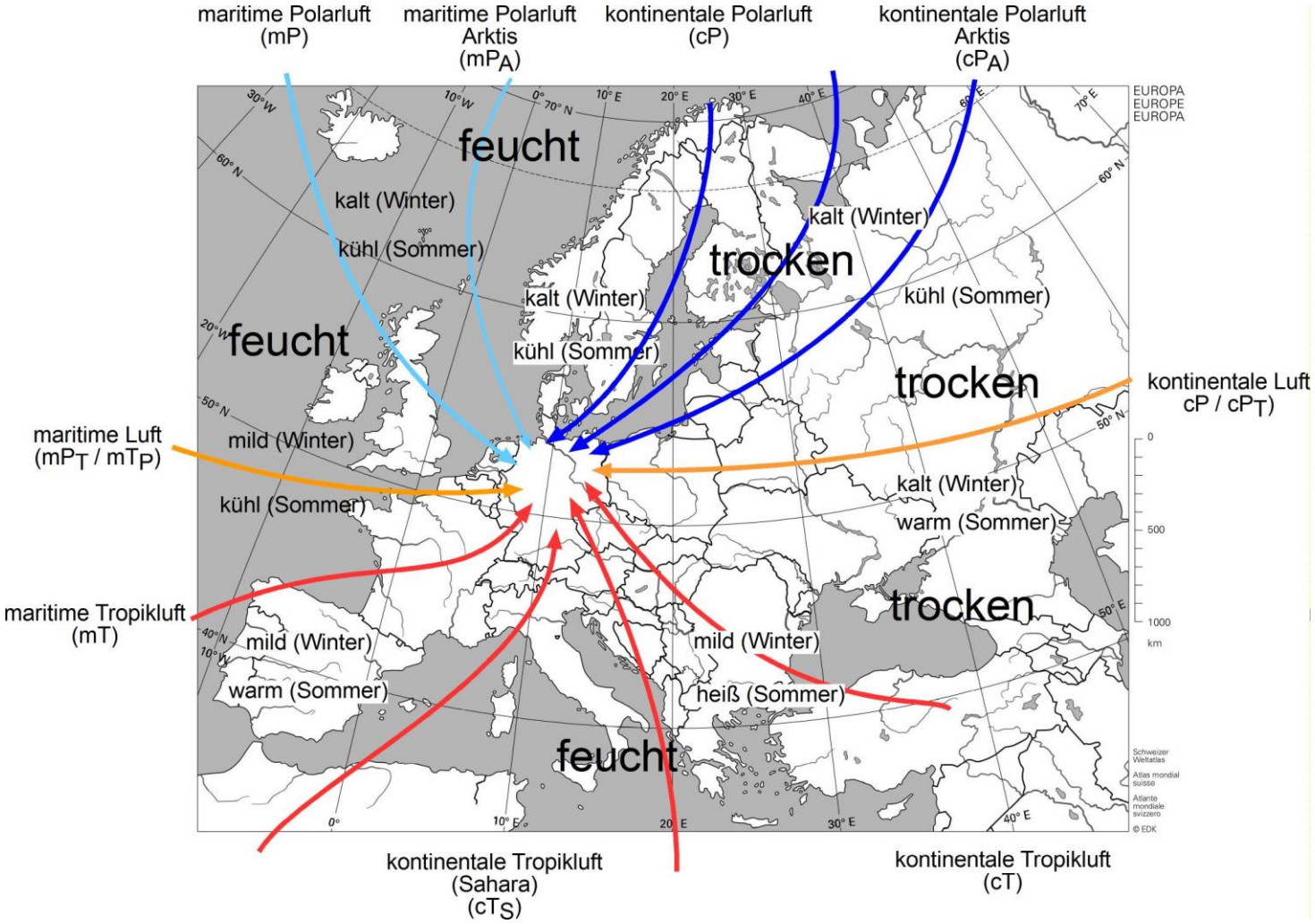
- polare Luft
- tropische Luft
- maritime Luft
- kontinentale Luft

- Winter
- Sommer

- kalt
- kühl
- mild
- warm
- heiß

- feucht
- trocken

Wo die Luft herkommt…

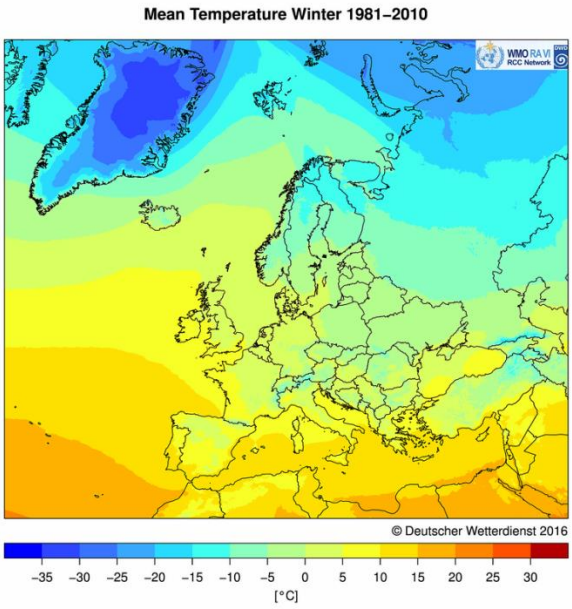


Abkürzungen:

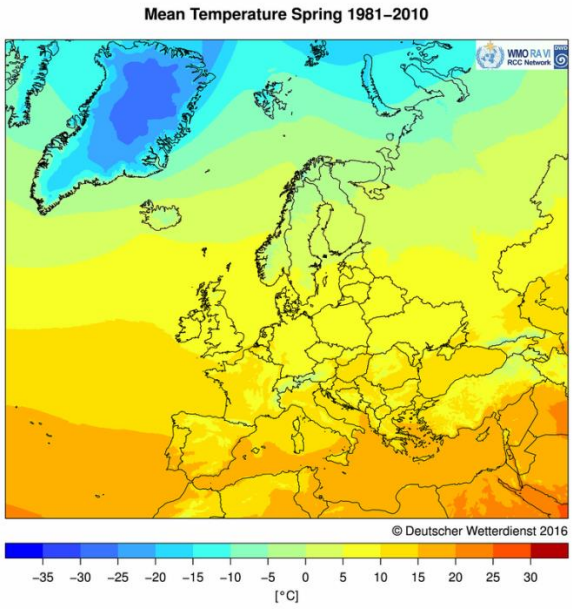
m	maritim
c	kontinental
P	Polarluft
T	Tropikluft
A	Arktis
S	Sahara

Mittlere Temperaturen Europa 1981 - 2010

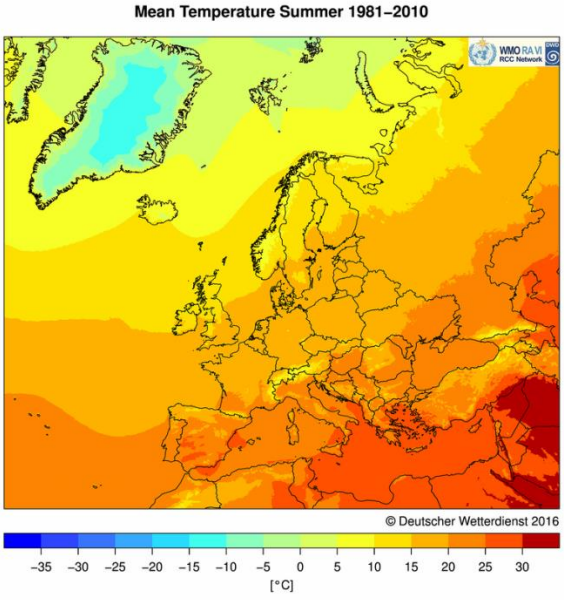
Quelle: Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de, Klimakarten der Lufttemperatur



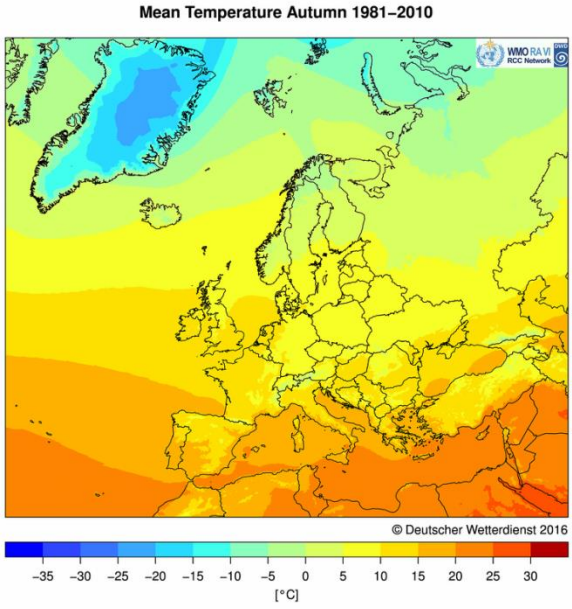
Winter



Frühling



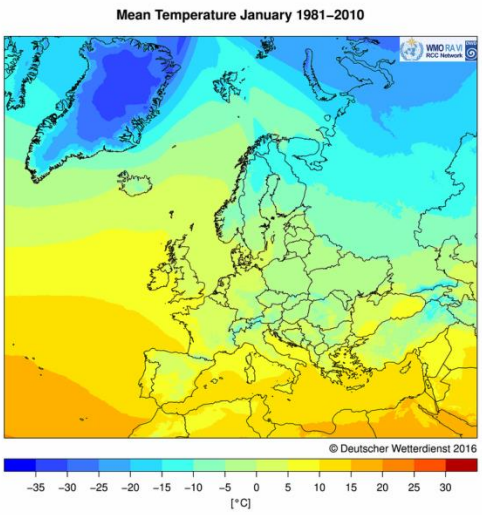
Sommer



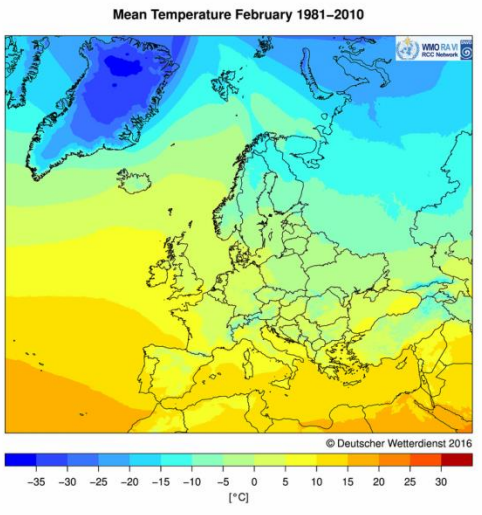
Herbst

Mittlere Temperaturen Europa 1981 - 2010

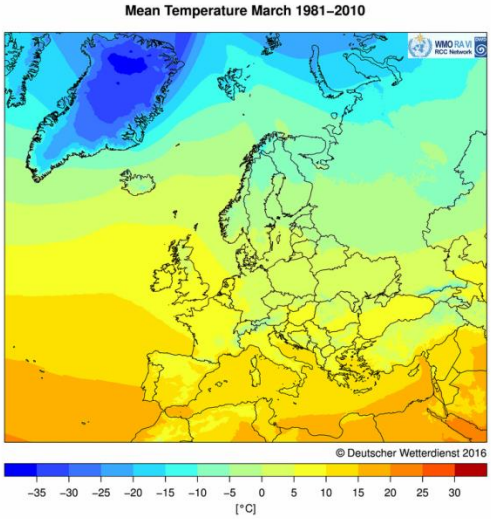
Quelle: Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de, Klimakarten der Lufttemperatur



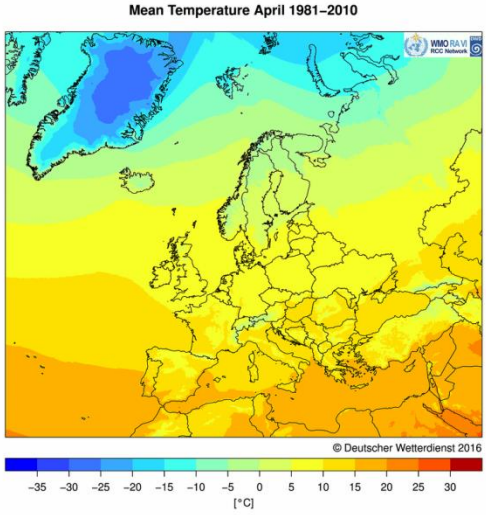
Januar



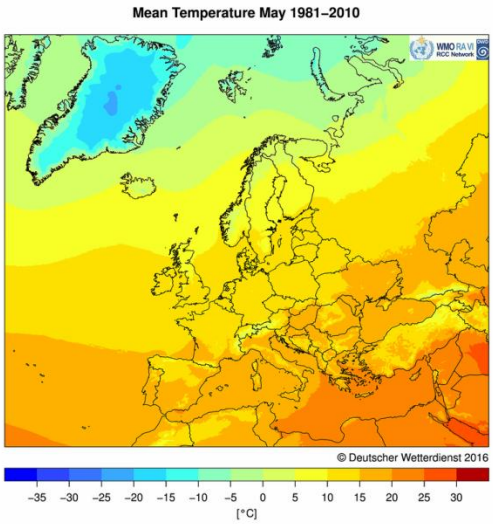
Februar



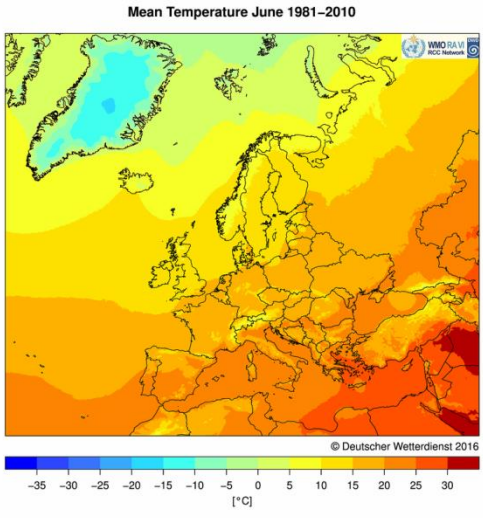
März



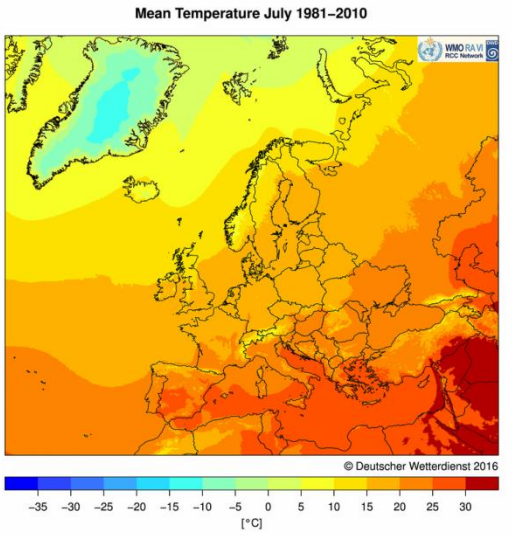
April



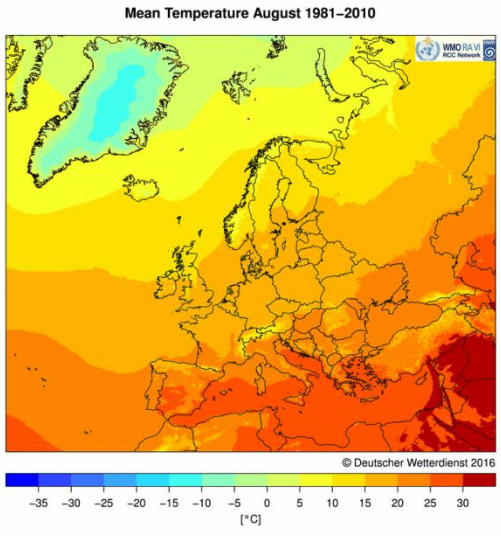
Mai



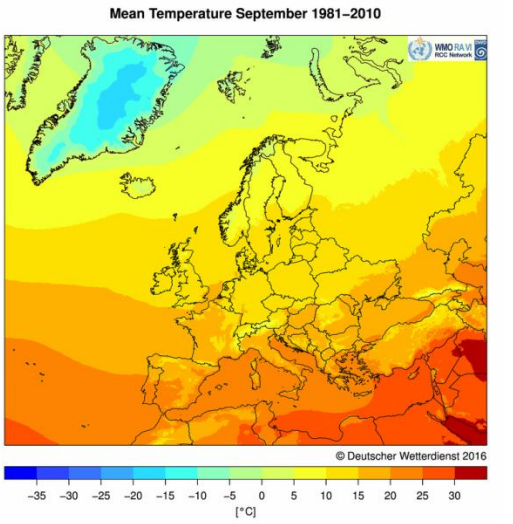
Juni



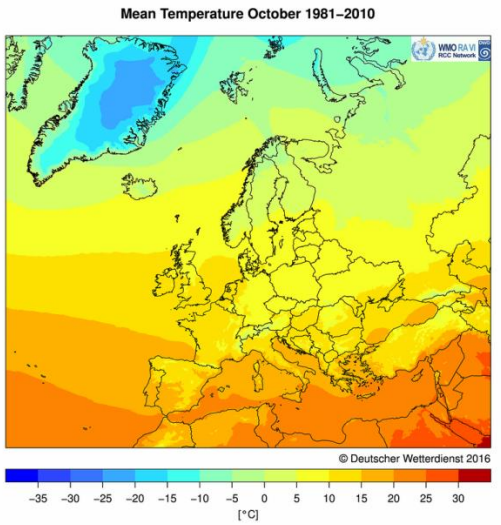
Juli



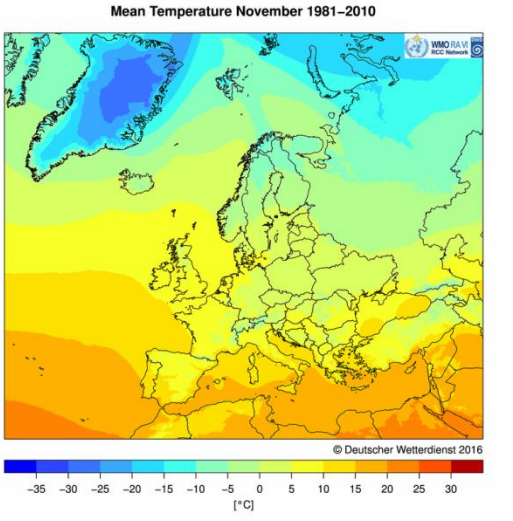
August



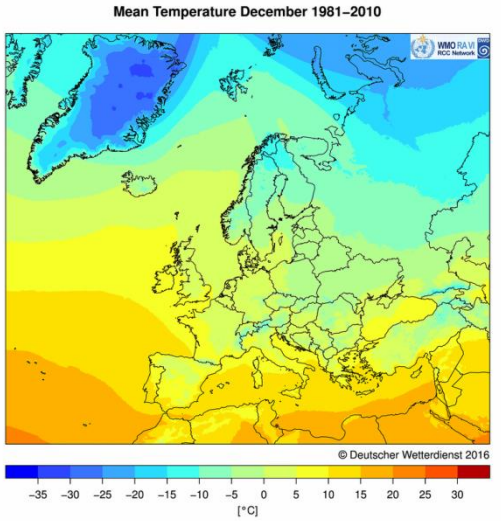
September



Oktober



November



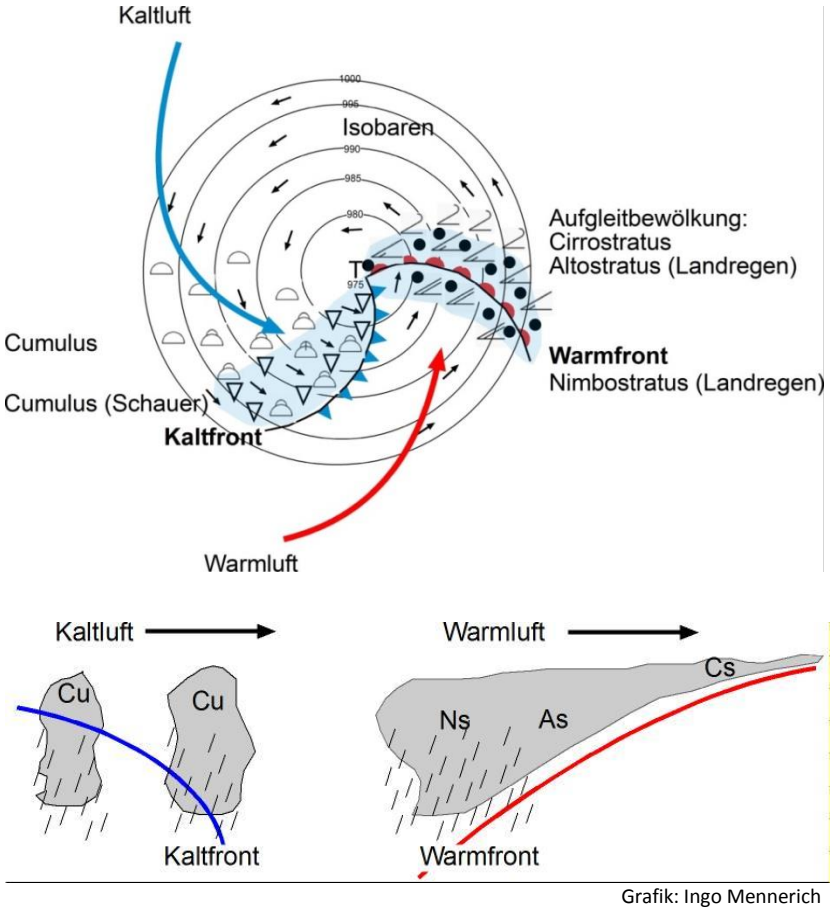
Dezember

Durchzug eines Tiefdruckgebiets

- Tiefdruckgebiete ziehen in unseren Breiten (z.B. Europa) in der Regel von West nach Ost
- Auf ihrer Vorderseite, dem Warmluftsektor, gleitet die wärmere feuchtere Luft auf die in der Regel kältere auf und kühlt sich dabei ab.
- Dabei entstehen zunächst in der Höhe dünne, dann immer tiefer nach unten reichende Schichtwolken (Cirrostratus / Altostratus) aus denen über große Gebiete hinweg immer stärker werdender Landregen fällt.
- Die Warmfront markiert die Zone, an der die warme Luft den Boden erreicht.
- Aus der hoch aufragenden und dichten Schichtbewölkung (Nimbostratus) fällt ergiebiger, lang andauernder Landregen.

- Auf die Warmfront folgt ein wolkenfreies oder -armes und warmes Zwischenhoch.

- Mit dem Einbruch des Kaltluftsektors kommt es zur raschen Abkühlung.
- Die vordingende kalte Luft lässt die feuchte Luft des vorangegangenen Warmluftsektors aufsteigen: Es bilden sich z.T. hoch aufragende Haufenwolken (Cumulus / Cumulonimbus) aus denen lokale Schauer fallen.



Warmfront:

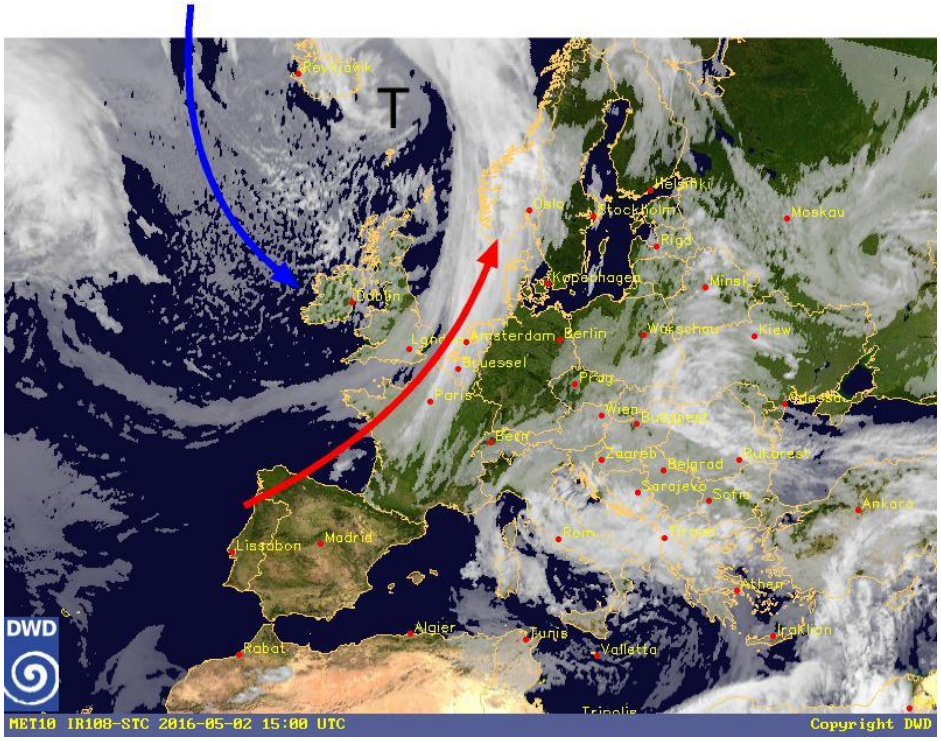
Cirrostratus (Cs)
Altostratus (As)
Nimbostratus (Ns)
Landregen

Kaltfront:

Cumulonimbus (Cb)
Cumulus, hoch (Cu)
Cumulus, niedrig (Cu)
Schauer

Grafik: Ingo Mennerich

Tiefdruckgebiet im Satellitenbild und auf der Wetterkarte

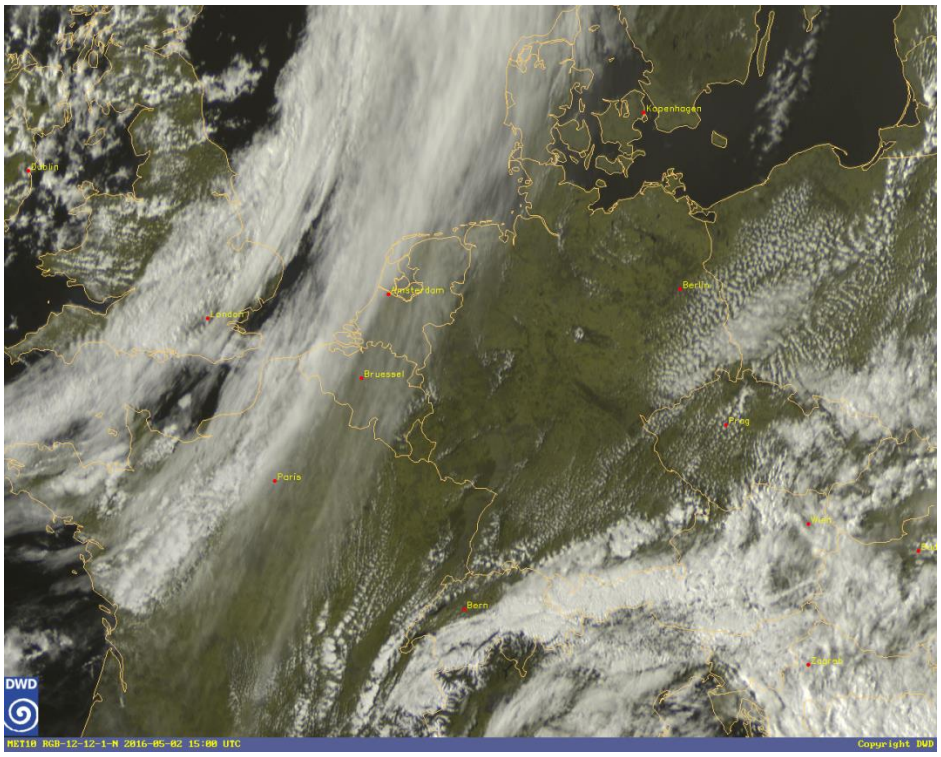


MeteoSat10, DWD, 02.05.2016

Vorderseite:
Warmluft (rot) mit flächendeckender Aufgleit-/ Schichtbewölkung

Rückseite:
Kaltluft (blau) mit aufgelockerten Haufenwolken

www.dwd.de

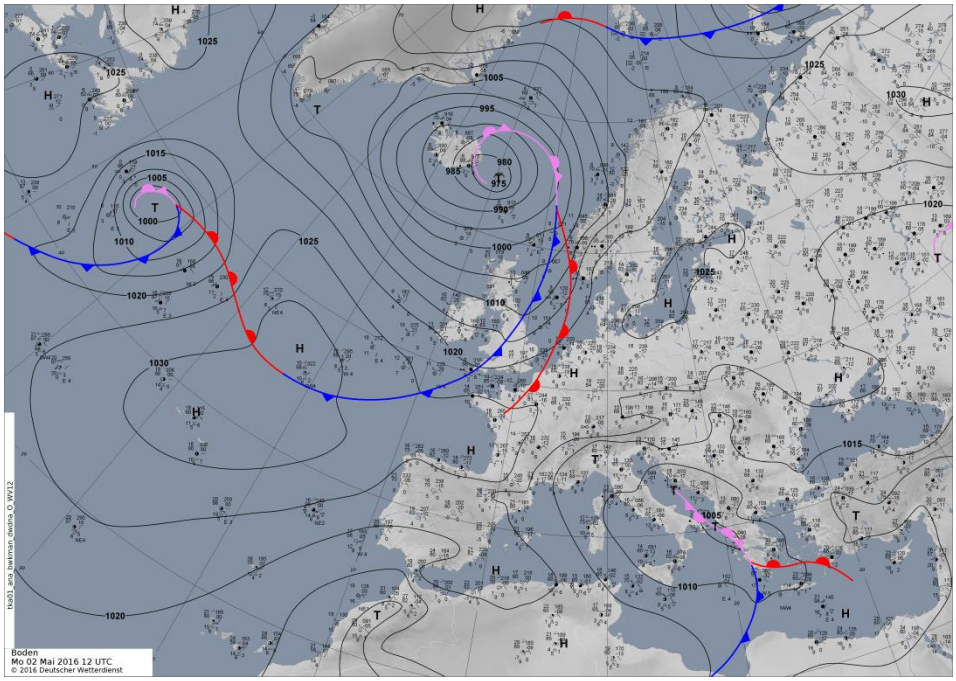


Aufgleitbewölkung über Mitteleuropa

Zu erkennen ist die über den Niederlanden, Belgien und Mittelfrankreich zunächst noch dünne Schichtbewölkung (Cirrostratus) der Warmfront die westlich davon an Stärke zunimmt (Alto-/Nimbostratus).

Über die Britischen Inseln ziehen die Haufenwolken hinter der nachfolgenden Kaltfront.

www.dwd.de



Die dazugehörige Analysekarte des DWD (02.05.16, 12UTC)

Die Warmfront des Tiefs bei Island überquert die Nordsee und das westliche Mitteleuropa.

Das Zwischenhoch des bereits gealterten Tiefs ist nur gering ausgeprägt.

Die Kaltfront über den Britischen Inseln hat die Warmfront fast eingeholt.

Im Kernbereich des Tiefs haben sich die Warm- und Kaltfront bereits vermischt (Okklusion).

Fronten:

Warmfront		Warmluft erreicht den Boden
Kaltfront		Kaltfront erreich den Boden
Okklusion		Kaltfront hat die Warmfront eingeholt und sich mit ihr vermischt

Von West nach Ost ziehende Aufgleitbewölkung kündigt ein "Tief" an

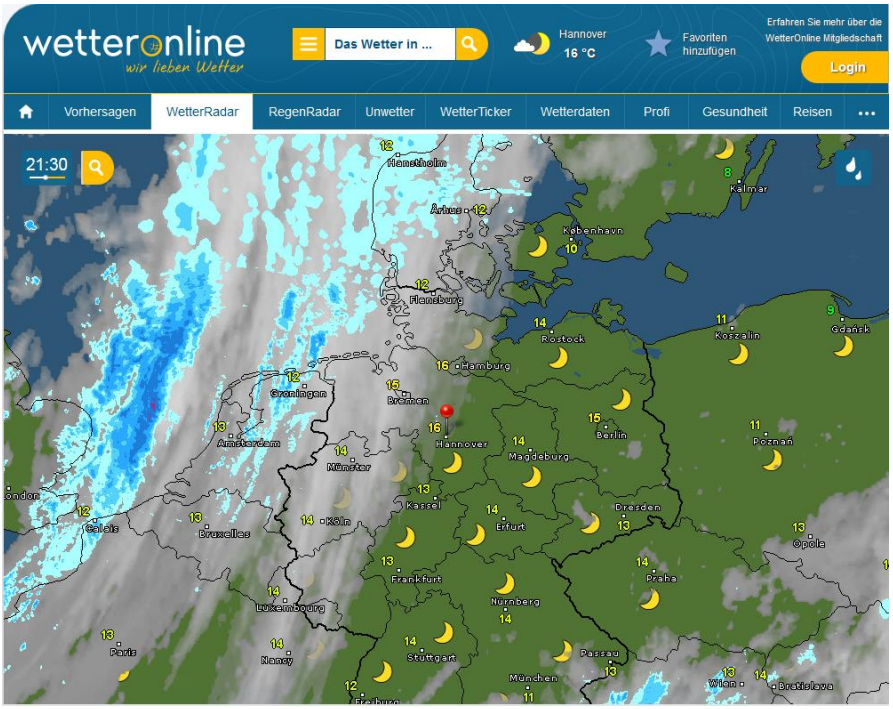
Tagsüber blauer Himmel in Norddeutschland, der erste wirkliche Frühlingstag mit Temperaturen um 20°´C, spätnachmittags im Westen Aufzug von Cirruswolken gefolgt von Cirro- und Altostratus.

Sonnenuntergang hinter im Westen immer dicker werdenden Schichtwolken.

Die aufgleitende warme und feuchte Luft zeigt sich in lang anhaltenden Kondensstreifen.

Nach Osten hin werden diese in noch trockener Luft immer kürzer.

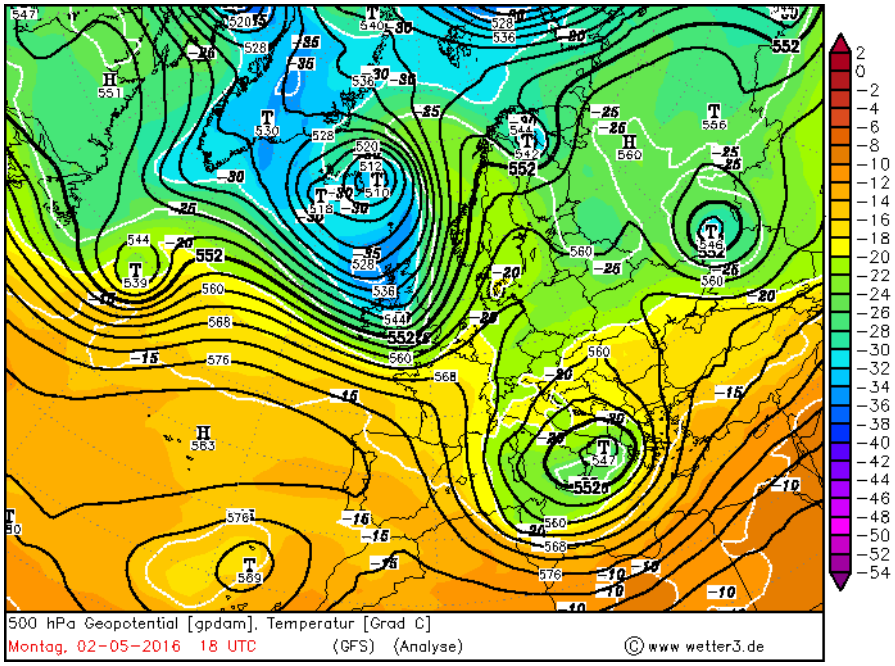
Foto: Ingo Mennerich



Das Niederschlagsradar zeigt das mit der Warmfront nach Osten ziehende Regenband (Landregen).

Die warme, "leichtere" und feuchte Luft wird über die über Mitteleuropa liegende gehoben, kühlt dabei ab und kondensiert einem breiten Streifen.

Screenshot:
www.wetteronline.de



Höhenwetterkarte 500hPa

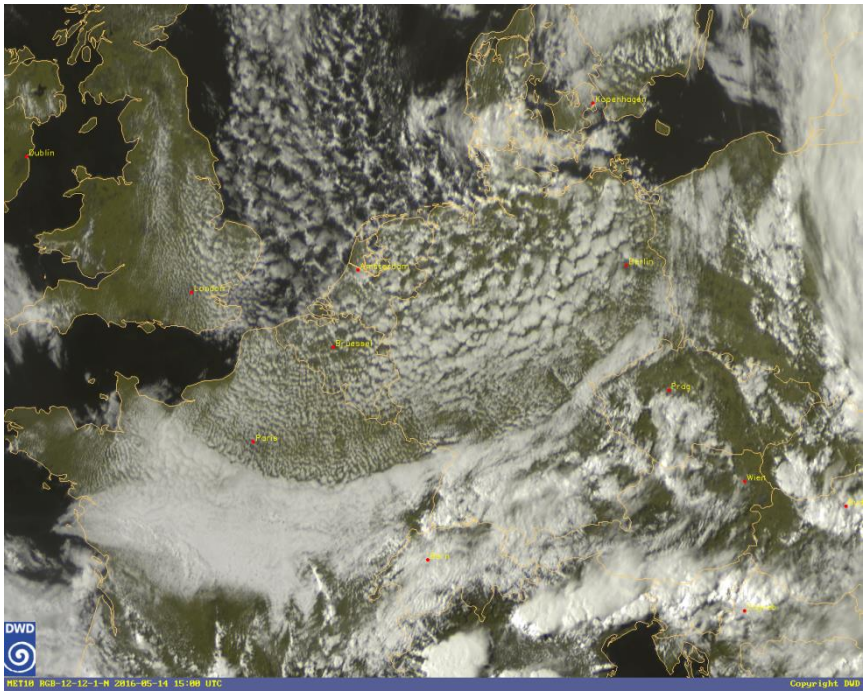
Im Kern des Tiefdruckgebiets über Island wird der Luftdruck 500 Hektopascal (=500 Millibar) in 5100 m, über Norddeutschland in 5640 m Höhe gemessen.

Hier "strudelt" die Luft gegen den Uhrzeigersinn (Coriolis-Kraft) vom "Berg" über Mitteleuropa in das "Tal" bei Island hinein.

www.wetter3.de

Kaltlufteinbruch (Pfingsten 2016)

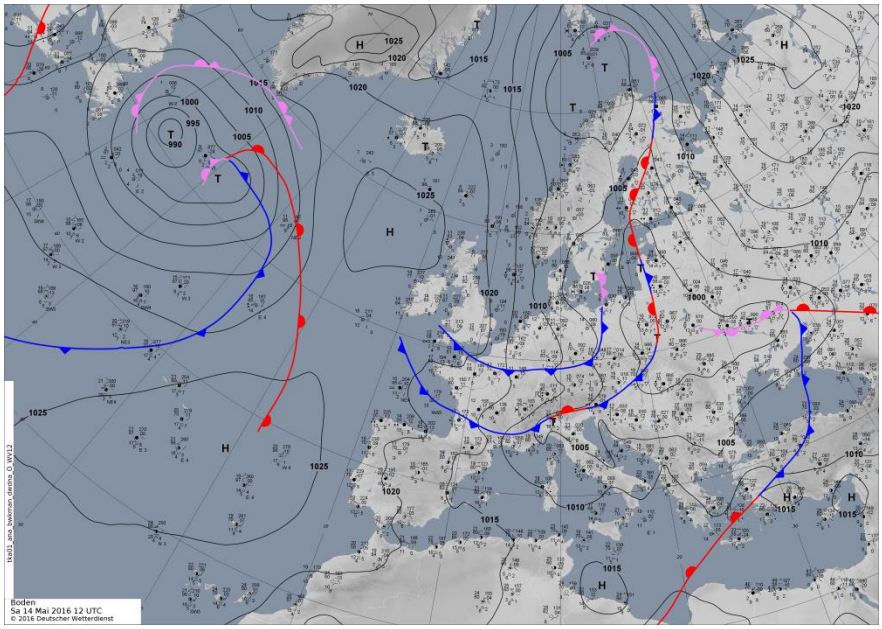
Zwischen einem nördlich von Norwegen liegenden Tief und einen Hoch nordwestlich der Britischen Inseln strömt polare Meeresluft nach Deutschland. Ein ausgedehntes Gebiet aus Quellwolken mit lokalen Schauern ist die Folge.



Satellitenbild des DWD (140516)

Von der Nordsee zieht kalte Meeresluft süd- und dann südostwärts nach Deutschland.

Zu erkennen sind die vielen Zellen aus Haufenwolken (Cumulus) die einen weiten linksdrehenden Bogen über Norddeutschland beschreiben. Über Schleswig-Holstein liegt das Zentrum eines kleinen Tiefdruckwirbels.
Von Westfrankreich bis nach Polen erstreckt sich ein, der Kaltluft vorgelagertes Band von Schichtwolken.

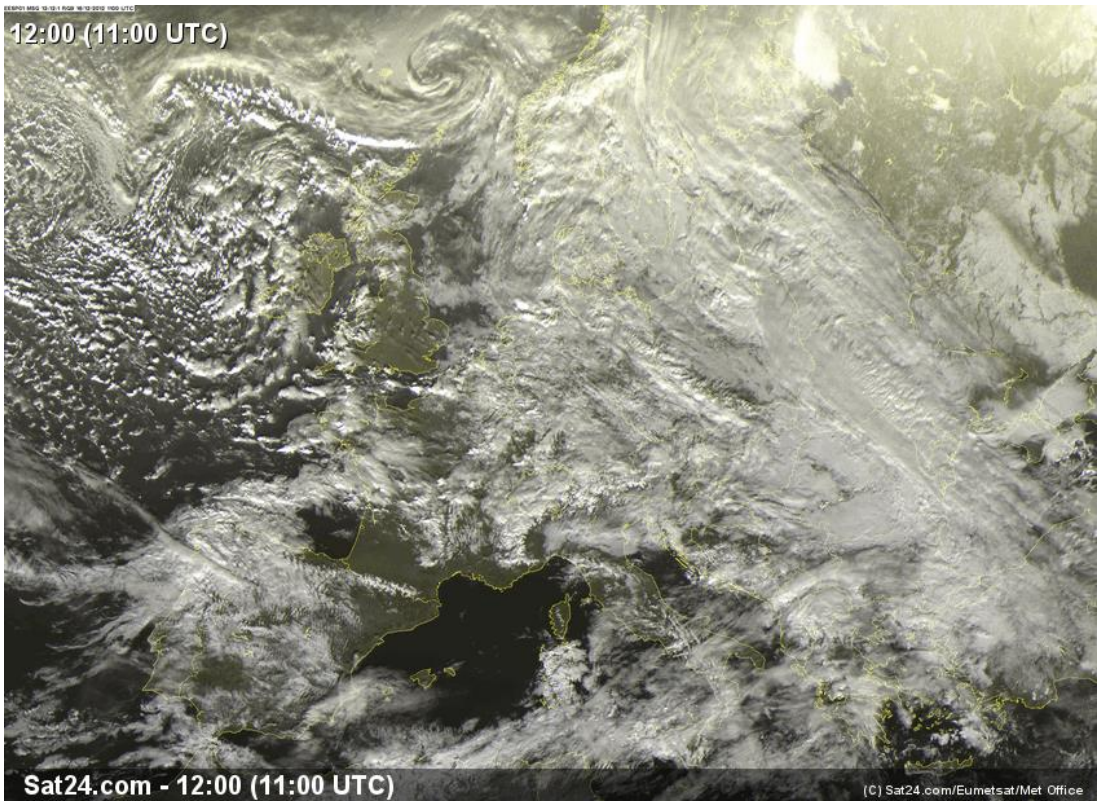


Analysekarte des DWD (140516)

Zwischen dem Tief über dem Nordmeer und dem Hoch südlich von Island verlaufen die Isobaren meridional Nord-Südwärts.

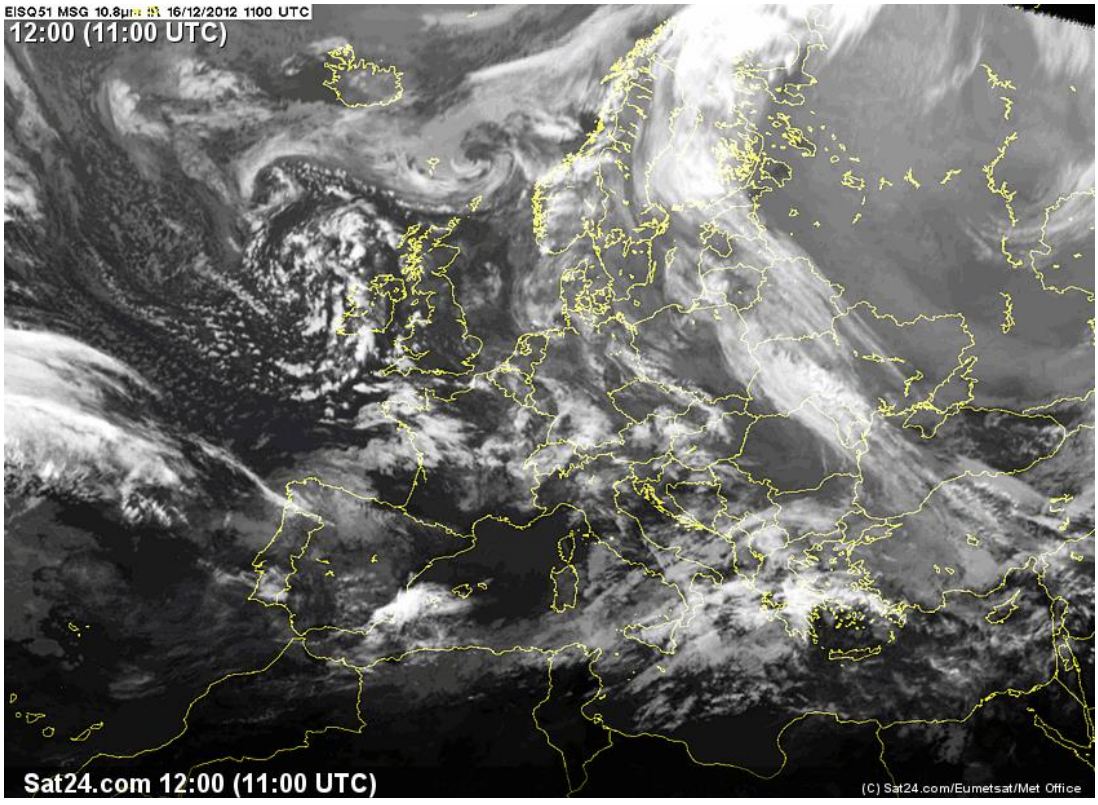
Eine Staffel aus zwei Kaltfronten dringt von Norden nach Süden vor. In die südliche mischt, angetrieben durch ein Tief über den Alpen sich wärmere Luft aus dem Mittelmeergebiet.

Vom Satellitenbild zur Wetterkarte



Eumetsat: Europa
16.12.2012
VISUELL

ARCHIVBILD:
www.wetterzentrale.de/
topkarten/fssatms1.html



Eumetsat: Europa
16.12.2012
INFRAROT

ARCHIVBILD:
www.wetterzentrale.de/
topkarten/fssatms1.html

Was ist zu erkennen?

Auf den Satellitenbildern sind große Wolkenbänder und -wirbel, aufgelockerte Gebiete und wolkenfreie Zonen zu erkennen.

Wolkenbänder:

- Nordskandinavien bis Schwarzes Meer
- Ostatlantik bis Griechenland(mit Unterbrechungen)

Wolkenwirbel:

- Westlich Irland und westlich Norwegen
- Österreich (schwach)

Aufgelockerte Gebiete:

- Ostatlantik

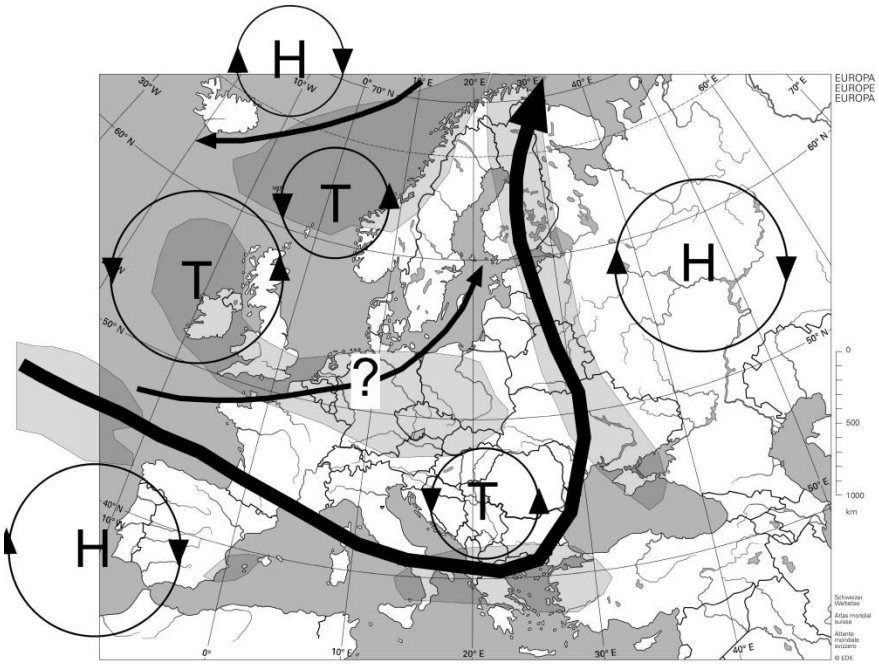
Wolkenfreie Zonen

- Nordwest- und Nordafrika
- Spanien und westliches Mittelmeer
- Nordatlantik (nördlich des Wolkenbandes) und Grönland
- Russland

Übertrage das Satellitenbild zeichnerisch auf die Europakarte!

Schraffiere die Wolkenbänder grau.
Markiere die wahrscheinliche Lage der Hoch- und Tiefdruckgebiete durch mit Kreise.
Trage auch die Drehrichtung ein.
Zeichne die wahrscheinlichen Wege der Luftmassen ein.
Kannst du erkennen, wie das Wetter in Deutschland ist?

Mögliche Interpretation der Satellitenbilder



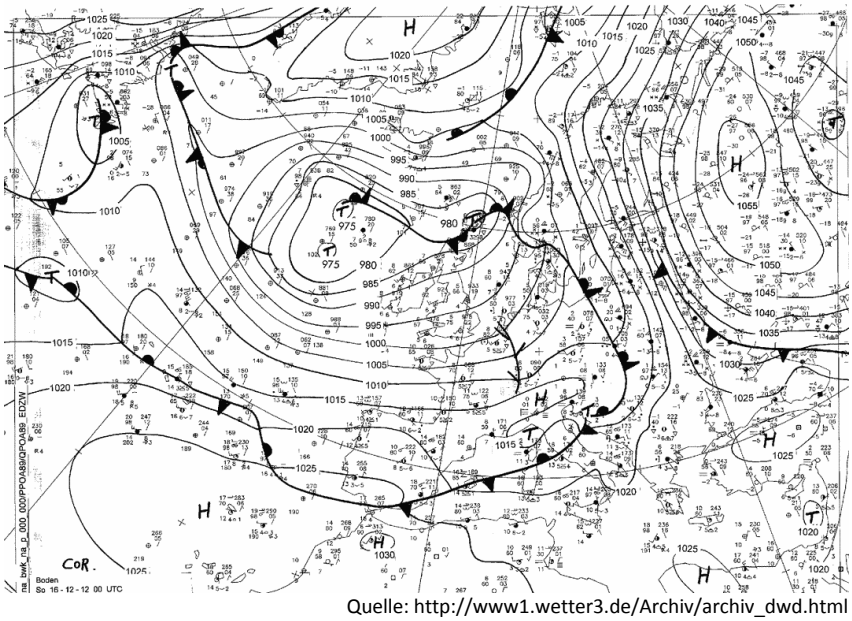
Das Tief westlich von Irland und das Hoch westlich der Iberischen Halbinsel bringen maritime (milde und feuchte) Luft nach Europa.

Das Tief über den Alpen lenkt die Luft zunächst nach Südosten ab. Möglicherweise überquert ein Teil davon Deutschland.

Das große Hoch über Russland blockiert den weiteren Weg nach Osten sodass die Luft nach Norden abgelenkt wird.

Die beiden auffälligsten Wolkenwirbel liegen westlich von Irland und westlich Norwegens.
Ein weiterer lässt sich im Bereich Ostalpen/nördliche Adria vermuten.
Die wolkenfreien Zonen südwestlich Spaniens und Portugals, über Russland und über dem Nordmeer liegen vermutlich unter hohem Druck. Dementsprechend werden drei Hochdruckgebiete in die Karte eingezeichnet.

Die Analysekarte des DWD vom 16.12.2012 bestätigt diese Verteilung im Großen und Ganzen:



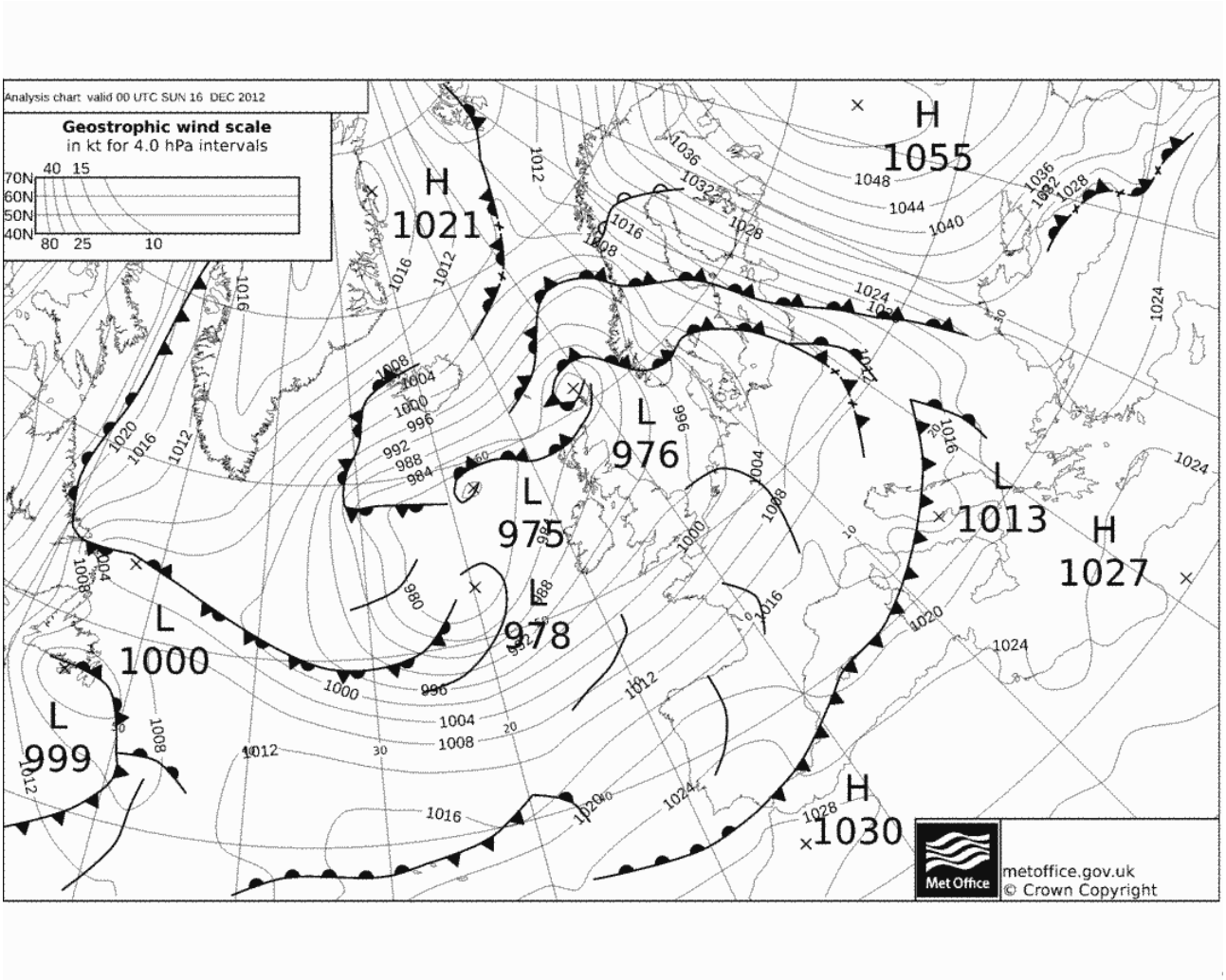
Quelle: http://www1.wetter3.de/Archiv/archiv_dwd.html

Warmfront
Warmluft erreicht den Boden

Kaltfront
Kaltfront erreicht den Boden

Okklusion
Kaltfront hat die Warmfront eingeholt und sich mit ihr vermischt

Die Analysekarte des British MetOffice für den 16.12.2012 zeigt (jeweils mit Kreuz markiert)



http://www.wetterzentrale.de/topkarten/tkfaxbraar.htm

- Tief 978 hPa westlich Irland
- Tief 975 hPa nordwestlich Schottland
- Tief 976 hPa westlich Südnorwegen
- Tief 1013 hPa Adria
- Hoch 1055 hPa Russland
- Hoch 1030 hPa Marokko/Nord-Algerien
- Hoch 1021 hPa Ost-Grönland

Die Interpretation des Deutschen Wetterdienstes für diesen Zeitraum lautete:

16.12.2012

Winkelförmige Westlage (WW)

Rege Tiefdruckaktivität über dem Nordatlantik stößt nun wieder von Westen her bis nach Mitteleuropa vor. Dabei werden die wetterbestimmenden Druckgebilde aber vom recht ortsfesten und anfangs mit über 1060 hPa auch sehr kräftigen russischen Hoch am Durchmarsch gehindert, so dass sie spätestens auf Höhe der baltischen Staaten nach Norden in Richtung Skandinavien abgedrängt werden. In Mitteleuropa beendet der Zustrom milder Atlantikluft rund 2 Wochen mit frühwinterlicher Witterung.

Schulbiologie zentrum Hannover

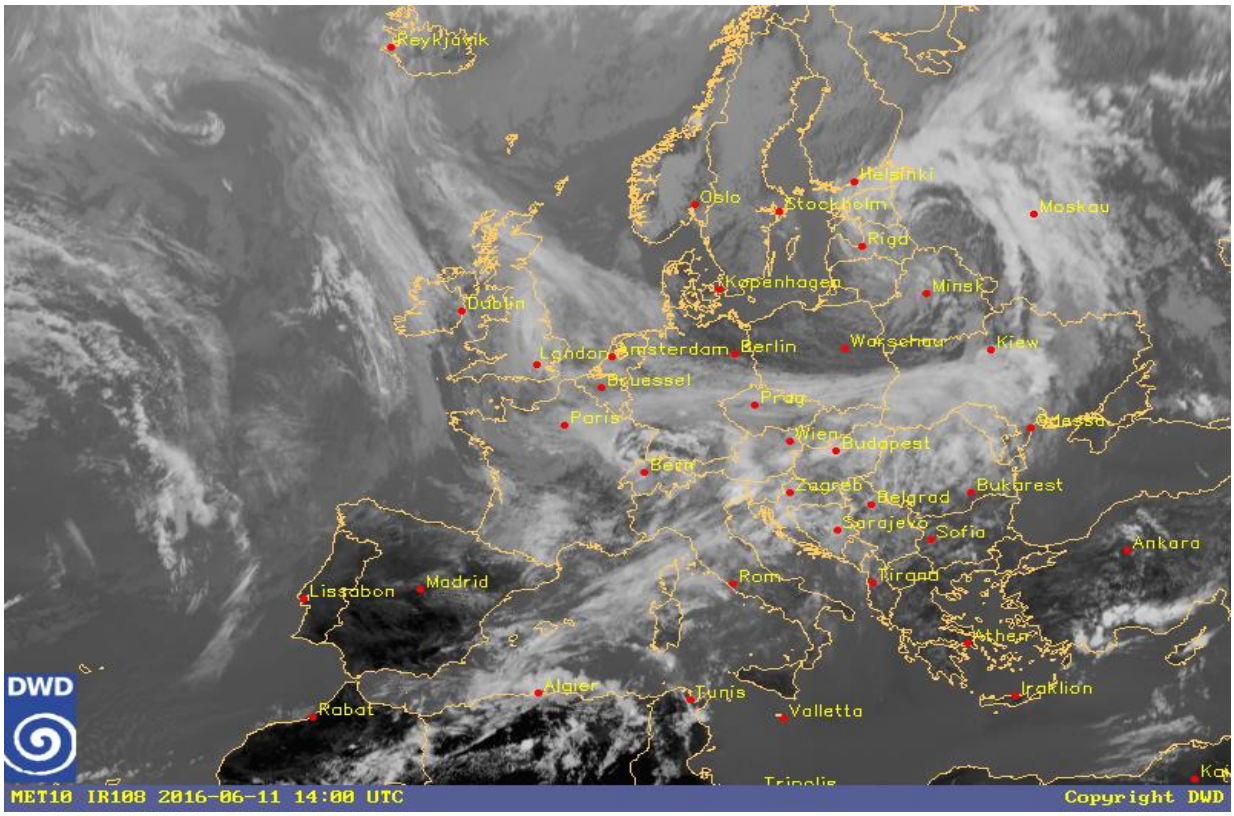
Erstelle deine eigene Wetterkarte mit Hilfe des "Seewetterberichts".

Mittelfrist-Seewetterbericht für Nord- und Ostsee
herausgegeben vom Deutschen Wetterdienst, Seewetterdienst Hamburg
am 11.06.2016, 11.07 UTC. (www.dwd.de)

Wetterlage und -entwicklung:

- Sonntag **Tief** 992 Nordwestrussland, abschwächend, nordziehend, Mittwoch 1002 östlich von Nordkap, dann westziehend, Freitag 1007 Ostgrönland-See.
- Flaches **Hoch** 1016 Haltenbank, abschwächend.
- **Tiefdruckrinne** 1009 Rumänien, 1004 Irische See, vertiefend, Ostteil langsam nordverlagernd, Donnerstag 1000 England, 1002 Norddeutschland, 1004 Baltikum.
- **Sturmtief** 987 südlich von Kap Farvel, abschwächend, südostziehend, Dienstag 1002 westlich von Irland, langsam auffüllend.
- **Hoch** 1026 südlich der Azoren, wenig ändernd.
- Freitag neues **Tief** 999 Grandbanks, vertiefend, ostziehend.

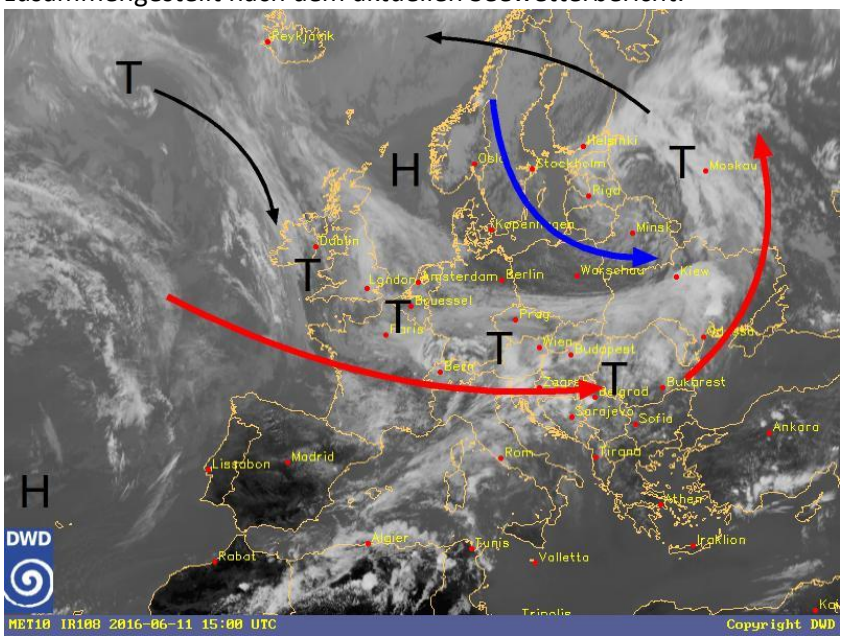
- Trage die Lage der Hoch- und Tiefdruckgebiete mit "H" und "T" in das Satellitenbild ein. (Schaue dir dabei die Drehrichtung der Wolkenwirbel und die Art der Wolken an!)
- Benutze dazu den Atlas!
- Zeichne die im Seewetterbericht angegebene Richtung der "Hochs" und "Tiefs" mit Pfeilen ein.
- Markiere die nach Mitteleuropa einfließende Warm- und Kaltluft mit roten bzw. blauen Pfeilen.



Satellitenbild MeteoSat10, mehrfach täglich aktualisiert: www.dwd.de

Vergleiche anschließend deine "Wetterkarte" mit der Wetterkarte des Deutschen Wetterdienstes!

Eine mögliche eigene "Wetterkarte",
zusammengestellt nach dem aktuellen Seewetterbericht:

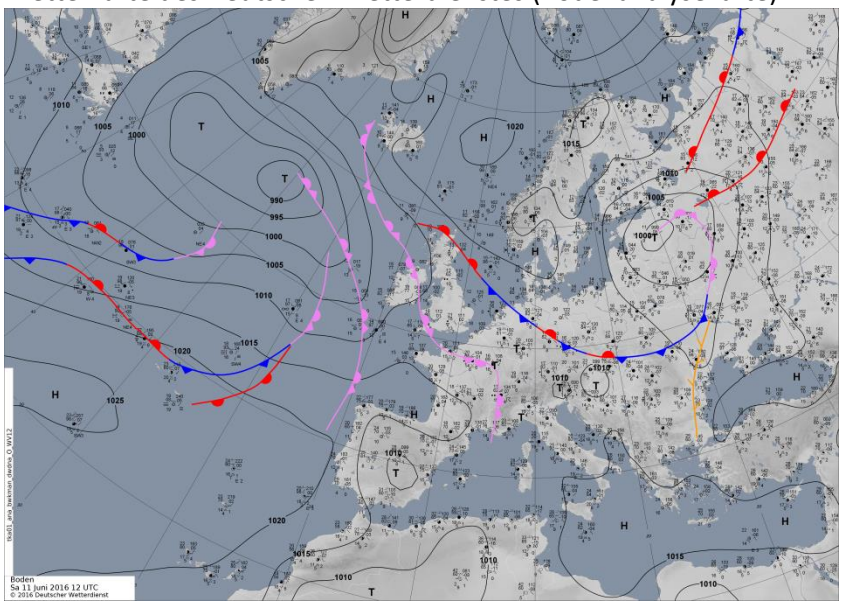


Über Mitteleuropa stößt kalte Luft aus dem Norden und warme Luft aus dem Südwesten aufeinander. Dort gibt es viele Wolken und im Bereich der "Kollisionszone" auch Regen.

Für die polare Kaltluft sind das Hoch westlich von Norwegen und das Tief über Russland verantwortlich.

Das Tief südlich von Grönland und das Hoch östlich der Azoren sorgen für den Zustrom maritimer und milder Luft vom Atlantik. Sie wird bis nach Nordrussland getragen.

Wetterkarte des Deutschen Wetterdienstes (Bodenanalysekarte)



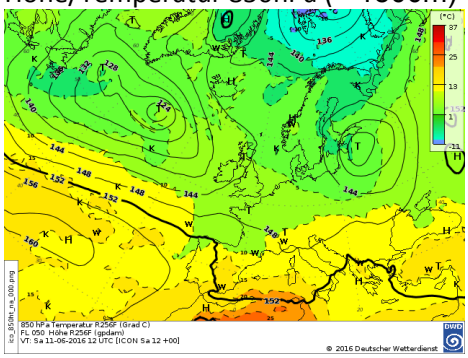
Die "Tiefdruckrinne" besteht aus mehreren "Tiefs", jedes mit einer Warm- und Kaltfront.

Das Tief südlich von Grönland schwächt sich ab:
Die Kaltfront hat die Warmfront eingeholt.
Das Tief über Russland trägt die Warmluft bis weit nach Norden.
Die Luftdruckgegensätze über Europa sind relativ gering. Der Wind ist daher nur schwach.

www.dwd.de

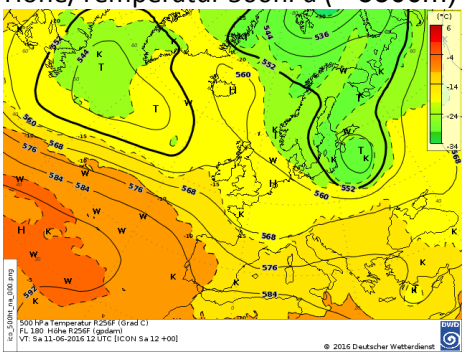
Mögliche Ergänzung zur späteren Auswertung:

Höhe/Temperatur 850hPa (≈ 1500m)



www.dwd.de

Höhe/Temperatur 500hPa (≈ 5500m)

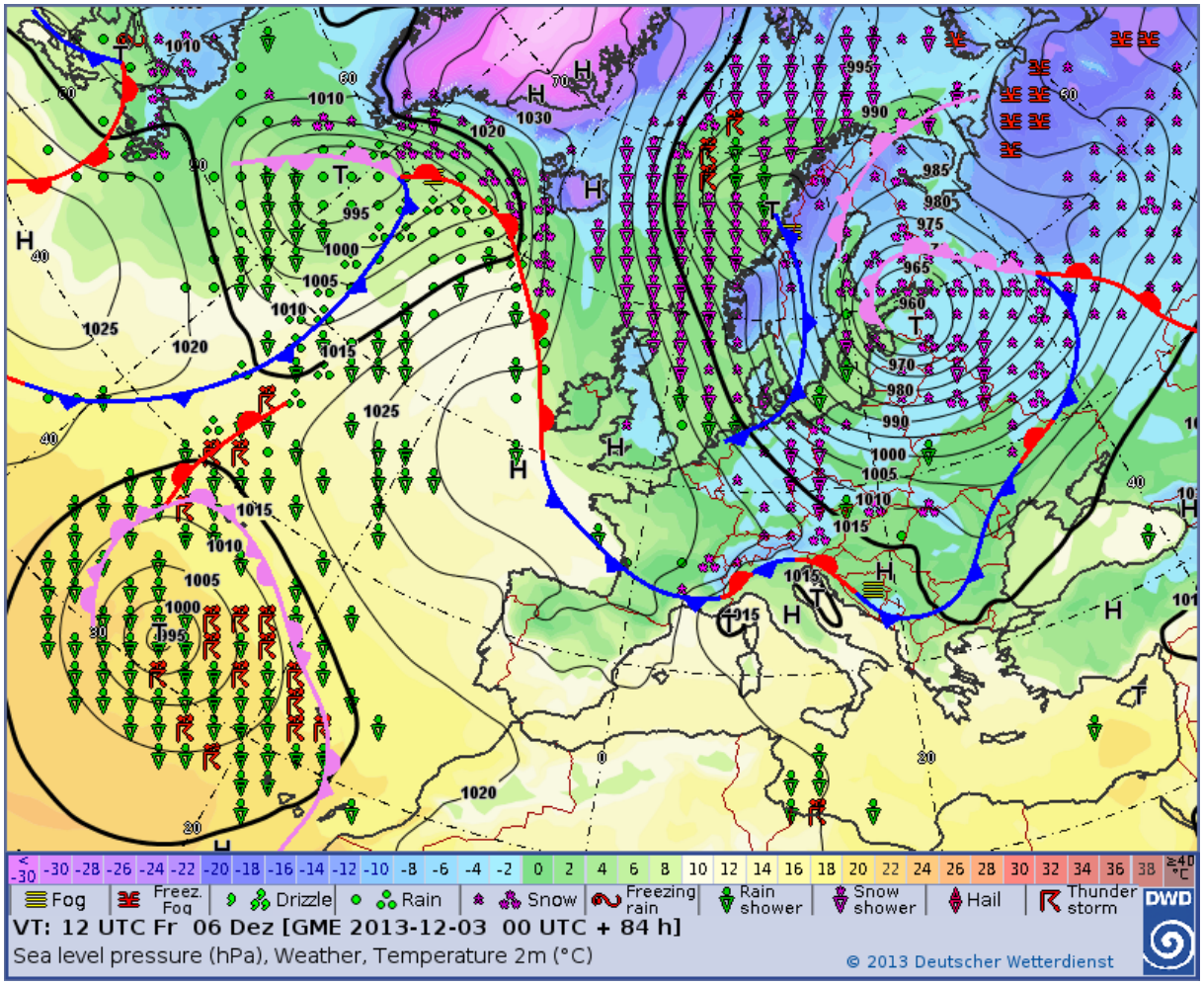


www.dwd.de

Wie stark weht der Wind?

Auf den Wetterkarten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) sind die Isobaren (Linien gleichen Drucks) im Abstand von 5 Hektopascal (hPa) gezeichnet.

- Je größer der Abstand der Isobaren, desto geringer die Windgeschwindigkeit.
- Je geringer der Abstand der Isobaren, desto größer die Windgeschwindigkeit .



Mit Hilfe einer Wetterkarte und einem Lineal lässt sich die Windgeschwindigkeit (Meter/Sekunde oder Kilometer/Stunde) und die Windstärke (Beaufort) an einem Ort vorraussagen:

Beispiel: Windgeschwindigkeit in Hannover beim Durchzug des Tiefs "Xaver" am 6. Dezember 2013

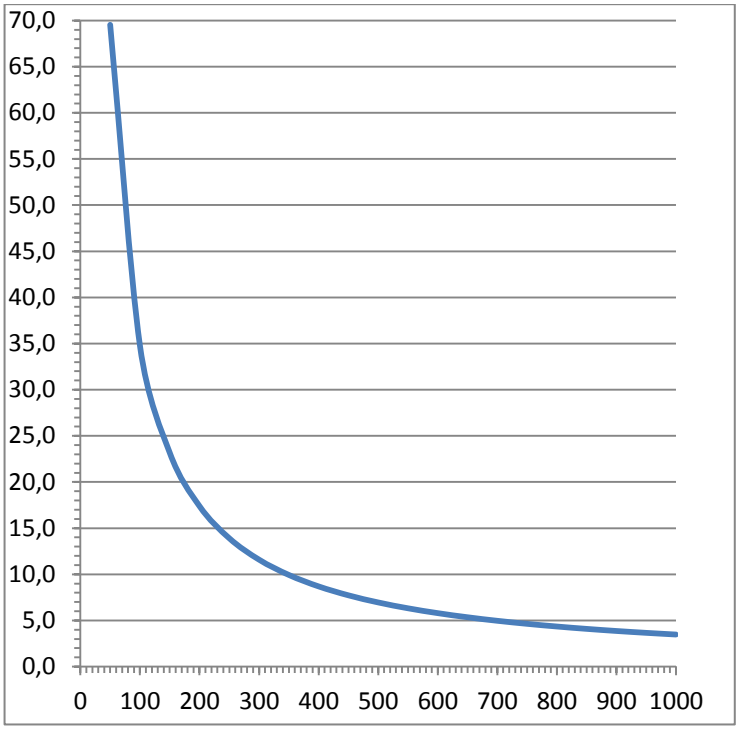
- Miss mit Hilfe des Maßstabs den Abstand zwischen zwei 5hPa-Isobaren im Raum Hannover.
- Ergebnis: Etwa 120 km

- Der Wind weht aus Nordwest (Tiefdruckgebiete werden auf der Nordhalbkugel gegen, Hochdruckgebiete im Uhrzeigersinn umströmt).

Der Maßstab bezieht sich auf die Vorhersagekarte des DWD

(10 Breitengrade = 1110 km)

Abstand der 5hPa-Isobaren in km und Windgeschwindigkeit in m/s



Die Kurve wurde mit EXCEL nach der Formel

$$v = \frac{1}{2 * \rho * \omega * \sin\varphi} * \frac{\Delta p}{\Delta x}$$

erstellt.

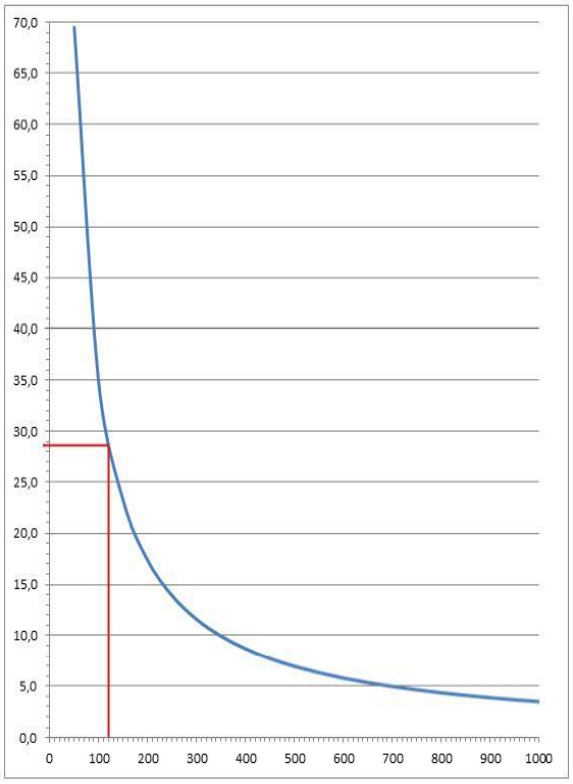
$\rho \rightarrow$	Dichte der Luft
$\omega \rightarrow$	Winkelgeschwindigkeit Erdrotation
$\varphi \rightarrow$	Geographische Breite
$\Delta p \rightarrow$	Druckdifferenz (500Pa)
$\Delta x \rightarrow$	Abstand Isobaren (m)

Sie gilt für den 55° Breitengrad.

Für höhere Breiten gilt:
Bei gleichem Isobaren-Abstand **geringere** Windgeschwindigkeit.

Für niedere Breiten gilt:
Bei gleichem Isobaren-Abstand **größere** Windgeschwindigkeit.

Lösung:



Die Windgeschwindigkeit beträgt etwa 28 m/s (=11 Bft)

Das sind $\frac{28m*3600s}{1000m}$ = 100 km/h

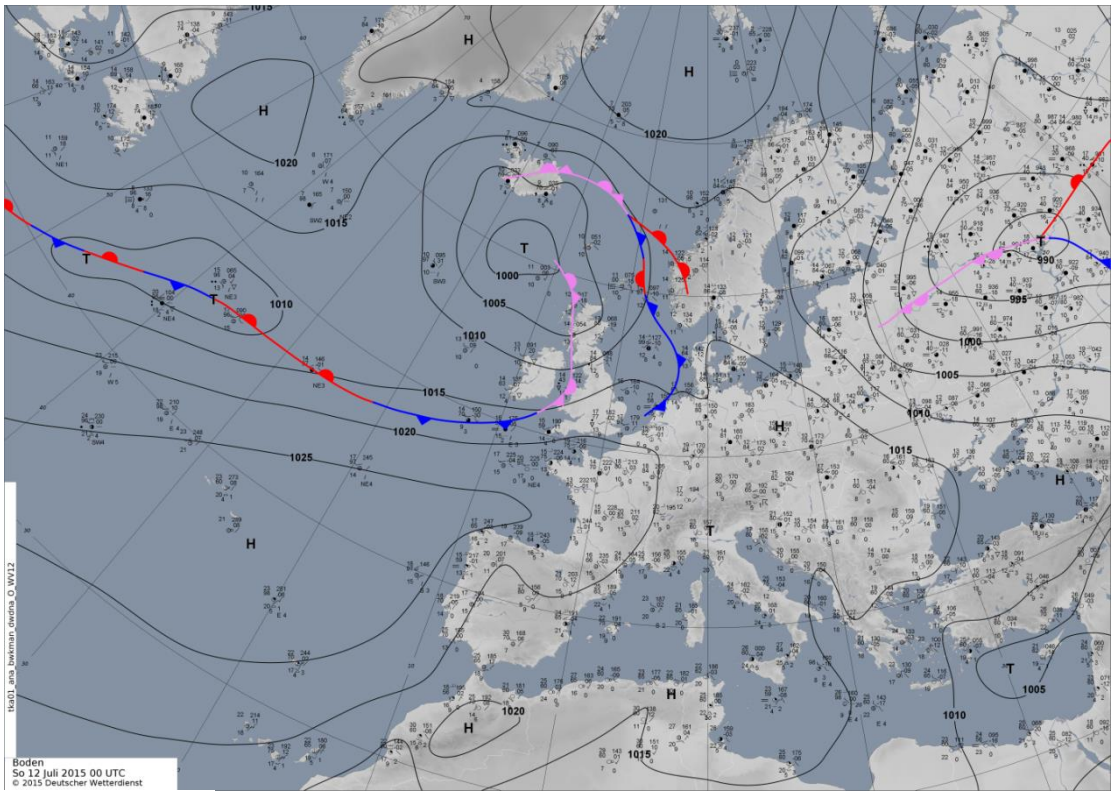
Windstärke (Beaufort)	Windgeschwindigkeit (m/s)
1	0 – <1,2
2	0,3 – <1,6
3	1,6 – <3,4
4	3,4 – <5,5
5	5,5 – <8,0
6	8,0 – <10,8
7	10,8 – <13,9
8	13,9 – <17,2
9	17,2 – <20,8
10	20,8 – <24,5
11	24,5 – <28,5
12	28,5 – <32,7
	≥ 32,7

Der berechnete "geostrophische Wind" kann in Bodennähe durch Reibungseffekte auf etwa 2/3 seiner Geschwindigkeit gemindert werden.

Schulbiologie zentrum Hannover

Suche die "windigsten" Orte in Europa

Analysekarte Deutscher Wetterdienst (DWD) vom 120715

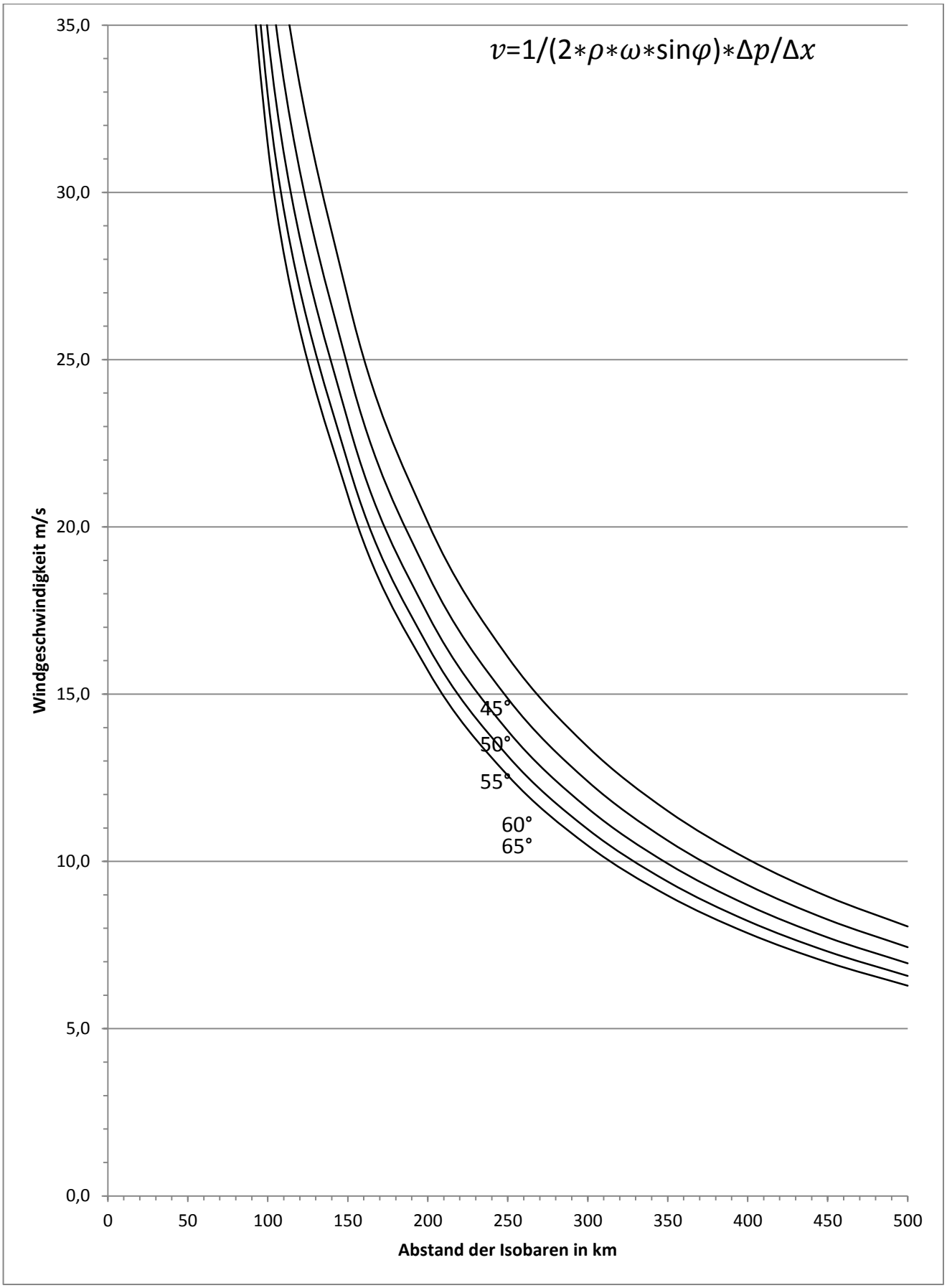


1000 km

Werte gelten für 55°N

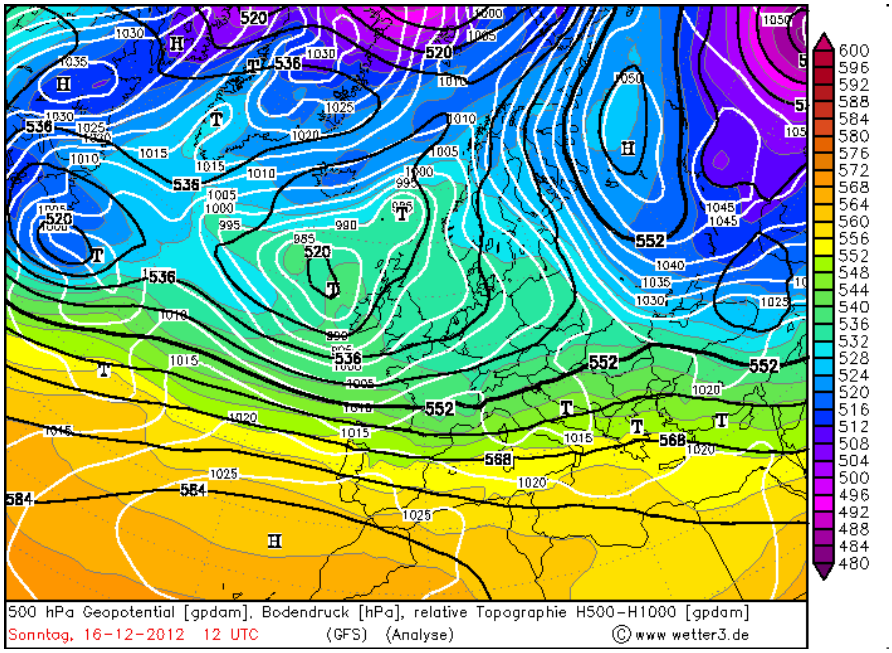
Abstand (km)	*v* (m/s)	km/h		Abstand (km)	*v* (m/s)	km/h
1000	3,5	12,5		500	7,0	25,0
950	3,7	13,2		450	7,7	27,8
900	3,9	13,9		400	8,7	31,3
850	4,1	14,7		350	9,9	35,8
800	4,3	15,6		300	11,6	41,7
750	4,6	16,7		250	13,9	50,1
700	5,0	17,9		200	17,4	62,6
650	5,3	19,3		150	23,2	83,4
600	5,8	20,9		100	34,8	125,2
550	6,3	22,8		50	69,5	250,3

Die Windgeschwindigkeit ist bei gegebenem Isobaren-Abstand abhängig von der geographischen Breite:



Das Wetter ganz oben: Höhenwetterkarten

Die erste Karte die sich ein Meteorologe anschauen sollte, wenn es um die Frage geht, wohin das "gute" und das "schlechte" Wetter zieht ist die Höhenwetterkarte. Diese zeigte für den 16.12.12 folgende Situation:



Schwarze Linien:

Höhe der 500hPa Druckfläche in Dekametern (552 dam = 5520m)

Farbige Flächen:

Schichtdicke zwischen der 1000hPa und der 500hPa Druckfläche (siehe Legende)

Weiße Linien:

Isobaren (Linien gleichen Luftdrucks) am Boden

www.wetter3.de/archiv

Höhenwetterkarten, die das so genannte "Geopotenzial" wiedergeben sind für die Analyse und Prognose des Wetters besonders wichtig. Sie zeigen, in welche Richtung und wie stark der Wind in der höheren Atmosphäre weht. Dieser Wind bestimmt die "Zugstraßen" der Tiefdruckgebiete und Hochdruckgebiete und damit vielfach auch den weiteren Verlauf des Wetters.

Diese Karte zeigt die Höhe in Dekametern (1 dam = 10 m) in welcher ein Druck von 500hPa gemessen wird.
Die schwarze Linie "552" bedeutet 5520m. In dieser Höhe haben wir etwa die Hälfte der Masse der Atmosphäre unter uns. Hier strömt die Luft ohne von den "Unebenheiten" der Erdoberfläche beeinflusst zu werden.
Diese Linien gleichen "Geopotenzials" kann man wie Höhenlinien (Isohypsen) einer Wanderkarte auffassen. Nur dass es sich hier um unsichtbare "Berge" und "Täler" handelt die nur mit Luftdruckmessgeräten erfassbar sind.
Die farbigen Flächen zeigen fast das gleiche: Hier geht es um die Schichtdicke der Luft zwischen der bodennahen Druckfläche 1000 hPa und der Fläche 500hPa.
Im Nordwesten Afrikas liegt die Höhe, in der 500hPa Luftdruck gemessen wird mit 5840m etwa 320m höher als im Nordosten Europas (5520m). Es besteht also ein Gefälle von Südwest nach Nordost.

Ein Ball wurde diesem Gefälle direkt folgen und zwar umso schneller, je enger die "Isohypsen" beieinander liegen. Enge Isohypsen auf der Wanderkarte deuten ja auf steile Hänge hin. Nicht so die Luft in der Atmosphäre. Sie wird durch die Rotation der Erde nach rechts abgelenkt und folgt den "Isohypsen". Und je geringer ihr Abstand, desto schneller der Wind.

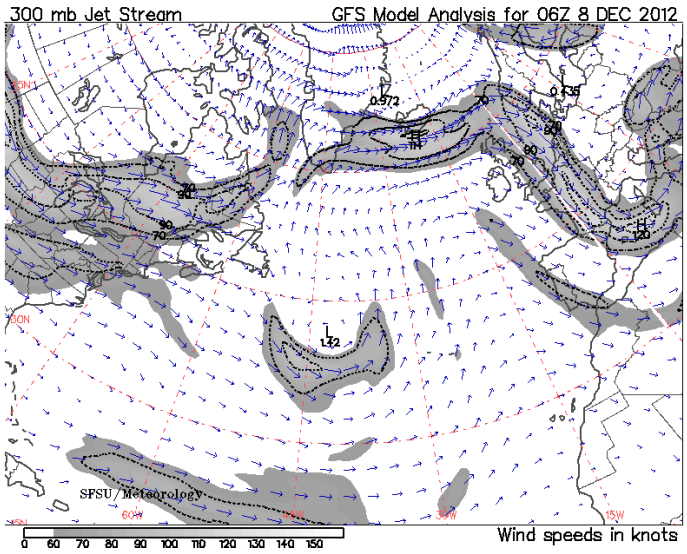
Ohne an dieser Stelle weiter auf die Vielfalt der Informationen der Höhenwetterkarte einzugehen:
Sie bestätigt die Vermutung, dass die vom Westen nach Mitteleuropa einströmende Meeresluft zunächst östlich verläuft um dann wenigstens teilweise nach Norden abzubiegen.

Weiterhin zeigt sich das die Höhenströmung über "**zonal**", also parallel zu den Breitenkreisen. Das Gegenteil wäre ein "**meridionaler**", von Nord nach Süd bzw. von Süd nach Nord gerichteter Transport.
Die Europa erreichenden Luftmassen sind maritimen, atlantischen Ursprungs und der ist Mitte Dezember noch recht warm.

Der "Jet-Stream" bestimmt die Zugstraßen der "Hochs" und "Tiefs"

Wer das Wetter der nächsten Tage voraussagen will sollte den "Jet-Stream" im Auge haben. Das ist der in der hohen Atmosphäre (300hPa) mit hoher Geschwindigkeit um die Erde ziehende "Strahlstrom".

Manchmal kann man ihn an der Richtung und Geschwindigkeit erkennen mit der hohe Wolken (Cirren) oder Kondensstreifen über en Himmel ziehen. Oder man holt sich den aktuellen Jet-Stream (oder den vergangener Tage) aus dem Internet.

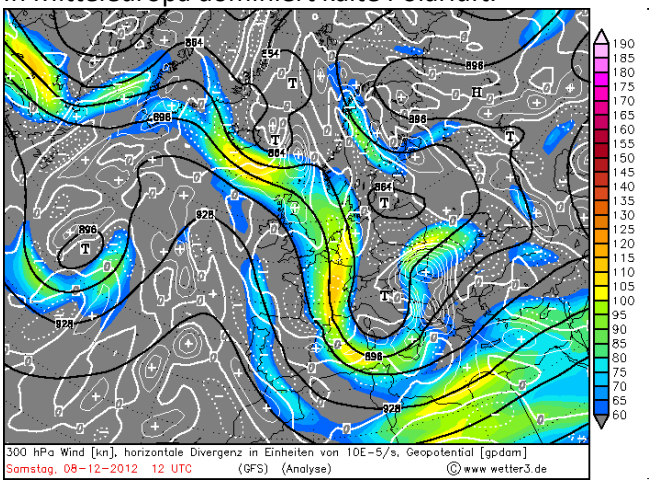


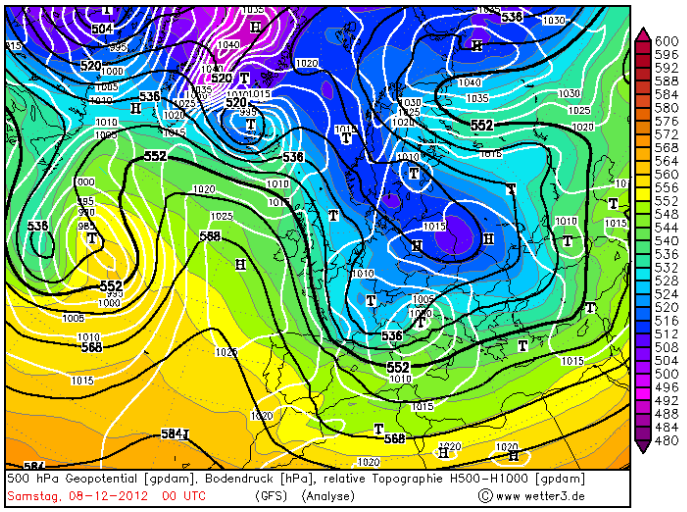
Oben:
California Regional Weather Server
San Francisco State University.
www.squall.sfsu.edu
Rechts und unten:
www.wetter3.de/archiv

Meridionale Strömung des Jet-Streams am 08. Dezember 2012.

Der Jet-Stream schwingt in weitem Bogen über den Nordatlantik, schwenkt dann über Westeuropa nach Süden um dann über dem Mittelmeer nach Nordosten umzubiegen.

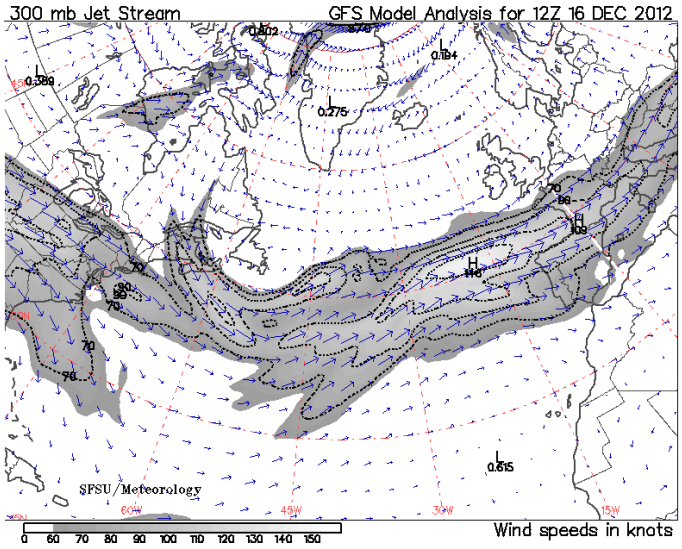
In Mitteleuropa dominiert kalte Polarluft.





Oben:
Die Karte zeigt die Höhe der 300hPa Druckfläche (um 9000m) und die Geschwindigkeit des Jetstreams in Knoten (1 kn = 1,852km/h). Der Jetstream über West- und Mitteleuropa verläuft **meridional** und weht mit Geschwindigkeiten um 180 km/h.

Links:
Auch auf der 500hPa Druckfläche zeigt sich eine nord-südwärts gerichtete Höhenströmung die, über Mitteleuropa nach Osten und dann nach Norden schwenkt. Im das vom Höhenwind umschlossenen "Tal" dringt kalte Polarluft tief nach Süden vor.

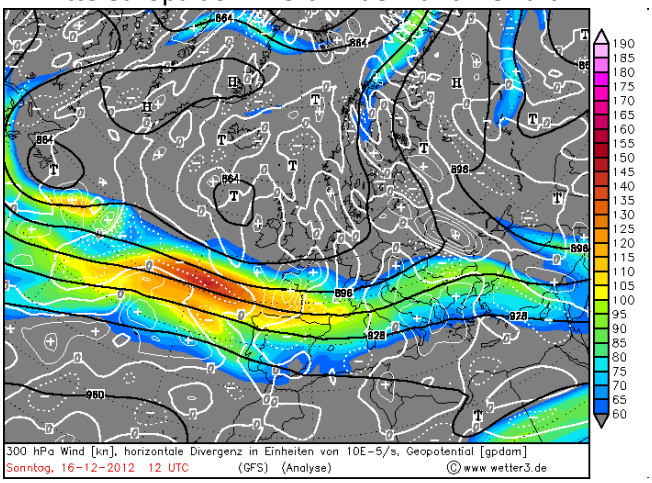


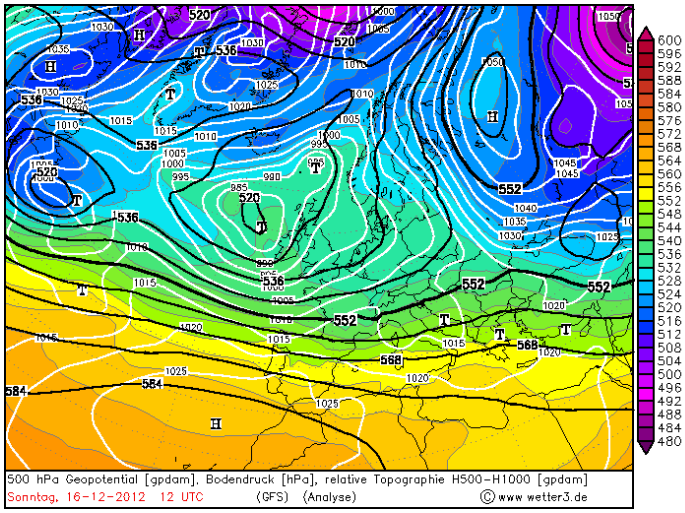
Oben:
California Regional Weather Server
San Francisco State University.
www.squall.sfsu.edu
Rechts und unten:
www.wetter3.de/archiv

Zonale Strömung des Jet-Streams am 16. Dezember 2012.

Der Jet-Stream strömt in west-östlicher über den Atlantik.

In Mitteleuropa dominiert milde maritime Luft.

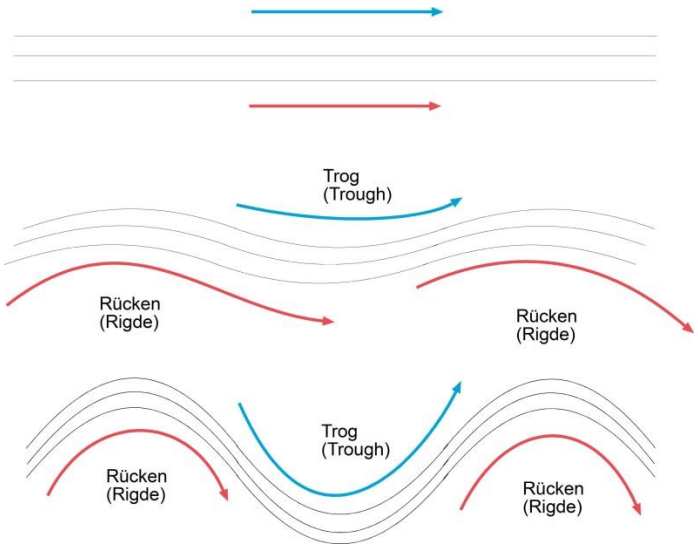




Oben:
Die Karte zeigt die Höhe der 300hPa Druckfläche (um 9000m) und die Geschwindigkeit des Jetstreams in Knoten (1 kn = 1,852km/h). Der Jetstream über West- und Mitteleuropa verläuft **zonal** von West nach Ost und weht mit Geschwindigkeiten zwischen 170 und 220 km/h.

Links:
Auch auf der 500hPa Druckfläche zeigt sich eine west-ostwärts gerichtete Höhenströmung die über Mitteleuropa nach Osten und dann nach Norden schwenkt. Die kalte Polarluft wird von milder maritimer Luft verdrängt.

Der Jet-Stream: Der "Motor" unseres Wetters



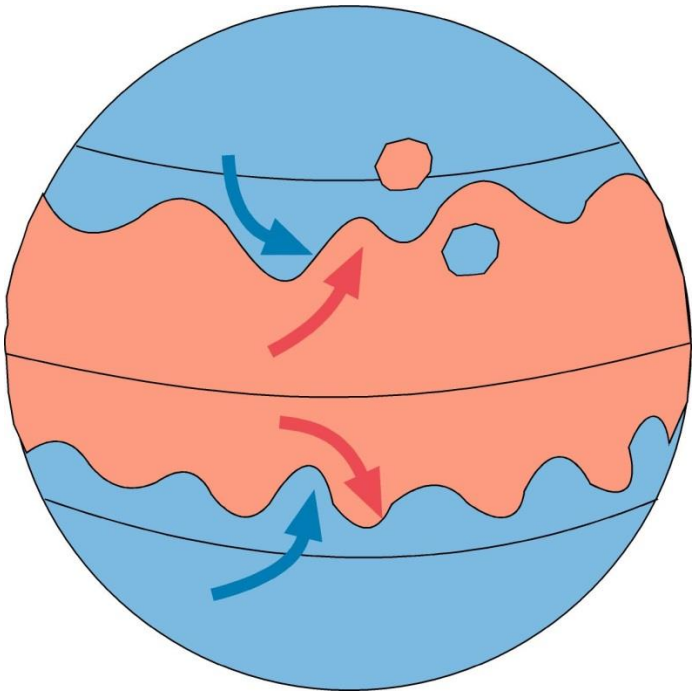
Die Atmosphäre über den Tropen ragt, weil wärmer, erheblich höher hinauf als über den Polen.

Die in der Höhe von den Tropen zu den Polen absteigende Luft folgt nicht diesem Gefälle, sondern wird durch die Erdrotation nach rechts (auf der Nordhalbkugel) bzw. nach links abgelenkt (Coriolis-Effekt)

Die Folge:
Die Luft in den mittleren Breiten bewegt sich auf der Nord- und auf der Südhalbkugel von Westen nach Osten. Im Bereich der so genannten Polarfront treffen warme Tropen- und kalte Polarluft aufeinander.

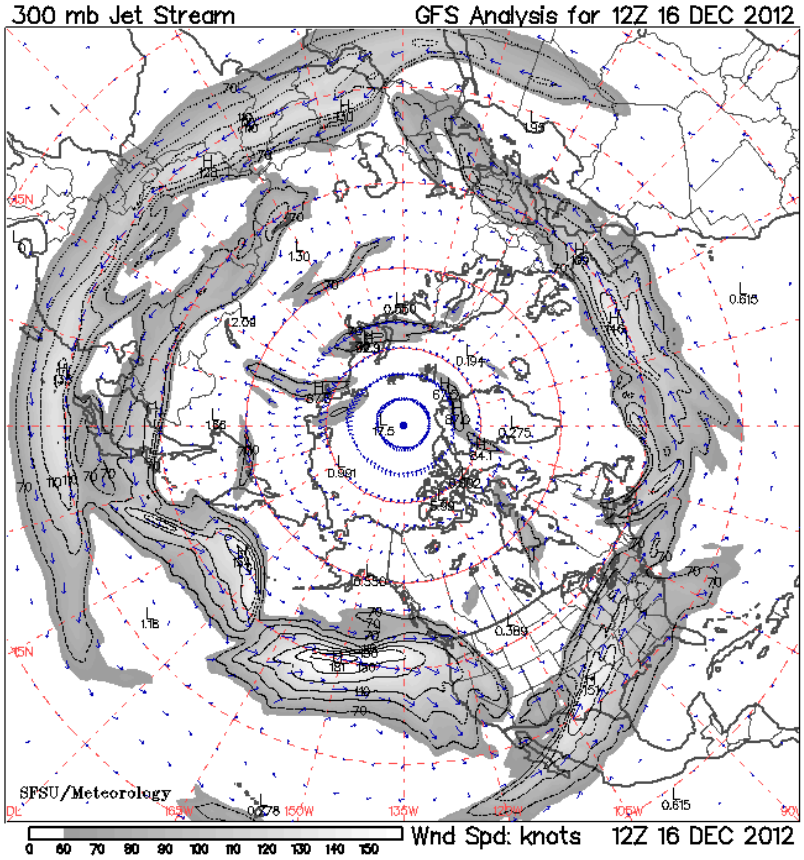
Dort wo sich in der Höhe warme und kalte Luft treffen jagt der "Jetstream" mit hoher Geschwindigkeit rund um die Erde.

Dabei kommt es, wie in einem Fluss, zu Verwirbelungen: Es bilden sich zu den Polen ausgreifende "Rücken" mit tropischer Warmluft und kalte, zu den Tropen gerichtete "Tröge" mit kalter Polarluft.
Auf Der Nordhalbkugel hat die Strömung im Bereich der Rücken eine Rechts-, in Trögen eine Linkskomponente. Rücken und Tröge werden durch das Mäandrieren des in der Höhe wehenden starken Windes (Jet-Stream) gebildet.
In der unteren und mittleren Atmosphäre sind bilden die Rücken die "Hochs" und die Tröge die "Tiefs". Sie können sich auch als eigenständige Wirbel ablösen und ein "Eigenleben" führen.



Warme tropische und kalte polare Luft treffen in mittleren Breiten aufeinander, schwingen weit nach Norden bzw. nach Süden und bilden polwärts Rücken und äquatorwärts Tröge aus denen sich Hoch- und Tiefdruckgebiete entwickeln. Ihre Zugbahnen wiederum richten sich oft nach dem Verlauf des Jetstreams.

Der Jetstream oder "Strahlstrom" weht mit oft Orkanstärke. Von West nach Ost fliegende Flugzeuge sparen durch den Rückenwind viel Treibstoff, in Gegenrichtung müssen sie manchmal schon vor Erreichen des Zielflughafens zwischenlanden und aufgetankt werden.
Nicht selten trifft er seitlich auf das Flugzeug und die (hoffentlich angeschnallten) Passagiere werden ordentlich durchgeschüttelt…

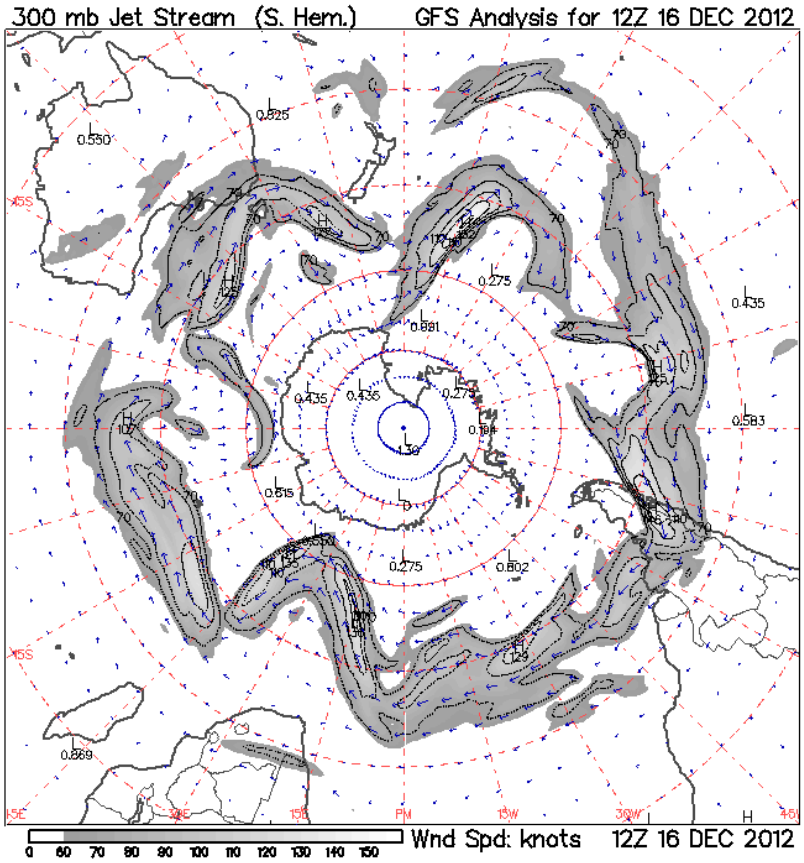


Jet-Stream über der nördlichen Hemisphäre:

Das Archivbild der Universität von San Francisco für den 16.12.2012 zeigt den west-östlichen, mäandrierenden Verlauf des Jetstreams in der oberen Atmosphäre.

Zu sehen ist auch, dass sich der Jetstream in vielen Regionen in Teilströme aufspaltet.

Von oben betrachtet umkreist der Jetstream den Nordpol gegen den Uhrzeigersinn.



Jet-Stream über der südlichen Hemisphäre:

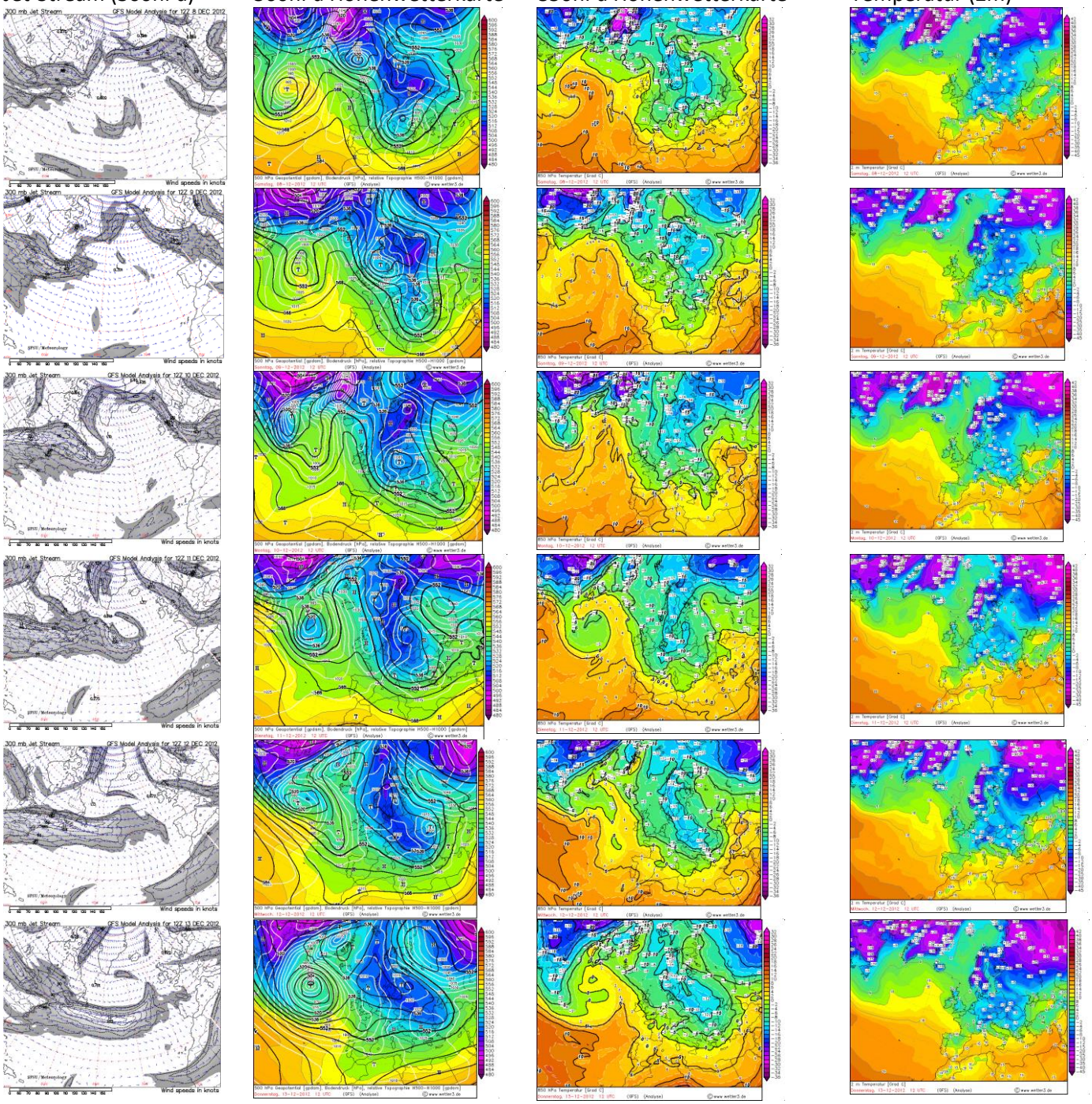
Von oben betrachtet umkreist der Jetstream den Südpol im Uhrzeigersinn.

JET-STREAM, mittlere und untere Atmosphäre, Bodentemperatur 08.12. - 20.12.2012

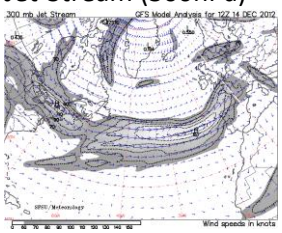
Übergang von meridionaler (Nord-Süd) Wetterlage mit kaltem, von polarer Meeresluft bestimmten Wetter zu zonaler Wetterlage mit milder atlantischer Meeresluft

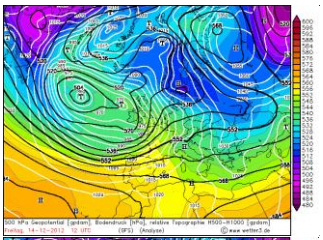
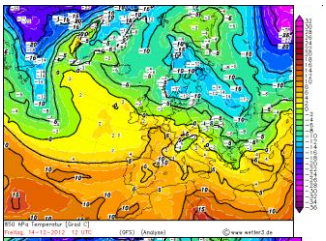
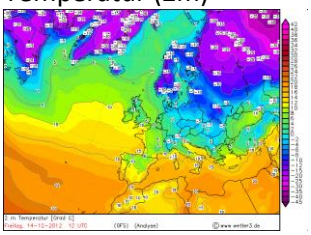
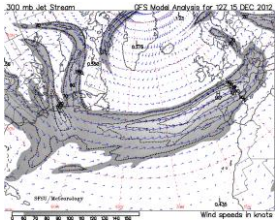
Quellen: http://squall.sfsu.edu/scripts/jet_atl_big_archloop.html, www.wetter3.de/archiv

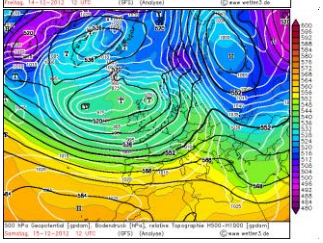
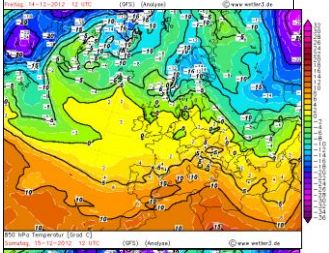
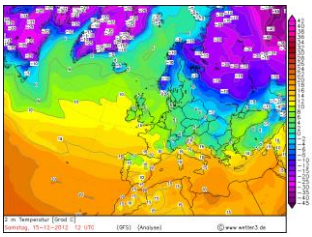
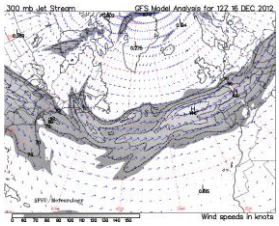
Jet-Stream (300hPa) | 500hPa Höhenwetterkarte | 850hPa Höhenwetterkarte | Temperatur (2m)

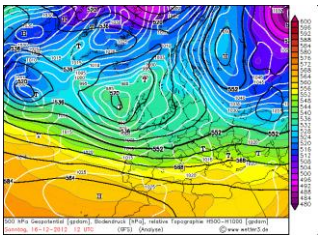
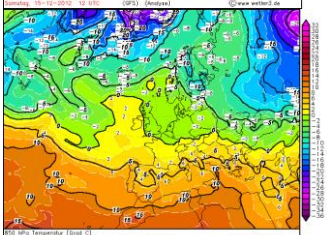
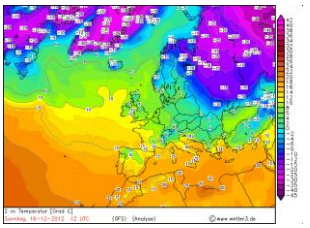
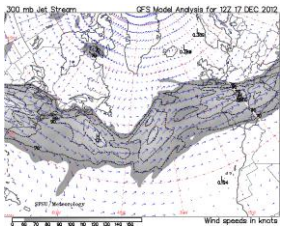


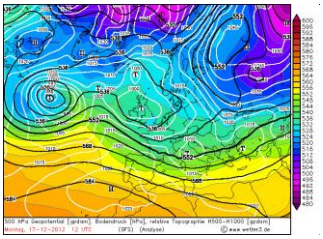
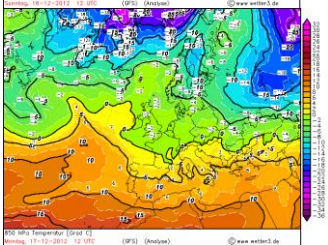
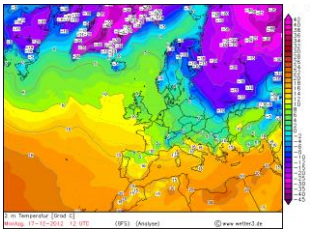
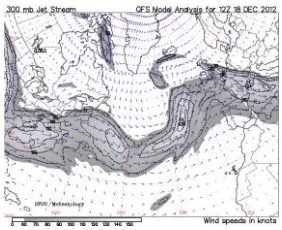
Jet-Stream (300hPa) 500hPa Höhenwetterkarte 850hPa Höhenwetterkarte Temperatur (2m)

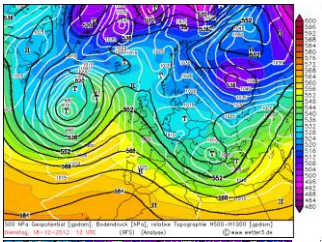
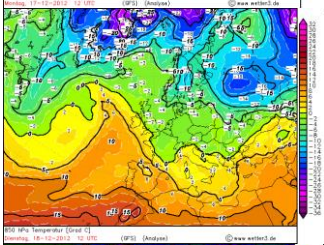
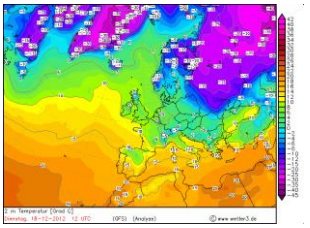
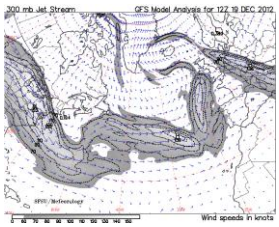


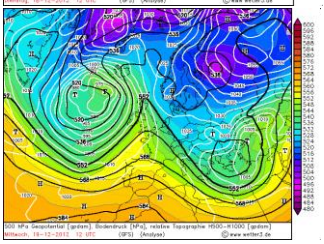
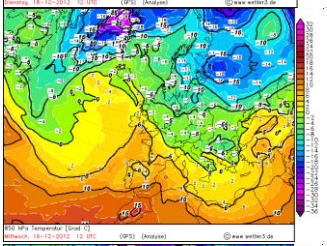
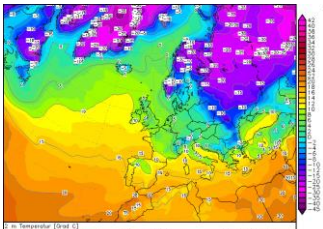
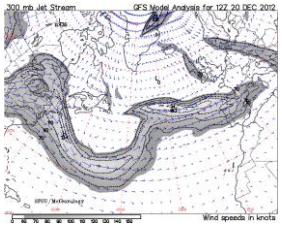





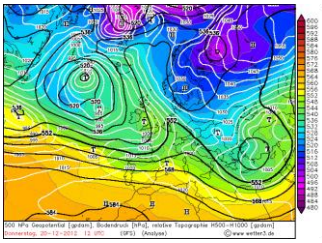
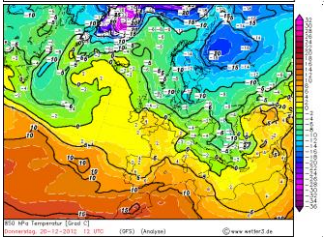
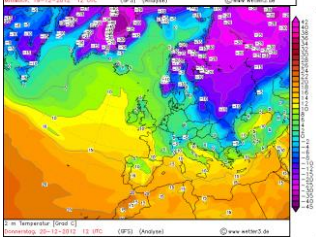





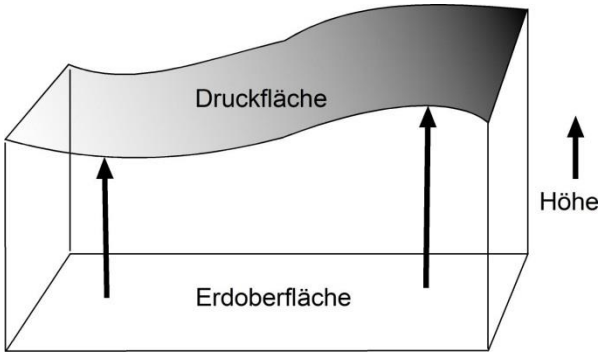




Höhenwetterkarten: Geopotenzial und Windgeschwindigkeit

Die vom DWD veröffentlichten Prognosekarten zur Höhenwetterlage über Europa werden für die 850 und 500hPa Druckflächen erstellt. Sie geben den Ist-Zustand wieder (Erstellungszeit +00) und die errechnete Druckverteilung nach 24, 48 und 72 Stunden.

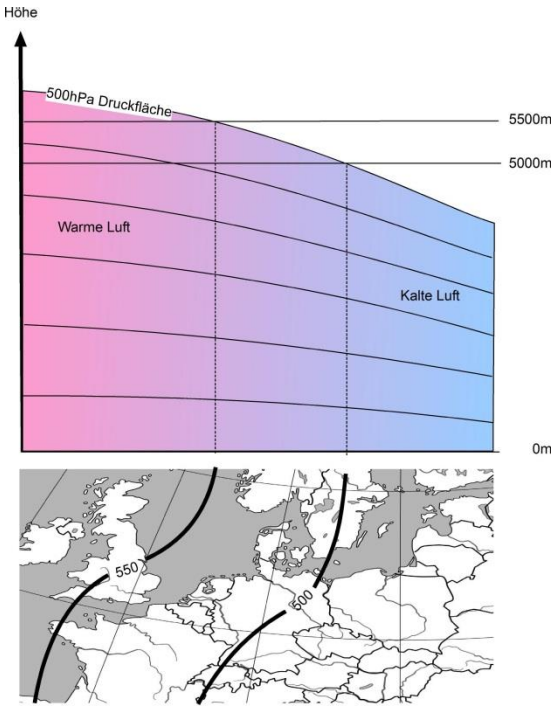
Wie liest man eine Höhenwetterkarte?

- Höhenwetterkarten geben das "Geopotenzial" einer bestimmten "Druckfläche" und die dort herrschende Temperatur wieder. Beide Begriffe hören sich komplizierter an als sie sind.



Unter Geopotenzial (gp) ist die Höhe eines Ortes und damit die potenzielle Lageenergie zu verstehen. Je größer die Höhe, desto größer ist die potenzielle Energie eines der Schwerkraft ausgesetzten Objektes.
Auf der Höhenkarte wird die Höhe in Dekametern (1 dam = 10m) angegeben. Eine Höhenangabe von 544 bedeutet also 5540 m.

- Was bedeutet 500hPa bzw. 850hPa Druckfläche?
  In einer Standardatmosphäre würde sich der Druck 500hPa in einer Höhe von etwa 5520m über dem Meeresspiegel einstellen. 850hPa würde man unter "normalen" Bedingungen in 1520m Höhe erwarten. Das allerdings ist nur ein statistisches Mittelmaß.
  Würde man über einer großen Fläche und gleichmäßig verteilt mit Barometern versehene Ballons an Leinen aufsteigen lassen und sie beim Erreichen eines bestimmten Druckwerts anhalten hätten sie verschiedene Höhen. Würde man eine große Decke über die Ballons ausbreiten ergäbe sich eine "Berg- und Tal-Landschaft" ähnlich wie auf der festen Erdoberfläche. Auf den das Relief der Erde wiedergebenden topografischen Karten werden Orte gleicher Höhe durch Höhenlinien (Isohypsen) miteinander verbunden. Mit Hilfe der Isohypsen erkennen wir die Höhe eines Ortes über dem Meeresniveau und aus ihrem Abstand den Höhenunterschied.
  Mit etwas Übung gewinnt man aus der Lage der Isohypsen ein dreidimensionales Bild der Erdoberfläche. Weit auseinander liegende Höhenlinien markieren ebene oder nur gering ansteigende Flächen. Wer steile Anstiege nicht mag sollte Wege meiden die von eng beieinander liegenden Isohypsen gekreuzt werden.
  Auf Höhenwetterkarten muss man sich eine aus Luft bestehende Berg- und Tallandschaft vorstellen und die Höhenlinien als auf gleichen Luftdruck bezogene Isohypsen denken. Das ist natürlich nicht so einfach wie auf einer Wanderkarte denn anders als Berge und Täler ist Luft und erst recht Flächen gleichen Luftdrucks nicht sichtbar.



Warme Luft hat ein größeres Volumen als kalte Luft. Die 500hPa-Druckfläche liegt infolgedessen über warmer Luft höher als über kalter Luft.

In der Atmosphäre bilden sich unsichtbare "Berge" und "Täler" die eines gemeinsam haben: Überall wird der gleiche Druck gemessen, in diesem Fall 500hPa.

Projiziert man diese Höhen auf eine Karte erhält man "Isohypsen".

Aus dem Abstand der Isohypsen kann man auf das Gefälle zwischen "Berg" und "Tal" und damit auf die Windgeschwindigkeit schließen.

Gebiete mit erhöhtem Geopotenzials ("Berge") werden parallel zu den Höhenlinien **im Uhrzeigersinn** umströmt

Gebiete mit geringen Geopotenzial ("Täler") werden parallel zu den Höhenlinien **gegen Uhrzeigersinn** umströmt

Die Windgeschwindigkeit auf der Druckfläche ist abhängig

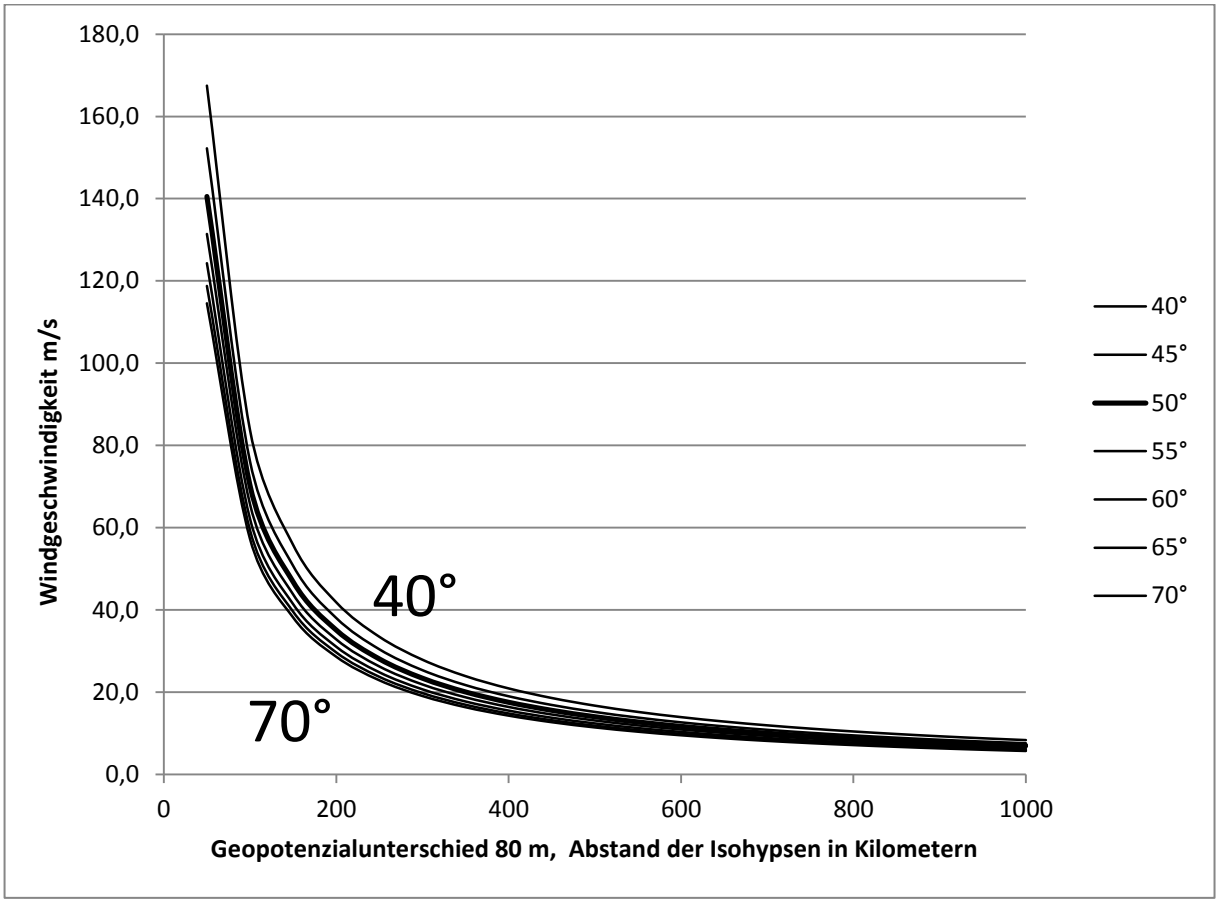
- Vom Abstand der Höhelinien gleichen Geopotenzials:
  Je geringer ihre Distanz desto stärker der Wind
- Vom Breitengrad: Bei gleichem Abstand der Höhenlinien steigt die Windgeschwindigkeit mit abnehmender geographischer Breite.

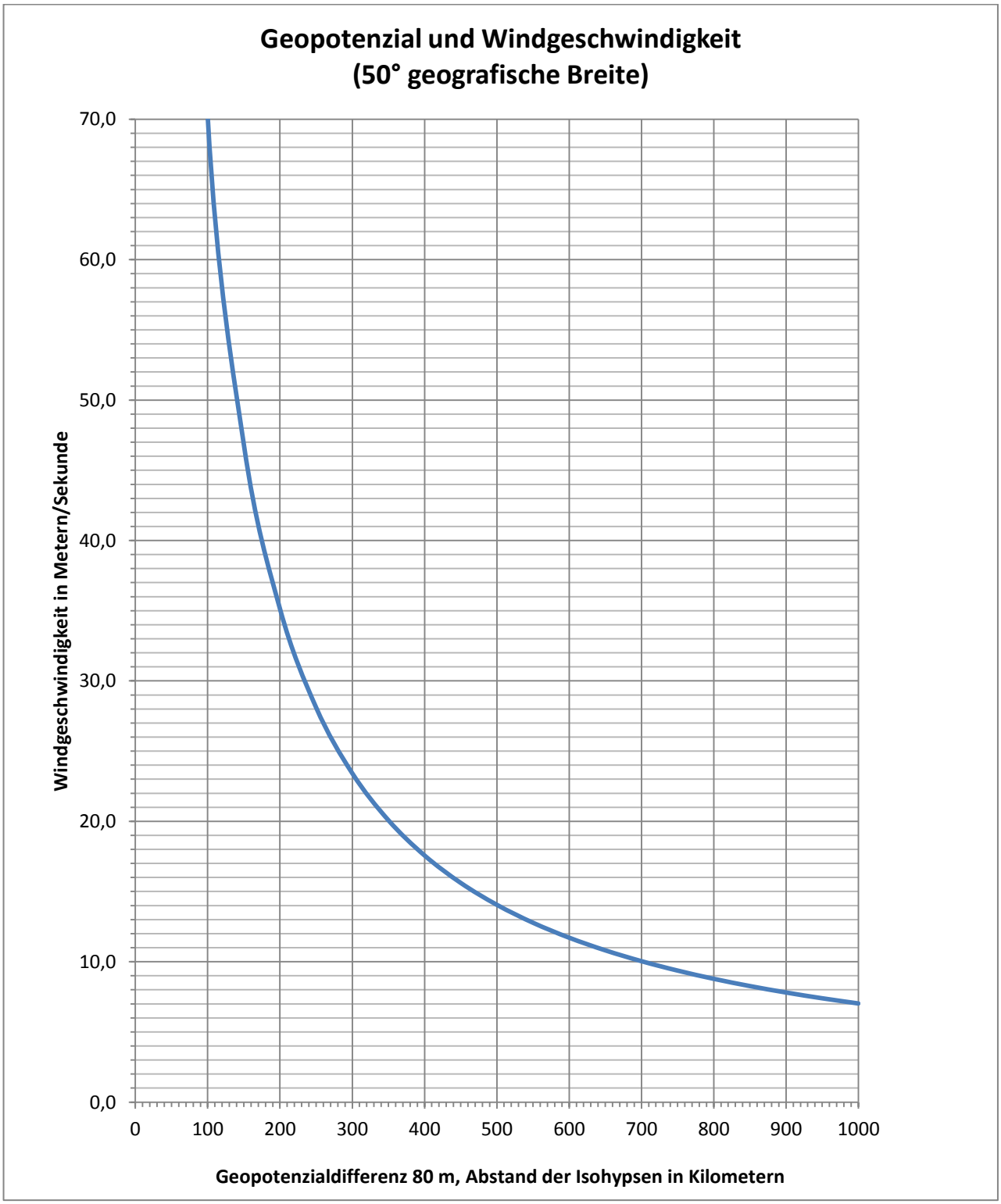
Die als Konstante angenommene Fallbeschleunigung *g* (9,81 m/s^2)und die Differenz des Geopotentials (Δz) stehen im Zähler. Damit wächst die Windgeschwindigkeit mit der Differenz zwischen den Geopotenzialen.

Die (konstante) Winkelgeschwindigkeit (ω) der rotierenden Erde, der Sinus der geographischen Breite (φ)und der Abstand zweier Linien gleichen Geopotenzials (Δx)stehen im Nenner. Da der Sinus der geographischen Breite an den Polen 1 beträgt und zum Äquator gegen Null strebt wächst die Windgeschwindigkeit in niederen Breiten und bei geringerem Abstand der Isohypsen.

$$v = \frac{g}{2 * \omega * sin\varphi} * \frac{\Delta z}{\Delta x}$$

Windgeschwindigkeit in Abhängigkeit des Abstandes zweier Isohypsen (Geopotenzialdifferenz 80m) und der geographischen Breite:

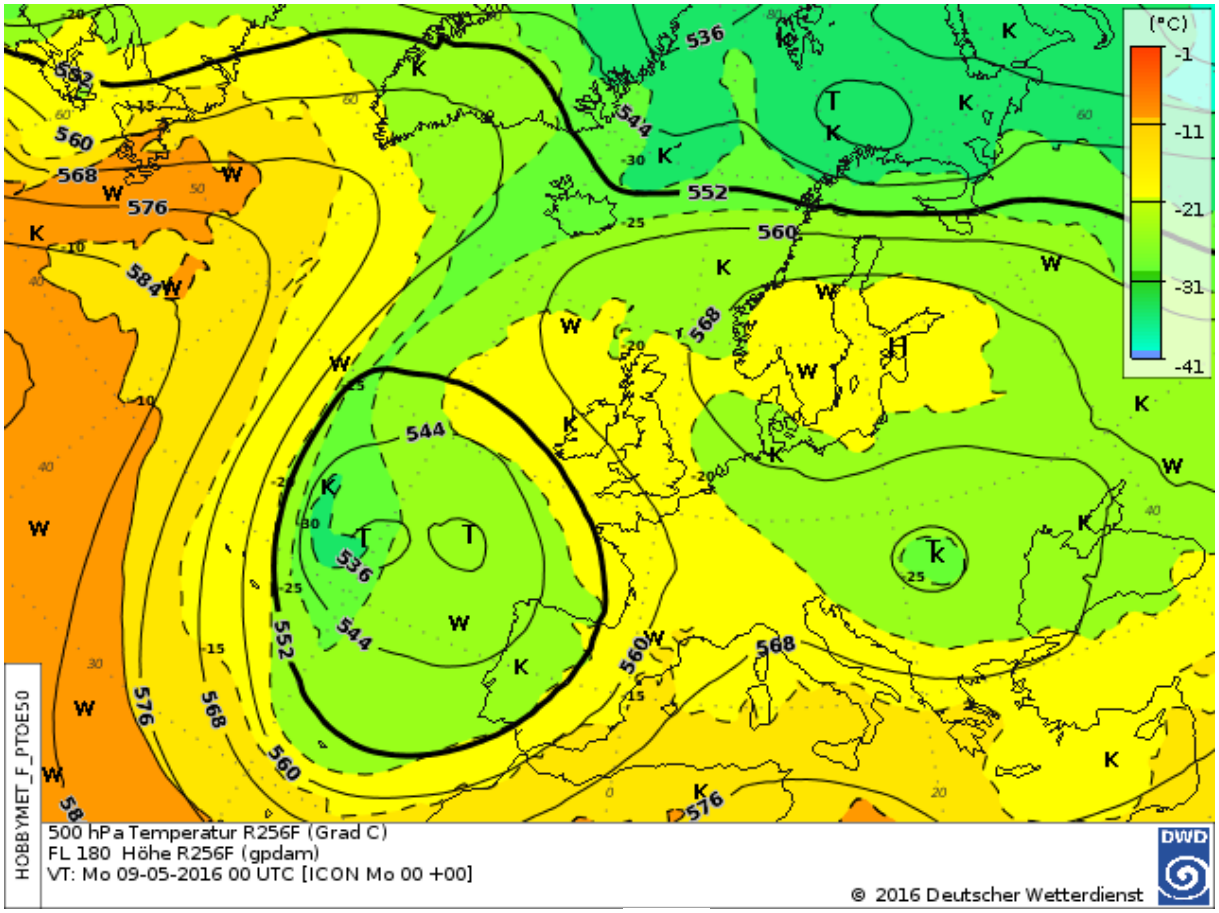

180,0
160,0
140,0
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
Windgeschwindigkeit m/s
0
200
400
600
800
1000
Geopotenzialunterschied 80 m, Abstand der Isohypsen in Kilometern
40°
70°
40°
45°
50°
55°
60°
65°
70°



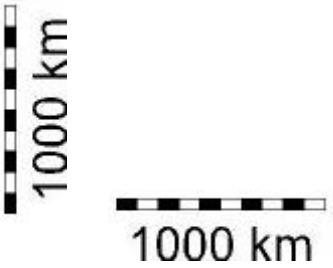
Beispiel:

Beträgt der horizontale Abstand der 500hPa-Geopotenziale 5600 und 5520 m 250 km so ist dort eine Windgeschwindigkeit von etwa 28m/s zu erwarten.

Geopotientielle Höhe und Temperatur der 500hPa Druckfläche



Maßstab zum Bestimmen des horizontalen Abstands des 80m-Geopotenzials

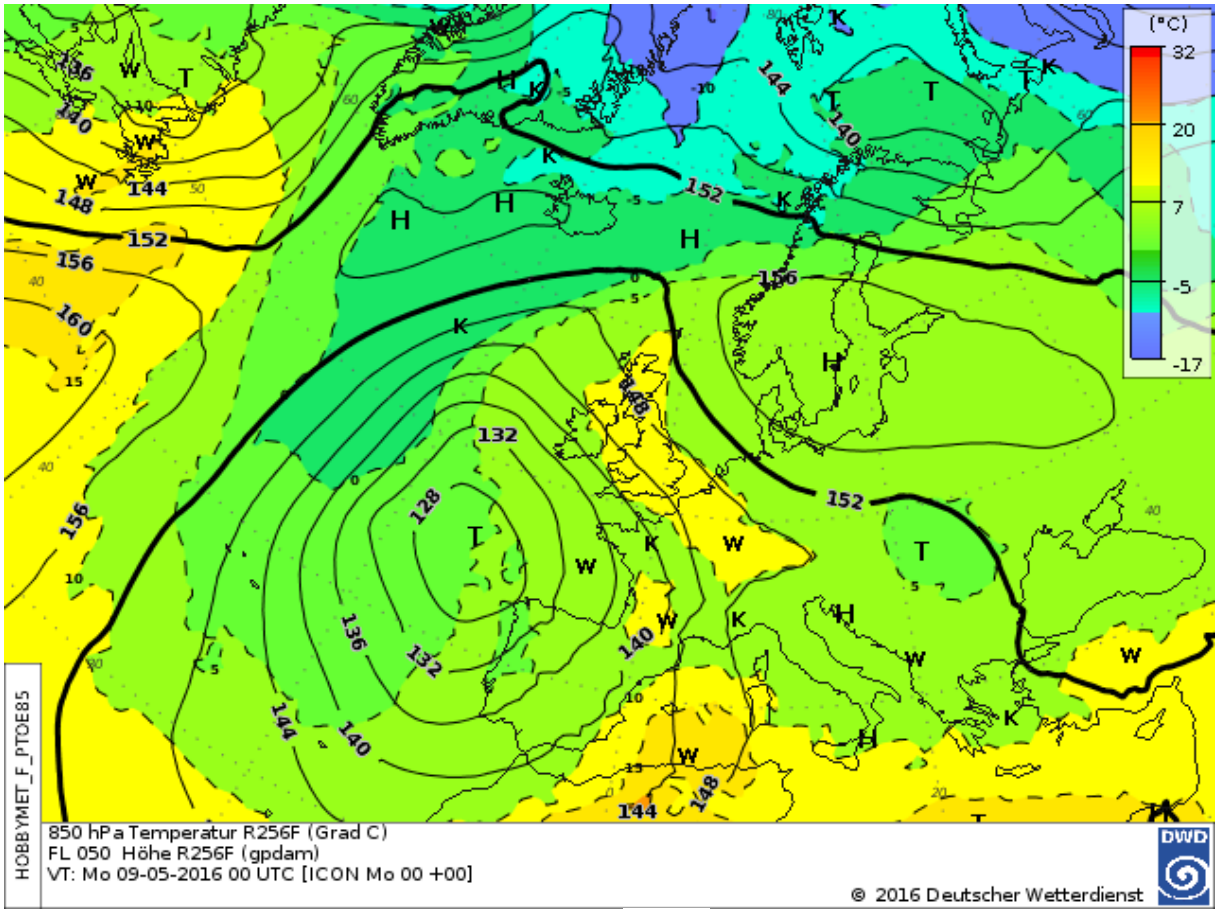


Achtung:
Isohypsen der 500hPa-Höhenkarte im Abstand von 8 Dekametern (80m)

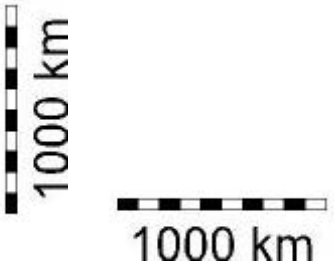
Gebiete großen Geopotenzials	Nordwestlicher und mittlerer Nordatlantik >584gpdam (5840m über NN) Südliches Nordeuropa >568gpdam (5680m)
Gebiete geringen Geopotenzials	östlicher Nordatlantik <536gpdam (5360m über NN) Nordpolarmeer <536gpdam (5360m über NN)
Geringster Abstand gleichen Geopotenzials	Mittlerer Nordatlantik < 200km
Geringster Abstand gleichen Geopotenzials	Mittleres und östliches Europa < 800km

Windrichtungen (auf der Nordhalbkugel):
Gebiete mit hohem Geopotenzial ("Berge") werden **im Uhrzeigersinn**, Gebiete mit geringem Geopotenzial ("Täler") **gegen den Uhrzeigersinn** umströmt.

Geopotientielle Höhe und Temperatur der 850hPa Druckfläche



Maßstab zum Bestimmen des horizontalen Abstands des 80m-Geopotenzials

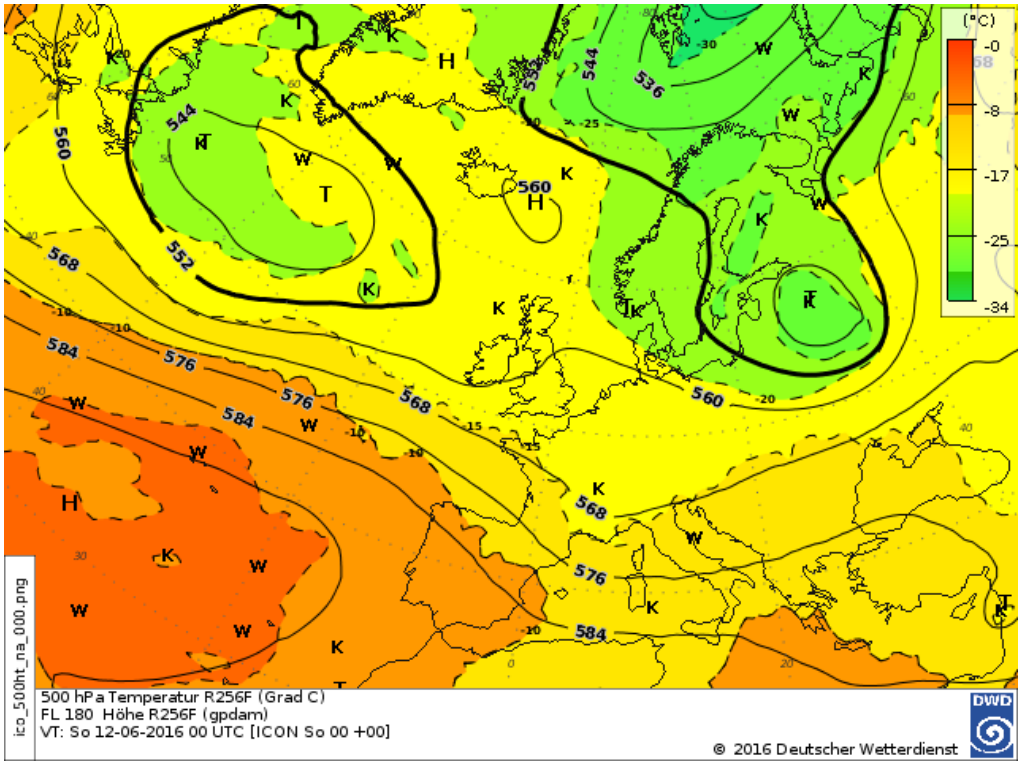


Achtung:
Isohypsen der 850hPa-Höhenkarte im Abstand von 4 Dekametern (40m)

Gebiete großen Geopotenzials (Europa)	Südskandinavien, Baltikum, Russland und Nordatlantik >156gpdam (1560m über NN)
Gebiete geringen Geopotenzials (Europa)	östlicher Nordatlantik <128gpdam (1280m über NN)
Geringster Abstand gleichen Geopotenzials	Atlantik westlich Irlands < 200km
Geringster Abstand gleichen Geopotenzials	Russland, östliches Mittelmeer < 800km

Windrichtungen (auf der Nordhalbkugel):
Gebiete mit hohem Geopotenzial ("Berge") werden **im Uhrzeigersinn**, Gebiete mit geringem Geopotenzial ("Täler") **gegen den Uhrzeigersinn** umströmt.

Windrichtung und -geschwindigkeit in der mittleren Atmosphäre (500hPa)

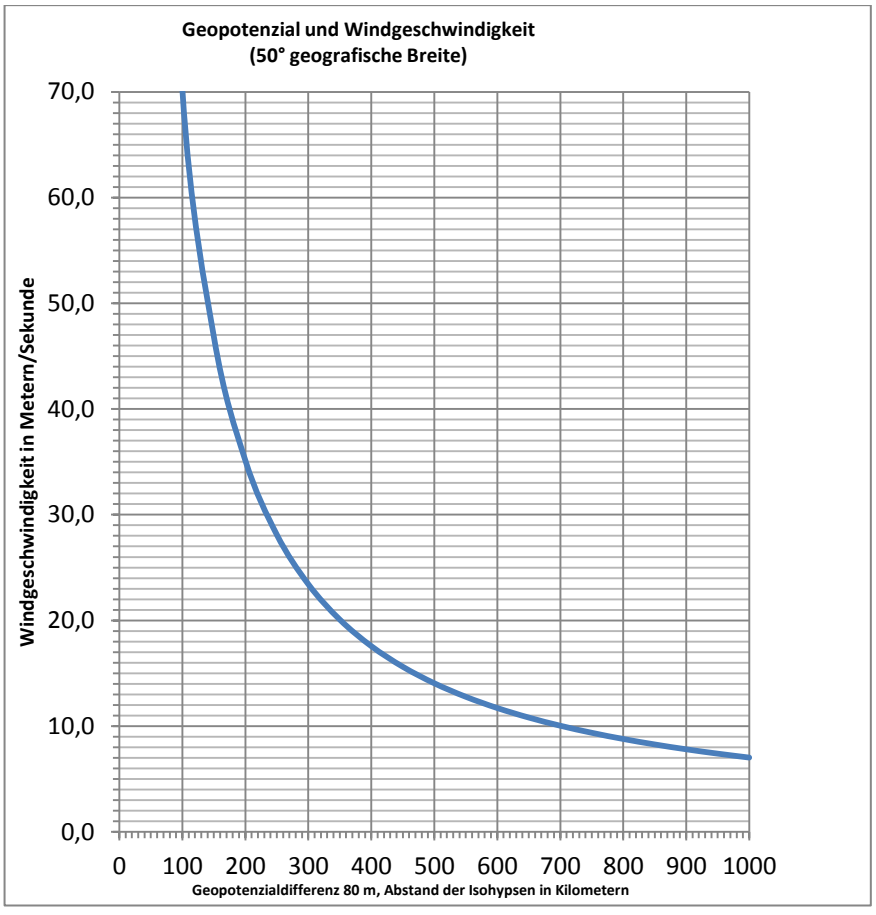


Aktuelle Höhenwetterkarte DWD (500hPa)

1000 km

Wo liegen die "Berge" und "Täler" der 500hPa-Druckfläche?

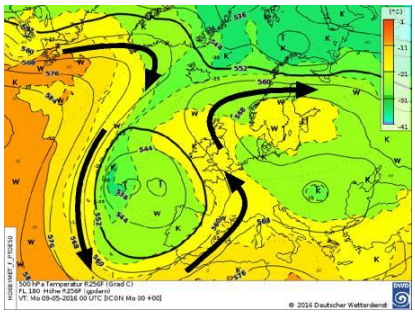
Zwischen welchen Höhen liegt die 500hPa-Druckfläche?



Bestimme mit Hilfe der Karte, des Maßstabs und des Diagramms die Gebiete mit der größten und geringsten Windgeschwindigkeit.

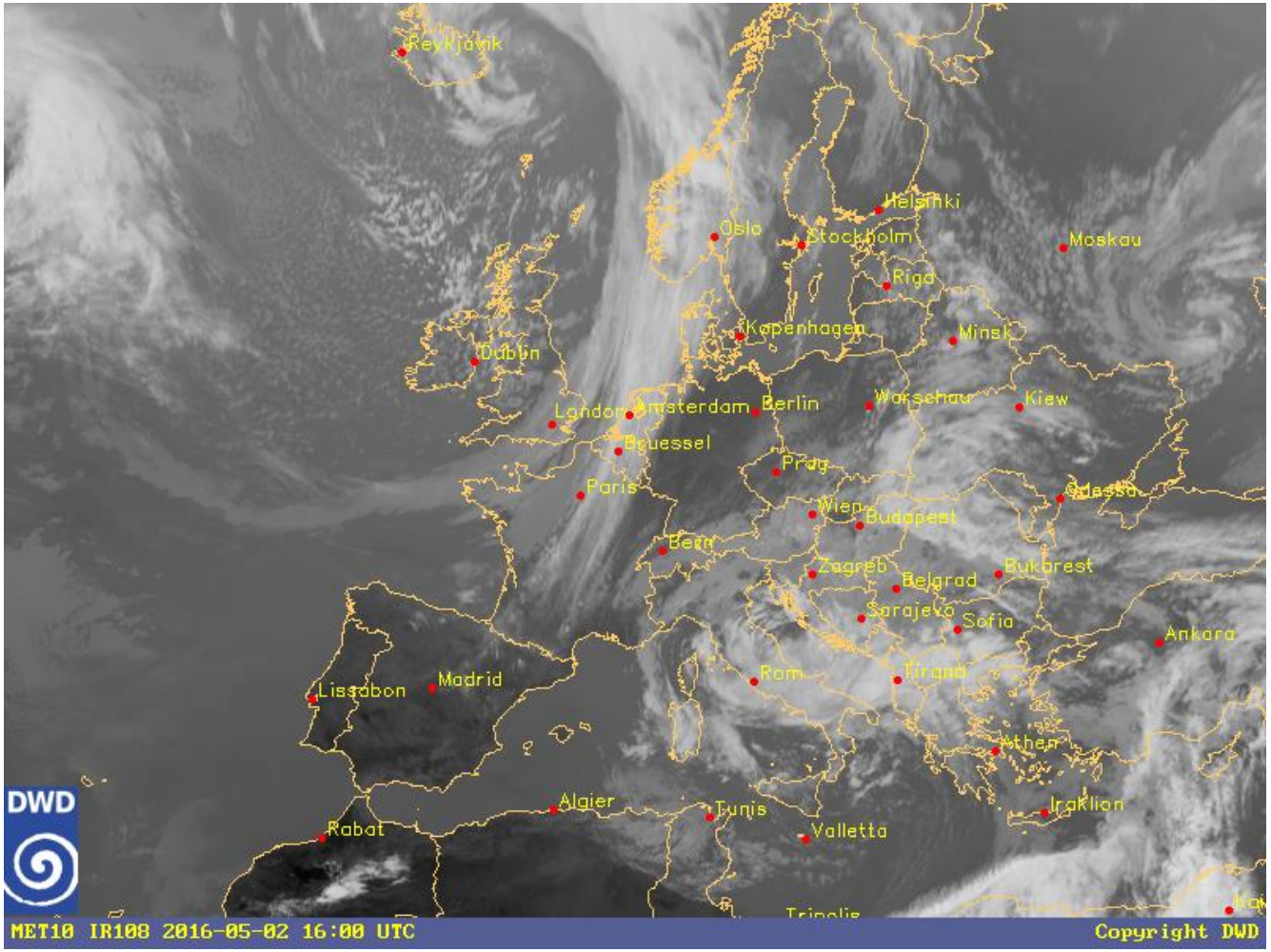
Mit welcher Windgeschwindigkeit ist dort zu rechnen?

Zeichne die Haupt-Windrichtungen nach folgendem Muster ein:



Satellitenbild und Analysekarte

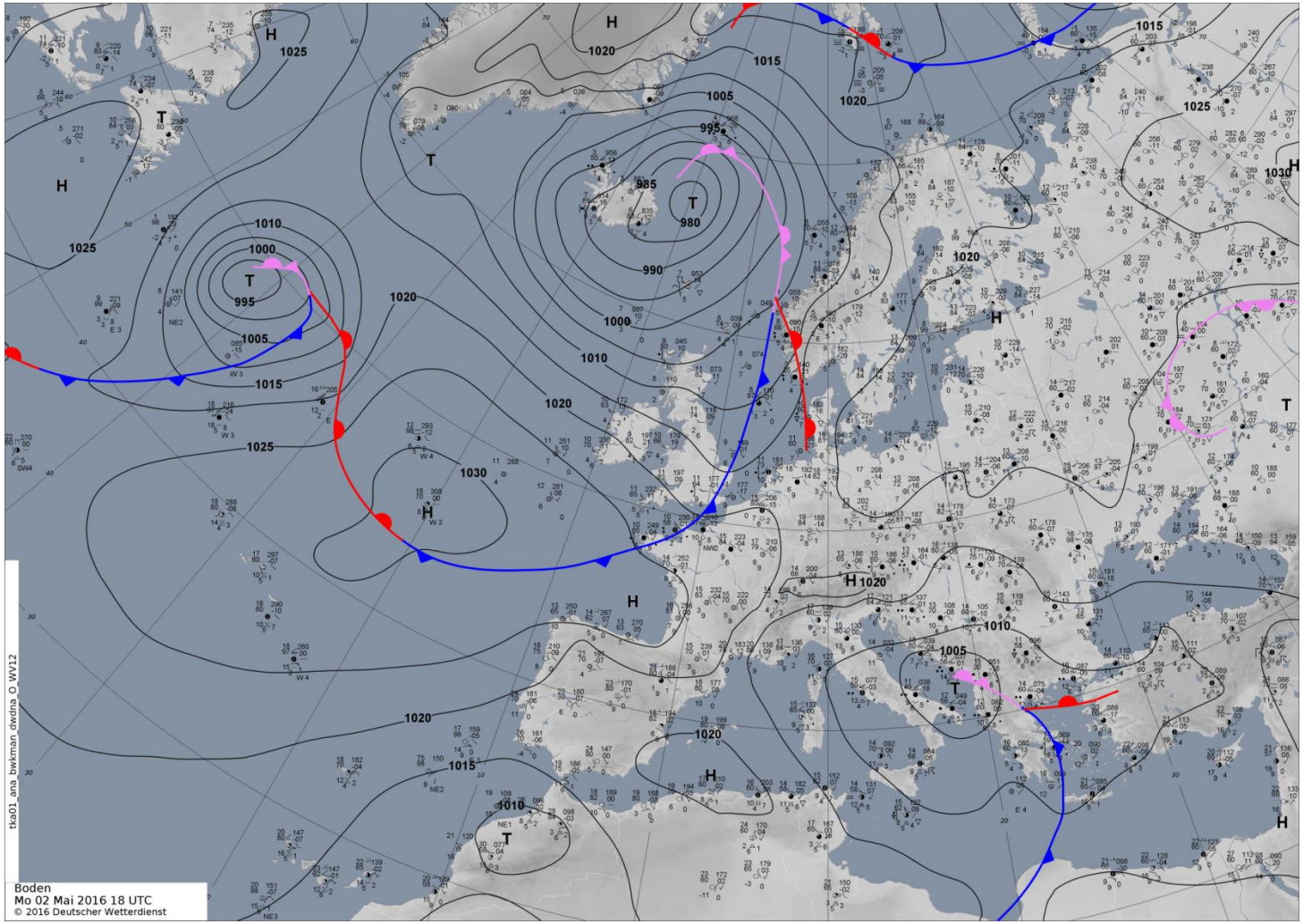
Satellitenbild (Meteosat 10, DWD, 02.05.2016)



Was ist "von oben" zu sehen?
(Europa)

- Großes sich vom Nordmeer bis nach Südfrankreich erstreckendes Wolkenband
- Möglicherweise ist das ein Teil des östlich von Island liegenden Wirbels
- Zwischen Island und Großbritannien liegen kleine "Wolkeninseln"
- Große Wolkenwirbel über der Adria und über der Ukraine
- Wolkenwirbel südöstlich von Moskau
- Wolkenfreie Zonen über Spanien/Portugal und über Deutschland

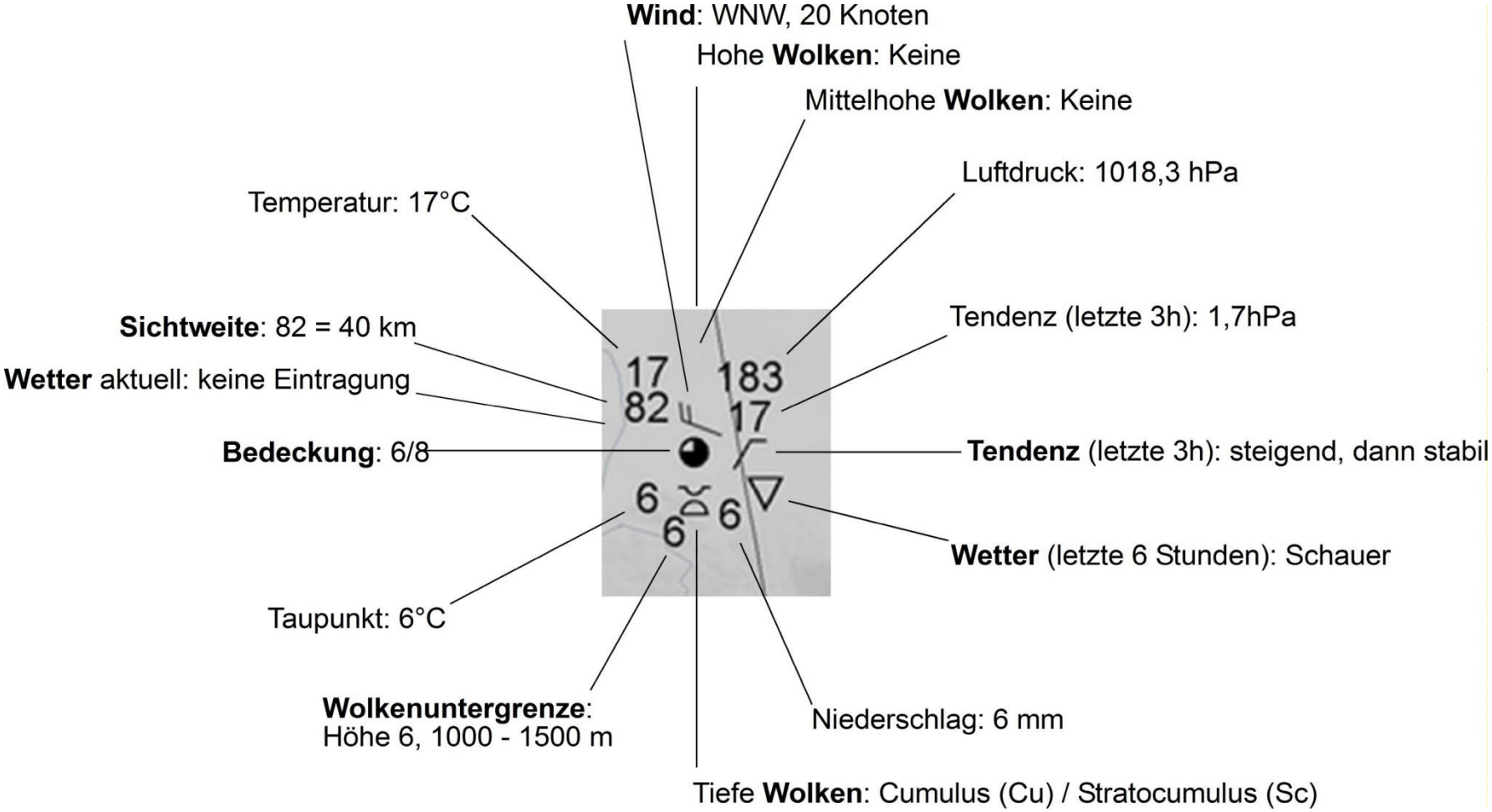
Wetterkarte (Analyse, DWD, 02.05.2016))



Was ist in der Wetterkarte zu erkennen? (Europa)

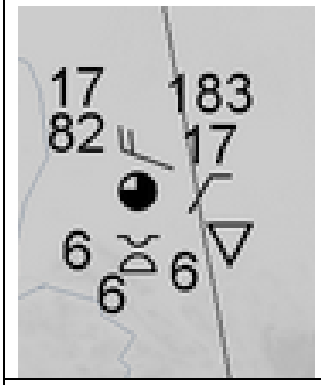
- Tiefdruck östlich von Island
  Warmfront über Dänemark und dem südlichen Norwegen
  Kaltfront vom südlichen Norwegen bis zur Biskaya
- Okklusion (sich auflösende, vereinigte Warm- und Kaltfront) zwischen Norwegen und Island
- Tiefdruck über der Adria
  Warmfront über der Ägäis
  Kaltfront über Griechenland und dem östlichen Mittelmeer
- Hoch westlich der Biskaya
- Hoch über Deutschland

Stationsmodell DWD



Ausschnitt aus der Bodenanalysekarte des DWD, Hannover 090715

Wetterkartensymbole

HANNOVER 090715 15UTC 	Ausschnitt aus der Analysekarte des Deutschen Wetterdienstes (DWD)
Bedeckung (Kreis)	6/8 → stark bewölkt
Windrichtung/-stärke	WNW, 20 Knoten
Von oben gegen den Uhrzeigersinn lesen	
Mittelhohe Wolken	keine
Temperatur	17 °C
Sicht	82 → 40 km
Wetter seit 1 Stunde	Keine Angabe
Taupunkttemperatur	6°C
Untergrenze Tiefe Wolken	Höhe 6 (1000 - 1500 m)
Tiefe Wolken	Cumulus (Cu) und Stratocumulus (Sc)
Niederschlag	6 mm
Wetter letzte 6 Stunden	Schauer
Luftdruck (Tendenz in den letzten 3 Stunden)	Gestiegen um 17 Zehntel hPa (1,7 hPa) Steigend dann gleichbleibend
Luftdruck (Meereshöhe)	1018,3 hPa

Bewölkung:

	0/8	Wolkenlos		5/8	Bewölkt
	1/8	Sonnig		6/8	Stark bewölkt
	2/8	Heiter		7/8	Fast bedeckt
	3/8	Leicht bewölkt		8/8	Bedeckt
	4/8	Wolkig		9/8	Himmel nicht erkennbar

Windrichtung und -geschwindigkeit

	Knoten (kn)	Km/h			Knoten (kn)	Km/h
	0	0			40	74
	5	9			45	83
	10	19			50	93
	15	28			55	102
	20	37			60	111
	25	46			65	120
	30	56			100	185
	35	65			105	194

Wolken

Hohe Wolken (C_H)

Cirrus (Ci) - Cirrocumulus (Cc) - Cirrostratus (Cs)

CH 1		Ci in Fäden oder Haken, mehr als sonstiger Ci
CH 2		Dichter Ci und Ci mit Türmchen und Cirrus in Flocken, mehr als sonstiger Cirrus
CH 3		Dichter Cirrus, aus Cb entstanden
CH 4		Ci, den Himmel überziehend
CH 5		Cs unter 45°
CH 6		Cs über 45°
CH 7		Cs, den ganzen Himmel bedeckend
CH 8		Cs, nicht den Himmel überziehend
CH 9		Cc allein, oder Cc mehr als Ci und Cs

Mittlere Wolken (C_M)

Altocumulus (Ac) - Altostratus (Ac) - Nimbostratus (Ns)

CM 1		Halbdurchscheinender As
CM 2		Dichter As oder Ns
CM 3		Halbdurchscheinender Ac vorherrschend
CM 4		Ac in fortwährender Veränderung
CM 5		Ac den Himmel überziehend
CM 6		Ac, durch Ausbreitung von Cu oder Cb entstanden
CM 7		Ac unter As oder Ns oder dichter Ac vorherrschend
CM 8		Ac mit Türmchen oder in Flocken
CM 9		Chaotischer Himmel

Tiefe Wolken (C_L)

Stratocumulus (Sc) - Stratus (St) - Cumulus (Cu) - Cumulunimbus (Cb)

C_L 1		Cu von geringer vertikaler Ausdehnung oder zerfetzt, Cu (aber keine Schlechtwetterwolken) oder beide
C_L 2		Cu von mäßiger bis großer vertikaler Ausdehnung
C_L 3		Cb ohne deutlich faseriges oder streifiges Oberteil
C_L 4		Sc, durch Ausbreitung von Cu entstanden
C_L 5		Sc, nicht durch Ausbreitung von Cu entstanden
C_L 6		St oder zerfetzter St (aber keine Schlechtwetterwolken) oder beide
C_L 7		St-Fetzen oder Cu-Fetzen bei Schlechtwetter oder beide
C_L 8		Cu und Sc mit Untergrenzen in verschiedenen Höhen
C_L 9		Cb mit deutlich faserigem oder streifigem Oberteil

Wolkenuntergrenze (tiefste beobachtete Wolken)

0	0 bis 49 m	0 bis 166 ft
1	50 bis 99 m	167 - 333 ft
2	100 bis 199 m	334 - 666 ft
3	200 bis 299 m	667 - 999 ft
4	300 bis 599 m	1000 - 1999 ft
5	600 bis 999 m	2000 - 3333 ft
6	1000 bis 1499 m	3334 - 4999 ft
7	1500 bis 1999 m	5000 - 6666 ft
8	2000 bis 2499 m	6667 - 8333 ft
9	2500 m oder höher oder wolkenlos	$\geq$ 8334 ft
/	unbekannt	

Wetter

	00	Wolkenentwicklung der letzten Stunde nicht beobachtet oder nicht beobachtbar
	01	Wolkenauflösung oder -rückentwicklung während der letzten Stunde
	02	Gleich bleibende Bewölkung während der letzten Stunde
	03	Zunehmende Bewölkung während der letzten Stunde
	04	Verminderung der Sichtweite durch Rauch
	05	Trockener Dunst
	06	Staubdunst (Staubteilchen teilweise erkennbar)
	07	Staub- oder Sandfegen bzw. -treiben, jedoch keine gut entwickelten Staubteufel und kein Sandsturm
	08	Kleintromben (Staubteufel) in der letzten Stunde oder aktuell beobachtbar, jedoch kein Sandsturm
	09	Staub- oder Sandsturm zum Beobachtungszeitpunkt in Sichtweite oder während der letzten Stunde an der Wetterstation
	10	Feuchter Dunst

	11	Flacher Nebel mit weniger als zwei Metern Höhenausdehnung in einzelnen Schwaden oder Bänken an der Wetterstation
	12	Zusammenhängende, flache Nebelschicht mit weniger als zwei Metern Höhenausdehnung an der Wetterstation
	13	Wetterleuchten, aber kein Donner hörbar
	14	Virga (Fallstreifen) in Sichtweite
	15	Niederschlag bzw. Praecipitatio in Sichtweite, jedoch weiter als 5 km entfernt
	16	Niederschlag bzw. Praecipitatio in Sichtweite, dabei weniger als 5 km entfernt aber nicht direkt an der Wetterstation
	17	Gewitter oder Ferngewitter an der Station bei hörbarem Donner, aber kein Niederschlag
	18	Böenkragen in der letzten Stunde sichtbar oder markante Bö an der Station
	19	Trichterwolken oder Tornados während der letzten Stunde an oder in der Nähe der Wetterstation
	20	Schneegriesel oder Sprühregen (nicht gefrierend und nicht als Schauer) hat in der letzten Stunde aufgehört
	21	Regen (nicht gefrierend und nicht als Schauer) hat in der letzten Stunde aufgehört
	22	Schneefall (nicht als Schauer) hat in der letzten Stunde aufgehört
	23	Schneeregen oder Fall von Eiskörnern (nicht als Schauer) hat in der letzten Stunde aufgehört
	24	Gefrierender Regen oder Sprühregen hat in der letzten Stunde aufgehört
	25	Regenschauer hat in der letzten Stunde aufgehört
	26	Schnee- oder Schneeregenschauer hat in der letzten Stunde aufgehört
	27	Hagel- oder Graupelschauer hat in der letzten Stunde aufgehört
	28	Nebel hat sich in der letzten Stunde aufgelöst
	29	Gewitter hat in der letzten Stunde aufgehört
	30	Leichter oder mäßiger Sand- bzw. Staubsturm, während der letzten Stunde schwächer geworden
	31	Leichter oder mäßiger Sand- bzw. Staubsturm, während der letzten Stunde unverändert
	32	Leichter oder mäßiger Sand- bzw. Staubsturm, während der letzten Stunde stärker geworden
	33	Starker Sand- bzw. Staubsturm, während der letzten Stunde schwächer geworden
	34	Starker oder mäßiger Sand- bzw. Staubsturm, während der letzten Stunde unverändert
	35	Starker oder mäßiger Sand- bzw. Staubsturm, während der letzten Stunde stärker geworden
	36	Leichtes oder mäßiges Schneefegen (unter Augenhöhe)
	37	Starkes Schneefegen (unter Augenhöhe)
	38	Leichtes oder mäßiges Schneetreiben (über Augenhöhe)
	39	Starkes Schneetreiben (über Augenhöhe)
	40	Nebel oder Eisnebel in einiger Entfernung, hat den Beobachter aber in der letzten Stunde nicht erreicht. Die Sichtweite liegt über einem Kilometer und der Nebel

		selbst erstreckt sich vertikal bis über die Höhe des Beobachters.
	41	Nebel oder Eisnebel in Schwaden, daher stark schwankende Sichtweiten.
	42	Himmel trotz Nebel oder Eisnebel sichtbar, wobei dieser in der letzten Stunde dünner wurde.
	43	Himmel von Nebel oder Eisnebel verdeckt, wobei dieser in der letzten Stunde dünner wurde.
	44	Himmel trotz Nebel oder Eisnebel sichtbar, wobei sich in der letzten Stunde keine Änderungen zeigten.
	45	Himmel von Nebel oder Eisnebel verdeckt, wobei sich in der letzten Stunde keine Änderungen zeigten.
	46	Himmel trotz Nebel oder Eisnebel sichtbar, wobei dieser in der letzten Stunde dichter wurde.
	47	Himmel von Nebel oder Eisnebel verdeckt, wobei dieser in der letzten Stunde dichter wurde.
	48	Nebel oder Eisnebel mit Reif- oder Klareisbildung bei sichtbarem Himmel
	49	Nebel oder Eisnebel mit Reif- oder Klareisbildung bei bedecktem Himmel
	50	Leichter, nicht gefrierender Sprühregen mit Unterbrechungen
	51	Leichter, nicht gefrierender Sprühregen ohne Unterbrechungen
	52	Mäßiger, nicht gefrierender Sprühregen mit Unterbrechungen
	53	Mäßiger, nicht gefrierender Sprühregen ohne Unterbrechungen
	54	Starker, nicht gefrierender Sprühregen mit Unterbrechungen
	55	Starker, nicht gefrierender Sprühregen ohne Unterbrechungen
	56	Leichter gefrierender Sprühregen
	57	Mäßiger oder starker gefrierender Sprühregen
	58	Leichter Regen mit Sprühregen vermischt
	59	Mäßiger oder starker Regen mit Sprühregen vermischt
	60	Leichter, nicht gefrierender Regen mit Unterbrechungen
	61	Leichter, nicht gefrierender Regen ohne Unterbrechungen
	62	Mäßiger, nicht gefrierender Regen mit Unterbrechungen
	63	Mäßiger, nicht gefrierender Regen ohne Unterbrechungen
	64	Schwerer, nicht gefrierender Regen mit Unterbrechungen
	65	Schwerer, nicht gefrierender Regen ohne Unterbrechungen
	66	Leichter gefrierender Regen
	67	Mäßiger oder starker gefrierender Regen
	68	Leichter Regen bzw. Sprühregen mit Schneeanteilen vermischt
	69	Mäßiger oder starker Regen bzw. Sprühregen mit Schneeanteilen vermischt
	70	Leichter Schneefall mit Unterbrechungen
	71	Leichter Schneefall ohne Unterbrechungen
	72	Mäßiger Schneefall mit Unterbrechungen

	73	Mäßiger Schneefall ohne Unterbrechungen
	74	Starker Schneefall mit Unterbrechungen
	75	Starker Schneefall ohne Unterbrechungen
	76	Eisnadeln, mit oder ohne Nebel
	77	Schneegriesel, mit oder ohne Nebel
	78	Einzelne Schneeflocken, mit oder ohne Nebel
	79	Eiskörner
	80	Leichter Regenschauer
	81	Mäßiger oder starker Regenschauer
	82	Sehr starker Regenschauer
	83	Leichter Schneeregenschauer
	84	Mäßiger oder starker Schneeregenschauer
	85	Leichter Schneeschauer
	86	Mäßiger oder starker Schneeschauer
	87	Leichter Graupelschauer, mit oder ohne Regen bzw. Schneeregen
	88	Mäßiger oder starker Graupelschauer mit oder ohne Regen bzw. Schneeregen
	89	Leichter Hagelschauer mit oder ohne Regen bzw. Schneeregen, jedoch ohne Donner
	90	Mäßiger oder starker Hagelschauer mit oder ohne Regen bzw. Schneeregen, jedoch ohne Donner
	91	Gewitter während der letzten Stunde, jetzt aber nur noch leichter Regen zum Beobachtungszeitpunkt
	92	Gewitter während der letzten Stunde, jetzt aber nur noch mäßiger oder starker Regen zum Beobachtungszeitpunkt
	93	Gewitter während der letzten Stunde, jetzt aber nur noch leichter Niederschlag als Schneefall, Schneeregen oder Hagel zum Beobachtungszeitpunkt
	94	Gewitter während der letzten Stunde, jetzt aber nur noch mäßiger oder starker Niederschlag als Schneefall, Schneeregen oder Hagel zum Beobachtungszeitpunkt
	95	Leichtes oder mäßiges Gewitter ohne Hagel aber mit Regen, Schneefall oder Schneeregen zum Beobachtungszeitpunkt
	96	Leichtes oder mäßiges Gewitter mit Graupel oder Hagel zum Beobachtungszeitpunkt
	97	Starkes Gewitter ohne Hagel aber mit Regen oder Schneefall zum Beobachtungszeitpunkt
	98	Gewitter mit Staub- oder Sandsturm zum Beobachtungszeitpunkt
	99	Starkes Gewitter mit Graupel oder Hagel zum Beobachtungszeitpunkt

Horizontale Sichtweite

00	< 0.1 km		56	6 km		81	35 km		90	< 0.05 km
01	0.1 km		57	7 km		82	40 km		91	0.05 km
02	0.2 km		…			83	45 km		92	0.2 km
…			80	30 km		84	50 km		93	0.5 km
50	5.0 km					85	55 km		94	1 km
						86	60 km		95	2 km
						87	65 km		96	4 km
						88	70 km		97	10 km
						89	>70 km		98	20 km
									99	>50 km

/ /	nicht beobachtet

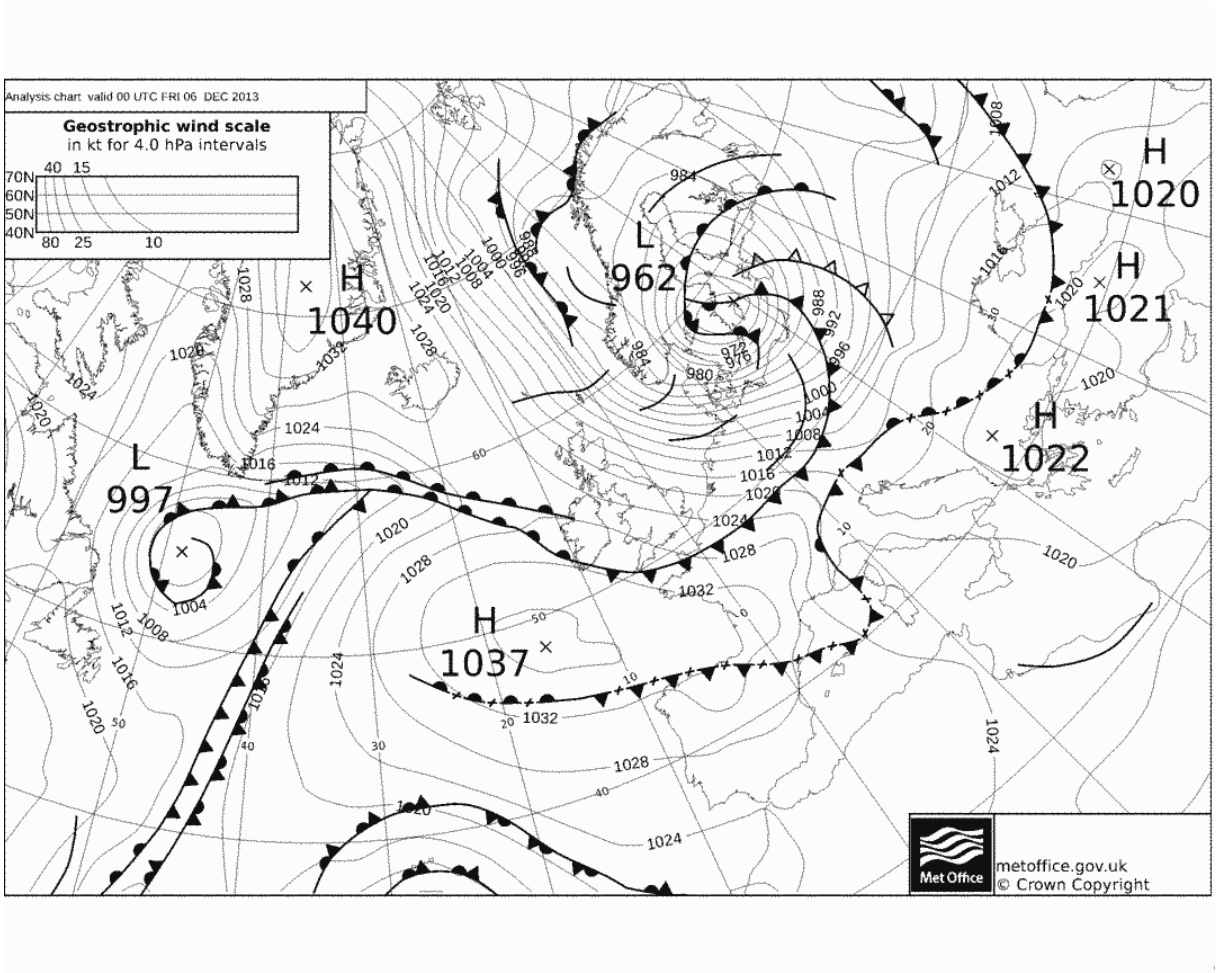
Luftdrucktendenz (in den letzten 3 Stunden)

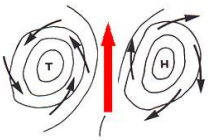
	Steigend		Stabil
	Steigend, dann fallend		Fallend
	Steigend, dann stabil		Fallend, dann steigend
	Steigend oder stabil, dann fallend		Fallend, dann stabil
	Fallend oder stabil, dann steigend		

Quelle: DWD, Wikipedia

"Monstersturm Xaver"

Interpretation einer Analysekarte





Warmfront Kaltfront Hochdruck/Tiefdruck Wind

- Markiere Hannover als roten Punkt!
- Wo liegt das für den Sturm verantwortliche Tiefdruckgebiet?
- Aus welcher Richtung weht der Wind in Norddeutschland?
  (Tiefdruckgebiete werden gegen, Hochdruckgebiete im Uhrzeigersinn umströmt)
- Wie stark weht der Wind in Norddeutschland?
  Nimm dazu das Diagramm "Geostrophic wind scale" zu Hilfe!
  (Je dichter die Isobaren beieinander liegen desto höher die Windgeschwindigkeit.
  Die Geschwindigkeit ist zusätzlich abhängig von der geographischen Breite)
- Ein Knoten (kt) Windgeschwindigkeit entspricht einer Seemeile (1,852) pro Stunde
- Gib die Windgeschwindigkeit in Norddeutschland in km/h an.

Wetterdaten:

Hannover-Burg*, 56 m NN, Datum _____, Zeit:_____ MEZ/MESZ

Temperatur (2 m) ____°C				Temperatur (Boden) ____°C			
Temperatur (min) ____°C				Temperatur (max) ____°C			
Feuchte (relativ) _____ %				Taupunkt ____°C			
Niederschlag (Höhe/Summe) ____mm							
Niederschlag (Form)	Sprühregen		Regen		Schauer		Schnee
Luftdruck (Wert/Hannover) _____hPa				Luftdruck (Wert/Meereshöhe) _____hPa			
Luftdruck (Tendenz)	stabil		steigend		fallend		
Windrichtung (7 m)	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Windrichtung (100 m)	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Windgeschwindigkeit (5 m)	_____ m/s	=	_____ km/h		_____ Kt		(1 Kt = 1,852 km/h)	
Bewölkung	0/8 wolkenlos		1/8 sonnig		2/8 heiter		3/8 leicht bewölkt	
	4/8 wolkig		5/8 bewölkt		6/8 stark bewölkt		7/8 fast bedeckt	
	8/8 bedeckt		9/8 Himmel nicht sichtbar					
Wolken (unteres Stockwerk)	Stratus Schichtwolken		Stratocumulus Haufenwolken (schichtförmig)		Cumulus Haufenwolken			
	Cumulonimbus Gewitterwolken		Nimbostratus Regenwolke (schichtförmig)					
Wolken (mittleres Stockwerk)	Altocumulus Haufenwolken		Altostratus Schichtförmige Wolken					
Wolken (oberes Stockwerk)	Cirrus Federwölkchen		Cirrocumulus Schäfchenwolken		Cirrostratus Schichtwolken			

Wie gut sind professionelle "Wetterfrösche"?
Kurzfrist- und Mittelfristvorhersage des DWD und seiner Partner

In einer Wetter-AG kann man mit Hilfe des Internets leicht überprüfen, in wie weit die eigenen "Voraussagen" mit den Prognosen z.B. des Deutschen Wetterdienstes übereinstimmen und in wie weit die professionelle Sicht auf die nächsten Tage tatsächlich reicht.

Ergänzt wurde das mit der Vorhersage des Verlaufs des Jet-Streams über dem Nordatlantik

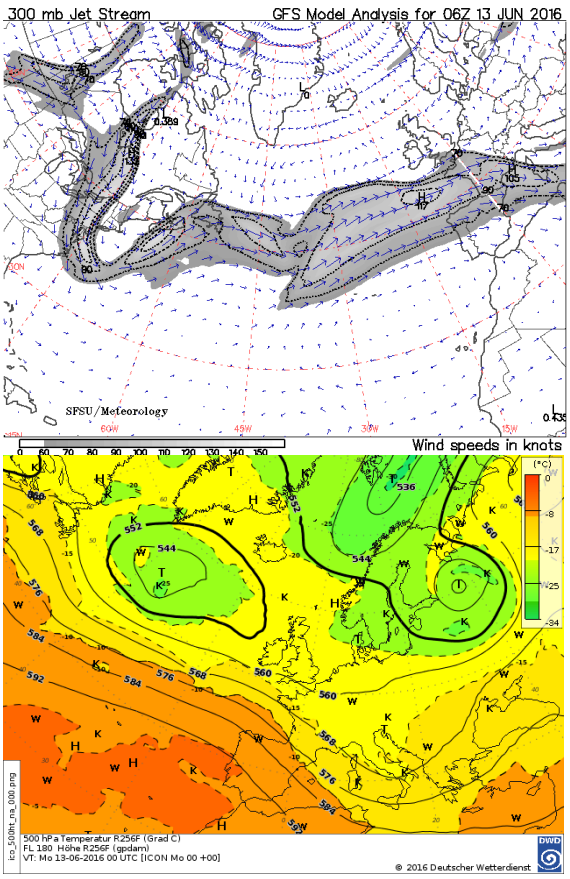
Hier ein Beispiel für einen viertägigen Zeitraum (Mo., 13.06. - 16.06.2016)

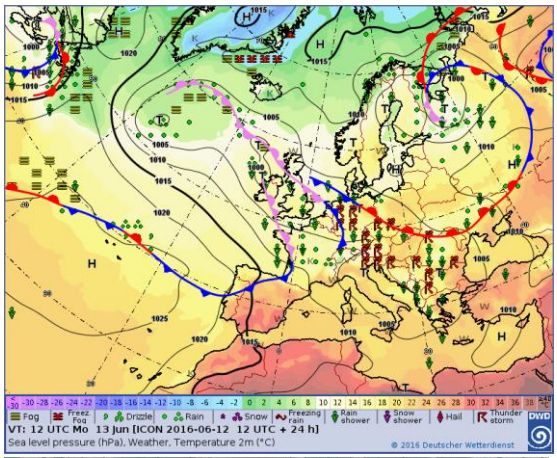
Zu Beginn wurden die Vorhersagekarten heruntergeladen und in das folgende Schema eingefügt

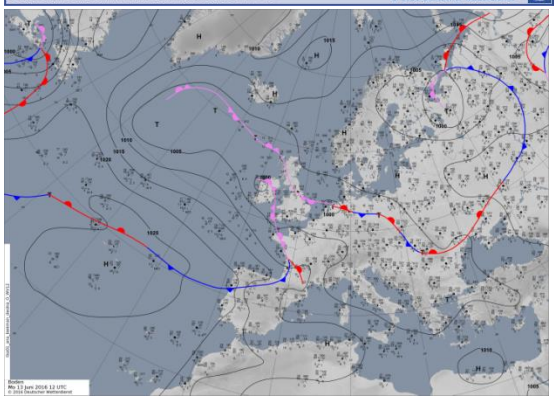
- Prognose der Lage, Verlauf des Jet-Streams über dem Nordatlantik (University of California)
- Höhenwetterkarte des DWD (500hPa, Geopotenzial und Temperatur)
- Vorhersagekarten des DWD

Zu Beginn und an jedem der Folgetage wurde die Analysekarte des DWD hinzugefügt.

Vorhersage und Analyse für Mo., 13.06.2016 (+00h)

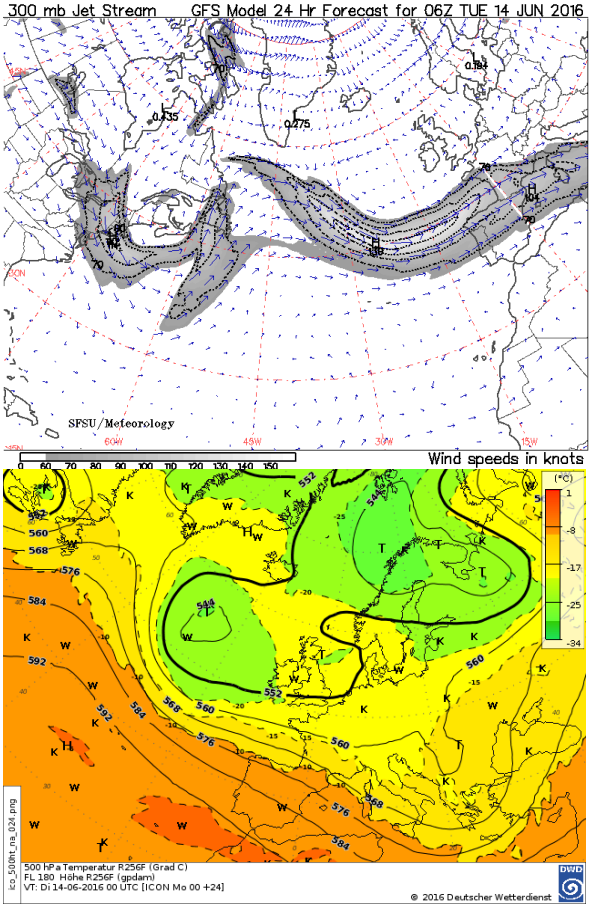


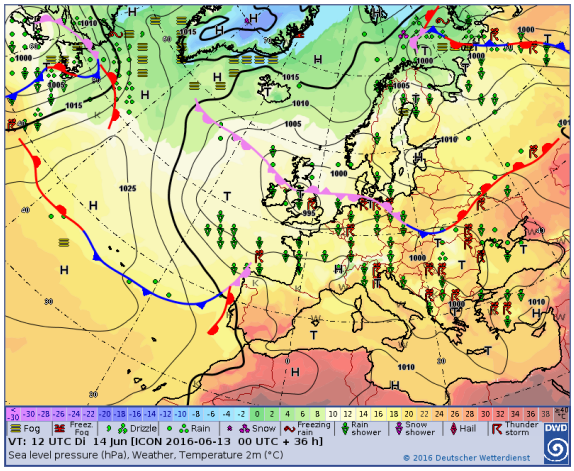


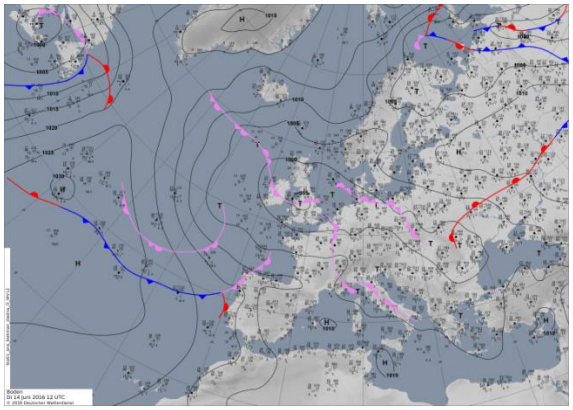


Analyse 130616 12UT

Vorhersage und Analyse für Di., 14.06.2016 (+24h)

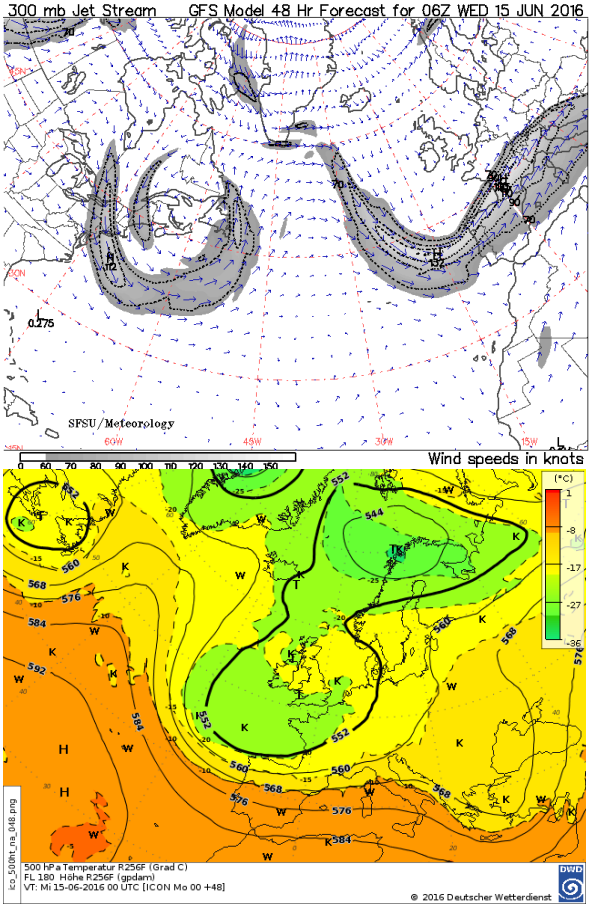


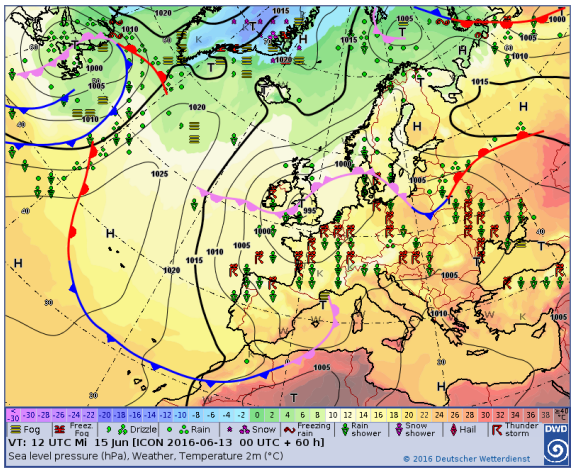


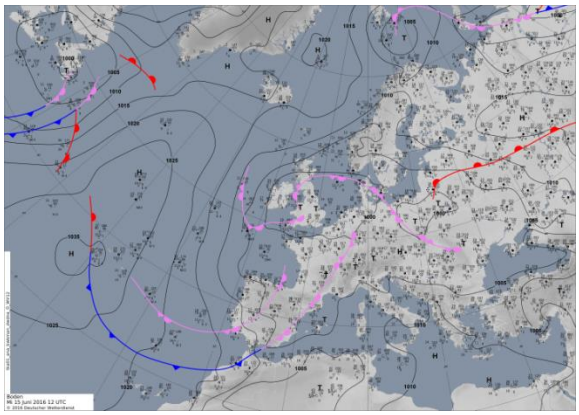


Analyse 140616 12UT

Vorhersage und Analyse für Mi., 15.06.2016 (+48h)

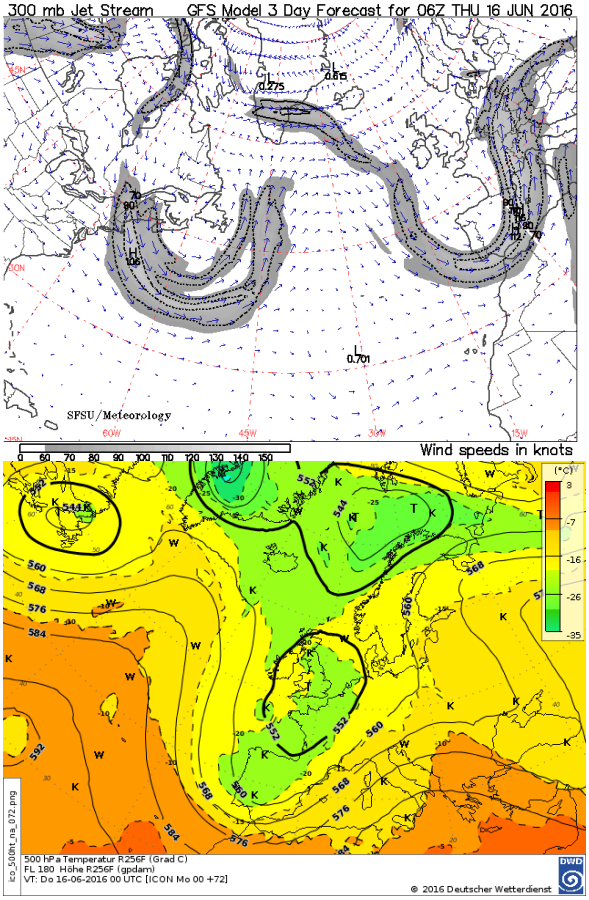


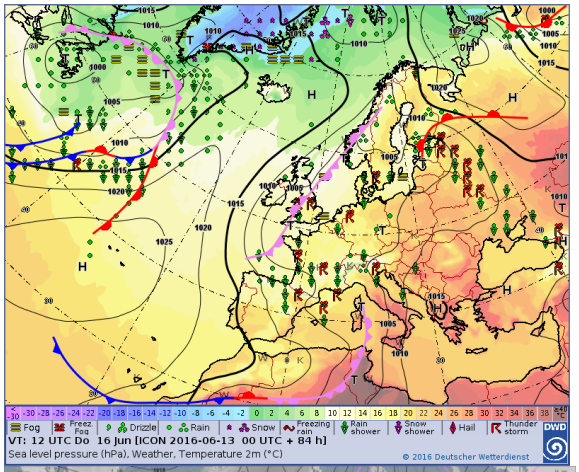


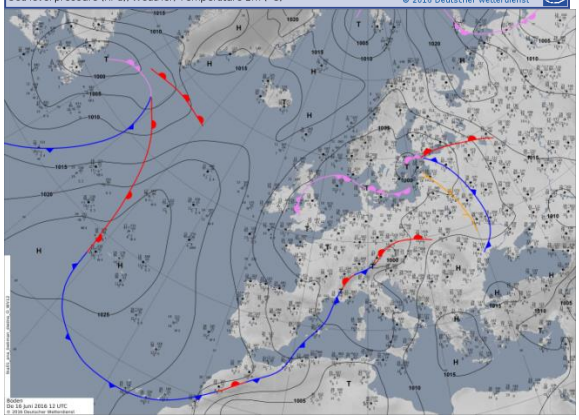


Analyse 150616 12UT

Vorhersage und Analyse für Do., 16.06.2016 (+72h)







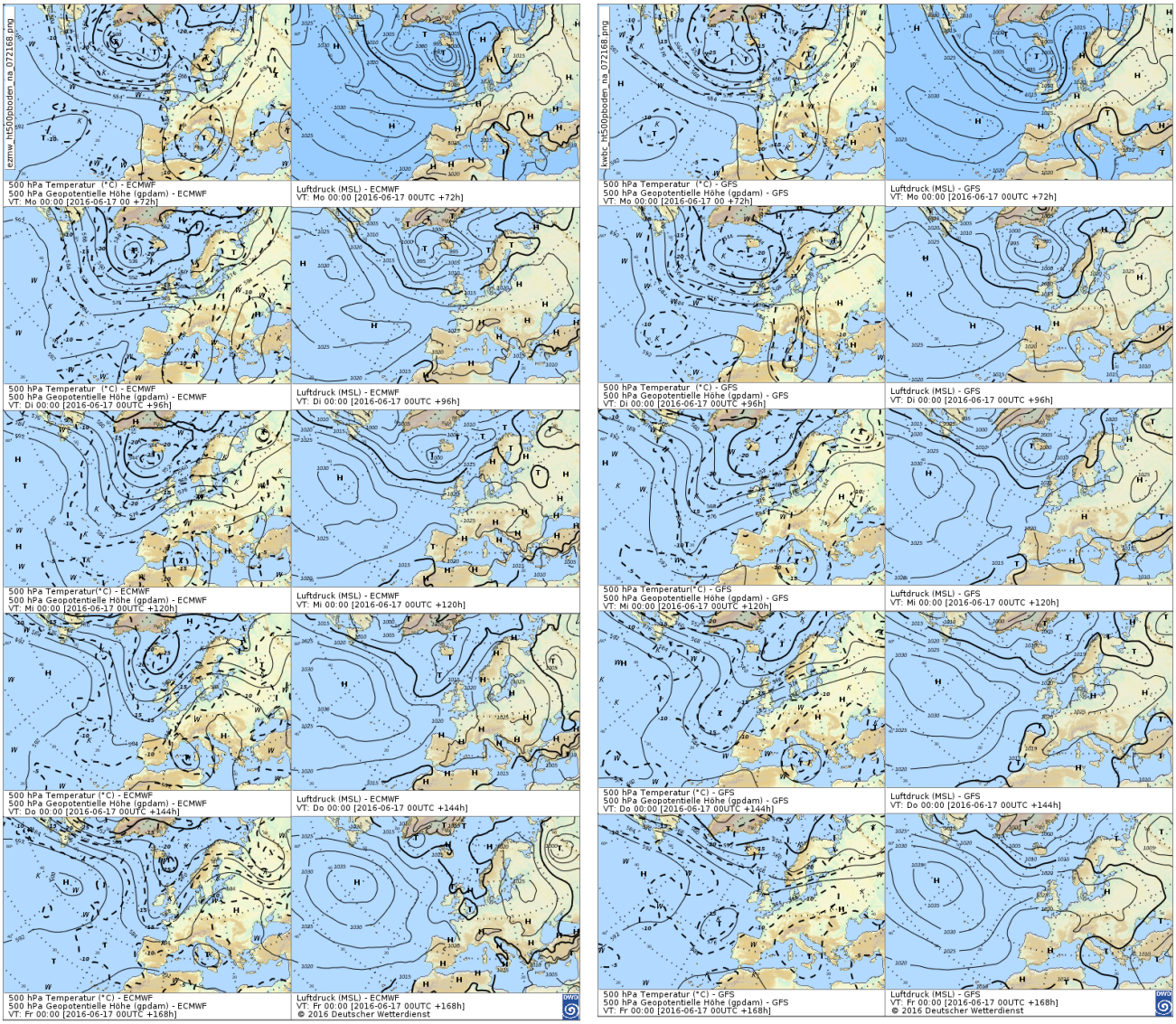
Analyse 160616 12UT

Mittelfristvorhersage des DWD

Grundlage ist die hier am 17.06.2016 erstellte Prognose für den Zeitraum Mo., 20.06 (+72h) - Fr., 24.06.2016 (+168h) nach Vorhersage nach dem europäischen EZMW / ECMWF-Modell (Europäisches Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage" / "European Centre for Medium-Range Weather Forecasts") bzw. des US-amerikanisches Vorhersagemodells (GFS "Global Forecast System" /KWBC)

Die Karten links zeigen die (prognostizierte) geopotenzielle Höhe der 500hPa-Druckfläche an, die Karte rechts den Bodenluftdruck und die Lage von Hoch- und Tiefdruckgebieten.

EZMF GFS

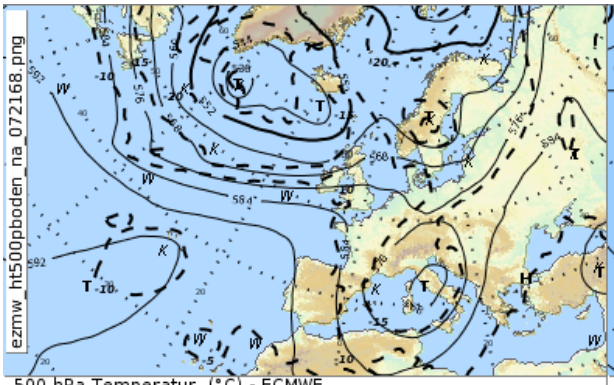


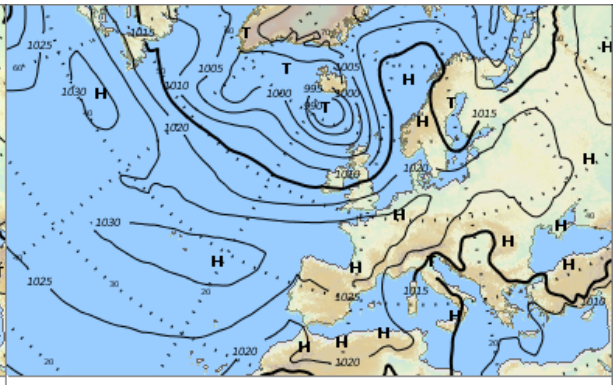
Wodurch unterscheiden sich die beiden Vorhersagemodelle?

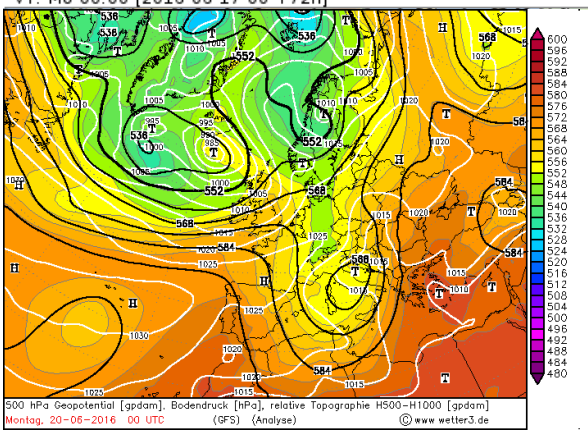
Wie gut ist die Vorhersage? Vergleiche die Prognose mit den Analysekarten.

Bei welchem Modell kommt es (in diesem Fall) zu den meisten Übereinstimmungen mit der tatsächlichen Wetterlage?

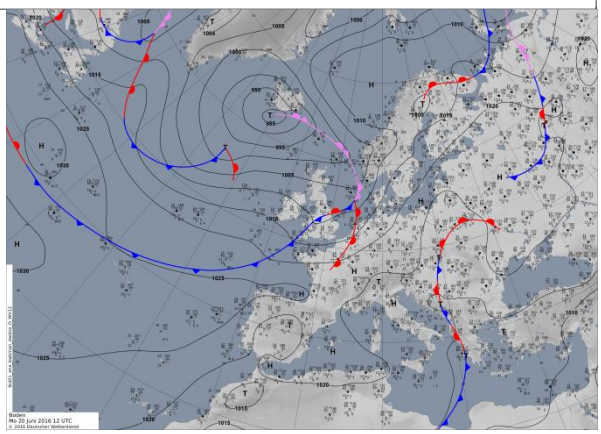
Vorhersagedatum +72h





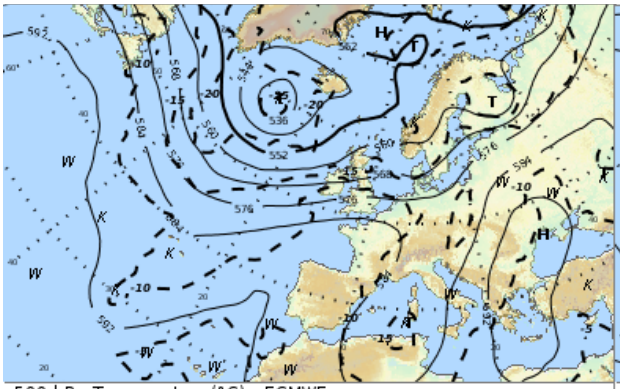


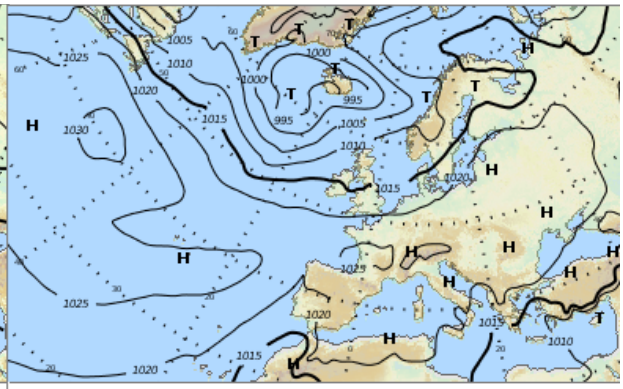
Analyse Montag, 20.06.16 00UTC

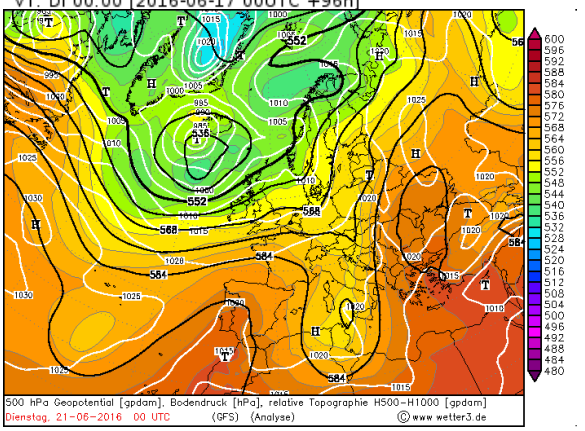


Analyse Montag, 20.06.16 12UTC

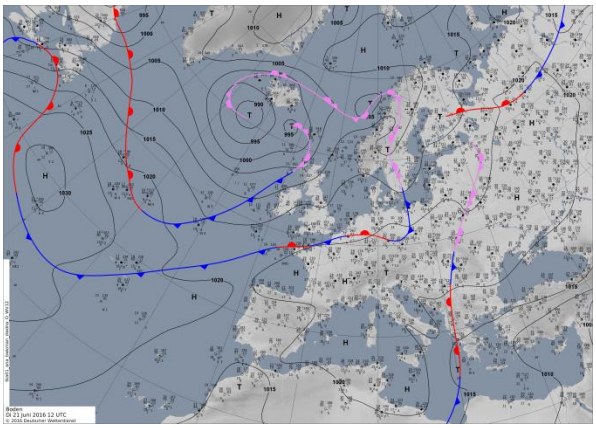
Vorhersagedatum +96h





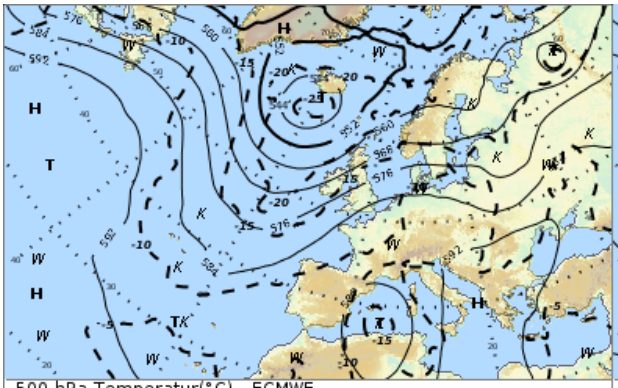


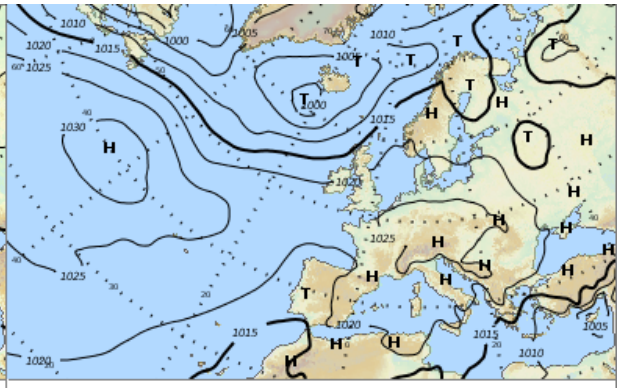
Analyse Dienstag, 21.06.16 00UTC

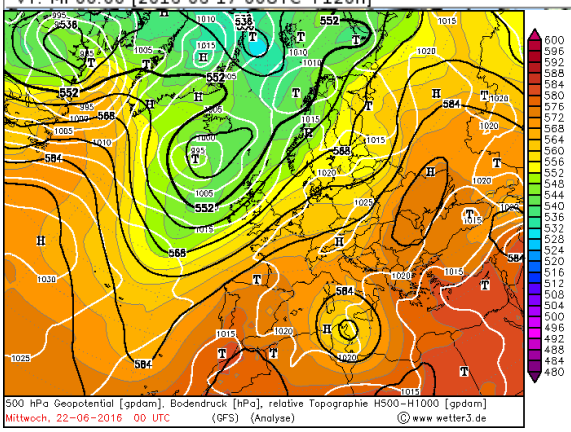


Analyse Dienstag, 21.06.16 12UTC

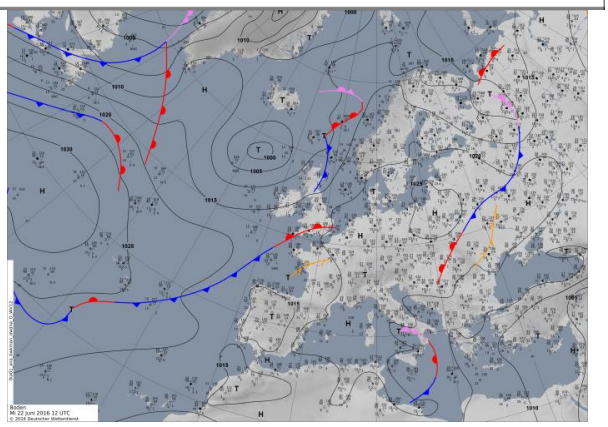
Vorhersagedatum +120h





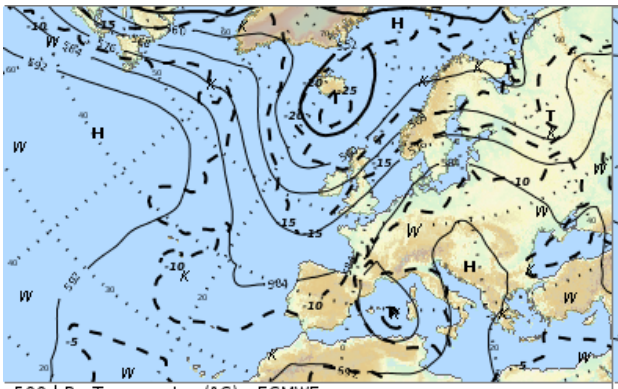


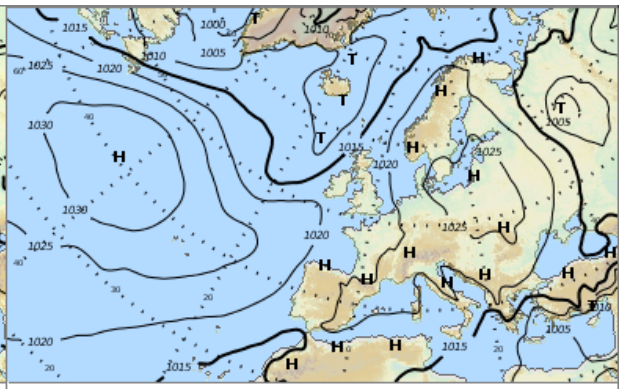
Analyse Mittwoch, 22.06.00 12UTC

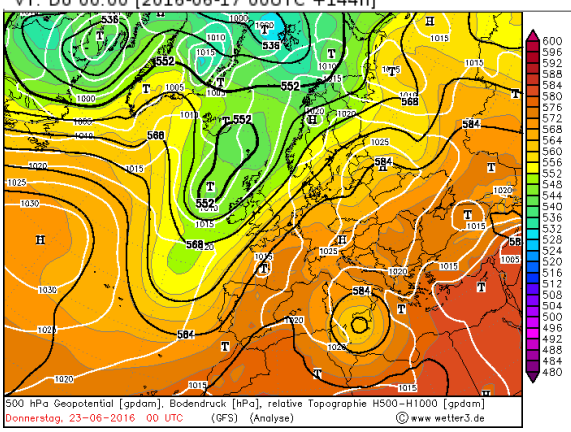


Analyse Mittwoch, 22.06.16 12UTC

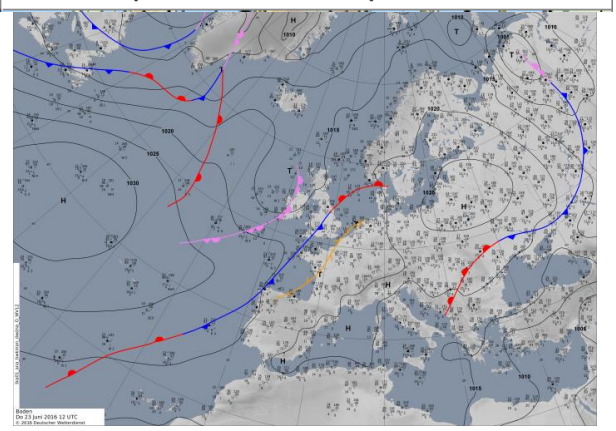
Vorhersagedatum +144h





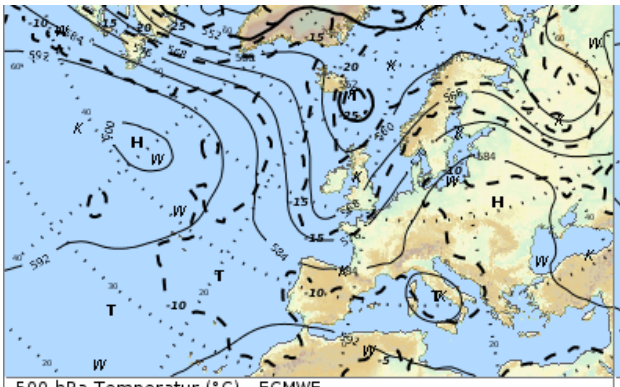


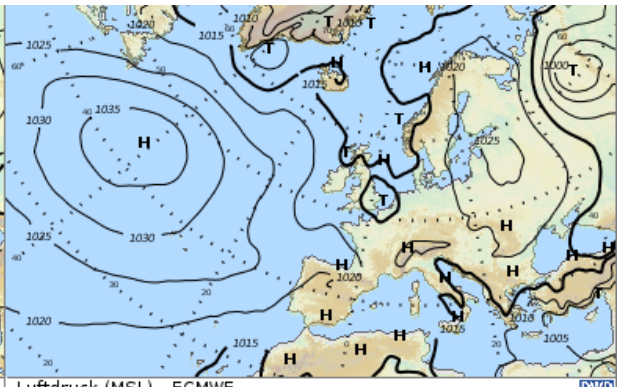
Analyse Donnerstag, 23.06.16 00UTC

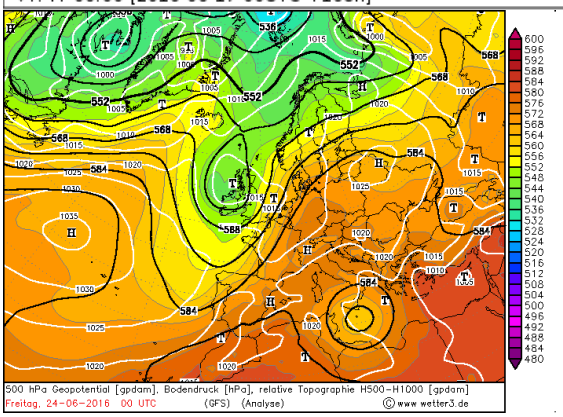


Analyse Donnerstag, 23.06.16 12UTC

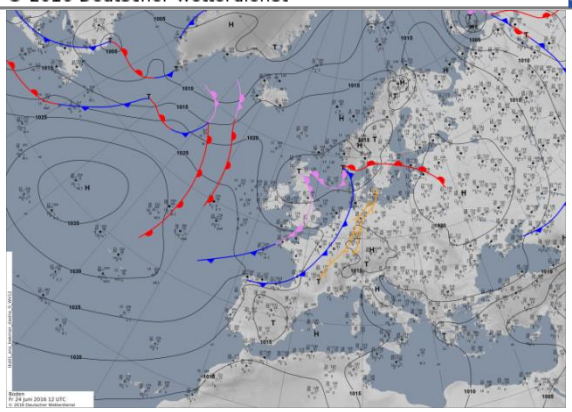
Vorhersagedatum +168h







Analyse Freitag, 24.06.16 00UTC



Analyse Freitag, 24.06.16 12UTC

Synoptische Kurz- und Mittelfristvorhersage des Deutschen Wetterdienstes

Quelle www.dwd.de

Fachnutzer / Hobbymeteorologien / Wetter Klima Deutschland /

Synoptische Übersicht - Kurzfrist

ausgegeben am Montag, den 13.04.2015 um 08 UTC

GWL und markante Wettererscheinungen:
Übergang zu Wa
Im Nordosten heute noch Sturmböen, danach höchstens noch auf exponierten Gipfeln. Ansonsten ruhiges Wetter ohne markante Warnereignisse.

Synoptische Entwicklung bis Mittwoch 24 UTC

Montag... verlagert sich am Südrand eines sich verstärkenden Höhentroges mit Drehzentrum etwa über dem Bottnischen Meerbusen bzw. über Finnland ein Kurzwellentrog rasch vom deutsch-polnischen Grenzgebiet bis ins Baltikum. Ihm folgt ein Höhenrücken, der sich abends über die Nordsee bis zur Norwegischen See erstreckt. Über Deutschland stellt sich somit trogrückseitig eine recht kräftige nordwestliche Höhenströmung ein.
Das mit dem Kurzwellentrog korrespondierende Bodentief befindet sich aktuell über der südlichen Ostsee. Es verlagert sich - entwicklungsgünstig auf der Vorderseite des Troges gelegen - unter weiterer leichter Intensivierung über das Baltikum rasch nach Osteuropa. Die Kaltfront erreicht nachmittags

Synoptische Übersicht Kurzfrist

Die Synoptische Übersicht Kurzfrist befasst sich mit der synoptischen Einschätzung der Modellergebnisse für den 1. und 2. Folgetag.

Synoptische Übersicht - Mittelfrist

ausgegeben am Montag, den 13.04.2015 um 10.30 UTC

Nach Kaltfrontdurchgang am Donnerstag Zwischenhocheinfluss. Ab Sonntag wieder zyklonal geprägtes Wetter. Dabei zurückgehende Temperaturen.

Synoptische Entwicklung bis zum Montag, den 20.04.2015

Am Donnerstag, zu Beginn des Mittelfristzeitraumes, zeigt der aktuelle 00-UTC-Lauf des EZMW einen Höhentrog, dessen Achse sich etwa von der Nordsee nach Nordrussland erstreckt und dort durch ein Höhentief markiert ist. Im Bodendruckfeld gibt es ein korrespondierendes Tief, dessen Kaltfront am Donnerstagmittag über Norddeutschland liegt. Bis zum Samstag schwenkt der Höhentrog über Deutschland hinweg, entsprechend erreicht die Kaltfront bis Freitagabend die Alpen, kommt dabei allerdings ins Schleifen. Das Temperaturniveau in 850 hPa sinkt zum Teil über 10 Grad (vorher 5 bis 12, nachher -2 bis 5 Grad).

Synoptische Übersicht Mittelfrist

Die Synoptische Übersichte Mittelfrist führt die Kurzfrist-Einschätzungen weiter (3. bis 7. Folgetag) unter besonderem Hinblick auf die verschiedenen Modellrechnungen.

Synoptische Übersicht **Kurzfrist**:

- Prognose für den ersten und zweiten Folgetag
- Aktuellen Großwetterlage / mögliche nächste GWL
- Markante Wettererscheinungen
- Wetterentwicklung auf der Basis verschiedener Modellrechnungen
- Vergleich der Modellrechnungen

Synoptische Übersicht **Mittelfrist**:

- Prognose für den dritten bis siebten Folgetag
- Mittelfristige Wetterentwicklung / Warnrelevante Ereignisse
- Europäische Modellrechnungen und Vergleich mit anderen Modellen
- Bewertung Ensemblevorhersagen
- Wahrscheinlichkeiten signifikanter Wettererscheinungen
- Modellbasis der Vorhersage

Großwetterlagen (GWL)

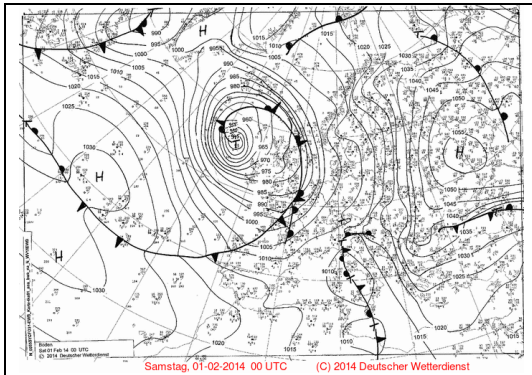
- *BM:* Hochdruckbrücke (-rücken) Mitteleuropa
- *HB:* Hoch Britische Inseln
- *HM:* Hoch Mitteleuropa
- *HFa:* Hoch Fennoskandien* - antizyklonal
- *HFz:* Hoch Fennoskandien* - zyklonal
- *HNa:* Hoch Nordmeer/Island - antizyklonal
- *HNz:* Hoch Nordmeer/Island - zyklonal
- *HFa:* Hoch Nordmeer/Fennoskandien* - antizyklonal
- *HFz:* Hoch Nordmeer/Fennoskandien* - zyklonal
- *Na:* Nordlage - antizyklonal
- *Nz:* Nordlage - zyklonal
- *NEa:* Nordostlage - antizyklonal
- *NEz:* Nordostlage - zyklonal
- *NWa:* Nordwestlage - antizyklonal
- *NWz:* Nordwestlage - zyklonal
- *Sa:* Südlage - antizyklonal
- *Sz:* Südlage - zyklonal
- *SEa:* Südostlage - antizyklonal
- *SEz:* Südostlage - zyklonal
- *SWa:* Südwestlage - antizyklonal
- *SWz:* Südwestlage - zyklonal
- *TB:* Tief Britische Inseln
- *TM:* Tief Mitteleuropa
- *TRM:* Trog Mitteleuropa
- *TRW:* Trog Westeuropa
- *Ü:* Übergangslage
- *Wa:* Westlage - antizyklonal
- *Wz:* Westlage - zyklonal
- *WS:* südliche Westlage
- *WW:* winkelförmige Westlage.

*) Skandinavien / Baltische Länder

Das Schulbiologiezentrum Hannover hat zu jeder der aufgeführten Großwetterlagen einen Kartensatz zusammengestellt. Er umfasst jeweils folgende Karten

- Bodenanalyse
- Höhe (Geopotenzial) der 500hPa Druckfläche
- Satellitenbild
- Temperatur der 850hPa-Druckfläche

1 Großwetterlage, ggf. antizyklonal* oder zyklonal** bestimmt (lfd. Nummer des Kartensatzes)



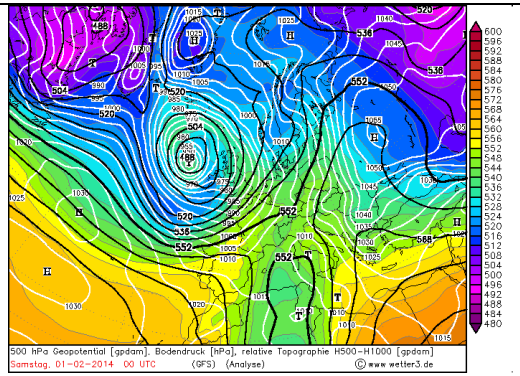
Bodenanalyse
Druck, Fronten, Temperaturen, Windrichtung, Windstärke

Quelle:
Deutscher Wetterdienst
www.wetter3.de (Archiv)

http://www1.wetter3.de/Archiv/archiv_dwd.html

- Dünne schwarze Linien: Isobaren (Linien gleichen Drucks, Abstand 5hPa)
- Je geringer der Isobarenabstand desto größer die Windstärke
- H : Hochdruckkern, T: Tiefdruckkern
- Hochdruckgebiete werden im Uhrzeigersinn, Tiefdruckgebiete gegen den Uhrzeigersinn umströmt (Corioliskraft, Nordhalbkugel)

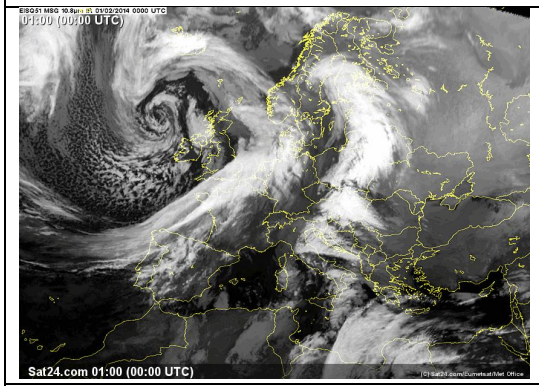
Kaltfront : Warmfront Okklusion



Höhe der 500hPa Druckfläche (Geopotenzial)
Bodendruck (hPa)
Angabe in gdpm (Dekametern)
Farbskala

Quelle:
Deutscher Wetterdienst
www.wetter3.de (Archiv)

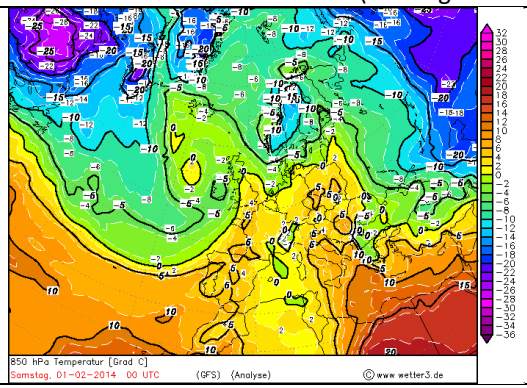
- Grenzen zwischen den Farbflächen: gleiche Höhe des 500hPa Geopotenzials
- Höhenangabe in Dekametern (570 = 5700m)
- Blaue Flächen: 500hPa-Druckfläche liegt tiefer ("Täler")
- Rote Flächen: 500hPa-Druckfläche liegt höher ("Berge")
- Windrichtung: Siehe Bodenanalyse
- Schwarze Linien: Linien gleicher Schichtmächtigkeit zwischen den Druckflächen 1000 und 500hPa
- Weiße Linien: Isobaren (Linien gleichen Drucks am Boden (Abstand 5hPa)



Satellitenbild Europa
Meteosat10
IR (Infrarot)
Graustufen (Wolkenmächtigkeit)

Quelle:
Deutscher Wetterdienst
www.wetter3.de (Archiv)

- Weiße Flächen: Stärkere, hochaufragendere Bewölkung
- Graue Flächen: Dünnere Bewölkung
- Großflächige geschlossene Wolkendecken: Schichtwolken, z.B Aufgleitbewölkung im Bereich von Warmfronten
- Viele inselartige Wolken: Quellwolkenz.B. im Bereich von Kaltfronten



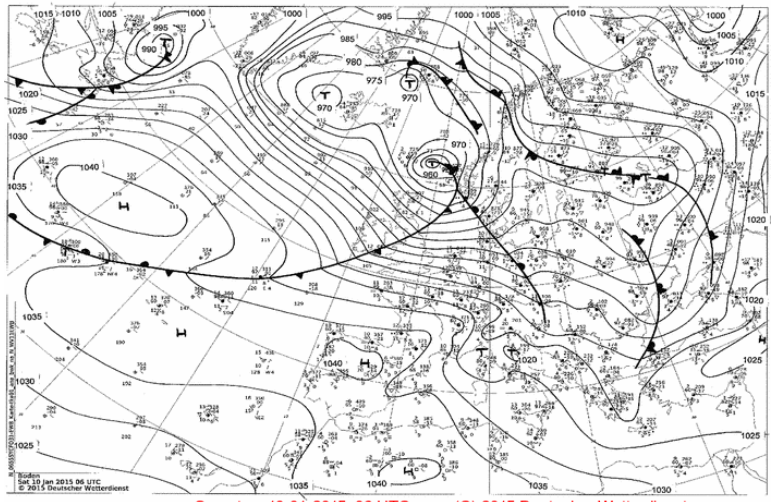
Temperatur 850hPa der Druckfläche
(entspricht ca. 1500m
Angabe in °C (Farbskala)

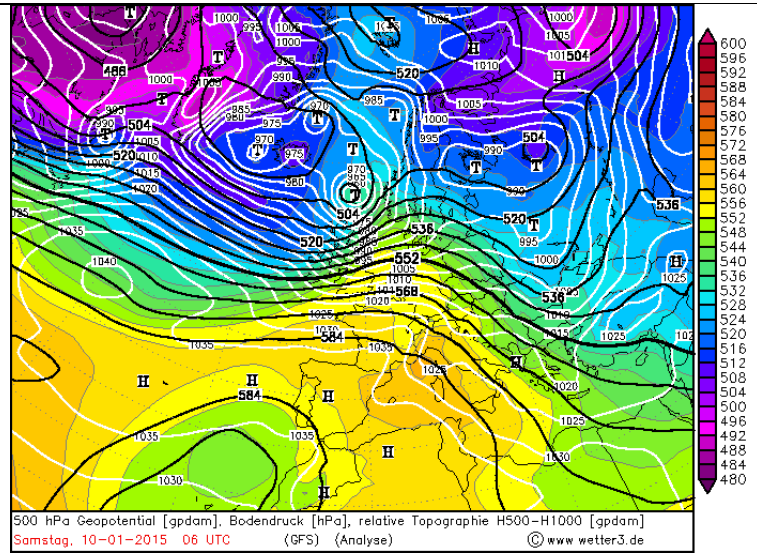
Quelle:
Deutscher Wetterdienst
GFS-Analyse
www.wetter3.de (Archiv)

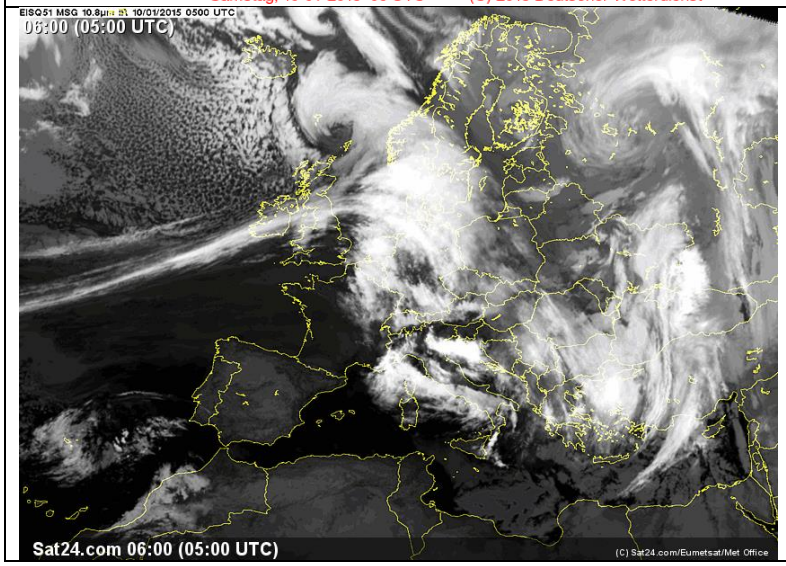
- Farbflächen: Temperatur auf der 850hPa-Druckfläche (siehe Farbskala)
- (Temperaturen weitgehend frei von Einflüssen des Bodens!)
- Schwarze Linien: Isothermen (Linien gleicher Temperatur, Abstand 5°C)

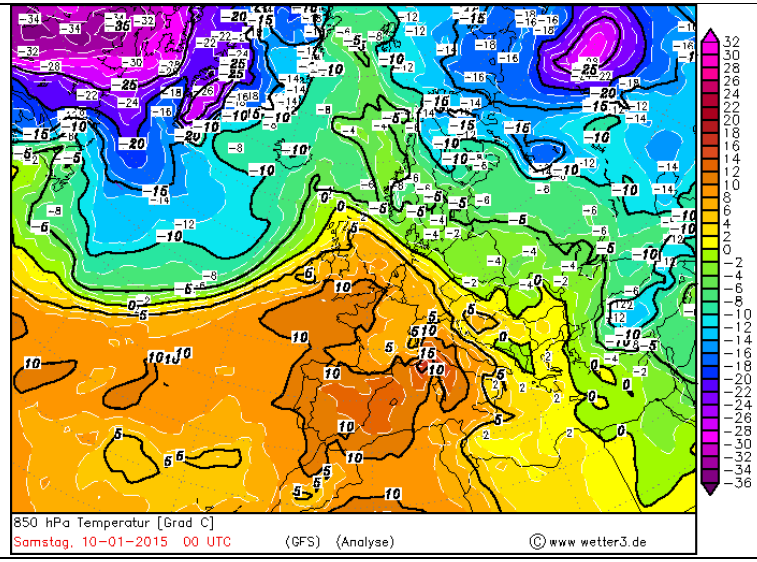
*) antzyklonal: Von steuerndem Hochdruckgebiet bestimmt **) antzyklonal: Von steuerndem Tiefdruck bestimmt

2 Westlage, Mitteleuropa überwiegend zyklonal (Wz) (1)









Abkürzungen in den Prognosen

(Glossar des Deutschen Wetterdienstes, verkürzt)

Numerische Vorhersagemodelle (Auswahl)

ICON: Globales Modell des Deutschen Wetterdienstes (Gitterpunktsauflösung: 13 km)

EGRR: Globales Modell des Met Office, Großbritannien (Gitterpunktsauflösung: 50 km)

http://www.metbrief.com/EGRR.html

EZMW: Globales Modell der EU (Gitterpunktsauflösung: 20 km)

GFS: Globales Modell der NOAA / USA (Gitterpunktsauflösung: 50 km)

https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/global-forcast-system-gfs

COSMO EU: LokalesModell des Deutschen Wetterdienstes (Europa, -78 Stunden, Gitterpunktsauflösung: 7 km)

COSMO DE: Deutschland Modell - Weiterentwicklung von COSMO EU, (-21 Stunden), Deutschland und Teile der Anrainerstaaten. Gitterpunktsauflösung 2,8 km

EPS: Ensemble Prediction System (Vergleich mehrerer Modellläufe des EZMW mit leicht geänderten Anfangsbedingungen), verschiedene Rechenmodelle

EFI: Extreme Forecast Index des EZMW ("Signale" für mögliche Unwetterereignisse)

Finemesh: feinmaschiges Modell mit geringem Gitterpunktsabstand (> Niederschlagsprognosen)

Kalman: Korrektur ortsbezogener Vorhersagen durch Herausfilterung von wenig wahrscheinlichen Extremwerten

MOS: Model Output Statistics (Modifizierung der Modellaussagen mit statistisch berechneten Wetterdaten bei ähnlichen Wetterlagen mit Wahrscheinlichkeitsaussagen)

Fachbegriffe (DWD, verkürzt)

Bft: Beaufort (Windstärkeangabe)

FZDZ: Freezing Drizzel (gefrierender Sprüh- oder Nieselregen)

KLA: Kaltluftadvektion (horizontale Zufuhr kälterer in der Höhe, Tendenz zum Absinken und damit zur Wolkenauflösung.)

WLA: Warmluftadvektion (horizontale Zufuhr wärmerer Luftmassen, Tendenz zum Aufgleiten/Hebung und damit zur Wolken- und Niederschlagsbildung.)

NVA: Negative Vorticity Advektion (Zufuhr von Luftmassen mit Tendenz zur Entwirbelung, größere Antizyklonalität, absinkende Luftbewegung, Wolkenauflösung)

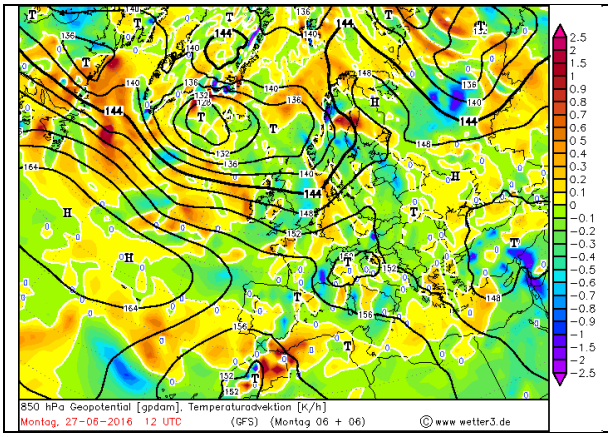
PVA: Positive Vorticity Advektion (Zufuhr von Luftmassen mit Tendenz zur Verwirbelung, größere Zyklonalität, Hebung, Wolken- und Niederschlagsbildung)

PPW: Possible Precipitable Water = potenziell in der Luft enthaltene Regenmenge (aus einer bestimmten Luftsäule „ausfällbare“ Wasser), Einheit mm Wassersäule oder in Litern/m^2

VHS-Gebiet: Vorhersagegebiet

Kartenmaterial:

KLA / WLA (Kalt- und Warmluftadvektion)



www.wetter3.de, 850hPa

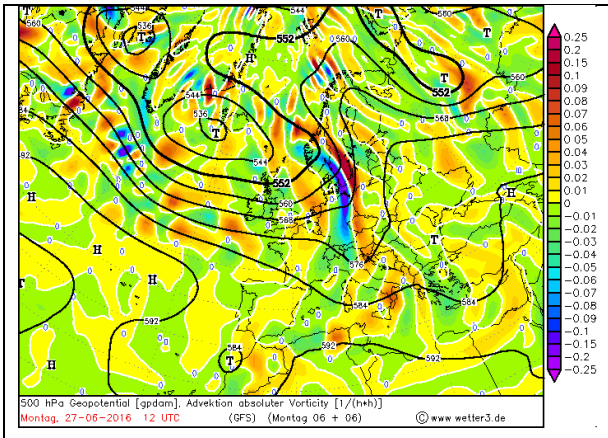
Temperaturadvektion

15 Tage Vorausschau und Archiv

Aktuelle Zufuhr von Kalt- bzw. Warmluft auf der 850hPa Druckfläche in Kelvin/Stunde

Temperaturskala -2,5 bis +2,5 K/h

NVA / PVA (negative bzw. positive Vorticity-Advektion)



www.wetter3.de, 500hPa Vorticityadvektion

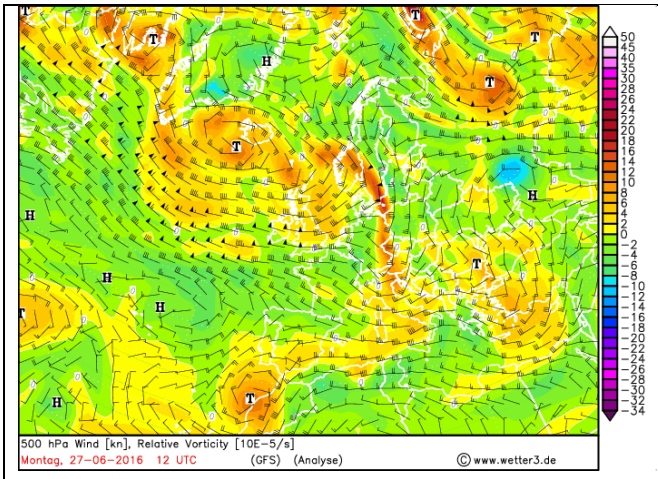
15 Tage Vorausschau und Archiv

Aktuelle Zufuhr von negativer bzw. positiver Vorticity auf der 500hPa Druckfläche

Negative Vorticity:
Entwirbelung, antizyklonal, Absinken von Luft, Erwärmung, Wolkenauflösung
Positive Vorticity: Verwirbelung, zyklonal, Hebung/Aufgleiten von Luft, Abkühlung, Wolkenbildung

Skala -0,25 bis +0,25

Relative Vorticity



www.wetter3.de 500hPa Wind, relative Vorticity

Relative Vorticity auf der 500hPa Druckfläche

Negative Vorticity:
Entwirbelung, antizyklonal, Absinken von Luft, Erwärmung, Wolkenauflösung
Positive Vorticity: Verwirbelung, zyklonal, Hebung/Aufgleiten von Luft, Abkühlung, Wolkenbildung
Skala -34 bis +50
Achtung: Absinken bzw. Aufsteigen der Luft erfolgt nicht im Maximum der relativen Vorticity sondern stromabwärts, d.h. im Bereich maximaler Vorticityadvektion!

Häufig benutzte Fachbegriffe (DWD, verkürzt)

Absinken:
Großflächiges Absinken von Luft, mit Erwärmung und Wolkenauflösung verbunden. Häufig auf Rückseiten von Trögen* oder auf der Vorderseite von Höhenkeilen* (Gegenteil: Hebung)

Cut Off:
Abschnürung eines Höhentiefs aus einem Höhentrog*

Dynamischer Antrieb:
Entstehung von Hoch- und Tiefdruckgebieten in der unteren Atmosphäre durch Stauchen (Druckerhöhung) oder Strecken (Druckminderung) von Luftsäulen, hervorgerufen durch zusammen- oder auseinanderströmende Luft in der oberen Troposphäre (Konvergenz/Divergenz). Die Folge: Absinken oder Heben von Luft (Erwärmung und Wolkenauflösung bzw. Abkühlung und Wolkenbildung).

Frontogenese:
Verstärkung bzw. Entwicklung einer Luftmassengrenze / Front, mit markanten räumlichen Temperaturgegensätzen verbunden *(*Gegenteil: Frontolyse)
Hebung:
Großflächiges Ansteigen von Luft, mit Abkühlung und Wolkenbildung und Niederschlag verbunden. Häufig auf Vorderseiten von Höhentrögen* (Gegenteil: Absinken)

Höhentrog:
Relativ zur Umgebung kalte, sich in höheren Luftschichten äquatorwärts ausbreitende polare Luftmasse ("Wellental"). Geringeres Geopotenzial, d.h. Druckfläche liegt tiefer als in der Umgebung.

Höhenkeil:
Relativ zur Umgebung warme, sich in höheren Luftschichten polwärts ausbreitende tropische Luftmasse ("Wellenberg"). Höheres Geopotenzial, d.h. Druckfläche liegt höher als in der Umgebung.

Höhenrücken: Siehe "Höhenkeil"

Konvektiver Niederschlag:
Oft kräftige und meistens kurze Niederschläge (Schauer) die aus kleinen, räumlich abgegrenzten

Kurzwellentrog:
Kleiner Höhentrog ("Wellental" mit geringer Amplitude) innerhalb des Jet-Streams. Zieht schnell Osten ("Schnellläufer").

Labile/stabile Luftmasse:
Temperaturgradient der Umgebungsluft > 0,4K/100m
→ Feuchtlabile Schichtung, d.h. Umgebungsluft ist kälter als aufsteigende feuchte Luft
→Feuchte Luft steigt weiter auf (Haufenwolken, Cumulus)
Temperaturgradient der Umgebungsluft < 0,4K/100m
→ Feuchtstabile Schichtung, d.h. Umgebungsluft ist wärmer als aufsteigende feuchte Luft
→Feuchte Luft steigt nicht weiter auf (Inversion)
Temperaturgradient der Umgebungsluft > 1K/100m
→ Trockenlabile Schichtung, d.h. Umgebungsluft ist kälter als die aufsteigende trockene Luft
→ Trockene Luft steigt weiter auf
Temperaturgradient der Umgebungsluft < 1K/100m
→ Trockenstabile Schichtung, d.h. Umgebungsluft ist wärmer als aufsteigende trockene Luft
→ Trockene Luft steigt nicht weiter auf (Inversion)
Temperaturgradient der Umgebungsluft = 0,4 bzw. 1K/100m
→ Indifferente Schichtung, d.h. Umgebungsluft ist gleich warm wie feuchte bzw. trockene Luft
→ Weitere Entwicklung abhängig vom Feuchtegehalt der zugeführten Luft

Langwellentrog:
Großer Höhentrog ("Wellental" mit großer Amplitude) innerhalb des Jet-Streams. Zieht nur langsam nach Osten, quasistationär mit Tendenz zu Cut-Off*-Prozess.

Okklusion:
Beginnende Auflösung eines Tiefdruckgebiets: (Schnellere) Kaltfront holt Warmfront ein, Verwirbelung der Luftmassen und Abheben vom Boden.

Skaliger Niederschlag:
Große Flächen überziehender, meist gleichmäßiger Niederschlag auf der Vorderseite eines Tiefs, Warmfront, Landregen, Gegensatz: Schauer)

Synoptische Lage:
Zusammenschau der verschiedenen Wetterelemente am Boden und in verschiedenen Höhen (Luftdruckflächen) zu einem bestimmten Zeitpunkt

Tiefdruckrinne:
Langgestreckte, schmale Zone mit relativ niedrigem Luftdruck zwischen Hochdruckgebieten, dazwischen häufig eine Luftmassengrenze

Wellen:
Wellenartiges meridionales Auf- und Abschwingen der Polarfront mit Bildung von polwärts gerichteten Keilen (Rücken) und äquatorwärts ausgreifenden Trögen in der oberen Troposphäre. Dies führt zum Austausch zwischen Polar- und Tropikluft und zur Bildung von (dynamischen) Hoch- und Tiefdruckgebieten Je nach Größe und Verhalten wird zwischen lang- und kurzwelligen Rücken und Trögen unterschieden.

Wellenstörung:
Die zonal (d.h. von West nach Ost) verlaufende und Polar-/Tropikluft trennende Polarfront beginnt zu mäandrieren (Rücken und Tröge). Dies ist häufig das Frühstadium eines Tiefdruckgebiets.

Zyklonal:
Drehrichtung des Windes um ein Tiefdruckgebiet: Auf der Nordhalbkugel gegen den Uhrzeigersinn. Gegenteil Antizyklonal: Wind dreht rechtsläufig aus einem Hochdruckgebiet heraus.

Zyklogenese:
Entwicklung eines Tiefdruckgebietes (Gegenteil: Zyklolyse als Auflösung/Abschwächung eines Tiefdruckgebietes).

Wetter "online" im Internet:

Wetterkarten:

- www.dwd.de (Deutscher Wetterdienst)
- www.sat24.com Satellitenbilder aktuell, Archiv
- www. imkhp2.physik.uni-karlsruhe.de Satellitenbilder, Wetterkarten
- www1.wetter3.de/ Wetterkarten
- www.wetter.net/ Wetterkarten
- www.flyingineurope.be/ Windkarten für verschiedene Höhen
- https://www.aro.lfv.se/ Flugwetterkarten

- http://weather.uwyo.edu/upperair/europe.html Vertikal-Diagramme (Skew-T, Stüve)
- http://squall.sfsu.edu/ Jet-Stream, Vorhersage
- http://www.opc.ncep.noaa.gov/Atl_tab.shtml Wetterkarten Nordatlantik

Wettervorhersage in der Schule

- http://www.theweatherprediction.com/ Wettervorhersage in der Schule