Trainingsaufgaben
zum Wetter-Tool

Lösungen

GeoPortal

http://gis.lmz-bw.de/wetter/

Landesmedienzentrum
Baden-Württemberg (LMZ)

Karlsruhe Institute of Technology
Institute for Meteorology and
Climate Research
IMK-IFU

wetter3.de

Das Wetter-Tool mit seinen Begleitmaterialien entstand in Kooperation mit dem Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und der Wetterseite www.wetter3.de unter Mitwirkung von Dr. Ulrich Corsmeier, Dipl.-Met. Rainer Behrendt, Dipl.-Met. Holger Mahlke, Dipl.-Met. Bernhard Mühr, Dipl.-Met. Folke Olesen, cand. met. Tobias Reinartz sowie Dipl.-Met. David Piper.

Technische und fachdidaktische Umsetzung am GeoPortal des LMZ: StD. Rüdiger Engelhardt und StD. Gerald Manz.

Made with Natural Earth
Free vector and raster map data @ naturalearthdata.com

EUMETSAT

Datenquellen:
Die Wetterkarten basieren auf dem globalen Wettervorhersagemodell GFS (Global Forecast System) des US-amerikanischen Wetterdienstes NCEP (National Center for Environmental Prediction)

Übungsaufgaben mit Lösungen stehen am Landesmedienzentrum Baden-Württemberg registrierten Lehrerinnen und Lehrern auf der Seite des Wetter-Tools zum Download zur Verfügung.

Version 04.03.2013

Trainingsaufgaben_Loesungen_Wetter_LMZ_Geoportal.doc

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Hinweise

Das Wetter-Tool des LMZ-GeoPortals wird nur mit den Browsern Firefox, Opera oder Chromium korrekt angezeigt. Mit dem Internet-Explorer ist eine Funktion nicht gewährleistet (Stand September 2012).

Es sind der Großraum Nordatlantik und Europa bis zum Ural dargestellt. Die Zusammenstellung ermöglicht die Ansicht von 16 verschiedenen meteorologischen Parametern, welche für das Verständnis von Wetterabläufen wichtig sind, und auch im offiziellen Betrieb von Meteorologen bei der Wettervorhersage verwendet werden. In Layer-Technik können die Themen, die passgenau übereinander liegen, einzeln ein- und ausgeblendet oder transparent gestellt werden. Die Aktualisierung der Wetterkarten erfolgt alle sechs Stunden. Über eine Archiv-Recherche kann auf Kartenansichten vergangener Monate zurückgegriffen werden.

Die Zeitangeben zu den Karten sind Weltzeitangaben.
Beispiel: 12 UTC ist die Zeit am 0°-Meridian (Universal Time Coordinated oder GMT, Greenwich Mean Time) im Sommer entsprechend 14h MESZ, im Winter 13h MEZ.

Zur räumlichen Orientierung wird empfohlen einen Atlas oder die digitale Karte Europas des LMZ-GeoPortals zu verwenden: http://gis.lmz-bw.de/geomorphologie/ .

Lösungshilfen: Umfangreiche Erläuterungen und Basisinformationen zu den Wetterbläufen und den Karten liefert das Tutorial zum Wetter-Tool, das über das GeoPortal auf der Seite http://gis.lmz-bw.de/wetter/ direkt herunter geladen werden kann.

Lösungshinweise für die folgenden Aufgaben sowie weitere Unterrichtsmaterialien liegen für an Schulen in Baden-Württemberg tätige und am LMZ registrierte Lehrerinnen und Lehrer zum Download bereit. Der Zugang hierzu erfolgt über den geschlossenen Bereich der Seite http://gis.lmz-bw.de/wetter/. Die Registrierung erfolgt über die Startseite des Landesmedienzentrums Baden-Württemberg www.lmz-bw.de .

Das Wetter-Tool mit seinen Begleitmaterialien entstand in Kooperation mit dem Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und der Wetterseite www.wetter3.de unter Mitwirkung von Dr. Ulrich Corsmeier, Dipl.-Met. Rainer Behrendt, Dipl.-Met. Holger Mahlke, Dipl.-Met. Bernhard Mühr, Dipl.-Met. Folke Olesen, cand. met. Tobias Reinartz sowie Dipl.-Met. David Piper.

Technische und fachdidaktische Umsetzung am GeoPortal des LMZ: StD. Rüdiger Engelhardt und StD. Gerald Manz.

Datenquellen:

Die Wetterkarten basieren auf dem globalen Wettermodell GFS (Global Forecast System) des US-amerikanischen Wetterdienstes NCEP (National Centers for Environmental Prediction)

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Anforderungsniveaus und Operatoren, gymnasiale Kursstufe Geographie

Anforderungsbereich I umfasst das Wiedergeben und Darstellen von fachspezifischen Sachverhalten aus einem abgegrenzten Gebiet und im gelernten Zusammenhang unter reproduktivem Benutzen geübter Arbeitstechniken. Dies erfordert vor allem **Reproduktionsleistungen.**	**Anforderungsbereich II** umfasst das selbstständige Erklären, Bearbeiten und Ordnen bekannter fachspezifischer Inhalte und das angemessene Anwenden gelernter Inhalte und Methoden auf andere Sachverhalte. Dies erfordert vor allem **Reorganisations- und Transferleistungen.**	**Anforderungsbereich III** umfasst den reflexiven Umgang mit neuen Problemstellungen, den eingesetzten Methoden und gewonnenen Erkenntnissen, um zu Begründungen, Folgerungen, Beurteilungen und Handlungsoptionen zu gelangen. Dies erfordert **Leistungen der Reflexion und Problemlösung.**
- Wiedergeben von grundlegendem Fachwissen unter Verwendung der Fachterminologie. *- Bestimmen der Art des Materials* *- Entnehmen von Informationen aus unterschiedlichen Materialien* *- Benennen und Anwenden von Arbeitstechniken und Methoden*	*- Erklären kategorialer, struktureller und zeitlicher Zusammenhänge* *- sinnvolles Verknüpfen und Einordnen unterschiedlicher, z.B. politischer, ökonomischer, soziologischer, historischer, raumspezifischer Sachverhalte* *- Unterscheiden zwischen Sach- und Werturteil*	*- selbstständiges Erörtern unterschiedlicher Sachverhalte* *- Entfalten einer strukturierten, multiperspektivischen und problemorientierten Fragestellung* *- Reflektieren der eigenen Urteilsbildung* *- problemorientiertes Umsetzen von Kenntnissen und Erkenntnissen in gestaltender Form*

Die Operatoren im Einzelnen:

I	***nennen***	Entweder Informationen aus vorgegebenem Material entnehmen oder Kenntnisse ohne Materialvorgabe anführen.
	herausarbeiten	Informationen und Sachverhalte unter bestimmten Gesichtspunkten aus vorgegebenem Material entnehmen und wiedergeben.
	beschreiben	Wesentliche Informationen aus vorgegebenem Material oder aus Kenntnissen zusammenhängend und schlüssig wiedergeben.
	charakterisieren	Sachverhalte und Vorgänge mit ihren typischen Merkmalen beschreiben und in ihren Grundzügen bestimmen.

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

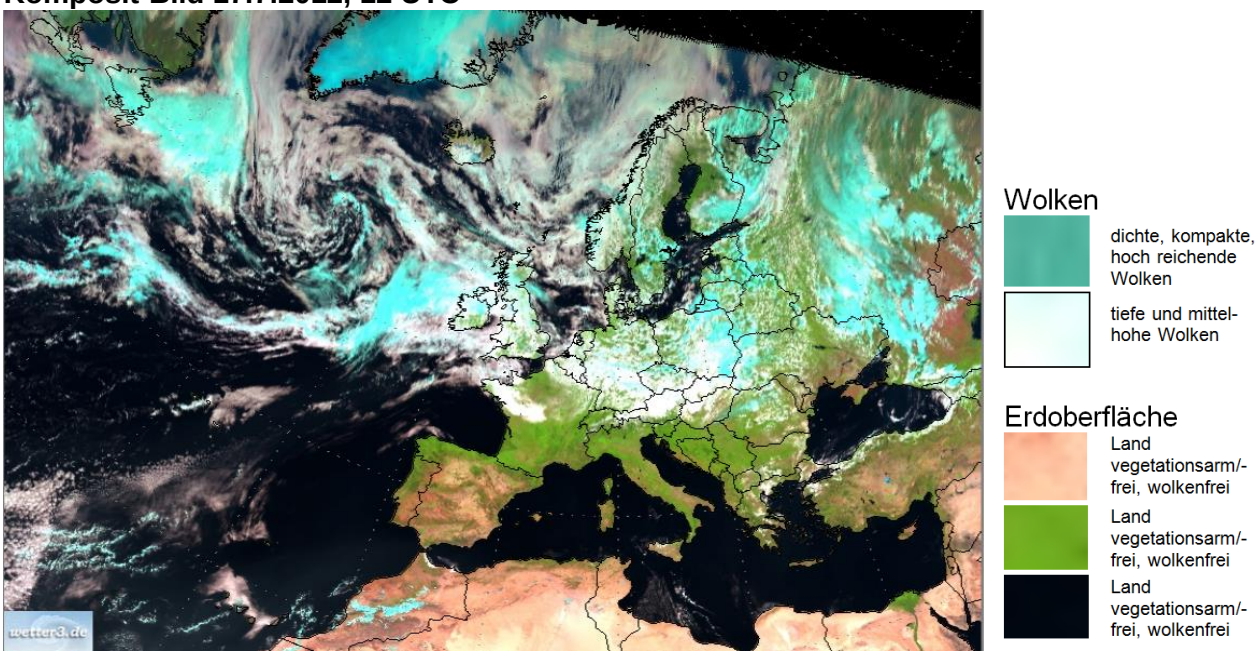
II	***erstellen***	Sachverhalte inhaltlich und methodisch angemessen graphisch darstellen und mit fachsprachlichen Begriffen beschriften. (z. B. Fließschema, Diagramm, Mind Map, Wirkungsgefüge).
	darstellen	Strukturen und Zusammenhänge beschreiben und verdeutlichen.
	analysieren	Materialien oder Sachverhalte systematisch und gezielt untersuchen und auswerten.
	ein-, zuordnen	Sachverhalte, Vorgänge begründet in einen vorgegebenen Zusammenhang stellen.
	begründen	Komplexe Grundgedanken argumentativ schlüssig entwickeln und im Zusammenhang darstellen.
	erklären	Informationen durch eigenes Wissen und eigene Einsichten begründet in einen Zusammenhang stellen (z. B. Theorie, Modell, Gesetz, Regel, Funktionszusammenhang).
	erläutern	Sachverhalte im Zusammenhang beschreiben und anschaulich mit Beispielen oder Belegen erklären.
	vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede gewichtend einander gegenüberstellen und ein Ergebnis formulieren.

III	***überprüfen***	Vorgegebene Aussagen bzw. Behauptungen an konkreten Sachverhalten und innerer Stimmigkeit messen.
	beurteilen	Aussagen, Behauptungen, Vorschläge oder Maßnahmen im Zusammenhang auf ihre Stichhaltigkeit bzw. Angemessenheit prüfen und dabei die angewandten Kriterien nennen.
	bewerten	Aussagen, Behauptungen, Vorschläge oder Maßnahmen beurteilen, eine persönliche Stellungnahme abgeben und dabei die eigenen Wertmaßstäbe offen legen.
	erörtern	Zu einer vorgegebenen Problemstellung durch Abwägen von Für- und Wider-Argumenten ein begründetes Urteil fällen.
	gestalten	Sich produkt-, rollen- bzw. adressatenorientiert mit einem Problem durch Entwerfen z. B. von Reden, Streitgesprächen, Strategien, Beratungsskizzen, Szenarien oder Modellen auseinandersetzen.

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Satellitenbilder:

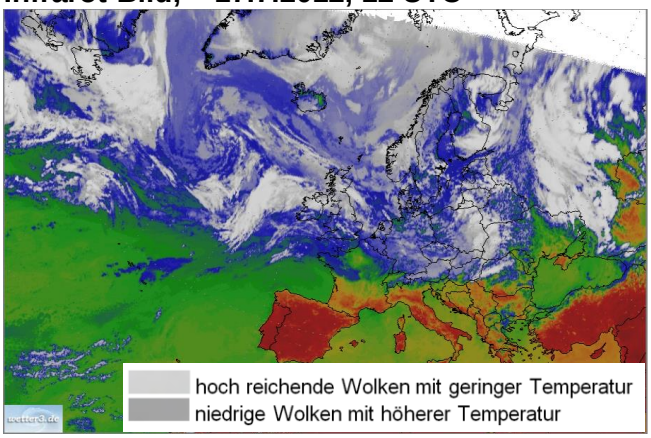
Komposit-Bild 17.7.2012, 12 UTC



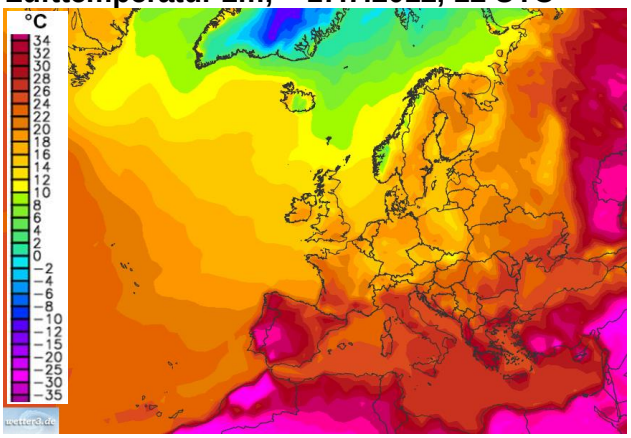
1	Aufgabe	Lösungshinweis
1a	Nennen Sie die Farbgebung zur Darstellung dichter, kompakte hochreichende Wolken.	Türkis
1b	Begründen Sie, dass ein Komposit-Satellitenbild auf ergiebige Niederschläge hindeuten kann.	Türkis weist auf dichte, hochreichende Wolken hin: Konvektion, aufsteigende Luftmassen, Abkühlung
1c	Nennen Sie Regionen Europas, die am 17.7.2012, 12 UTC von tiefer bis mittelhoher Bewölkung bedeckt waren.	Regionen mit Weiß: Mitteleuropa Bretagne (NW-Frankreich) Teile Süd-Großbritanniens zentrales Süd-Norwegen Griechenland an der nördlichen Ägäis und Süd-Bulgarien
1d	Beschreiben Sie die Bewölkungssituation in den Alpenregionen am 17.7.2012, 12 UTC.	Ost-Frankreich: schmaler NNO-SSW Saum am westlichen Alpenrand Schweiz bis auf die Zentralschweiz wolkenfrei Österreich durchgehend bedeckt mit tiefen und mittelhohen Wolken mit Ausnahme von Süd-Österreich Norditalien nahezu komplett wolkenfrei, an der Grenze zu Österreich geringe Bewölkung
1e	Beschreiben Sie für den 17.7.2012, 12 UTC die Grenzlinie zwischen wolkenbedeckten und wolkenfreien Regionen.	markanter West-Ost-Verlauf der Bewölkungsgrenze durch Zentral-Frankreich, entlang der Süd-Alpen zum Schwarzen Meer: nördlich Bewölkung, südlich bis über Nord-Afrika Wolkenfreiheit
1f	Erläutern Sie die weitgehend wolkenfreie Zone im unteren linken Kartenblatt.	NO-Atlantik im Bereich des Azorenhochs / subtropischer Hochdruckgürtel, nördliche Lage aufgrund der Jahreszeit (Nord-Sommer); absteigende Luftmassen mit Wolkenauflösung

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Satellitenbild:
Infrarot-Bild; 17.7.2012, 12 UTC



Temperaturkarte:
Lufttemperatur 2m; 17.7.2012, 12 UTC

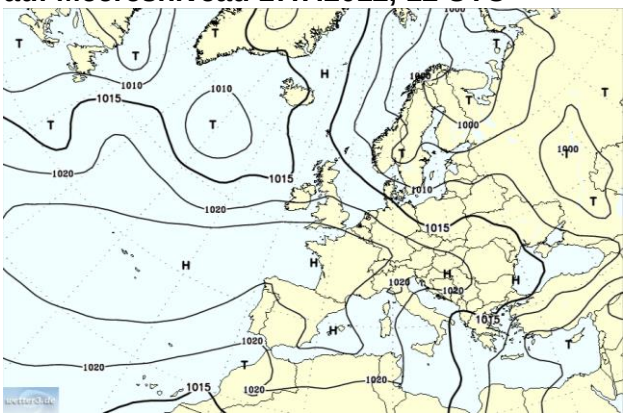


2	Aufgabe	Lösungshinweis
2a	Nennen Sie Regionen Europas, die am 17.7.2012, 12 UTC von besonders hochreichender Bewölkung gekennzeichnet waren.	Litauen, Ostpolen und westliche Teile von Weißrussland und der Ukraine; Nordirland, Süd-Finnland
2b	Arbeiten Sie die Art der Bewölkung über Süd-Finnland und Österreich aus dem Infrarot-Satellitenbild vom 17.7.2012, 12 UTC heraus.	Süd-Finnland: hochreichende Bewölkung Österreich: niedere Bewölkung, hier dunkleres Grau für Wolken mit höherer Temperatur in Bodennähe
2c	Vergleichen Sie die Temperatur großräumiger Luftmassen mit der Wolkenbedeckung im Infrarot-Bild.	- kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Lufttemperatur und Wolkenbildung; dennoch am 17. Juli wärmere Regionen in Südeuropa und Mediterrangebiete eher wolkenfrei, kühlere Regionen stärker bewölkt - vermehrt Wolkenbildung in Gebieten stärkerer Temperaturänderung (Russland)
2d	„Aus der Infrarot-Karte (Infrarot-Satellitenaufnahme) kann auf das Auftreten eines intensiven Niederschlagsereignisses geschlossen werden.“ Überprüfen Sie diese Aussage.	Die Grauwerte der Karte (Infrarot-Satellitenaufnahme) weisen nur auf die Temperaturen der Wolken hin und liefern nicht in jedem Fall eine Aussage über die Intensität von Hebungsvorgängen, die letztlich starke Niederschläge hervorbringen. Zur Überprüfung sollte die Advektionskarte oder die Niederschlagkarte hinzugezogen werden. Beispiel: Mittlere Grauwerte über SW-Polen weisen auf Bewölkung hin, jedoch Überprüfung anhand der Niederschlagskarte zeigt keine Niederschläge. Aus einer einzigen Karte (nur Infrarot-Satellitenaufnahme) kann keine sichere Aussage über Niederschlagsereignisse gemacht werden.

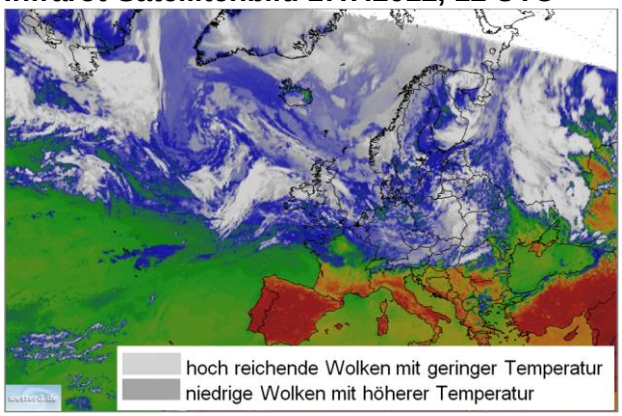
© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

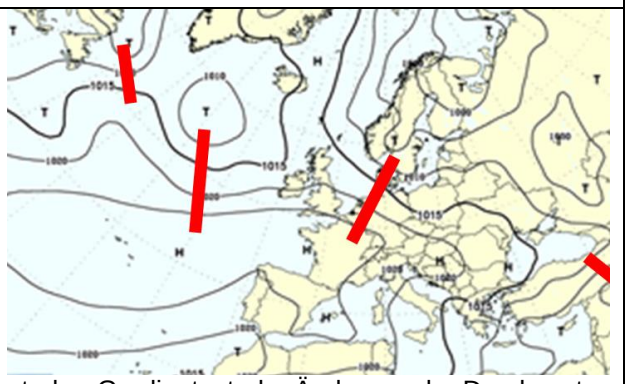
Druckverteilung

auf Meeresniveau 17.7.2012, 12 UTC



Infrarot-Satellitenbild 17.7.2012, 12 UTC

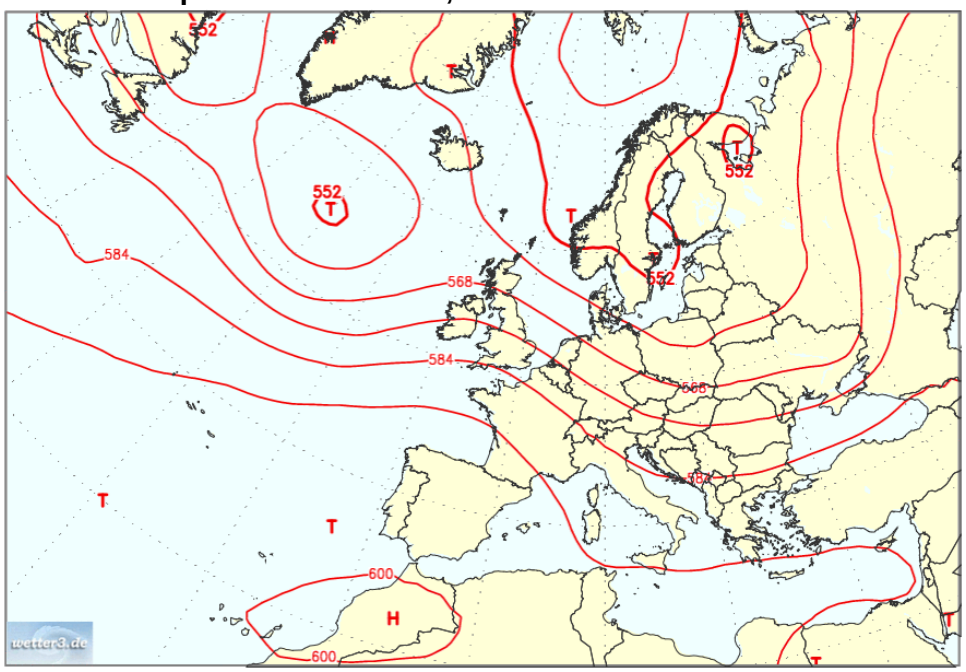


3	Aufgabe	Lösungshinweis
3a	Beschreiben Sie die Lage von Hoch- und Tiefdruckzentren und deren Luftdruckwerte.	Tiefdruckzentren: unter 1010 hPa über dem Nordatlantik SW von Island, ebenso über der Barentssee und östlichem Nordpolarmeer (SW-Russland); Hochdruck-Band: beginnend im Atlantik bei den Azoren (1025 hPa), Verlauf über Mallorca im westlichen Mittelmeer (Azorenhoch), abschwächend über Norditalien, Serbien bis auf 1015 hPa am Schwarzen Meer.
3b	Beschreiben Sie den Isobarenverlauf über Mitteleuropa am 17.7.2012, 12 UTC.	Verlauf der Isobaren mit meist NW-SO-Orientierung bei Abnahme des Luftdrucks von 1025 hPa (beginnend am Golf von Biskaya) bis 1015 hPa über Zentralpolen.
3c	Zeichnen Sie in das Bild des Boden-Luftdrucks die Zonen mit dem stärksten Druckgradienten ein. *Vorbereitung: fertigen Sie einen Screenshot des Luftdruckbildes (Meeresniveau) an. Fügen Sie diese Grafik in ein WORD-Dokument ein. Arbeiten Sie am WORD-Dokument.*	 starker Gradient: starke Änderung der Druckwerte mit der Distanz (Isobaren liegen eng zusammen)
3d	Vergleichen Sie die Druckverteilung auf Meeresniveau mit dem Infrarot-Satellitenbild am 17.7.2012, 12 UTC	wolkenfreie Zonen in der Regel im Bereich von Hochdruckgebieten, bewölkte Zonen Regel im Bereich von Tiefdruckgebieten

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Druckverteilung

500 hPa-Geopotenzial 17.7.2012, 12 UTC

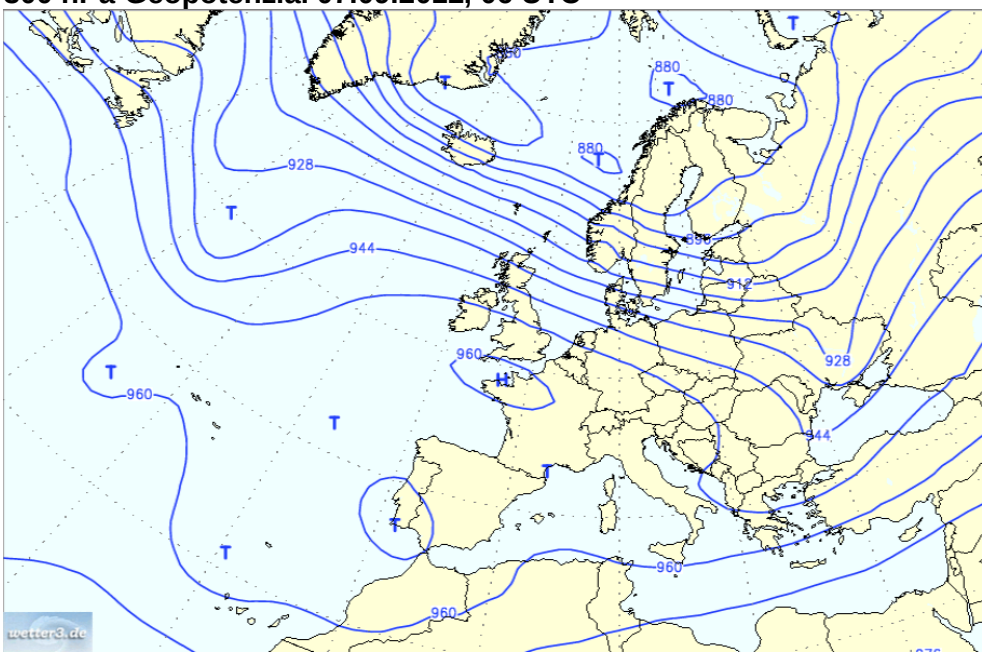


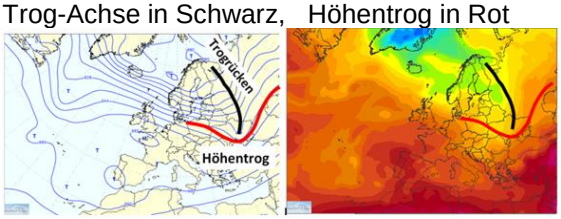
3	Aufgabe	Lösungshinweis
3a	Beschreiben Sie die Bedeutung der Isolinien-Beschriftung „584“ in der Geopotenzialkarte des 17.7.2012, 12 UTC (Süd-West-England).	Der Luftdruck 500 hPa ist über Süd-West-England in etwa 5840 m Höhe über NN zu finden.
3b	Arbeiten Sie aus der Karte vom 17.7.2012, 12 UTC Regionen Europas heraus, bei denen die 500 hPa-Luftdruckwerte in besonders geringer und besonders großer Höhe liegen.	Lage der 500 hPa-Luftdruckwerte in geringer Meereshöhe: - Skandinavien (552) entspr. ca. 5520 m - Island (560) entspr. ca. 5600 m Lage der 500 hPa-Luftdruckwerte in größerer Höhe über dem Meer: - Zentral-Spanien (596) entspr. ca. 5960 m - S-Griechenland (592) entspr. ca. 5920 m
3c	Nennen Sie Regionen über europäischem Festland mit hohem Druckgradient. Begründen Sie die Lokalisierung.	hoher Druckgradient bei engem Isolinienverlauf (starke Druckabnahme auf kurzer Distanz): über den Britischen Inseln, Benelux-Staaten und über mittlerem Osteuropa
3d	Beschreiben Sie den Unterschied zwischen Bodendruckkarten und Karten des 500 hPa-Geopotenzials.	Bodendruckkarten geben Isobaren wieder, das sind Linien gleichen Luftdrucks, wie sie in Meereshöhe verlaufen. Ihre Werte liegen um die 1000. 500 hPa-Geopotenzial-Karten geben die Höhe an, in der ein Luftdruckwert von 500 hPa anzutreffen ist. Werte liegen um die 550. Der Verlauf der beiden unterschiedlichen Isolinien ist annähernd deckungsgleich.

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Druckverteilung

300 hPa-Geopotenzial 07.09.2012, 06 UTC

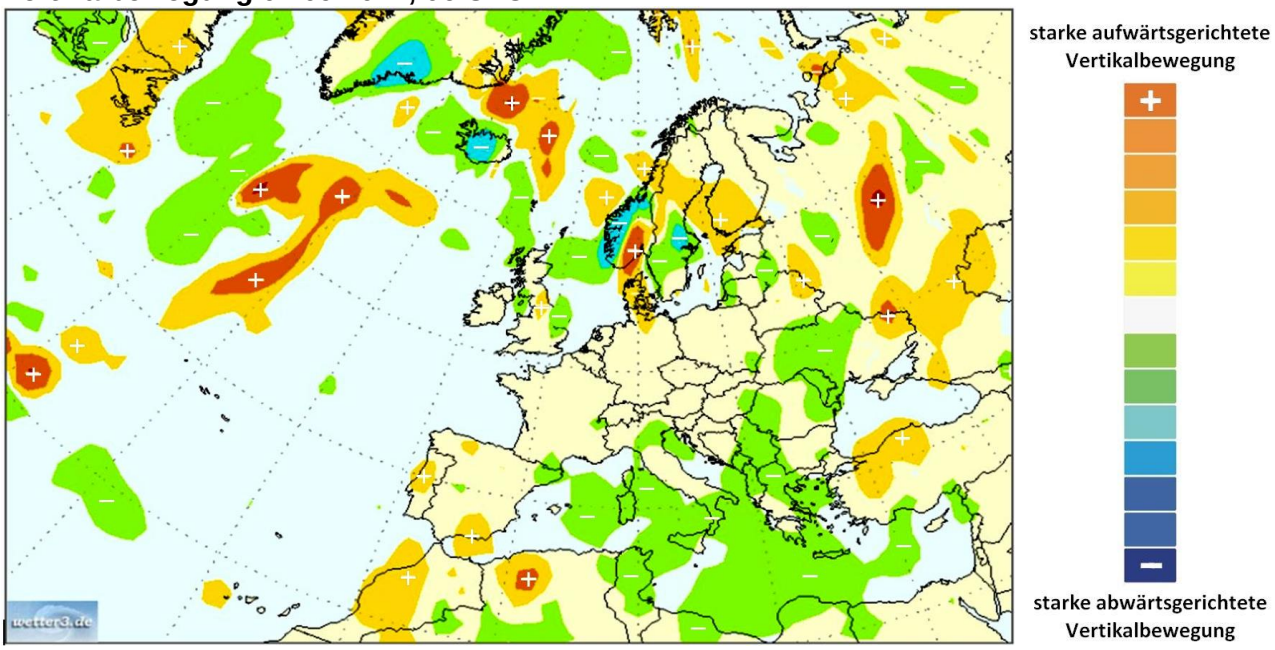


4	Aufgabe	Lösungshinweis
4a	Beschreiben Sie auf Basis der 300 hPa-Geopotenzial-Karte vom 07.09.2012, 06 UTC die Bedeutung, die über Süd-Schweden der Wert „928“ hat.	Der Luftdruck 300 hPa ist über Süd-Schweden in etwa 9280 m Höhe über NN zu finden.
4b	Arbeiten Sie den Verlauf des Jets aus der 300 hPa-Geopotenzial-Karte heraus.	Jet (Strahlstromband) folgt in der Regel dem Bereich mit hohem Druckgradient: von Grönland in westliche Richtung bis S-Skandinavien, dann Richtungswechsel nach N-Russland.
4c	Nennen Sie auf Basis der 300 hPa-Geopotenzial-Karte vom 07.09.2012, 06 UTC Regionen mit hohem Druckgradient.	hoher Druckgradient: enger Isolinienverlauf, starke Druckänderung auf kurzer Distanz, zu finden über der Regionen zwischen Island und Ostsee
4d	Arbeiten Sie aus der 300 hPa-Geopotenzial-Karte vom 07.09.2012, 06 UTC die unterschiedlichen Windverhältnisse zwischen den beiden Regionen Nordsee und Zentralspanien heraus.	Karte zeigt Luftdruck in großer Höhe: hier existieren geostrophische Höhen-Winde parallel zu den Isolinien Nordsee: in der Höhe um die 9300 m enger Isolinien-Verlauf, (West bis WNW); hoher Druckgradient mit Tiefdruck auf der nördlichen Seite: starke Winde aus West bis WNW Zentralspanien: in der Höhe um die 9300 m Isolinien weit auseinander liegend, sehr geringer Druckgradient, nahezu windstill oder schwache Winde aus unterschiedlichen Richtungen
4e	Leiten Sie aus der 300 hPa-Geopotenzial-Karte für den 07.09.2012, 06 UTC die ungefähre Lage eines Höhentrogs mit seiner Achse ab. Nennen Sie einen Parameter, der diese Troglage widerspiegelt.	Trog-Achse in Schwarz, Höhentrog in Rot  Parameter *Temperatur-Karte im Niveau 850 hPa* (ca. 1500 m) spiegelt die Troglage annähernd wider (Bild rechts).

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Dynamik

Vertikalbewegung 07.09.2012, 06 UTC

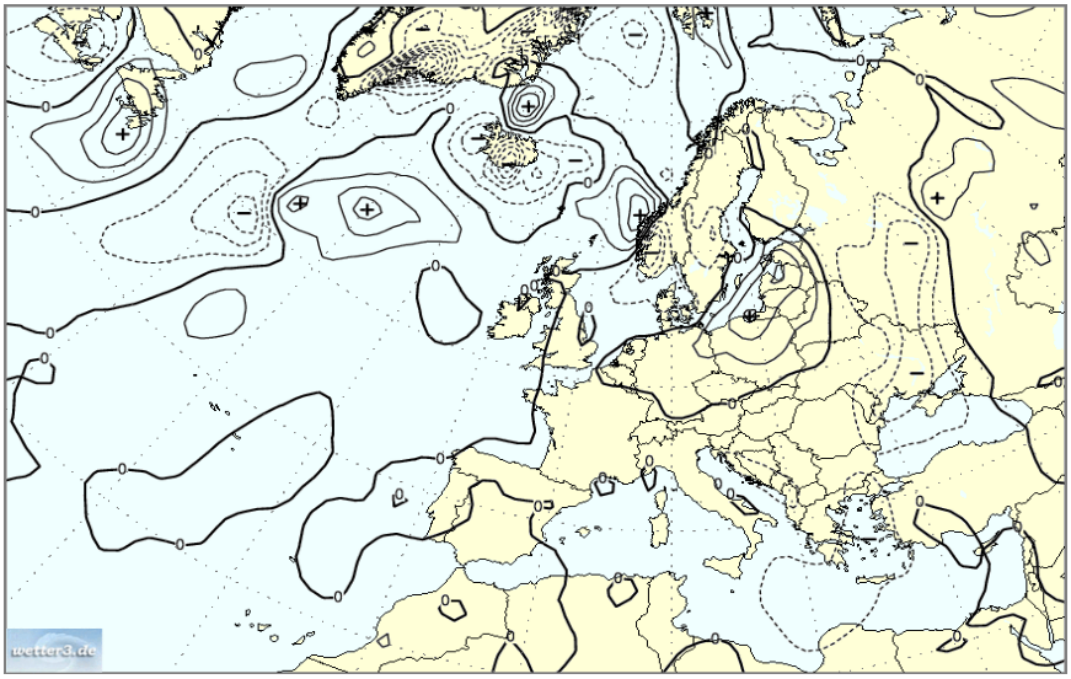


5	Aufgabe	Lösungshinweis
5a	Nennen Sie die Bedeutung der positiven Vorzeichen in einer Karte *„Vertikalbewegungen“*.	- Positiv-Zeichen, rötliche Farben: Luftmassen-Hebung (Aufsteigen von Luft verbunden mit Wolken- und Niederschlagsbildung)
5b	Beschreiben Sie Prozesse, die Antriebe für aufwärts gerichtete Vertikalbewegungen innerhalb von großräumigen Luftmassen liefern.	advektiv: - Antrieb durch horizontale Verfrachtung einer wärmeren Luftmasse (Schichtdickenadvektion) - Antrieb durch Verlagerung von Wirbeln (Vorticityadvektion) konvektiv: - Hebung durch den Einfluss von Gebirgen - Antrieb durch Freisetzung von Wärme
5c	Analysieren sie die Luftmassendynamik und ihren Einfluss auf das Wetter am 07.09.2012 06 UTC.	- mit negativem Vorzeichen (grünlichen Farben) markierte Regionen geprägt durch Absinken innerhalb großräumiger Luftmassen (dort Tendenz zur Wolkenauflösung); - Raumbeispiele: zentraler Mittelmeerraum, Serbien, W-Rumänien, S-Schweden, Atlantikküste SW-Norwegen, Island - mit positivem Vorzeichen (rötlichen Farben) markierte Regionen geprägt durch Hebung innerhalb großräumiger Luftmassen (dort Tendenz zur starken Wolkenbildung); - Raumbeispiele: östlich Moskau; Ostseeküste bei SW-Norwegen, Nordatlantik
5d	Vergleichen Sie Vertikalbewegungen von Luftmassen und Regionen starker Niederschläge am 07.09.2012 06 UTC.	- Regionen mit positivem Vorzeichen (rötlichen Farben) und damit starken aufwärts gerichteten Vertikalbewegungen mit ergiebigen Niederschlägen gekoppelt bei Moskau und über dem Nordatlantik - keine räumliche Deckung von intensiven Niederschlägen und Vertikalbewegungen über der Ostsee

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Dynamik

Hebungsantrieb durch horizontale Verfrachtung von Luftmassen (Schichtdickenadvektion) 07.09.2012, 06 UTC



+
Hebung im Zusammenhang mit der Verfrachtung warmer Luftmassen

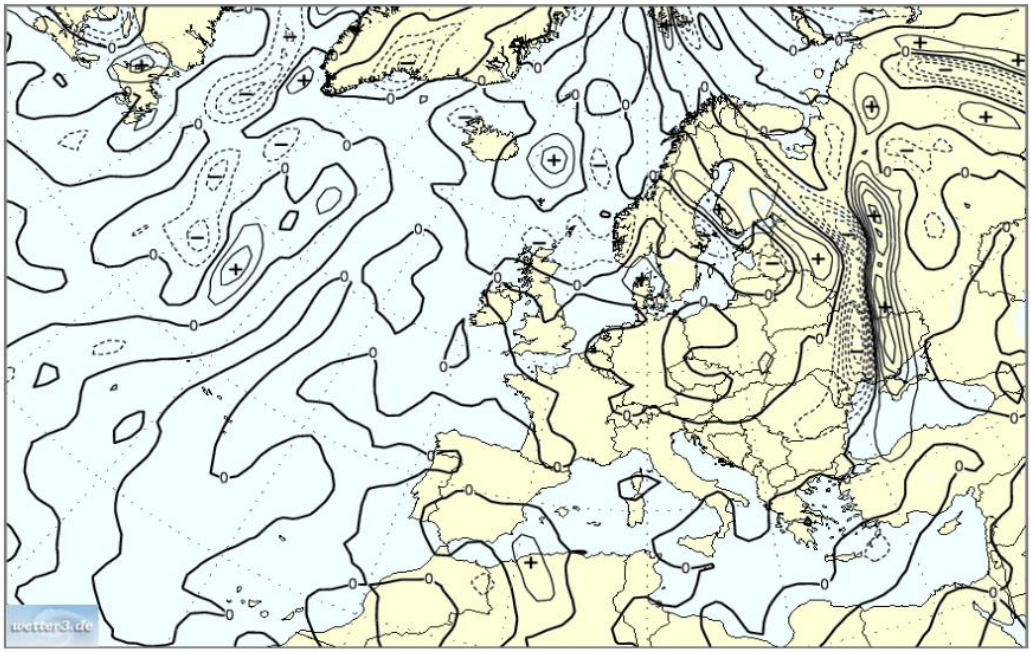
-
Absinken im Zusammenhang mit der Verfrachtung kalter Luftmassen

6	Aufgabe	Lösungshinweis
6a	Nennen Sie den Höhenbereich, den die Karte *„Hebungsantrieb durch horizontale Verfrachtung von Luftmassen“* darstellt.	untere Hälfte der Troposphäre (0 bis 5,5 km Höhe ü. NN)
6b	Nennen Sie die Bedeutung der Vorzeichen in der Karte *„Hebungsantrieb durch horizontale Verfrachtung von Luftmassen“* und die jeweils damit verbundenen Prozesse.	- Minus-Zeichen: horizontale Verfrachtung kalter Luft in der unteren Troposphäre, Absinken von Luftmassen, Wolkenauflösung - Plus-Zeichen: horizontale Verfrachtung warmer Luft in der unteren Troposphäre, Hebung von Luftmassen, Wolkenbildung
6c	Arbeiten Sie anhand geeigneter Wetterkarten die Regionen heraus, bei denen es insbesondere aufgrund horizontal heran strömender, unterschiedlich temperierter Luftmassen zu intensiven Niederschlägen kommen konnte.	Verwendung der Karten Bewölkung, Niederschläge und Schichtdickenadvektion; Beispiele: Niederschlagsgebiete im Ostseeraum und nördlich Island mit positivem Vorzeichen gekennzeichnet
6d	Erklären Sie das Auftreten von Niederschlag über dem Nordatlantik und in der Region bei Moskau.	- positive Signaturen in den beiden Regionen zu finden - Hinzuziehen der Geopotenzialkarte in der Höhe 5000 m (500 hPa): hieraus Lage der Tröge erkennbar - beide Gebiete vorderseitig eines Höhentroges, damit positiver Antrieb mit Hebung - Verfrachtung warmer Luft nach Nordosten

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

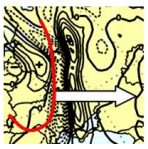
Dynamik

Hebungsantrieb durch horizontale Verfrachtung von Wirbeln (Vorticity-Advektion) 07.09.2012, 06 UTC



+
Hebung vorderseitig eines Trogs

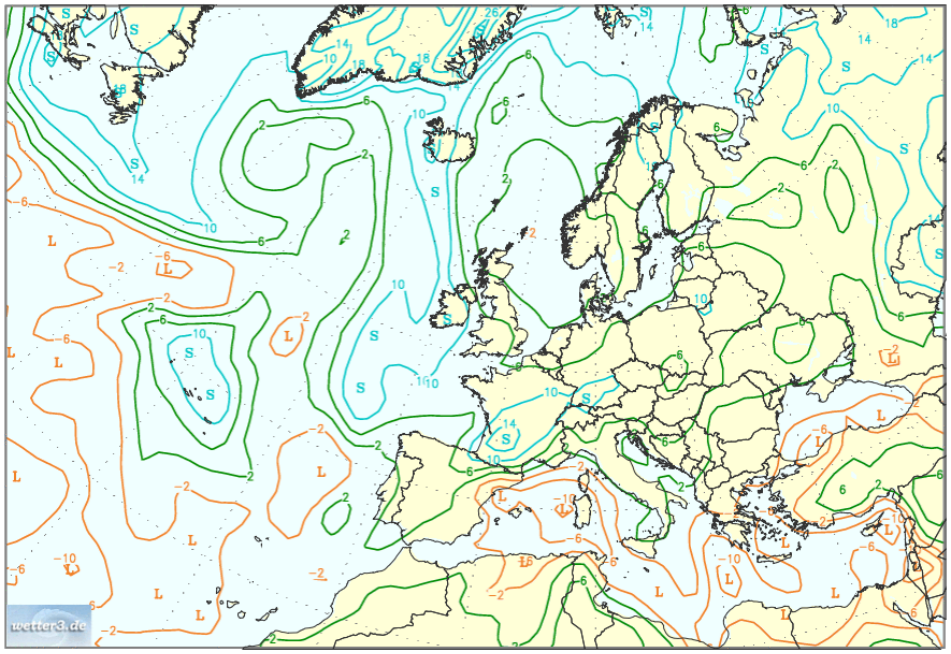
-
Absinken vorderseitig eines Rückens

7	Aufgabe	Lösungshinweis
7a	Nennen Sie den Höhenbereich, den die Karte *„Hebungsantrieb durch horizontale Verfrachtung von Wirbeln“* darstellt.	obere Troposphäre, ca. 9 km über NN
7b	Nennen Sie die Bedeutung der Vorzeichen in der Karte *„Hebungsantrieb durch horizontale Verfrachtung von Wirbeln“* und die jeweils damit verbundenen Prozesse.	- Plus-Zeichen: Verlagerung eines Höhentrogs verbunden mit Hebung von Luftmassen, Wolkenbildung - Minus-Zeichen: Verlagerung eines Höhenrückens verbunden mit Absinken von Luftmassen, Wolkenauflösung - Verlagerung stets in Richtung des Maximums (Lage des Vorzeichens)
7c	Arbeiten Sie anhand geeigneter Wetterkarten die Regionen heraus, bei denen es insbesondere aufgrund des horizontalen Verfrachtens von Wirbeln zu intensiven Niederschlägen kommen konnte.	Verwendung der Karten Bewölkung, Niederschläge und Vorticity-Advektion; Beispiele: Niederschlagsgebiete bei Moskau und Kiew
7d	Arbeiten Sie aus der Karte *„Hebungsantrieb durch horizontale Verfrachtung von Wirbeln“* die zu erwartende Verlagerung des Troges über Russland heraus.	- Verlagerung eines Trogs in Richtung des Maximums: über Russland Verlagerung in Richtung SO 
7e	Erklären Sie das Niederschlagsgebiet im Ostseeraum, obwohl es dort kaum bis überhaupt keine positiven Werte für die horizontale Verfrachtung von Wirbeln gibt.	andere Antriebskarte heranziehen: *„Hebungsantrieb durch horizontale Verfrachtung (Schichtdickenadvektion-Karte)“;* im Ostseeraum Niederschlag wegen positiver Schichtdickenadvektion und der damit verbundenen Hebung

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Dynamik

Konvektionspotenzial (KO-Index) 07.09.2012, 12 UTC



S stabile Luftschichtung

L labile Luftschichtung

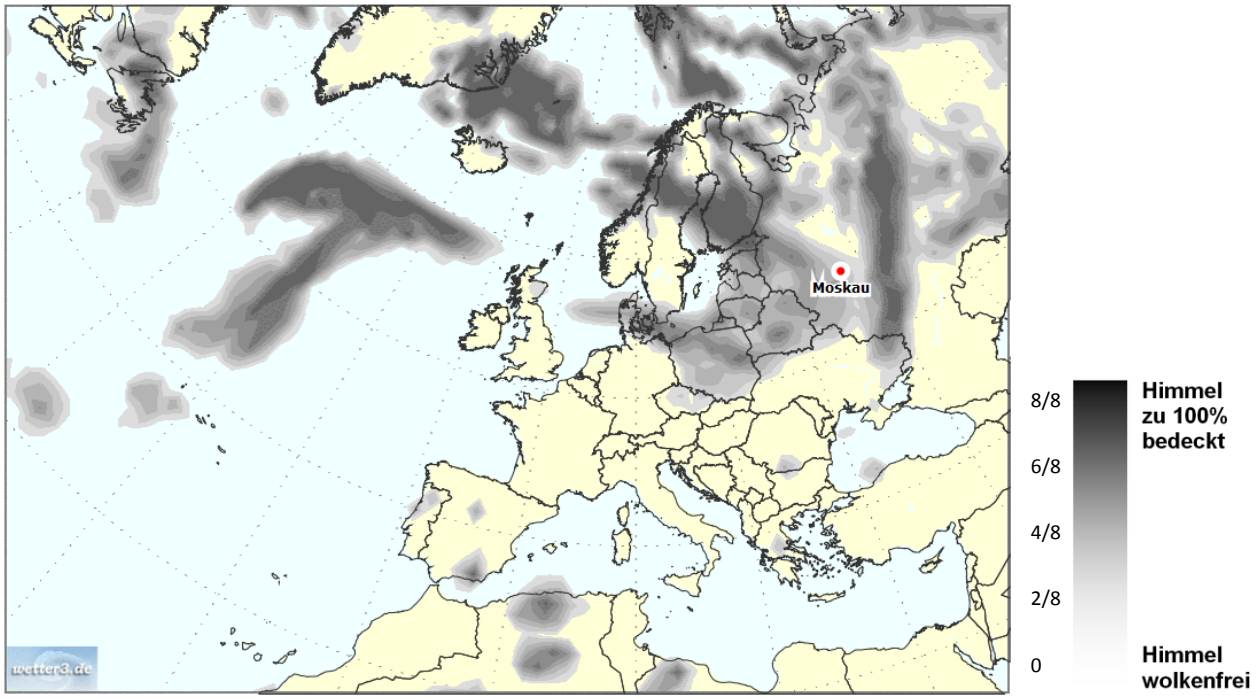
Konvektions-index (KO)	Gewitter-neigung
KO > 6	keine Gewitter
2 < KO < 6	vereinzelt Gewitter
KO < 2	zahlreiche Gewitter

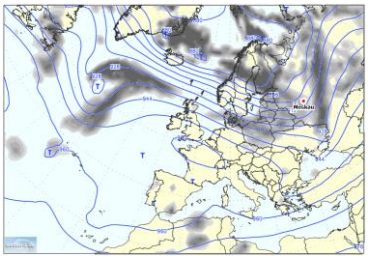
8	Aufgabe	Lösungshinweis
8a	Nennen Sie die Bedeutung der blauen und braunen Linien in der KO-Index-Karte.	- Blaue Linien bedeuten stabile Schichtung (S=stabil), keine Konvektion möglich - braune Linien bedeuten labile Schichtung (L=labil), Konvektion möglich
8b	Arbeiten Sie aus der KO-Index- Karte vom 07.09.2012, 12 UTC Raumbeispiele über Europa mit Potenzial für Gewitterbildung heraus. Begründen Sie Ihr Ergebnis.	KO > 6 blaue Linien: keine Gewitter Zentral-Frankreich 2 < KO < 6 vereinzelte Gewitter möglich Mittelmeerländer SO- und Osteuropa KO ≤ 2 zahlreiche Gewitter S-Griechenland Mittelmeerinseln
8c	„Je kleiner der KO-Index ist, desto stärker sind Gewitter.“ Beurteilen Sie die Aussage.	- je kleiner der KO-Index, desto günstiger die Voraussetzung zur Gewitterbildung (KO-Index macht Aussage über Schichtung der vorhandenen Luftmasse) Stärke von Gewittern hängt allerdings von weiteren Faktoren ab, z. B. von großräumiger Hebung (Karte Vertikalbewegungen) oder der Stärke einer Sperrschicht in der Höhe (Inversion) - Überprüfung: Raumbeispiel Azoren: sehr kleine KO-Werte <-5, labile Schichtung, jedoch nur geringfügigen Niederschläge (Karte Niederschlagsmenge / Niederschlagsform) - Fazit: Satz ist nicht korrekt; allein aus KO-Werten kann nur auf die **Häufigkeit** von Gewittern geschlossen werden, nicht auf deren Intensität.

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Meteorologische Elemente

Bewölkung 07.09.2012, 12 UTC

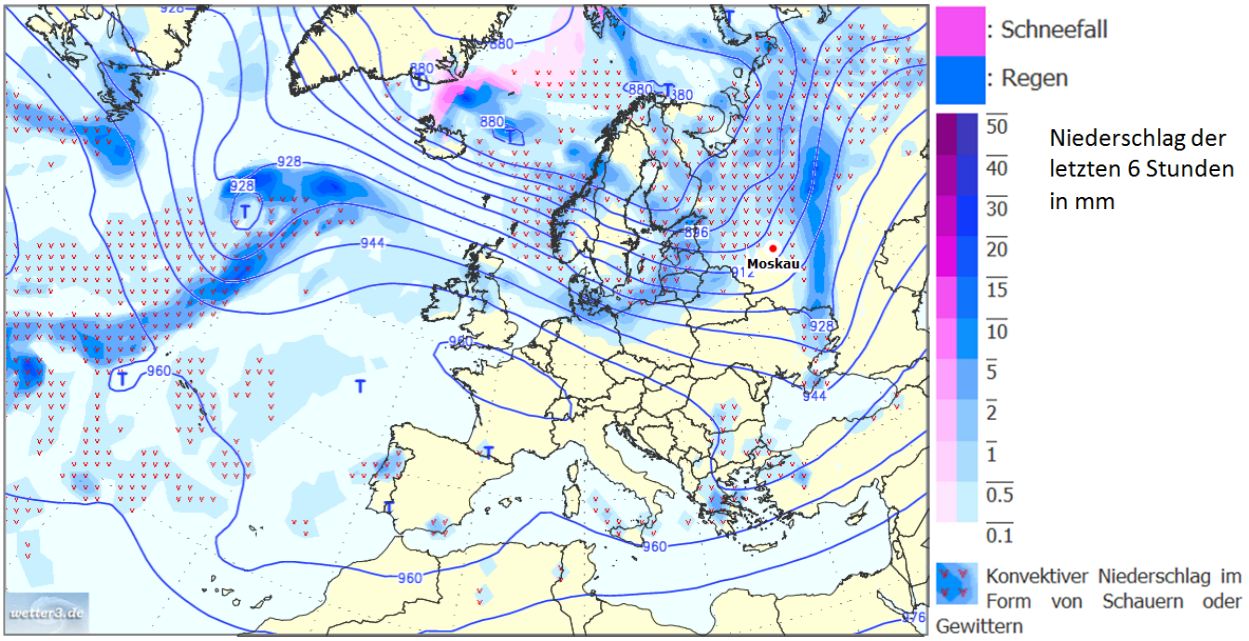


9	Aufgabe	Lösungshinweis
9a	Beschreiben Sie die Aussage der unterschiedlichen Graustufen auf der Bewölkungs-Karte des 07.09.2012, 06 UTC.	Grauabstufung gibt Information über den Bedeckungsgrad, jedoch nicht über die Wolkentypen und deren Höhenlage. Hellgrau: minimale Bedeckung, Dunkelgrau: vollständige Bedeckung des Himmels mit Wolken (100%).
9b	„Aus der Bewölkungskarte kann eine Vorhersage zu einem intensiven Niederschlagsereignis (Schauer und Gewitter) abgeleitet werden.“ Überprüfen Sie diese Aussage.	Die Grauwerte der Karte geben keine Informationen zur Intensität von konvektiven Vorgängen, die letztlich eine Niederschlagsbildung hervorbringen. Zur Überprüfung muss die Niederschlagkarte hinzugezogen werden. Beispiel: Mittlere Grauwerte über SW-Polen, jedoch keine Niederschläge
9c	Erläutern Sie die Bewölkungssituation über dem Nordatlantik und dem Wolkenstreifen zwischen Moskau und dem Schwarzen Meer für den 07.09.2012, 12 UTC.	- über Nordatlantik sowie zwischen Moskau und dem Schwarzen Meer: Bewölkung >50% - beide Wolkengebiete liegen jeweils auf der Vorderseite eines Höhentroges; dort aufgrund von positiver Vorticityadvektion und positiver Schichtdickenadvektion großräumige Hebung und damit verbundene Wolkenbildung. 

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Meteorologische Elemente

Niederschlagsmenge und Niederschlagsform 07.09.2012, 12 UTC

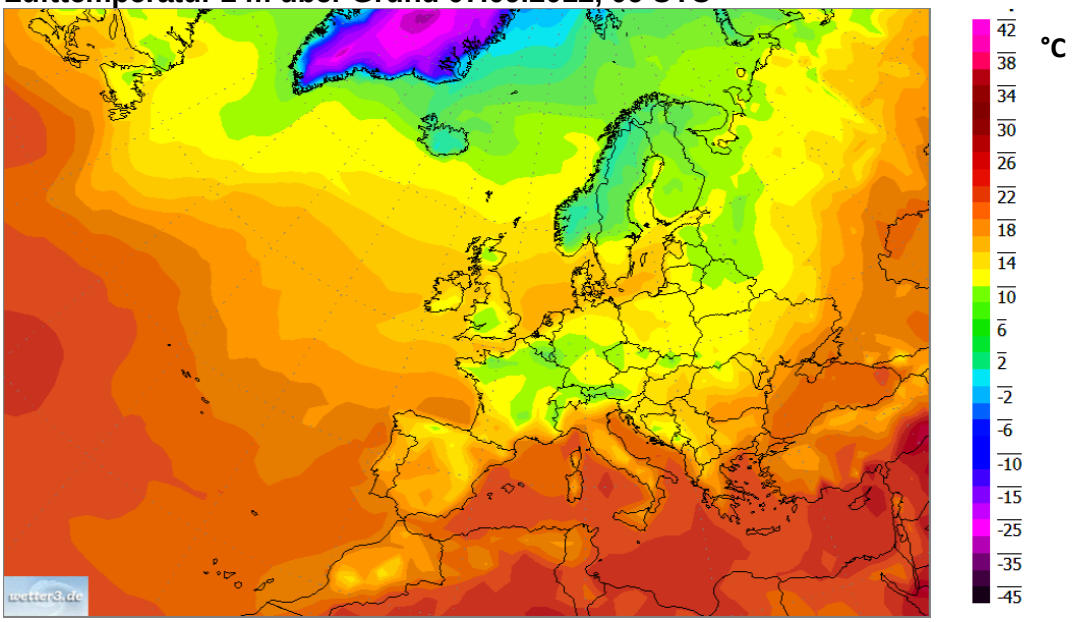


10	Aufgabe	Lösungshinweis
10a	Arbeiten Sie aus der Niederschlagskarte Beispielregionen mit unterschiedlich intensiven Regenfällen heraus.	intensive Regenfälle: Nordatlantik, Ostsee und mittlere Westküste Norwegens (+Datenbeispiele) Weniger ergiebige Regenfälle: Nordsee, Atlantik westlich vor Irland (+Datenbeispiele)
10b	Vergleichen Sie die Niederschlagsgegebenheiten zwischen der zentralen Nordsee und dem Atlantik bei 40°N / 30°W.	zentrale Nordsee: N. mittlerer Intensität Atlantik bei 40°N / 30°W: sehr deutlich Konvektionszellen: kurze, heftige N.
10c	Erläutern Sie die Entstehung der Niederschläge, die am 07.09.2012, 06 UTC im Raum zwischen Moskau und dem Schwarzen Meer gefallen sind.	- Niederschlagskarte: zwischen Moskau und dem Schwarzen Meer geschlossenes Niederschlagsband mit zwei Teilregionen mit intensiven Regenfällen zur Klärung der Ursachen werden Informationen benötigt, die Hebungsprozesse belegen: Karten der Dynamik - Niederschlagskarte zeigt keine V-Symbole bei Moskau: Entstehung der Niederschläge nicht durch ausgeprägte kleinräumige Konvektionsereignisse - Karte mit Luftmassenindikator (Latente Wärme bei 850 hPa) weist auf Lage an der Vorderseite eines Höhentrogs hin: großräumige Hebung muss verantwortlich sein - Karte „Vertikalbewegungen“ belegt sehr starke vertikale Hebungsprozesse - Antriebskarten (Vorticityadvektion und Schichtdickenadvektion) : Antrieb aus Luftmassen mit Wirbeln dominiert gegenüber dem Antrieb aus Schichtdickenadvektion

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Temperatur

Lufttemperatur 2 m über Grund 07.09.2012, 06 UTC

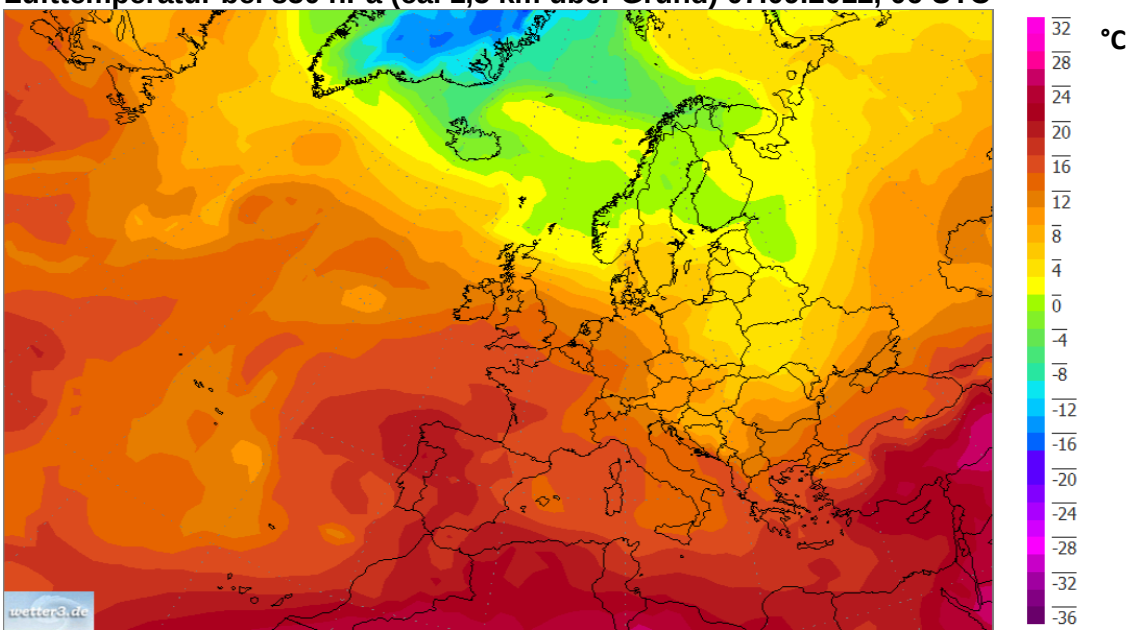


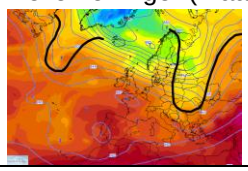
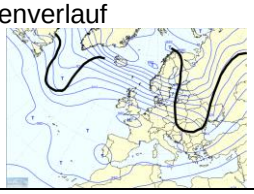
11	Aufgabe	Lösungshinweis
11a	Zeichnen Sie vom 07.09.2012, 06 UTC ein Temperaturprofil von Zentral-Algerien bis nach SW-Norwegen anhand der Temperaturkarte 2m über Grund.	Temperaturen über Zentral-Algerien bei ca. 26°C, sinkend nordwärts beim Verlauf über das Atlas-Gebirge; gleichbleibend hohe Lufttemperaturen über dem Mittelmeer, nicht unter 18°C, deutliche Temperaturabnahme bis auf 8°C über Zentral-Frankreich, Anstieg über der Nordsee auf ca. 18°C, dann deutliche Temperaturabfall über der Telemark in SW-Norwegen auf Werte um den Gefrierpunkt.
11b	Begründen Sie den Temperaturverlauf entlang dieses Profils.	Tageszeit muss Berücksichtigung finden (6 UTC entspr. 08 MESZ) - Zentral-Algerien mit südlichster Lage und mit Tagen sehr hoher Lufttemperatur noch bei Sonnenaufgang: Restwärme aus stark erhitzter Landoberfläche vom Vortag - Deutlich wird Wärmespeicherwirkung der Meere, hier markant höhere Lufttemperaturen als über angrenzenden Landflächen; - über Zentral-Frankreich nach wolkenloser Nacht (Bewölkungskarte auch vom Vortag hinzuziehen) mit intensiver Wärmeabstrahlung tiefe Temperaturen in Bodennähe - niedrigste Temperatur-Werte über SW-Norwegen aufgrund Höhenlage (um 2000 m) und geographischer Breite (60°N)
11c	Erläutern Sie die Temperaturwerte über Grönland.	- im Vergleich zu den übrigen Regionen auf der Temperaturkarte tiefste Temperaturen: geographische Lage in der Subpolar- und Polarregion mit generell geringer Solareinstrahlung, wenig Energiezufuhr durch Sonne - im Küstenbereich Lufttemperatur wenige Grad unter null: Einfluss wärmerer Meeresluft, weniger vergletscherte Landflächen, geringere Albedo - im zentralen Teil Lufttemperatur mit Werten unter -25°C: große Inlandeismassen, viele Flächen mit hoher Albedo und Höhenlage um 3000m

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Temperatur

Lufttemperatur bei 850 hPa (ca. 1,5 km über Grund) 07.09.2012, 06 UTC

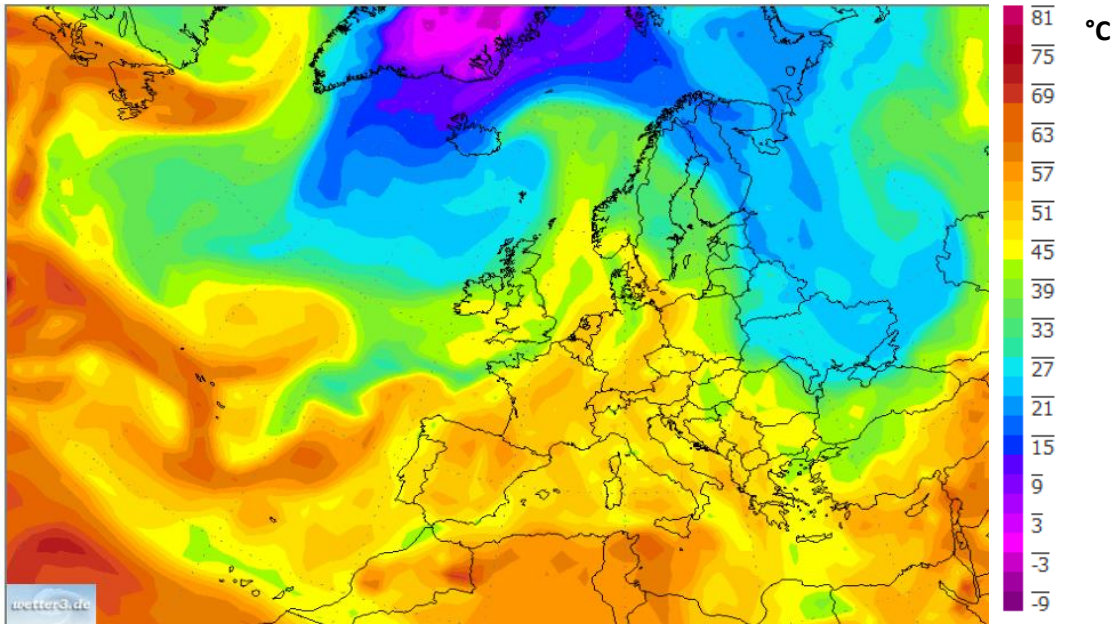


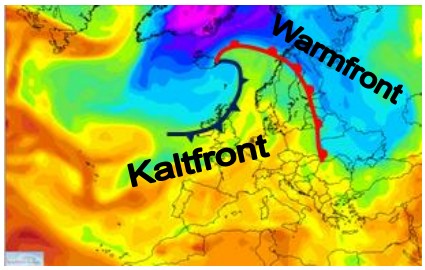
12	Aufgabe	Lösungshinweis
12 a	Vergleichen Sie die Temperaturkarte bei 850 hPa (1) mit der Karte der Temperaturen in Bodennähe (2).	- aus Karte 1 (Temperaturen in 1500 m Höhe) keine Land-Meer-Verteilung rekonstruierbar - Farbskala der Legende Karte 1 nicht identisch mit Karte 2 - nicht generell geringere Temperaturen in der Höhe 850 hPa (vor allem nachts und in den Morgenstunden)
12 b	Erläutern Sie den in der Temperaturkarte 850 hPa erkennbaren Farbübergang entlang der Linie Labrador-See/ Zentral-Grönland.	- über der Labrador-See Orange: relativ hohe Temperaturen von 6°C bis 8°C aufgrund hoher Wassertemperaturen des Golfstroms - Wechsel nordwärts im Küstenbereich zu Gelb und Grün: Temperaturabnahme auf Werte um den Gefrierpunkt; Kaltluftmassen durch NW-Windströmung (Wirkung des Jetstreams, Karte 300 hPa) - über Zentralgrönland blaue Farbgebung dominant: tiefste Temperaturen um die -16°C aufgrund starker Albedo der Inlandeismassen
12 c	Vergleichen Sie die Temperaturschwankungen im Bereich der Iberischen Halbinsel während des 07.09.2012 in 2 m über Grund mit denen in der Höhe 850 hPa.	Es ist jeweils die Temperaturkarte von 06 UTC mit 12 UTC zu vergleichen - in Bodennähe sehr starke Schwankungen über dem Festland (Zentralspanien morgens 18°C gegenüber mittags 36°C) (über Meeresgebieten nahezu Temperaturkonstanz) - in Höhe 850 hPa relativ geringe Temperaturschwankungen sowohl über dem Festland als auch über den Meeren
12 d	Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen dem Temperaturbild bei 850 hPa über Europa am 07.09.2012, 06 UTC und der Drucksituation in der oberen Troposphäre zu diesem Zeitpunkt.	aus Süden Warmluftvorstoß nach Südwesteuropa, aus Norden Kaltluftvorstoß nach Osteuropa: - 300 hPa- Geopotenzialkarte zeigt Rückenstruktur über Südwesteuropa und Trogstruktur über Osteuropa - wellenförmiger (mäandrierender) Isolinienverlauf  

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Temperatur

Luftmassenindikator (latente und fühlbare Wärme bei 850 hPa / „Pseudopotenzielle Temperatur“) 18.7.2012, 06 UTC

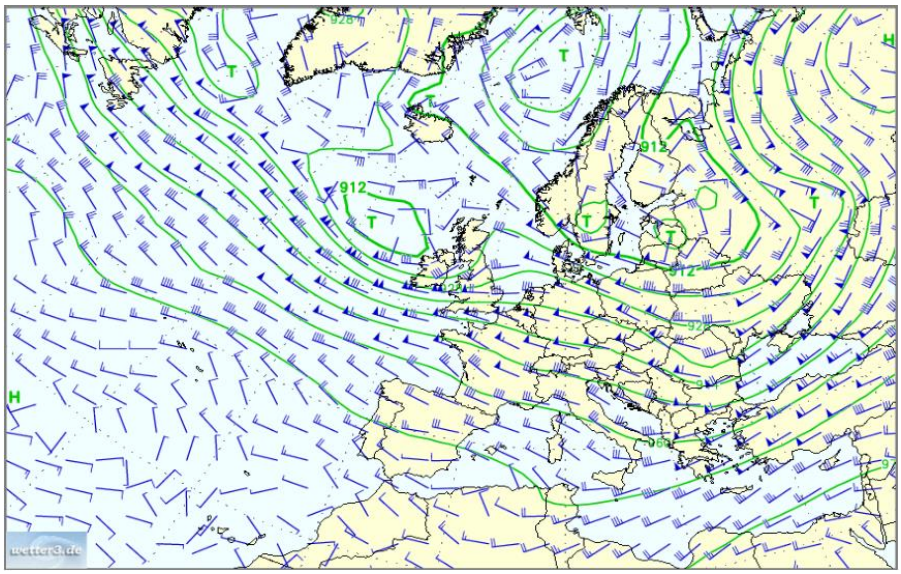


13	Aufgabe	Lösungshinweis
13a	Nenne Sie die unterschiedlichen Aussagen der beiden Temperaturkarten Karte 1: Niveau 850 hPa Karte 2: pseudopotenzielle Temperatur Niveau 850 hPa	Karte 1 zeigt Lufttemperaturen in °C in etwa 1500 m an. Darstellung Karte 2 berücksichtigt sowohl den fühlbaren Wärmeinhalt als auch den Feuchteinhalt der Luft (latente Wärme) und stellt im eigentlichen Sinn den Energiegehalt der Luftmassen in derselben Höhe dar. Dabei bedeuten rot-gelbe Farben hohe Werte latenter Energie einer warmen und feuchten Luftmasse, grünlich-blaue Farben niedrige Werte latenter Energie kühlerer und trockenerer Luft.
13b	Arbeiten Sie die Lage einer Kalt- und Warmfront über Europa aus der Karte des Luftmasseninidikators heraus.	Fronten sind in der Regel dort zu finden, wo der Farbübergang auf kurzer Distanz besonders markant ist (hoher Gradient). 
13c	Erläutern Sie den Farbunterschied in der Karte der pseudopotenziellen Temperatur (Niveau 850 hPa) zwischen dem südwestlichen Blattende und der Mitte des oberen Kartenrands.	- südwestlichen Blattende, rötliche Farben - Atlantik innerhalb der Subtropen: warme Luftmassen mit hoher relativer und absoluter Feuchte und großem Energiegehalt - Mitte des oberer Kartenrand, blaue Farben - Nordatlantik mit Grönland im subpolaren Bereich: kalte Luftmassen mit ggf. hoher relativer aber geringer absoluter Feuchte und somit geringem Energiegehalt

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

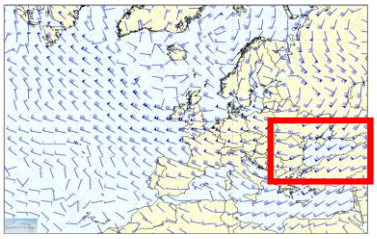
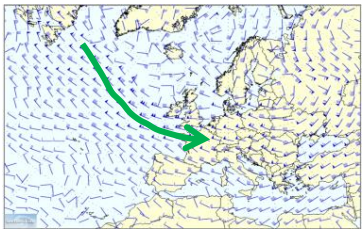
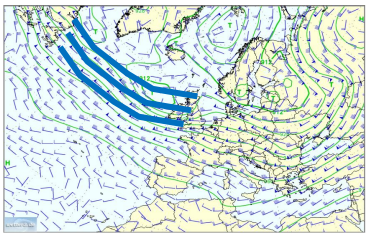
Wind

Windfahnen 300 hPa, 18.7.2012 06 UTC



Windpfeil
NW-Wind
65 Knoten

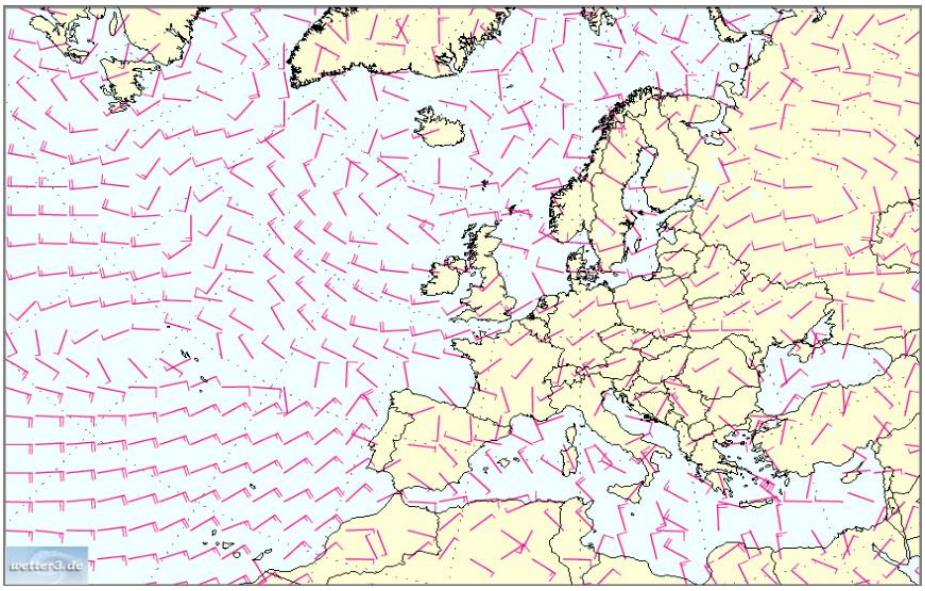
1 Knoten
= 1 Seemeile/h
= 1,852 km/h
≈ 0,514444 m/s

14	Aufgabe	Lösungshinweis
14a	Arbeiten Sie für den 18.7.2012 06 UTC aus einer geeigneten Karte die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung im Bereich der oberen Troposphäre über dem Schwarzen Meer heraus.	 obere Troposphäre bei ca. 9 km Höhe: Windkarte 300 hPa Windfahne zeigt Westwind* mit 65-70 Knoten *(*Karte ist nicht eingenordet, der Verlauf der Längen- und Breitengrade ist zu beachten.)*
14b	Ordnen Sie die Lage des Polar-Jet ein (18.7.2012, 06 UTC). Begründen Sie Ihre Zuordnung.	 Lage in Deckung mit Zonen höchster Windgeschwindigkeiten
14c	Stellen Sie ausgehend von einer Windkarte des 18.7.2012, 06 UTC in der Höhe des Polar-Jets den Verlauf von Isobaren zwischen Nordatlantik und Mitteleuropa skizzenhaft dar.	 Geostrophischer Wind im Höhenniveau von 300 hPa (9000 m); Isobaren bzw. Isolinien des Geopotenzials verlaufen parallel zur Windrichtung (Jet).
14d	Erklären Sie für einen Beobachter in Moskau Typ und Lage der Luftdruckzellen am 18.7.2012, 06 UTC.	- für Beobachter gilt Bodenwindkarte: Südwind auch in Bodennähe - Anwendung des barischen Windgesetzes: *„Den Wind im Rücken liegt für den Beobachter links das Tiefdruckgebiet“.* - Tiefdruckgebiet westlich vom Beobachter (Ostseeraum), Rotation der Winde im Gegenuhrzeigersinn: antizyklonale Drehrichtung - Hochdruckgebiet östlich vom Beobachter (80°Ost/55°Nord), Rotation der Winde im Uhrzeigersinn: zyklonale Drehrichtung ruft ebenso Südwind für Moskau hervor

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT

Wind

Windfahnen bodennah (10 m) 18.7.2012 06 UTC



Windpfeil
NW-Wind
65 Knoten

1 Knoten
= 1 Seemeile/h
= 1,852 km/h
≈ 0,514444 m/s

15	Aufgabe	Lösungshinweis
15a	Nennen Sie Windrichtung und Werte für Windgeschwindigkeiten bei - London - Straße von Gibraltar	- London: 20 Knoten aus SW - Straße von Gibraltar: 10 Knoten aus NO
15b	Zeichnen Sie einen Windpfeil, der einen Ostwind mit einer Windgeschwindigkeit von 75 Knoten darstellt.	
15c	Arbeiten Sie aus der Bodenwindkarte Regionen mit geringer und hoher Windgeschwindigkeit heraus und erklären Sie die Unterschiede.	- höhere Windgeschwindigkeit in der Regel über Meeresgebieten: Flächen mit geringer Reibung - besonders hohe Werte im Bereich des Subpolarjets (Karte zum Luftdruck in 300 hPa / 9000 m Höhe) - geringere Windgeschwindigkeit am häufigsten anzutreffen über Festlandsflächen: starke Bodenreibung - geringere Windgeschwindigkeit bis hin zur Windstille über dem Meer im Bereich der Rossbreiten / Subtropenhoch
15d	Erläutern Sie charakteristische Windverhältnisse im Bereich von Zyklonen und Antizyklonen an einem Beispieltag.	- im Uhrzeigersinn rotierende Winde: zyklonale Rotationsrichtung, Hochdruckgebiet (Bsp.: Azoren) - aufgrund Corioliswirkung Rechtsablenkung vom Hoch wegströmender Ausgleichswinde - im Gegenuhrzeigersinn rotierende Winde: antizyklonale Rotationsrichtung, Tiefdruckgebiet (Bsp.: N-Atlantik zwischen Irland und Island) - aufgrund Corioliswirkung Rechtsablenkung der auf das Tief zuströmenden Ausgleichswinde

© 2012 LMZ-BW SESAM / KIT