

Trockenheit in Europa im Frühjahr 2012

Autoren/innen: P. Bissolli, M. Ziese, S. Pietzsch, P. Finger, K. Friedrich, H. Nitsche, A. Obregón

Datum: 15.08.2012

Das Frühjahr 2012 zeichnete sich durch eine ausgeprägte Trockenheit in weiten Teilen Europas aus. Sie war außergewöhnlich hinsichtlich ihrer Ausdehnung, Dauer und Intensität und setzte eine Serie an trockenen Jahreszeiten aus dem Vorjahr 2011 fort. Die Dürre hatte verbreitet Auswirkungen auf den Ernteertrag, die Wasserversorgung und Wasserverkehrswege sowie auch auf gesundheitliche Risiken, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß innerhalb Europas.

Verlauf der Trockenheit seit 2011

Bereits das Jahr 2011 war im größten Teil Europas deutlich trockener als im vieljährigen Zeitraum 1951-2000. Hiervon ausgenommen waren lediglich der Norden Europas, der äußerste Osten und Teile des Mittelmeerraumes. In etlichen Gebieten West-, Mittel-, Südost- und Osteuropas wurden weniger als 80% des vieljährigen Jahresniederschlages erreicht (Abb. 1).

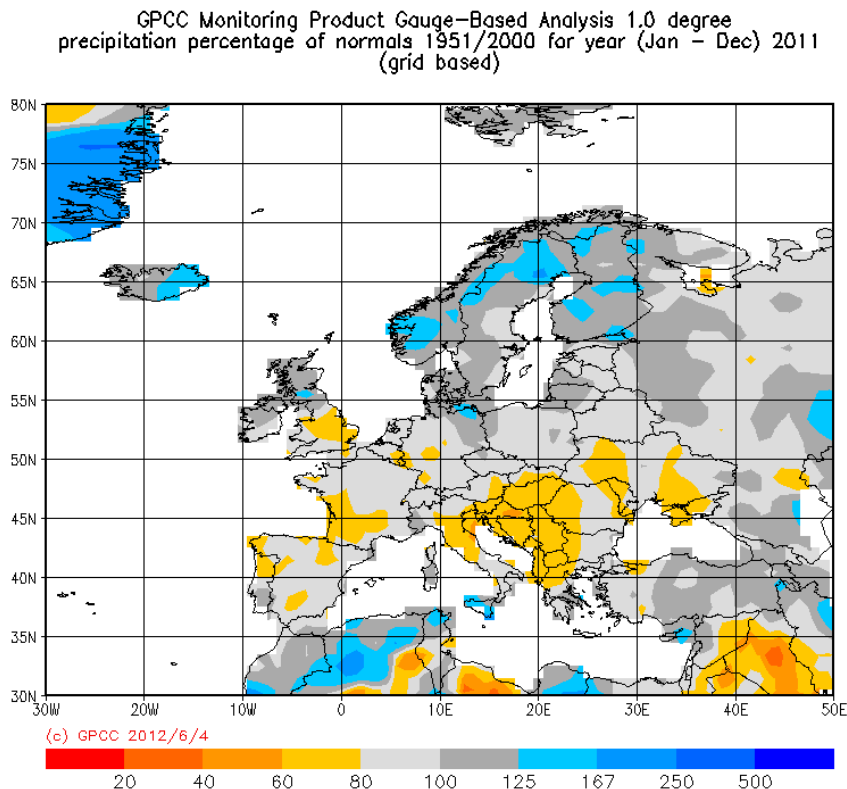


Abb. 1: Relative Niederschlagssummen in % im Jahr 2011 im Verhältnis zum vieljährigen Mittel 1951-2000. Quelle: Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie (WZN), Deutscher Wetterdienst

Zur Trockenheit 2011 hatten vor allem das Frühjahr und der Herbst beigetragen (Abb. 2), während der Sommer zumindest in Mitteleuropa relativ feucht war. Im Frühjahr 2011 war besonders im westlichen Europa die Trockenheit sehr stark ausgeprägt. Verbreitet fielen dort weniger als 40% der üblichen jahreszeitlichen Niederschlagsmenge, örtlich sogar unter 20%. Doch auch Mittel- und Osteuropa waren deutlich zu trocken im Vergleich zum vieljährigen Mittel, während Nord- und Südeuropa weit mehr Niederschlag als im Mittel erhielten.

Im Herbst 2011 zeigte sich ein ganz ähnliches Bild, wobei sich der Schwerpunkt der Trockenheit ins östliche Mitteleuropa verschob und auch Südeuropa (insbesondere Spanien und Griechenland) vermehrt betroffen war. Der Höhepunkt der Herbst-Trockenheit wurde im November 2011 erreicht, als verbreitet in Mittel- und Südosteuropa nur wenige mm oder sogar überhaupt kein Niederschlag fiel.

Der nachfolgende Winter 2011/12 war in Europa insgesamt zwar relativ niederschlagsreich, davon ausgenommen waren jedoch einige Gebiete insbesondere im Westen und vor allem im Südwesten. Besonders die Iberische Halbinsel, aber auch die mediterran beeinflussten Gebiete in Südfrankreich und Norditalien hatten ein deutliches Niederschlagsdefizit. Auch hier lagen örtlich die relativen Summen unter 20% des vieljährigen Mittels.

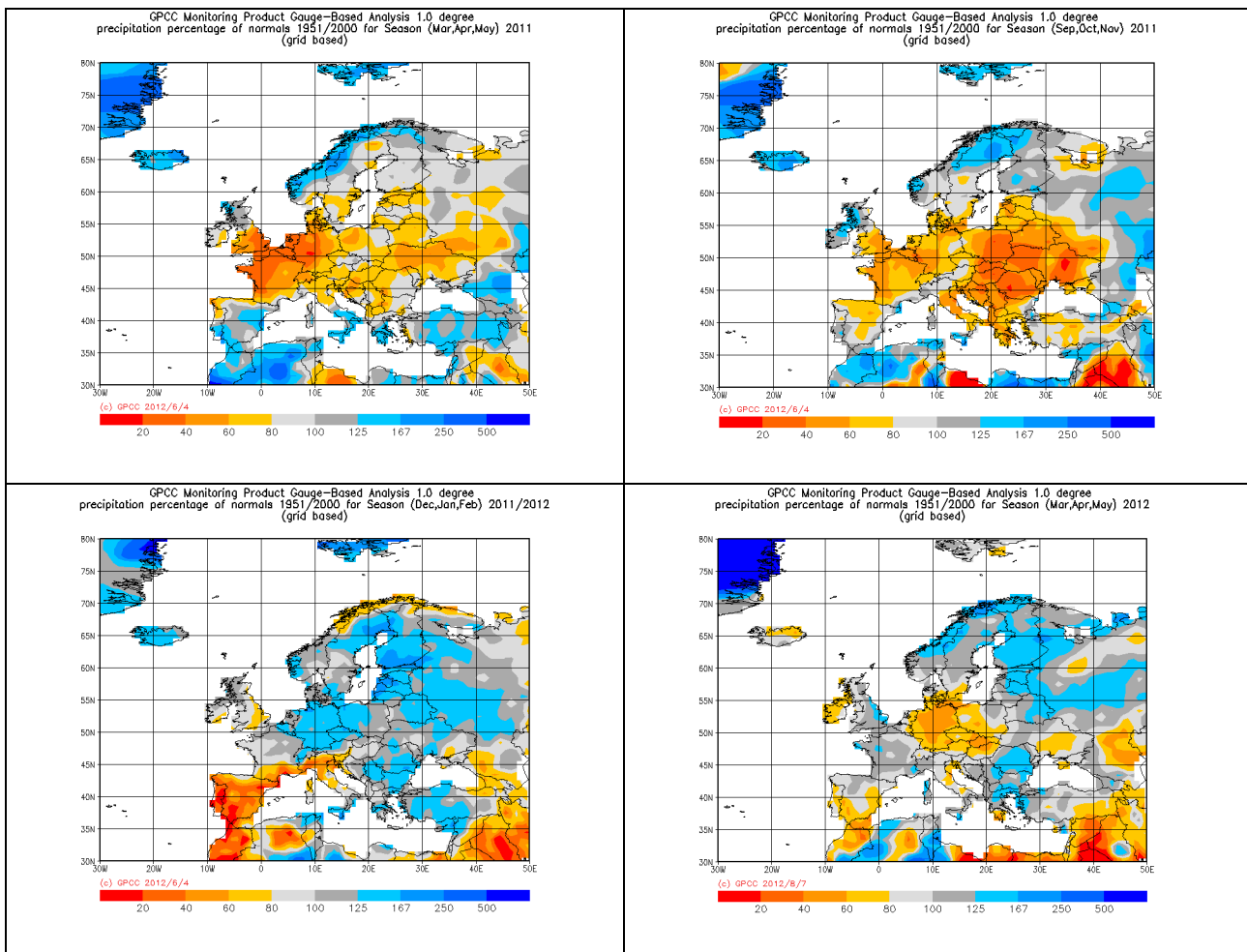


Abb. 2: Relative Niederschlagssummen in % in den Jahreszeiten Frühjahr 2011, Herbst 2011, Winter 2011/12 und Frühjahr 2012 im Verhältnis zum vieljährigen Mittel 1951-2000.

Quelle: Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie (WZN), Deutscher Wetterdienst

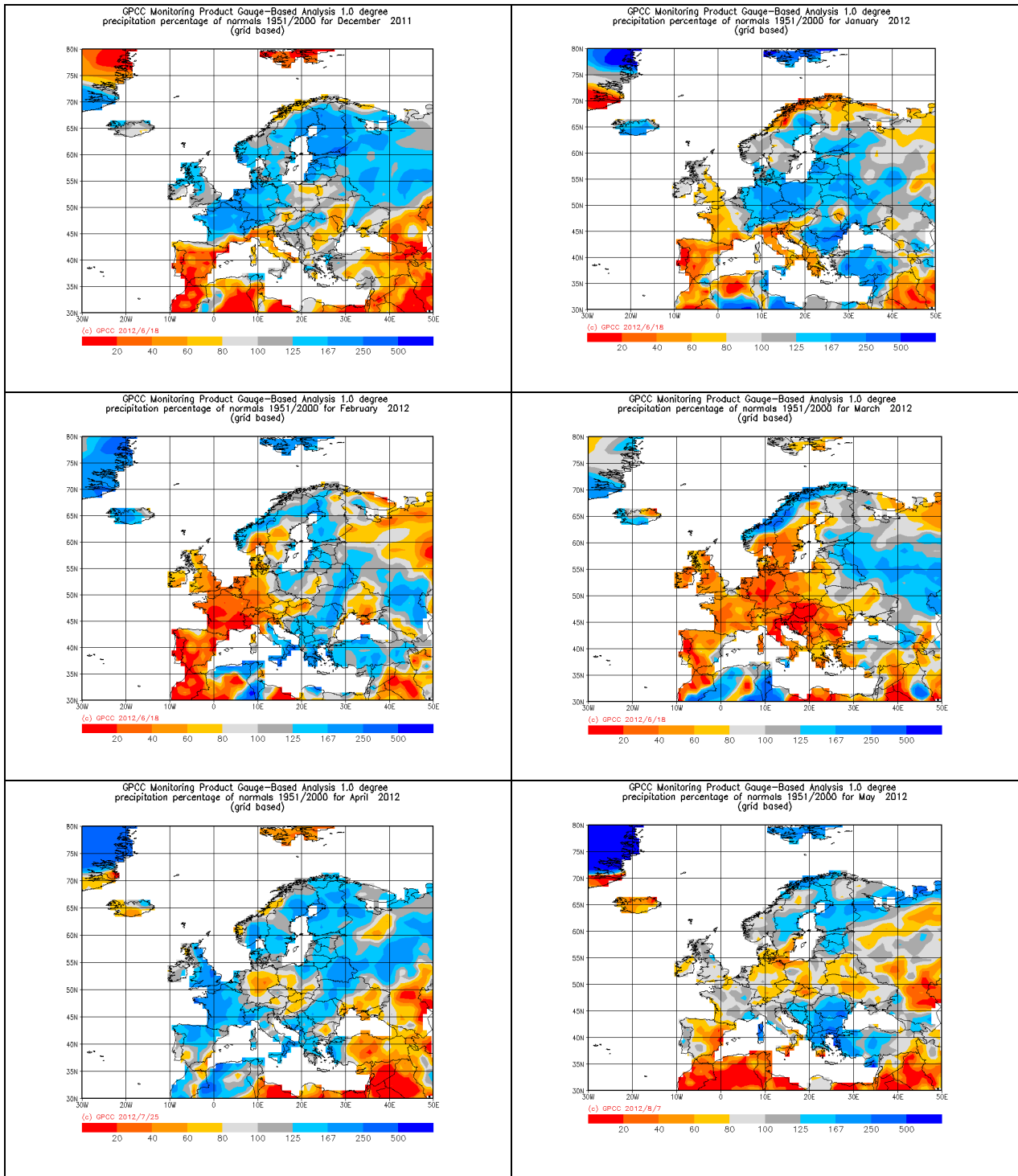


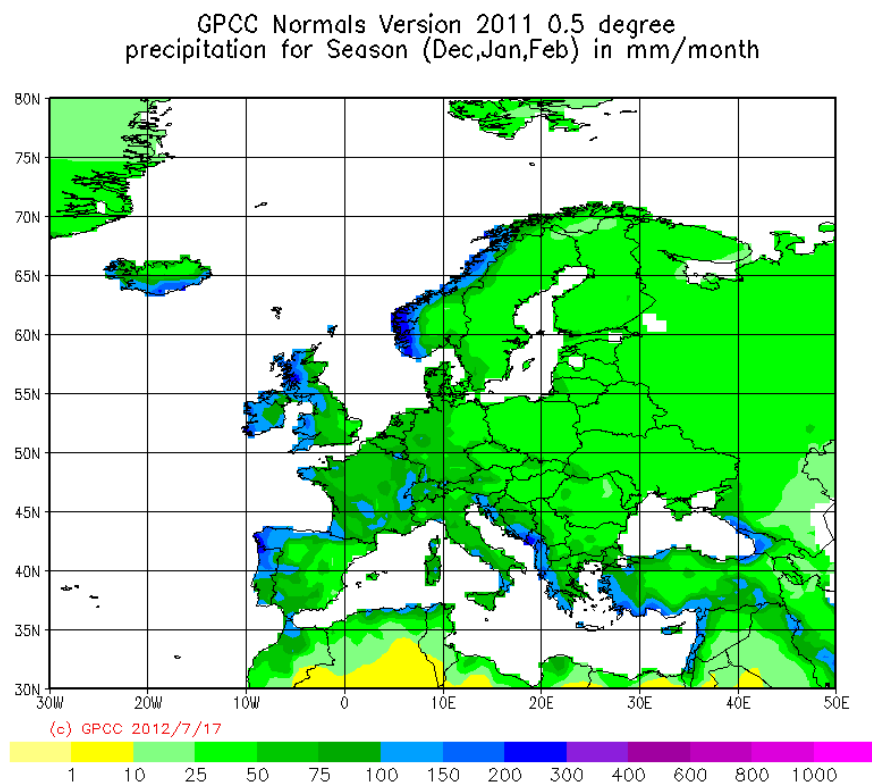
Abb. 3: Relative Niederschlagssummen in % in den Monaten Dezember 2011 bis Mai 2012 im Verhältnis zum vieljährigen Mittel 1951-2000.

Quelle: Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie (WZN), Deutscher Wetterdienst

Für das Frühjahr 2012 deutet sich ebenfalls ein markantes, wenn auch eng begrenztes Trockenheitsgebiet über dem zentralen Mitteleuropa an. Die Trockenheit war somit wesentlich weniger ausgedehnt und auch insgesamt deutlich schwächer als im Frühjahr 2011. Einige Stationen z.B. im Nordosten Deutschlands verzeichneten dennoch im Frühjahr 2012 weniger Niederschlag als im Frühjahr des Vorjahres. Weitere Gebiete in anderen Teilen Europas waren ebenfalls deutlich trockener als im vieljährigen Mittel, darunter auch weite Teile von Südspanien.

Interessant ist auch die monatliche Abfolge des Niederschlags im Winter 2011/12 und im Frühjahr 2012 (Abb. 3). Im Dezember 2012 beschränkte sich die Dürre im Wesentlichen auf den Mittelmeerraum. Von Januar bis März 2012 dehnte sich die Dürreperiode zunächst auf Westeuropa, dann auch auf Mittel- und Südosteuropa aus und erreichte dort im März ihren Höhepunkt. In Teilen von Österreich fiel den ganzen Monat März kein Regen. Dagegen gab es in Spanien in der zweiten Märzhälfte durch einen Kaltlufttropfen einige meist schauerartige Niederschläge, die dazu führten, dass dort der März im Verhältnis nicht ganz so trocken ausfiel wie der Februar. Im April beendete eine Regenperiode die Dürre in weiteren Teilen West- und Südosteuropas, nicht jedoch in Mitteleuropa, wo es auch im April und im Mai 2012 weiträumig trockener war als normal, so dass dort auch das gesamte Frühjahr zu trocken ausfiel. Der Unterschied zwischen März und April 2012 war vor allem im Vereinigten Königreich (Großbritannien und Nordirland) bemerkenswert: dort war der März 2012 der trockenste seit 1953 (wie auch in Deutschland), der April 2012 jedoch der nasseste seit Beginn der Zeitreihe im Jahr 1910. Der Juni 2012 (ohne Abbildung) war in West- und Mitteleuropa sehr nass, im gesamten südeuropäischen Raum jedoch weit trockener als normal.

Bei diesen Betrachtungen ist auch die klimatologisch unterschiedliche Niederschlagsverteilung in Mittel- und Südeuropa zu berücksichtigen. Während in den meisten Teilen Mitteleuropas im Sommerhalbjahr höhere Niederschlagsmengen fallen als im Winterhalbjahr, ist das mediterrane Klima in Südeuropa durch trockene Sommer und meist relativ feuchte Wintermonate charakterisiert (Abb. 4). Eine Dürre im Winter/Frühjahr hat daher für Südeuropa wesentlich schlimmere Folgen im Gesamtjahreswasserhaushalt als die gleiche Dürre in Mitteleuropa.



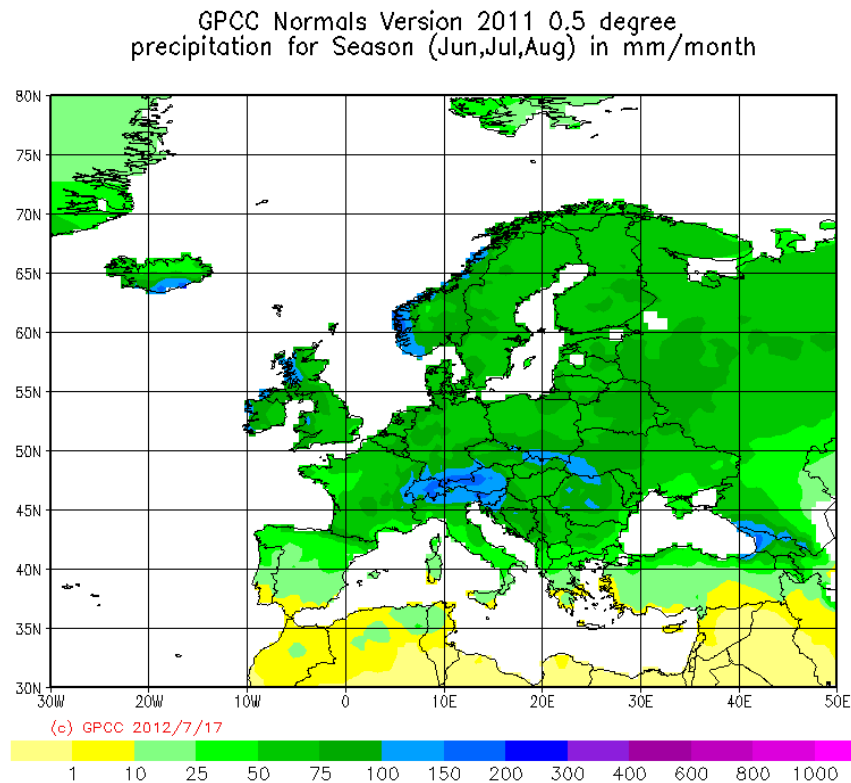


Abb. 4: Absolute Niederschlagssummen in mm/Monat in den Jahreszeiten Winter (Dezember-Februar) und Sommer (Juni-August) im vieljährigen Mittel 1951-2000.

Quelle: Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie (WZN), Deutscher Wetterdienst

In Abb. 5 sind exemplarisch die täglichen Niederschlagssummen für die beiden Stationen Valencia im Osten Spaniens und Belgrad in Serbien dargestellt. In Valencia fiel vom 18. Januar bis 19. März 2012, also über 2 Monate hinweg innerhalb der kalten Jahreszeit nur an 4 Tagen Niederschlag von mindestens 0,1 mm, wobei 1,3 mm schon der höchste Tageswert war. Auch in der darauffolgenden Zeit von Mitte März bis Ende Juni gab es nur selten größere Niederschlagsereignisse. In Belgrad war es vom 22. Februar bis 29. März, also immerhin noch über mehr als einem Monat fast niederschlagsfrei.

Rekorde der Trockenheit waren für 2012 kaum zu verzeichnen. So lag z.B. in Uccle (Belgien), wo die Zeitreihe im 19. Jahrhundert beginnt, selbst im trockenen März 2012 sowohl die monatliche Niederschlagsmenge als auch die Anzahl der Niederschlagstage noch deutlich höher als der Niedrigrekord von 1993. In Deutschland war der Frühling 2012 der 6. trockenste seit Beginn des 20. Jahrhunderts; die Niederschlagsmengen erreichten dort rund 60% des vieljährigen Flächenmittels (sowohl für 1961-90 als auch für 1981-2010). Immerhin lagen aber die Niederschlagssummen für März 2012 in weiten Teilen Europas unterhalb des 10%-Perzentils, allerdings nicht auf fast der gesamten Iberischen Halbinsel. Für den Zeitraum Februar-Mai 2012 unterschritten die Summen insbesondere in Mitteleuropa und der Südwesthälfte der Iberischen Halbinsel das 10%-Perzentil, nicht jedoch in West- und Südosteuropa wegen der hohen Niederschläge im April bzw. Mai. Vergleichsweise war die entsprechende Fläche, wo die Niederschläge unterhalb des 10%-Perzentils lagen, im Zeitraum Februar-Mai 2011 wesentlich größer, jedoch war da die Iberische Halbinsel nur wenig betroffen (Abb. 6).

Über den einjährigen Zeitraum von Sommer 2011 bis Frühjahr 2012 hatten einige Stationen ein ständiges Niederschlagsdefizit, das vor allem in den Monaten Februar und März 2012 stark anstieg. Die sehr ergiebigen Niederschläge im April 2012 in Westeuropa und auch danach konnten an einigen Stationen weder in Portugal noch in England dieses Defizit kompensieren (Abb. 7).

Für den hydrologischen Zeitraum ab November 2011 sind ebenfalls einige Gebiete innerhalb Europas mit deutlichem Niederschlagsdefizit zu erkennen, das örtlich noch größer ausfiel als im Vorjahr (Abb. 8). Am größten ist das Defizit im Westen der Iberischen Halbinsel und im Bereich der nördlichen Adria mit bis über 50 mm pro Monat. In Frankreich gab es nur einige kleinere Gebiete, die über die 9 Monate September 2011 – Mai 2012 hinweg ein Niederschlagsdefizit von mehr als 25% aufzuweisen hatten. In De Bilt (Niederlande) gab es seit Jahresanfang 2012 zunächst einen leichten Niederschlagsüberschuss, dann aber von Februar bis Mai 2012 ein beachtliches Niederschlagsdefizit. In Niederösterreich betrug das Defizit von August 2011 bis Mai 2012 örtlich bis zu 50%, ein Ereignis, das nur alle 10-15 Jahre vorkommt.

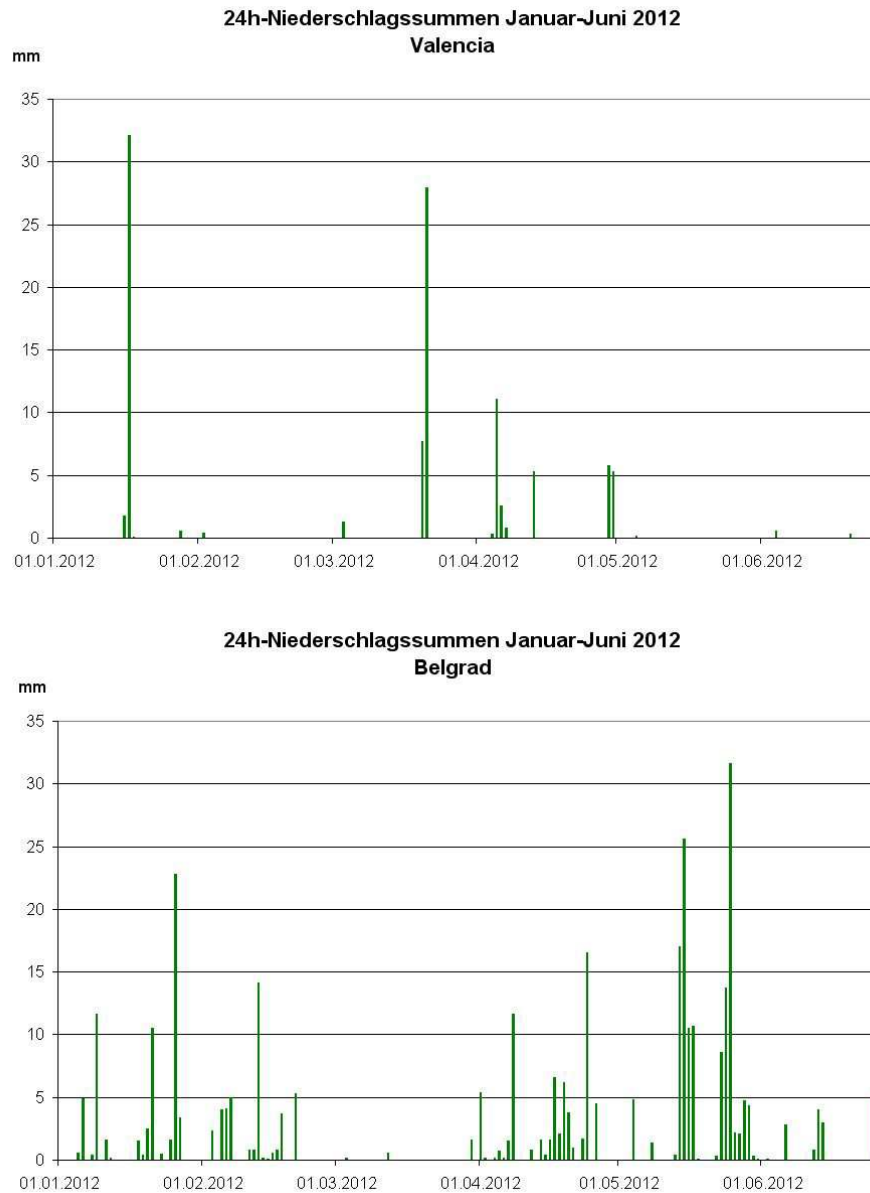


Abb. 5: *Tägliche Niederschlagssummen vom 01. Januar bis 26. Juni 2012 an den Stationen Valencia (Spanien) und Belgrad (Serbien).*

Quelle: Deutscher Wetterdienst

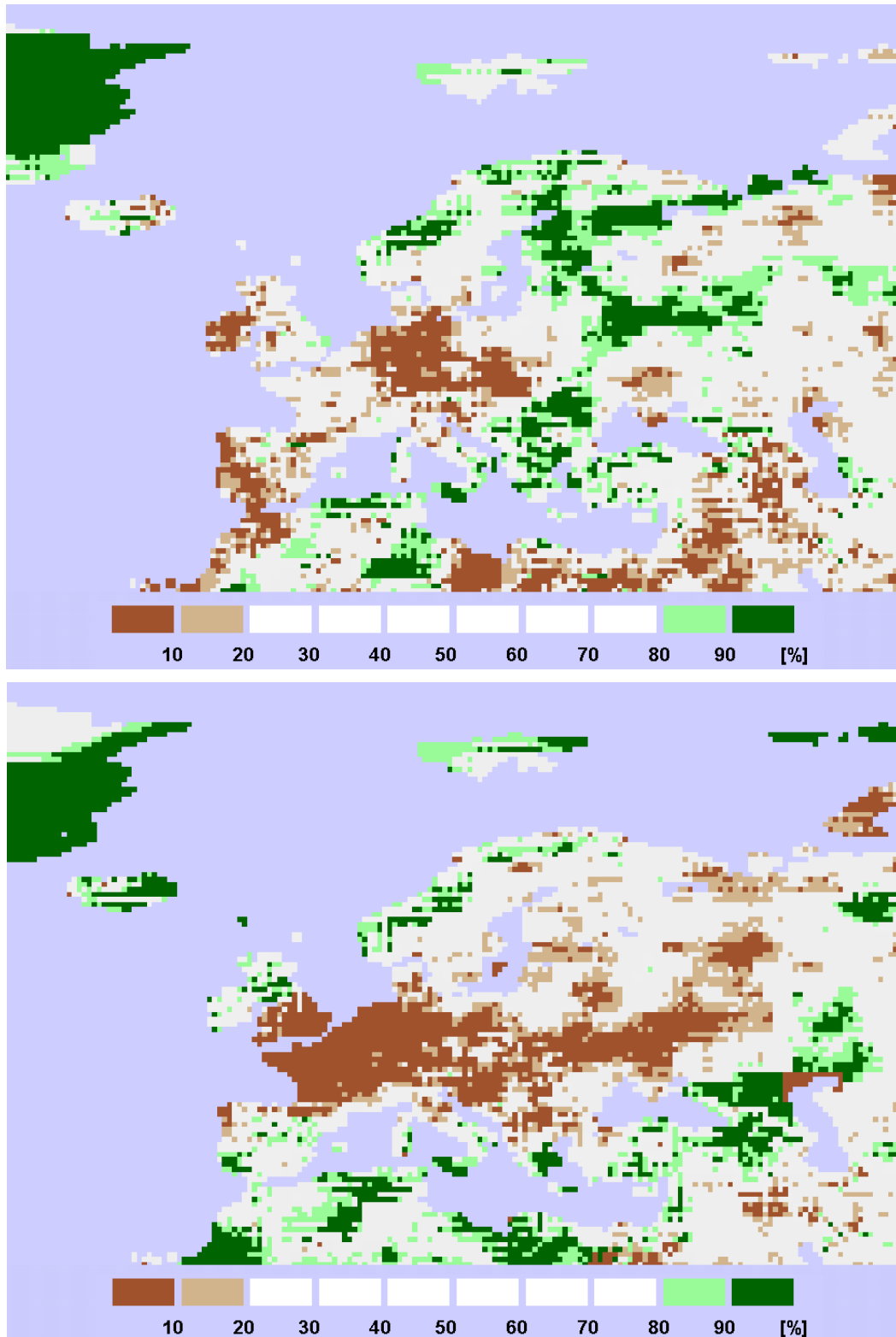


Abb. 6: Perzentile der Niederschlagssummen in Europa für die Zeiträume Februar-Mai 2012 (oben) und 2011 (unten, jeweils Bezugszeitraum 1951-2000).

Quelle: Deutscher Wetterdienst, nach Daten des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie (WZN)

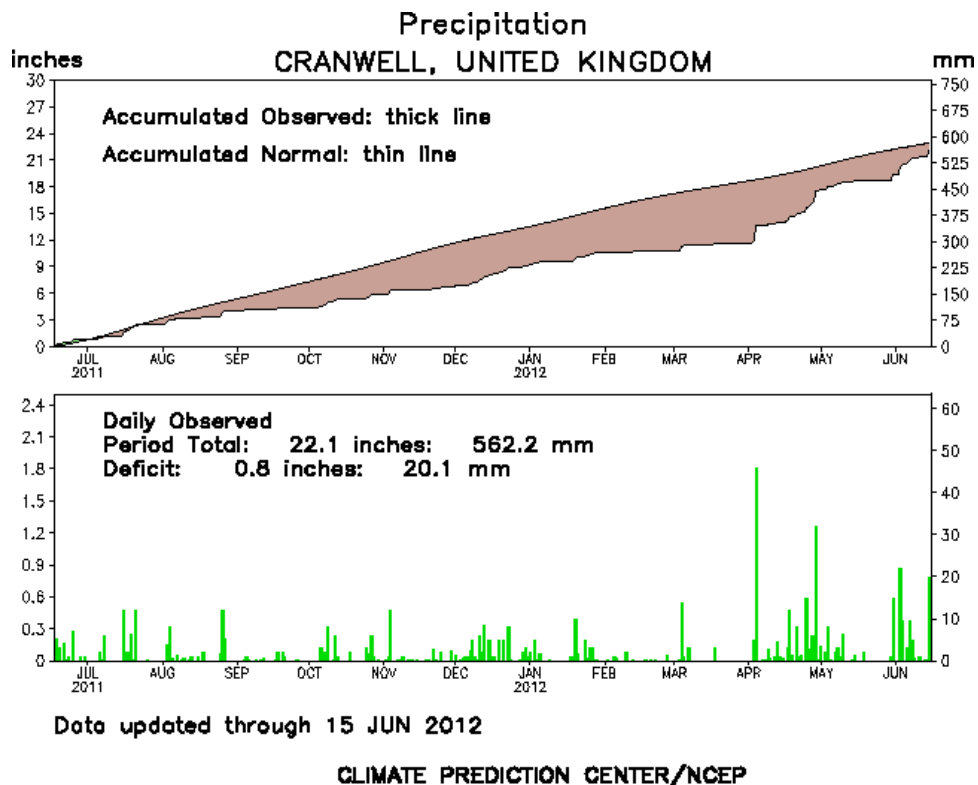
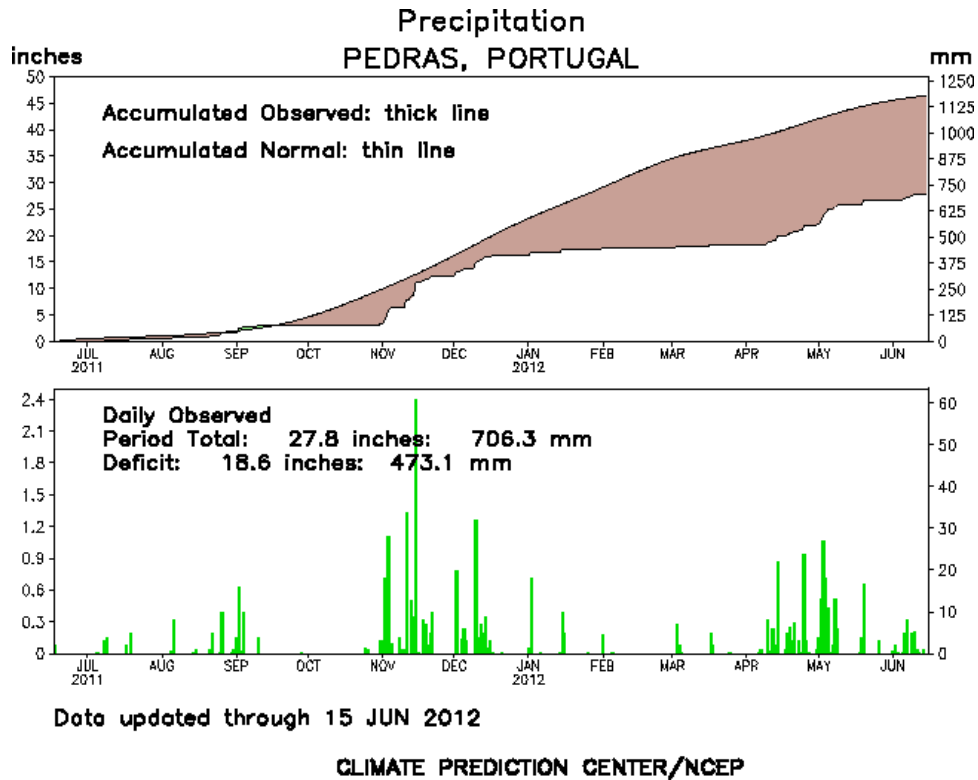
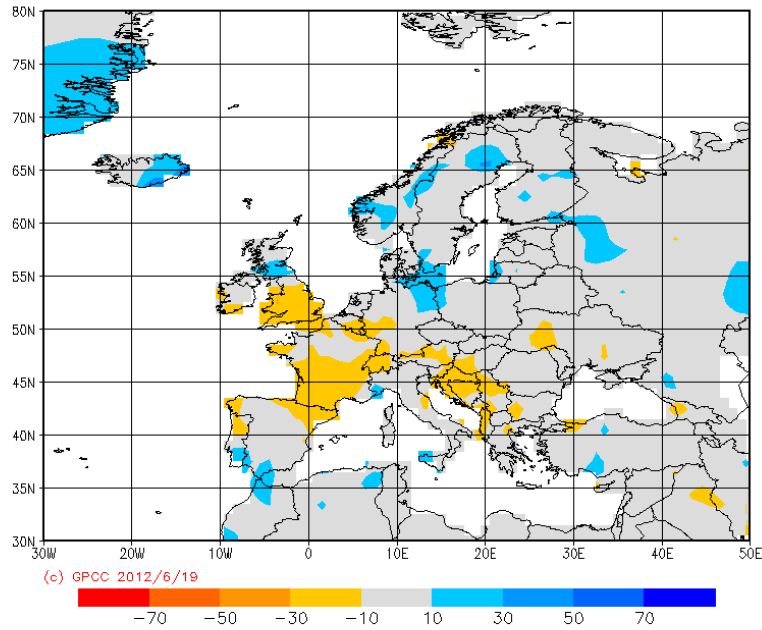


Abb. 7: Kumulative (mit Abweichung vom Normalwert) und tägliche Niederschlagssummen für den Zeitraum 15. Juni 2011 bis 15. Juni 2012 für die Stationen Pedras (Portugal und Cranwell (Vereinigtes Königreich). Quelle: NOAA NCEP Climate Prediction Center, USA:

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/global_monitoring/precipitation/global_precip_accum.shtml

GPCC Monitoring Product Gauge-Based Analysis 1.0 degree precipitation anomaly for year (Nov – Oct) 2010/2011 in mm/month (deviation from normals 1951/2000) (grid based)



GPCC Monitoring Product Gauge-Based Analysis 1.0 degree precipitation anomaly for the period Nov 2011–May 2012 in mm/month (deviation from normals focussing on period 1951–2000)

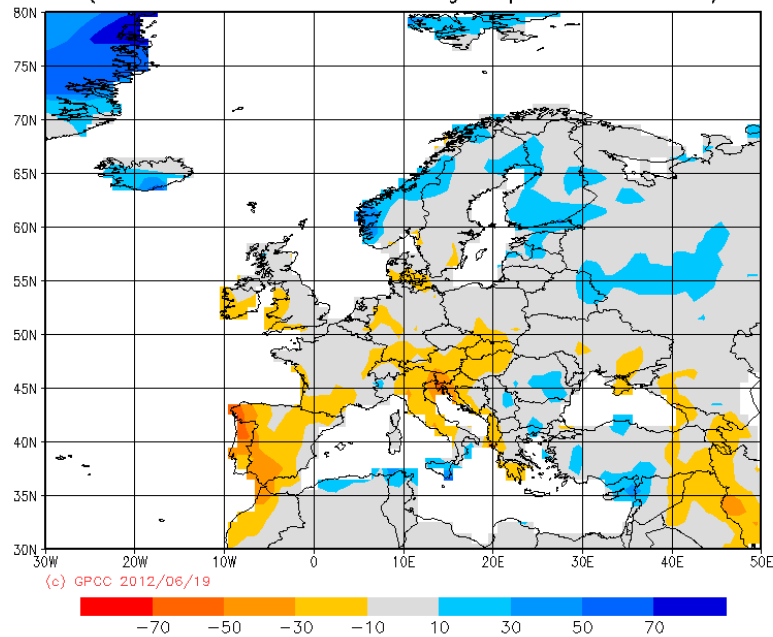


Abb. 8: Niederschlagsanomalien in mm/Monat für die hydrologischen Zeiträume November 2010 – Oktober 2011 und November 2011 – Mai 2012 im Verhältnis zum vieljährigen Mittel 1951-2000. Die Daten für April und Mai 2012 sind vorläufig.

Quelle: Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie (WZN), Deutscher Wetterdienst

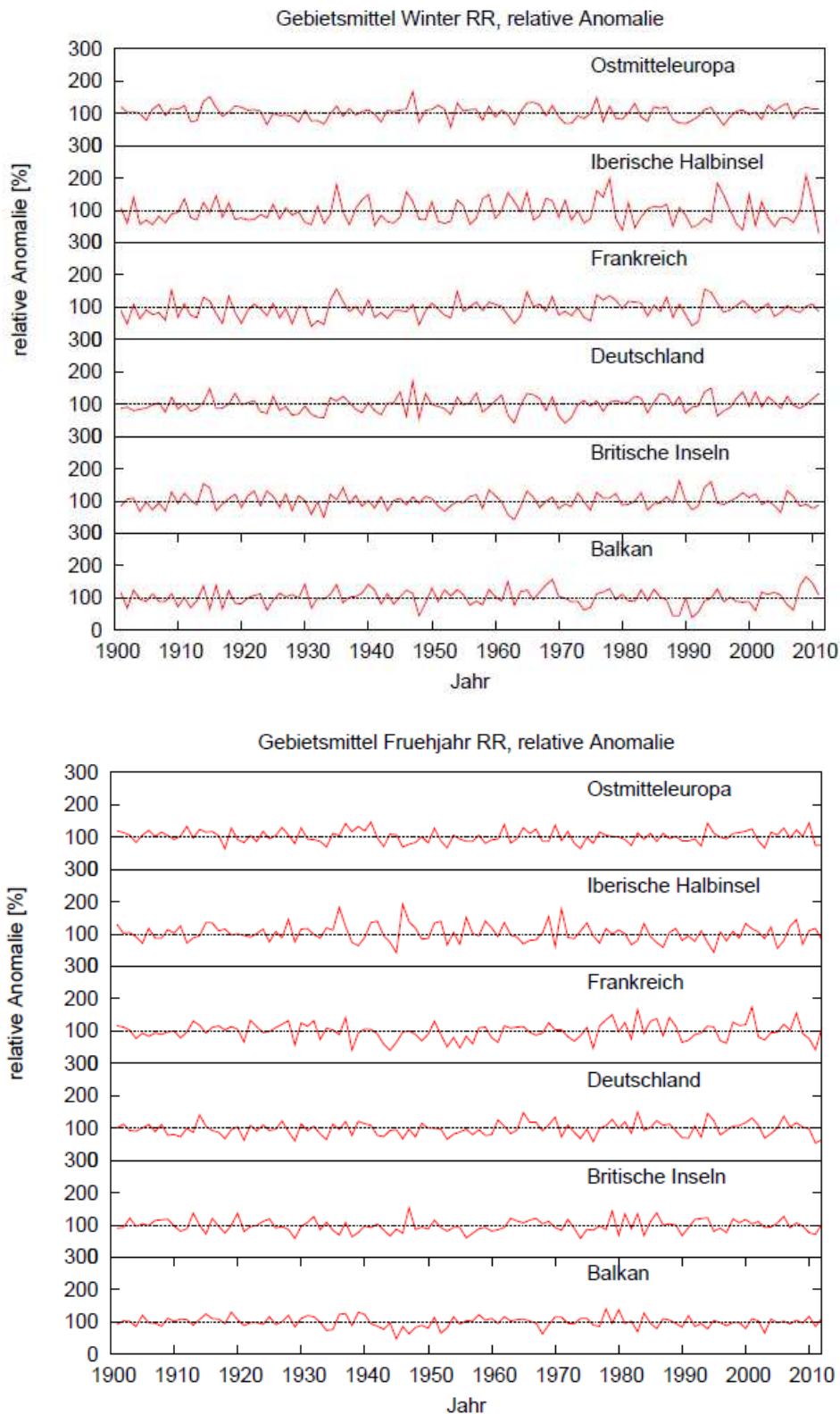


Abb. 9: Zeitreihen der Gebietsmittel der relativen Niederschlagssummen im Winter 1901/02-2011/12 (oben) und Frühjahr 1901-2012 (unten; jeweils Bezugszeitraum 1951-2000) für verschiedene Regionen (näherungsweise durch rechteckige Breitengrad-Längengrad-Gebiete realisiert).

Quelle: Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie (WZN), Deutscher Wetterdienst

Langfristige Veränderungen

Die Zeitreihen der Gebietsmittel der Niederschlagssummen in den einzelnen Jahreszeiten (in Abb. 9 für Winter und Frühjahr dargestellt) zeigen für keines der Gebiete einen markanten Trend, sondern eine mehr oder weniger ausgeprägte Jahr-zu-Jahr-Variabilität. Jahreszeiten von unter- und übernormalem Niederschlag wechseln in der Regel häufig ab. Ebenso ist auch die regional und jahreszeitlich unterschiedliche Variabilität zu erkennen: im Winter sind die relativen Anomalien allgemein betragsmäßig größer als im Frühjahr, und auf der Iberischen Halbinsel sind sie größer als in anderen Regionen wie z.B. in Irland und Großbritannien oder im östlichen Mitteleuropa. Eine statistische Signifikanzanalyse der Trends von 1901-2011/12 zeigt, dass von allen dargestellten Regionen nur für Deutschland ein signifikant positiver Trend im Winter besteht; in allen anderen Regionen und Jahreszeiten sind die Trends nicht signifikant auf dem 95%-Niveau. Für den Mittelmeerraum haben andere Autoren jedoch abnehmende Trends im 20. Jahrhundert für den westlichen und zentralen Mittelmeerraum gefunden, nicht allerdings für die Türkei bzw. den östlichen Mittelmeerraum (Sousa et al. 2011). Für Portugal haben Paulo et al. (2012) einen signifikanten, aber geringen abnehmenden Trend ab 1941 für März berechnet, für Griechenland (Ionische Inseln) einen signifikanten abnehmenden Trend bei den Jahresniederschlägen (Kalimeris et al. 2012).

Die Ausprägung der einzelnen relativ trockenen und nassen Jahreszeiten variiert zwischen den einzelnen Gebieten und auch im zeitlichen Verlauf seit Beginn des 20. Jahrhunderts. Vergleicht man die Varianzen der Zeiträume 1901-1975 und 1976-2011/12 durch einen z-Test (Formel s. z.B. Schönwiese 2000, S. 128), so zeigt sich, dass in folgenden Fällen die Varianz im späteren Zeitraum signifikant größer geworden ist im Vergleich zum früheren Bezugszeitraum (sowohl bei den relativen als auch bei den absoluten Anomalien):

- Frühjahr: Frankreich und Deutschland
- Sommer: Großbritannien/Irland und Iberische Halbinsel
- Herbst: in keiner Region
- Winter: Iberische Halbinsel

Es deutet sich also an, dass zumindest regional, jedoch nicht generell die Anomalien extremer geworden sind. Entsprechend haben auch Kalimeris et al. (2012) eine Diskontinuität in Niederschlagsdaten für die Ionischen Inseln in Griechenland gefunden. Für die Iberische Halbinsel im Winter sind in Abb. 9 einige sehr ausgeprägte Anomalien gerade in den neueren Jahren zu erkennen, sowohl für Starkregen- also auch für Dürreperioden. Der jüngste Winter 2011/12 war offensichtlich der trockenste auf der Iberischen Halbinsel seit 1901 mit nur rund 28% vom vieljährigen Mittel; es gab dort jedoch noch weitere sehr trockene Winter in den Jahren 1980/81, 1982/83, 1991/92, 1999/2000, in denen die relative Niederschlagssumme unter 50% lag. Für das Frühjahr ist bemerkenswert, dass in Deutschland und im östlichen Mitteleuropa zwei sehr trockene Frühjahre direkt aufeinander folgten, nämlich 2011 und 2012.

Verdunstung

Abb. 10 zeigt die monatliche Verdunstung in den Monaten Januar bis April 2012. Im Januar lag die Verdunstung fast in der gesamten Westhälfte Europas in der Größenordnung von 10 mm. Wegen der Kältewelle im Februar 2012 ging zu dieser Zeit in Mitteleuropa die Verdunstung zurück, stieg aber dann jahreszeitlich bedingt im Frühjahr an, ebenso auch in den westeuropäischen Gebieten. Gleichzeitig verringerte sich, ebenfalls dem Jahresgang entsprechend die Verdunstung über dem Mittelmeer von Januar bis April 2012. Klimatologisch liegt über dem Mittelmeer das Jahresminimum im Mai, das Maximum im November (Matsoukas et al. 2005), über dem europäischen Festland dagegen das Minimum im Januar und das Maximum im Juli. Ein Vergleich mit entsprechenden Klimatologien (z.B. <http://www.waterandclimatechange.eu/evaporation/average-monthly-1985-1999>) zeigt, dass insbesondere im März und April 2012 in den von der Trockenheit betroffenen Landgebieten die Verdunstung deutlich niedriger ausfiel als im vieljährigen Mittel, obwohl zumindest der März 2012 weiträumig wärmer war als normal. Dies weist darauf hin, dass im März der Boden zumindest an der Oberfläche offenbar schon soweit ausgetrocknet war, dass nur wenig verdunsten konnte, nicht so sehr in Mitteleuropa, aber vor allem auf der Iberischen Halbinsel.

Im Vergleich dazu zeigen Karten der empirisch ermittelten Grasreferenzverdunstung für Deutschland (www.dwd.de) für Januar, Februar und April zwar ebenfalls niedrigere Werte als im Klimamittel, für März jedoch höhere. Dies zeigt, dass die potenzielle Verdunstung im März wegen den relativ hohen Temperaturen offenbar weit höher war als die tatsächliche. Die klimatische Wasserbilanz war in Deutschland während des gesamten Frühjahres überwiegend negativ, wobei das Defizit mit fortschreitender Jahreszeit anstieg. Erst ab Juni hatten nach den aufkommenden Niederschlägen etliche Tage eine positive Wasserbilanz (Abb. 11).

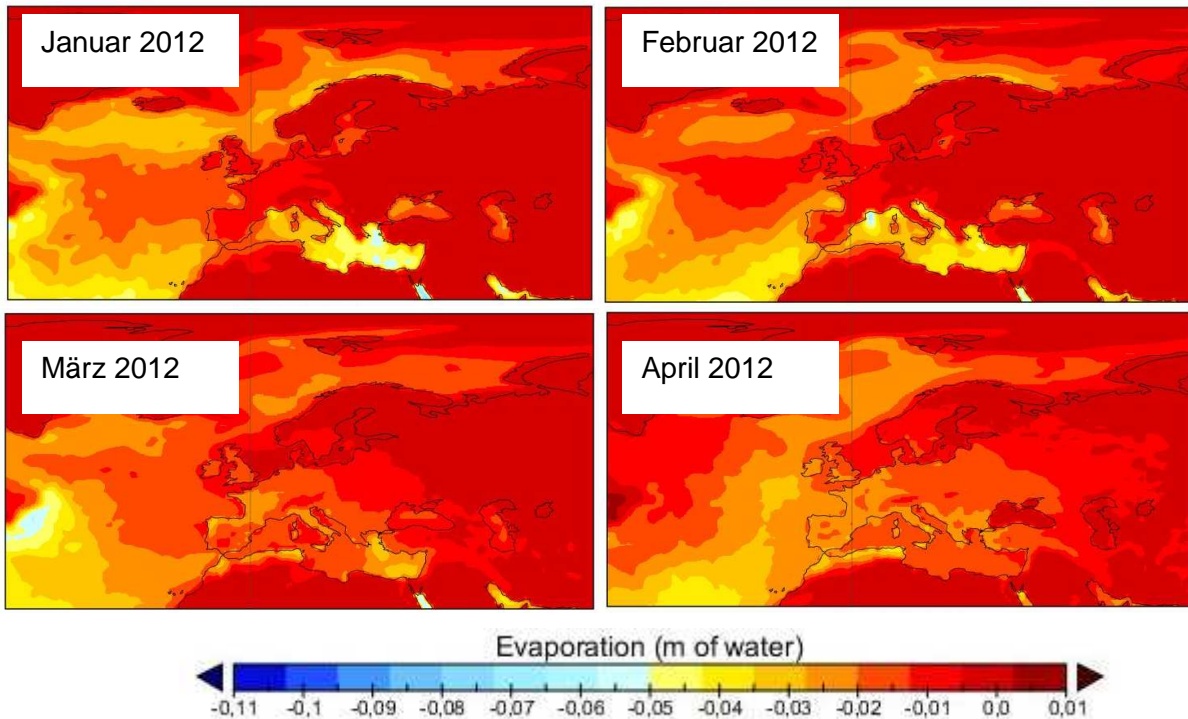
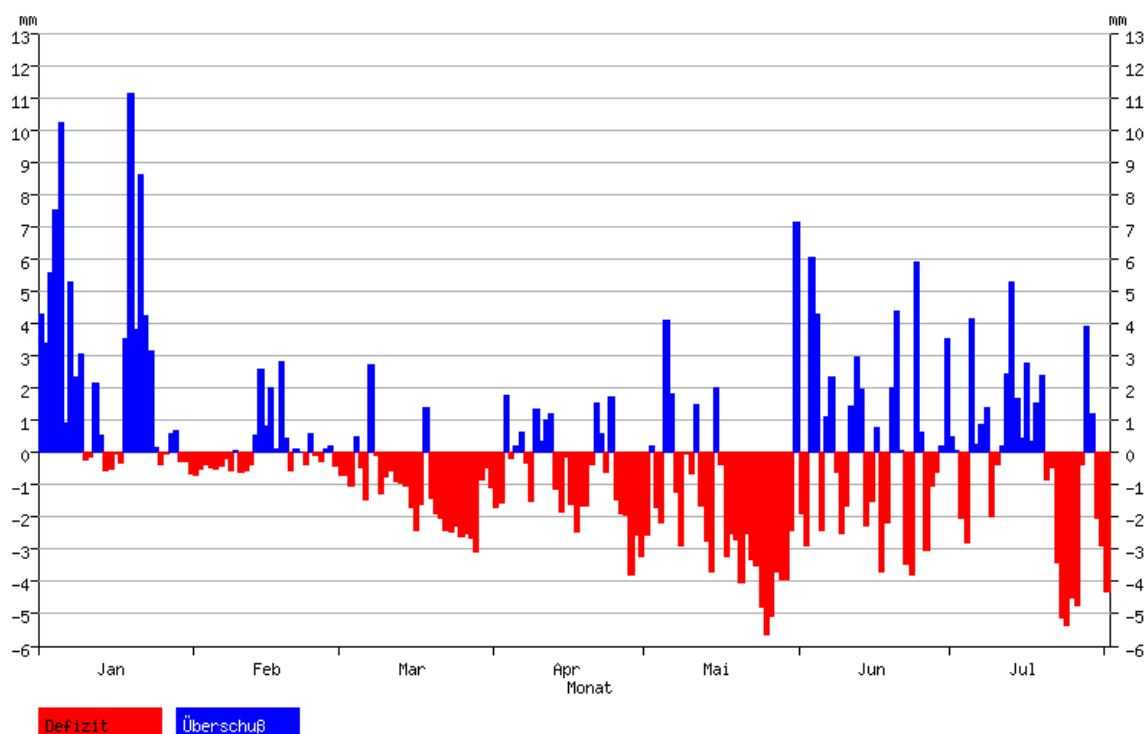


Abb. 10: Verdunstung an der Erdoberfläche in Meter Wasser in den Monaten Januar – April 2012. Negatives Vorzeichen bedeutet Verdunstung, positives Vorzeichen Kondensation.

Quelle: ERA-Interim Reanalyse:

http://data-portal.ecmwf.int/data/d/interim_full_daily

Wasserbilanz für Deutschland 2012



Erstellt: 02.08.2012 12:19 UTC
 Kontakt: Landwirtschaft@dwd.de

Deutscher Wetterdienst 

Abb. 11: Klimatische Wasserbilanz 1. Januar – 1. August 2012 für Deutschland.

Quelle: Deutscher Wetterdienst

Bodenfeuchte und landwirtschaftliche Auswirkungen

Interessant ist es, die Niederschlagsanomalien den entsprechenden Anomalien der Bodenfeuchte gegenüber zu stellen (Abb. 12). Bereits im Vorjahr war die Bodenfeuchte defizitär, in England, Frankreich und auf der westlichen Balkanhalbinsel seit dem Frühjahr 2011, auf der Iberischen Halbinsel und in Norditalien seit Herbst 2011 (http://www.cpc.ncep.noaa.gov/soilmst/eu_wa.htm). Die Bodenfeuchte reagiert mit Verzögerung auf die Niederschlagsanomalien. In Mitteleuropa ist für Februar 2012 noch kaum ein Defizit zu erkennen, es bildete sich aber allmählich in den Frühjahrsmonaten aus. Besonders bemerkenswert ist jedoch, dass sich die Niederschläge im April offenbar nur wenig auf die Bodenfeuchte ausgewirkt haben, denn auch über Westeuropa ist für den April und größtenteils auch für den Mai 2012 noch ein merkliches Defizit zu erkennen. Ebenso über dem Nordwesten der Balkan-Halbinsel zeigt die Bodenfeuchte ein deutliches Defizit im April und im Mai im Gegensatz zum Niederschlag, der dort einen Überschuss aufwies. Im Juni (ohne Abbildung) war der Boden im südeuropäischen Raum wegen der geringen Niederschläge weiterhin sehr trocken, aber auch in Mitteleuropa war er teilweise trockener als normal, obwohl es dort im Juni relativ häufig und viel regnete. Andere Modellergebnisse (z.B. Reanalysen vom Europäischen Zentrum für Mittelfristvorhersage ERA-Interim, <http://www.ecmwf.int/research/era/do/get/index>) zeigen ebenso ein relativ unsensitives Verhalten der Bodenfeuchte.

Eine ähnliche Situation gab es auch im Jahr 2003, als nach weiträumig geringen Niederschlägen im Frühjahr in Europa im Juni die Bodenfeuchte ebenfalls sehr gering war und zu der darauffolgenden Hitzewelle im Sommer 2003 beitrug (Fennessy und Kinter 2011), ebenso auch zu bedeutenden Verlusten der Weizen- und Maisernte vor allem in Frankreich (van der Velde 2012). Auch nach anderen Untersuchungen kann eine Dürre in Südeuropa von einer Hitzewelle in weiten Teilen Europas gefolgt werden, jedoch nicht generell (Stefanon et al. 2012).

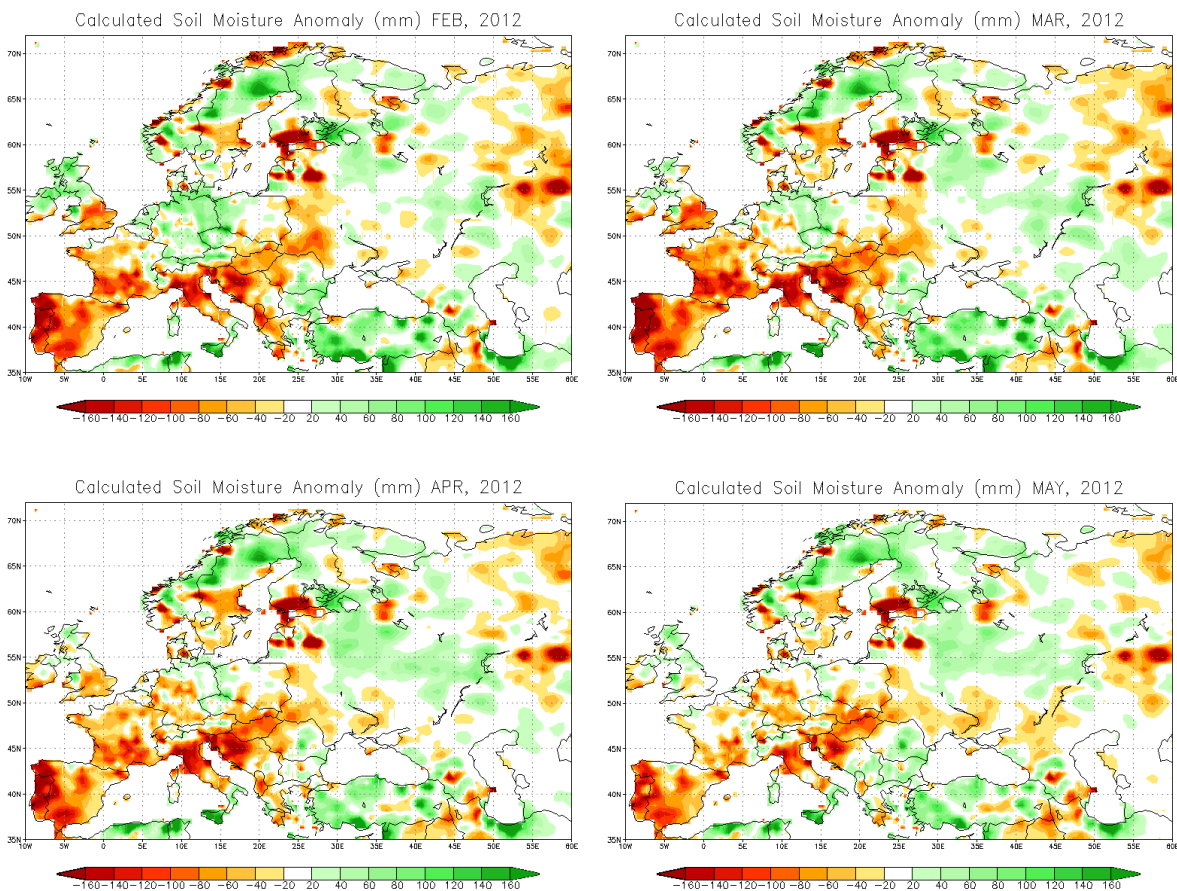


Abb. 12: Anomalien der Bodenfeuchte in mm nach Modellberechnungen für eine Bodenschicht von 1,6 m Tiefe (Referenzperiode 1971-2000). Die Ergebnisse basieren auf beobachteten Temperatur- und Niederschlagsdaten, das verwendete hydrologische Modell integriert über die gesamte Bodenschicht.

Quelle: NOAA Climate Prediction Center, USA:

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/Soilmst_Monitoring/introduction.shtml

Der zeitliche Verlauf der Bodenfeuchte speziell für Deutschland wird in Abb. 13 deutlich. Der Frühling 2012 in Deutschland war insgesamt sehr warm, sonnenscheinreich und deutlich zu trocken; allerdings bei Weitem nicht so extrem wie im Vorjahr 2011. Auf einen warmen, trockenen März folgte ein zunächst wechselhafter April. Bedingt durch einen Warmluftvorstoß gegen Monatsende fingen die Bodenfeuchten an kontinuierlich zu sinken und sich vom Mittel (hier 1991-2012) wegzubewegen. Gebietsweise heftige Schauer und Gewitter im Mai konnten diesen Trend kaum bremsen, da bei solchen punktuellen Wolkenbrüchen ein Großteil des Wassers einfach oberirdisch abfließt und nicht vom Boden aufgenommen werden kann. Die Bodenfeuchten sanken besonders in der letzten Maidekade, bei trockener warmer Witterung, drastisch weiter und lagen zum Monatsende deutlich unter dem Mittelwert.

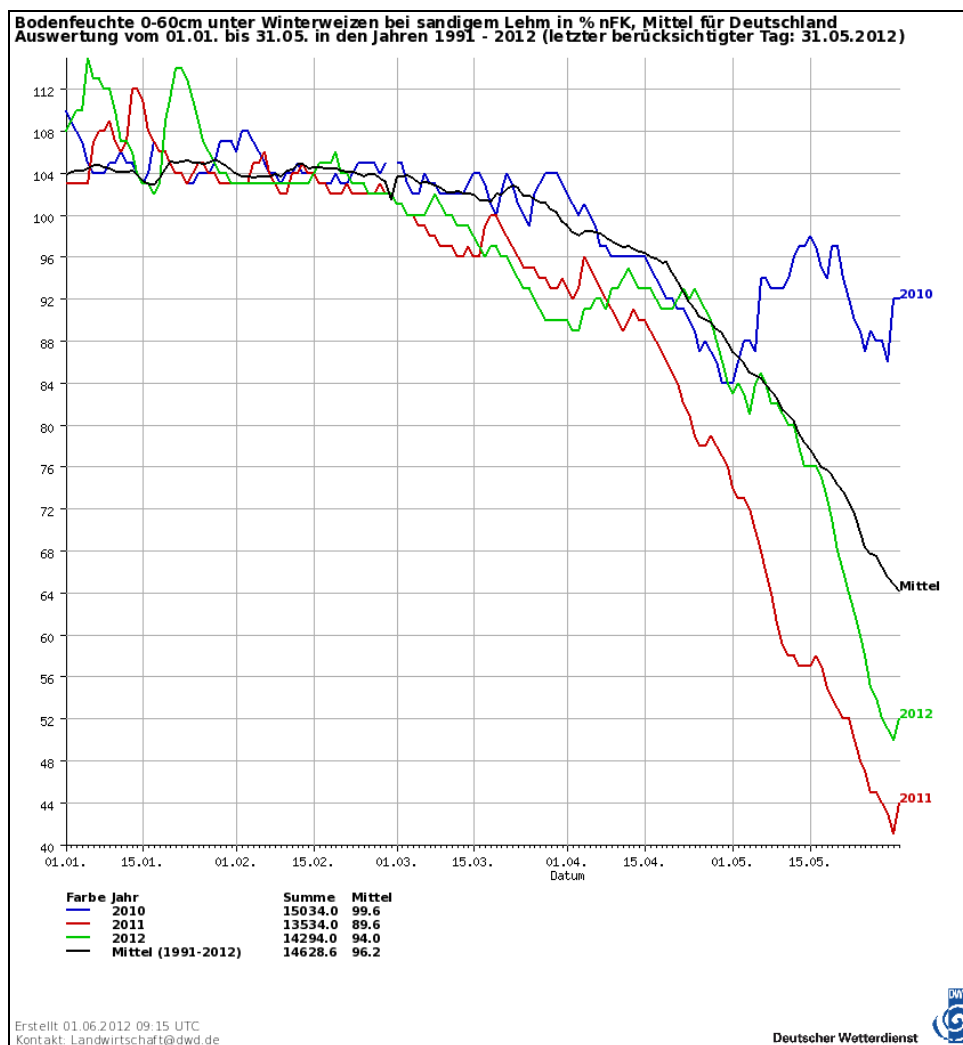


Abb.13: Bodenfeuchte im Mittel für Deutschland Januar bis Mai 2012 im Vergleich zu den Vorjahren 2010 und 2011 sowie zum vieljährigen Mittel 1991-2012

Quelle: Deutscher Wetterdienst

Während die Bodenschichten ab einer Tiefe von 30 cm noch ausreichend mit Wasser versorgt waren, traten in den darüber liegenden Schichten nahezu flächendeckend kritische Werte von < 50% nFK (nutzbare Feldkapazität) auf. In den obersten 10 cm waren es verbreitet nicht einmal 10% nFK. (Abb. 14).

Gebietsweise kam es zu verstärktem Trockenstress und Auflaufverzögerungen bei den landwirtschaftlichen Kulturen. Außerdem wurden, insbesondere im trockenen Nordosten Deutschlands, hohe Waldbrandgefahrenstufen ermittelt, ebenso auch in anderen Teilen Europas (z.B. Österreich, Südosteuropa). Aktuell kann man der Trockenheit nur mit Beregnung entgegensteuern. Schon im April gingen regional die ersten Beregnungsanlagen in Betrieb. Ohne künstliche Wasserzufuhr können anhaltende trockene Bedingungen zum Ausbleiben des Pflanzenwachstums und zur Notreife, beispielsweise beim Getreide, mit entsprechend niedrigen Erträgen führen. Langfristig gilt es den Anbau trockenresistenter Sorten anzudenken. Neben der Trockenheitsproblematik hat die Landwirtschaft 2012 aber vor allem mit Winter- sowie Spätfrostschäden zu kämpfen. Einige Flächen mit erfrorenen Winterkulturen, bedingt durch den starken Frost Anfang Februar, mussten im Frühling komplett umgebrochen und neu mit Sommerkulturen bestellt werden. Die Neuaussaaten von Getreide und Raps entwickelten sich wegen der Trockenheit teilweise so schlecht, dass vereinzelt sogar ein zweiter Umbruch notwendig wurde. Manche Betriebe mussten bis zu 90% der Flächen umbrechen. Es entstanden bereits Engpässe und Preiserhöhungen bei Sommersaatgut. Ohnehin ist Sommergetreide (Weizen, Gerste) ertragsschwächer als Wintergetreide.

Während in Deutschland die Bodenfeuchte 2012 meist nicht niedriger war als im Vorjahr, sind über Westeuropa deutliche Unterschiede zu sehen (Abb. 15). Entsprechend unterschiedlich sind auch die erwarteten Ernteverluste in Europa. In Spanien ist für 2012 im Vergleich zum Vorjahr mit einem Rückgang der Weizenernte um etwa ein Drittel zu rechnen (Prognose vom Juli 2012 nach <http://www.agrarheute.com>). Ebenso werden zumindest örtlich Ernteverluste vor allem bei Wintergetreide im Vergleich zum Vorjahr in Deutschland, Polen, Tschechien, Österreich, Rumänien und Bulgarien erwartet, wobei diese Verluste neben der Trockenheit vor allem auch auf die Kältewelle im Februar zurückzuführen sind. Großbritannien und Frankreich können dagegen bedingt durch die Regenfälle im April und im Sommer mit einer höheren Ernte als im Vorjahr rechnen. Die jüngsten Niederschläge im Juni und Juli 2012 haben jedoch auch in Mitteleuropa wieder zu etwas optimistischeren Ernterwartungen bzw. bereits erfolgten im Normalbereich liegenden Erträgen geführt. Andererseits wirken sich die häufigen Regenfälle auch nachteilig aus, da sie das Einbringen der Ernte erschweren (nasses Korn kann nicht gedroschen werden) und auch den Pilzbefall und damit das Faulen der Pflanzen fördern, insbesondere bei Getreide und Kartoffeln. Die gesamte Getreideernte in der EU wird mit ca. 284 Millionen Tonnen etwa auf die gleiche Größenordnung wie die Vorjahre geschätzt, so dass sich das Jahr 2012 insgesamt eher nicht durch außerordentliche Ernteverluste hervorheben wird.

Neben Getreide sind auch andere Kulturen betroffen wie z.B. Raps oder Obstanbau. Die Kirschenernte in Deutschland wird im Jahr 2012 nach einer Pressemitteilung des Statistischen Bundesamtes voraussichtlich mit insgesamt 40.900 Tonnen unterdurchschnittlich im Vergleich zum Mittel der vergangenen zehn Jahre ausfallen (Stand Juli 2012).

Auch im Vorjahr gab es bereits hohe Ertragsausfälle bei Raps und Getreide; andererseits erreichte die Kartoffel- und Zuckerrübenenernte Rekordwerte in Deutschland. Ebenso für 2012 sind die Erwartungen bei Zuckerrüben eher optimistisch. Die Trockenheit im März sorgte zunächst für gute Voraussetzungen zur Aussaat, im weiteren Verlauf bewirkte sie jedoch einen verzögerten und ungleichmäßigen Auflauf, weil die jungen Pflanzen lange Wurzeln ausbilden mussten, um sich genügend Bodenfeuchtigkeit zu erschließen.. Stellenweise wurde sogar ein zweites Mal eingesät. Die ab April recht gute Wasserversorgung bewirkte jedoch reichlich Zuwachs in der Wachstumsphase, so dass bei dieser Kultur die Startschwierigkeiten bis zum Sommer weitgehend kompensiert wurden. Im Sommer und Herbst kommt den Zuckerrüben die Bildung der tiefgreifenden Wurzeln zugute.

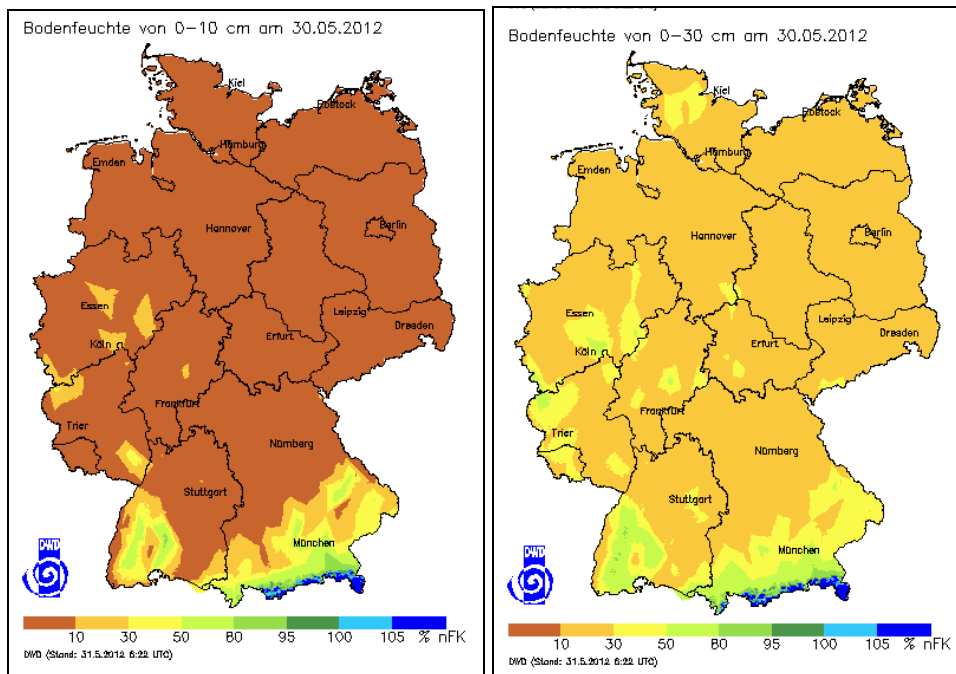


Abb.14: Bodenfeuchte in Deutschland am 30.05.2012

Quelle: Deutscher Wetterdienst

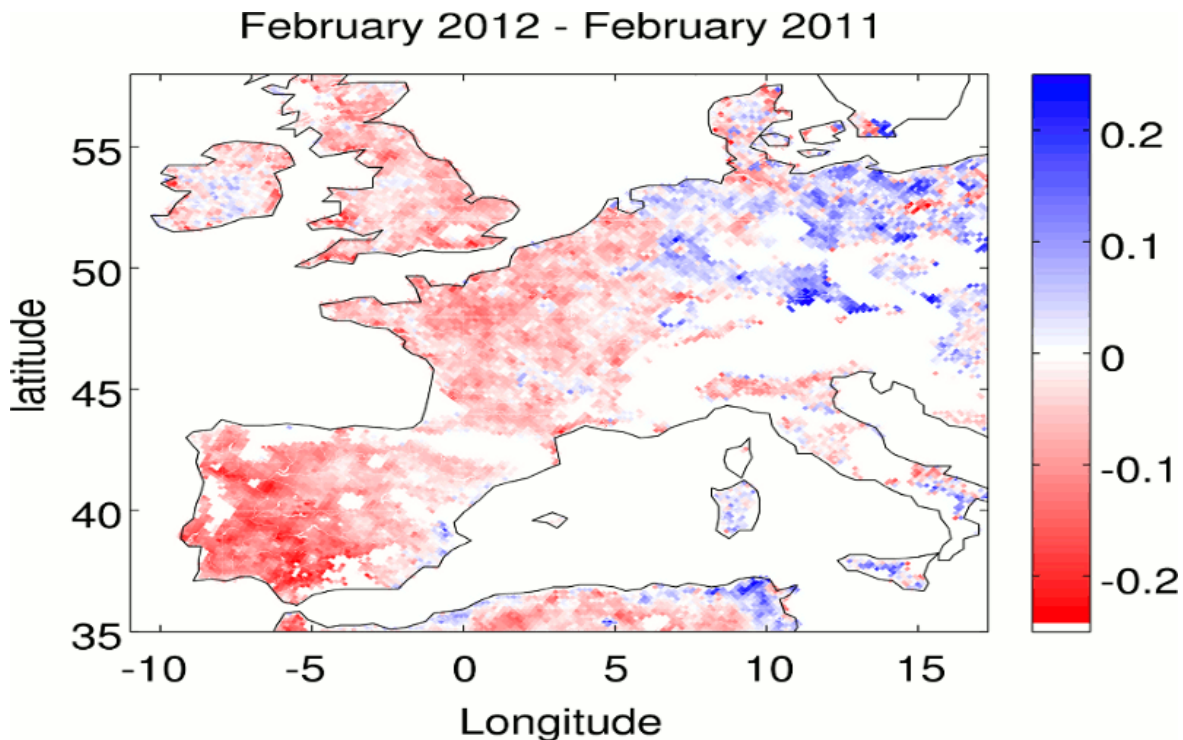


Abb.15: Differenz der Bodenfeuchte Februar 2012 minus Februar 2011 aus Satellitendaten in m^3 Wasser pro m^3 Boden

Quelle: CESBIO: http://www.cesbio.ups-tlse.fr/SMOS_blog/?p=2486

Weitere Auswirkungen der Trockenheit

Neben den o.g. Einflüssen auf die Landwirtschaft und einem erhöhten Waldbrandrisiko wurden weitere Auswirkungen aus vielen Gebieten Europas gemeldet. Die Trockenheit beeinflusste auch die Wasservorräte. Nach Medienberichten erlebte etwa die Hälfte von Großbritannien im April 2012 die größte Wasserknappheit seit 1976, vor allem durch einen niedrigen Grundwasserspiegel im Einzugsbereich der Themse.

Die Wasserverkehrswege waren ebenfalls betroffen. Auf der Donau war der Schiffsverkehr zeitweise nicht möglich. Die Wasserstände der Donau lagen jedoch zumindest in Deutschland und Österreich nicht so niedrig wie in Niedrigwasserperioden der Vorjahre (Abb. 16). Viele Flüsse in England und Wales hatten einen extrem niedrigen Stromdurchfluss im Vergleich zum vieljährigen Mittel (Abb. 17).

Des Weiteren gab es auch Auswirkungen auf die Energieversorgung. Wasserkraftwerke laufen bei niedrigem Wasserpegel nicht mit der vollen Leistung. Kohlekraftwerke sind auf Zulieferung der Brennstoffe per Schiff angewiesen, Atomkraftwerke auf Kühlwasser. Teilweise musste daher vermehrt Strom importiert werden, z.B. in Südosteuropa.

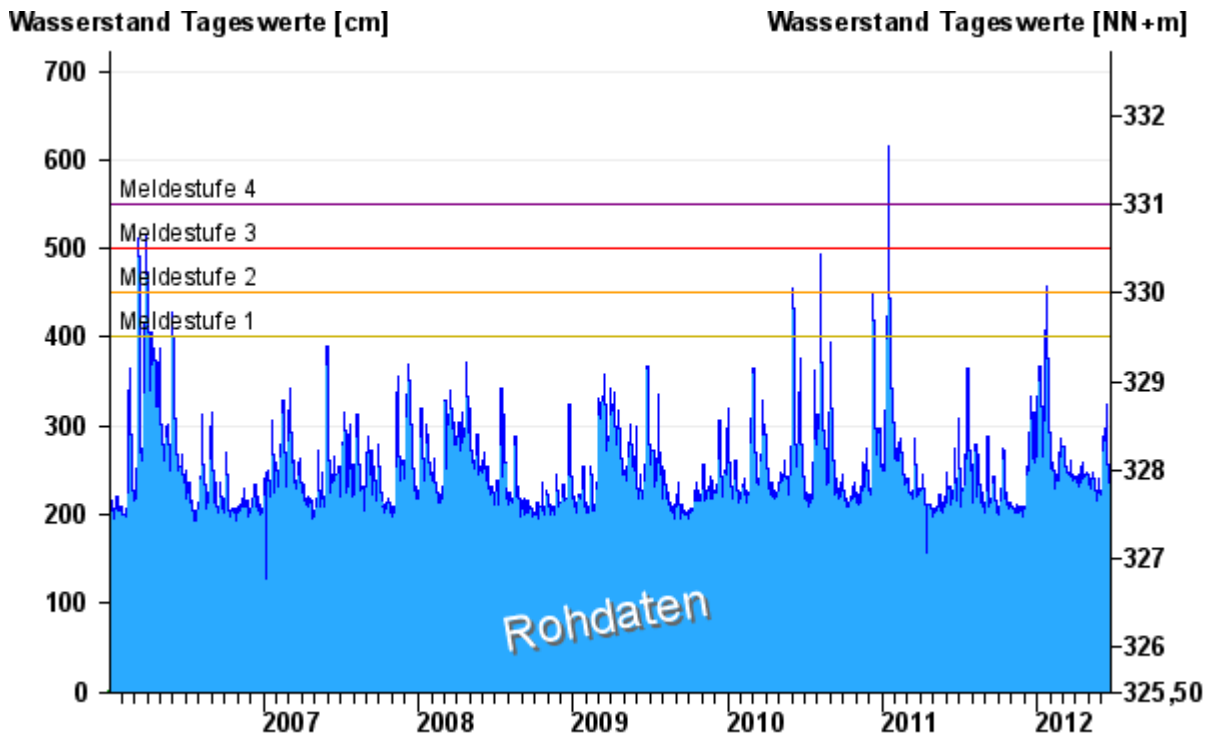


Abb.16: Wasserpegel der Donau in Regensburg, Eiserne Brücke vom 01. Januar 2006 bis 20. Juni 2012.

Quelle: Hochwassernachrichtendienst Bayern: <http://www.hnd.bayern.de>

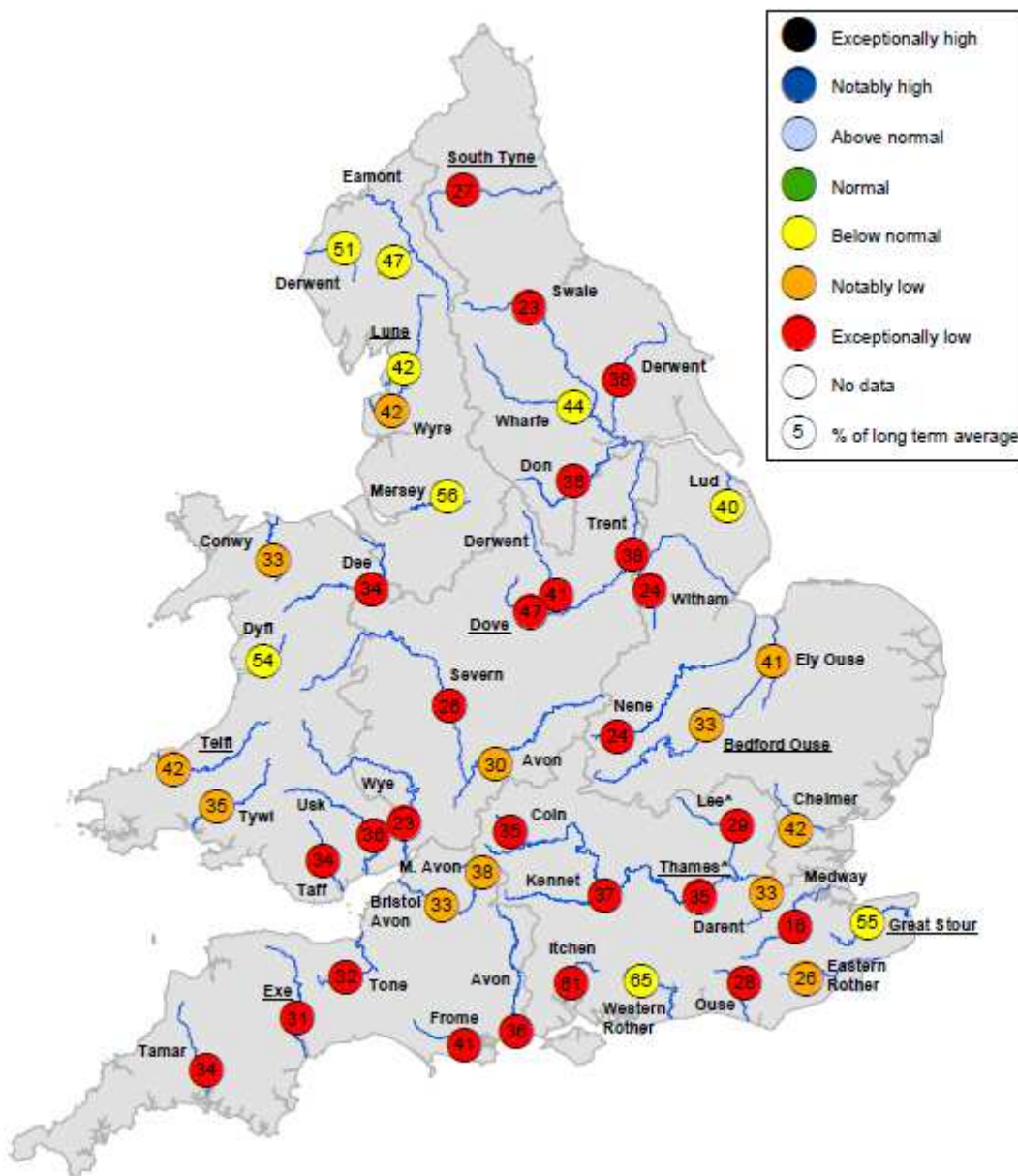


Abb.17: Monatlicher Mittelwert des Stromdurchflusses an Messstationen an Flüssen in England und Wales für den Monat März 2012. Die Zahlen in den Kreisen geben den Durchflusswert in % vom vieljährigen Mittel an, die Farben eine entsprechende Klassifizierung (rot: extrem niedrig, orange: sehr niedrig, gelb: niedriger als normal).

Quelle: Environment Agency, Großbritannien, crown copyright, <http://www.environment-agency.gov.uk/homeandleisure/drought/31749.aspx>

Eine derartig lange Dürreperiode hat auch Auswirkungen auf gesundheitliche Risiken. So können sich in einem trocken-warmen Frühjahr bestimmte Raupenarten besonders in Massen vermehren wie z.B. der Eichenprozessionsspinner. Die giftigen Härchen dieser Tiere, die sie nach dem zweiten Häuten ausbilden, sind für Menschen sehr gefährlich. Es drohen Hautirritationen, Atembeschwerden und Augenreizungen. Reizungen an Mund und Nasenschleimhaut durch Einatmen der Haare können zu Bronchitis, schmerzhaftem Husten und Asthma und im Extremfall zu einem allergischen Schock führen. Da die Raupenhaare eine lange Haltbarkeit besitzen, reichern sie sich über mehrere Jahre in der Umgebung, besonders im Unterholz und im Bodenbewuchs, an. Örtlich mussten bereits mehrere Hektar an befallenen Eichenwaldbeständen abgeholzt

werden. Die Raupenhaare halten sich auch an den Kleidern und Schuhen und lösen bei Berührungen stets neue allergische Reaktionen aus.

(<http://www.news.de/gesundheit/855302054/warnung-vor-raupe-gefaehrlicher-eichenprozessionsspinner-breitet-sich-aus/1/>)

<http://www.lwf.bayern.de/waldbewirtschaftung/waldschutz/schaedlinge-und-baumkrankheiten/verzeichnis/eichenprozessionsspinner/35271>

Einschätzung der Dürre

Mit Hilfe von Dürreindizes kann eine Aussage über die Einschätzung der Dürre bezüglich ihrer Intensität und Ausdehnung in bestimmten Zeiträumen gemacht werden. Abb. 18 zeigt den im DWD modifizierten Standardized Precipitation Index (SPI) für die Monate Februar und März 2012, in denen zumindest niederschlagsseitig der Höhepunkt der Dürre erreicht wurde. Danach ist die Dürre im Februar lokal in Portugal, Spanien, Frankreich und im Westen Oberitaliens als extrem einzustufen (DWD-SPI < -2), im März vor allem in Teilen Mitteleuropas, in Mittelitalien, auf der nördlichen Balkan-Halbinsel und sogar lokal in einigen nördlichen Teilen Europas (Großbritannien und Schweden).

Andere Dürreindizes berücksichtigen neben dem Niederschlag noch weitere hydrologische Größen (insbesondere Verdunstung und Bodenfeuchte) und geben daher neben der meteorologischen auch die hydrologische Dürre wieder. Zu diesen Indizes gehört der Palmer Drought Severity Index (PDSI), der vom portugiesischen Wetterdienst für Portugal kalibriert und operationell dort verwendet wird, jedoch nicht ohne Weiteres auf ganz Europa übertragbar ist. Der zeitliche Verlauf des PDSI, gewichtet nach Landesanteilen von Portugal (Abb. 19) zeigt ganz analog zu den bisherigen Ergebnissen eine Entwicklung der Dürre von Dezember 2011 bis zu einem Höhepunkt im März 2012 und nach einer vorübergehenden Abschwächung im April (zu erklären durch die o.g. starken Niederschläge in Westeuropa) eine erneute Verstärkung mit teilweise wiederum extremer Ausprägung im Mai 2012. Vergleiche zwischen verschiedenen Dürreindizes für Portugal wurden von Paulo et al. (2012) vorgestellt. Danach reagiert der PDSI eher empfindlicher auf extreme Dürre im Vergleich zum SPI.

Langzeittrends von Dürreereignissen in Portugal wurden z.B. kürzlich von Martins et al. (2012) anhand von verschiedenen Dürreindizes für den Zeitraum ab 1941 untersucht. Dabei ergaben sich keinerlei Anzeichen für eine Veränderung der Dürrehäufigkeit. Dies steht im Einklang mit den o.g. weitgehend fehlenden jahreszeitlichen Trends des Niederschlages auf der Iberischen Halbinsel. Für den westlichen und zentralen Mittelmeerraum haben Sousa et al. (2011) jedoch für den PDSI und eine modifizierte Version davon einen Trend zu stärkerer Dürre gefunden.

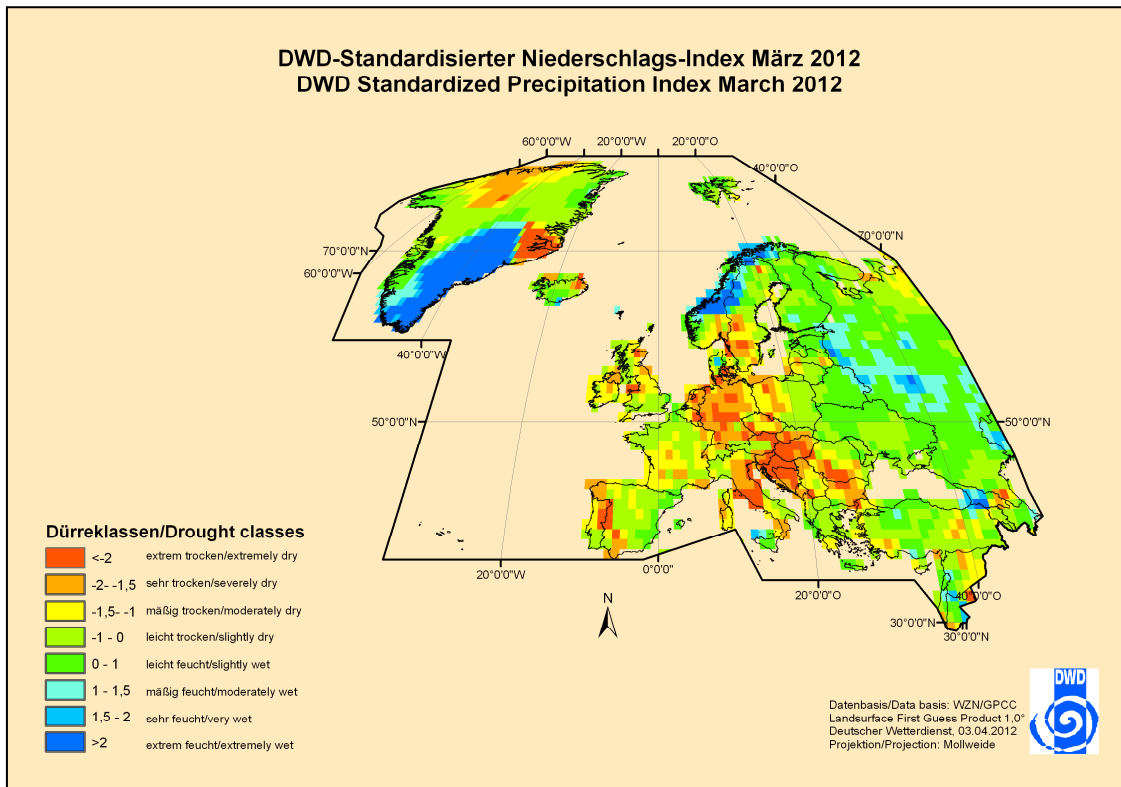
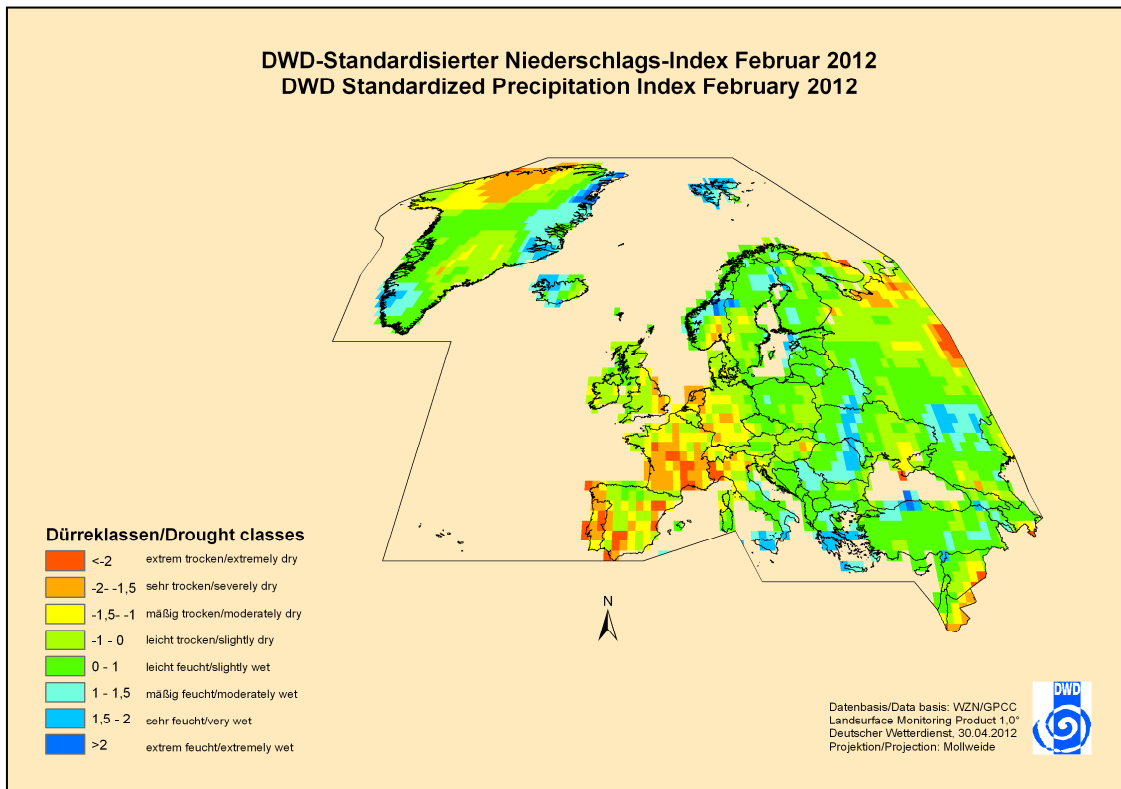


Abb. 18: Dürreindex DWD-SPI nach Pietzsch und Bissolli (2011) für die WMO RA VI-Region und die Monate Februar und März 2012.

Quelle: Deutscher Wetterdienst

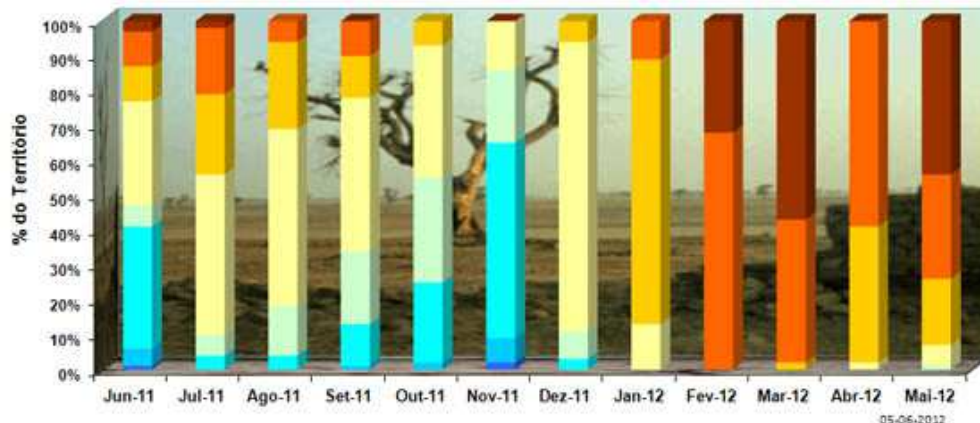


Abb. 19: Zeitlicher Verlauf des Palmer Drought Severity Index (PDSI) für Portugal für die Monate Juni 2011 bis Mai 2012. Die Farben geben die Wertebereiche der Dürre an (blau: feuchte Perioden, gelb und braun: trockene Perioden, wobei der dunkelste Braunton „extrem trocken“ bedeutet). Die Höhe der jeweiligen Farbbalken zeigt den Anteil der Landfläche von Portugal, die von der jeweiligen Dürreinstufung betroffen ist.

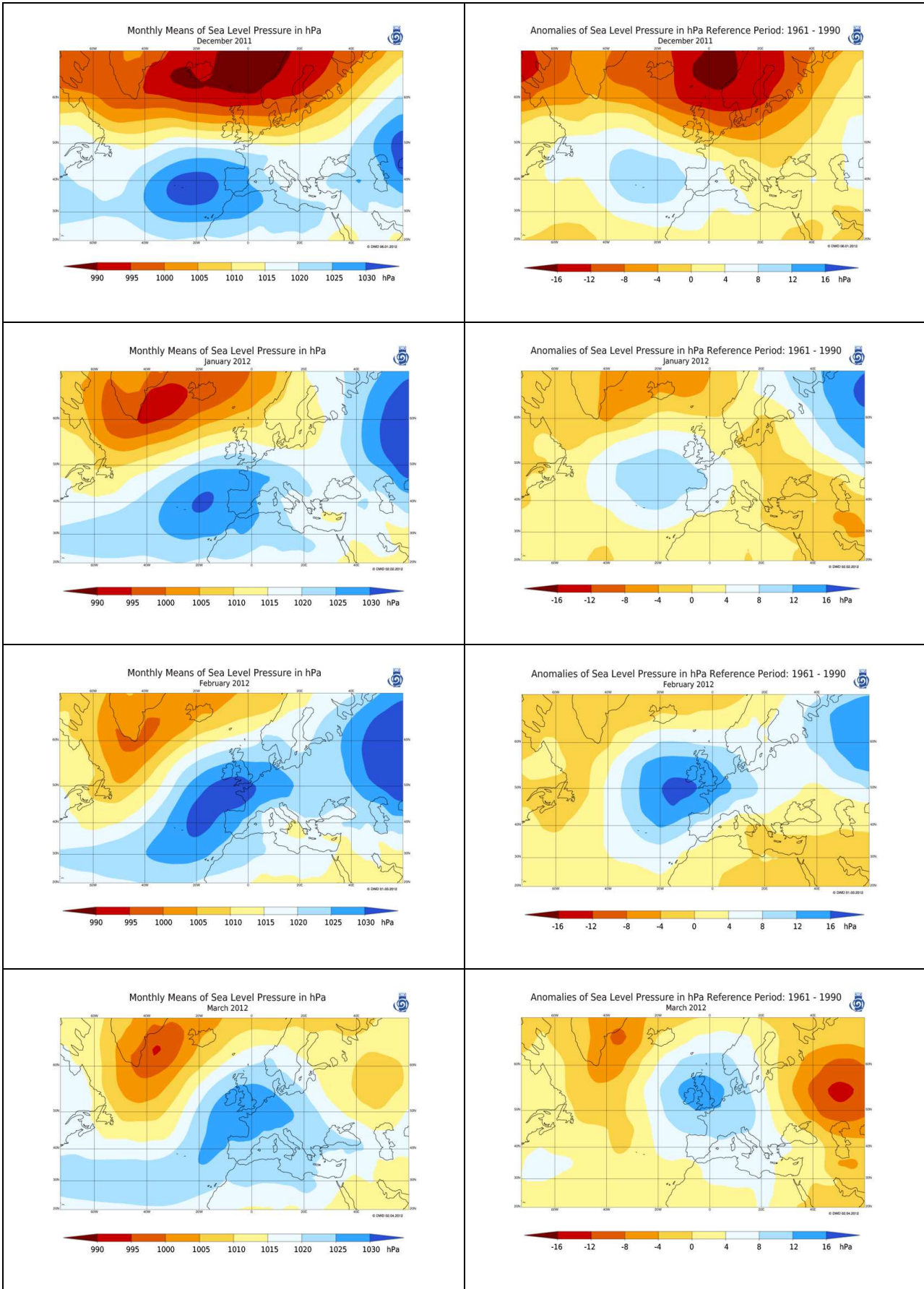
Quelle: Instituto de Meteorologia, Portugal:

<http://www.meteo.pt/pt/oclima/observatoriosecas/pdsi/monitorizacao/evolucao>

Ursachen der Trockenheit

Die Luftdruckverteilung der einzelnen Monate erklärt den Wetterlagenverlauf, der zu diesen Dürreverhältnissen führte (Abb. 20). Im Dezember 2011 herrschte noch eine ausgeprägte Zonalströmung vor, jedoch lag die Iberische Halbinsel bereits zu diesem Zeitpunkt unter dem Einfluss eines ausgeprägten Azorenhochs. In den Monaten Januar bis März 2012 breitete sich der Hochdruckeinfluss vermehrt auch über West-, Mittel- und Südosteuropa aus. Dagegen ist für den April 2012 eine deutliche Umstellung des Luftdruckmusters zu erkennen: über England hatte sich nun ein Tiefdruckkern ausgebildet, so dass feuchtere Luftmassen vor allem in die westeuropäischen Gebiete eindringen konnten. Im Mai 2012 entstand eine relativ gradientschwache Wetterlage mit einem nur noch schwach ausgeprägten Azorenhoch und Islandtief.

Die Abbildungen der Anomalien (Abb. 20, rechte Spalte) zeigen, dass diese Luftdruckverteilungen vom mittleren Jahresverlauf relativ deutlich abweichen. Insbesondere der verstärkte Hochdruckeinfluss über Westeuropa im Februar und im März 2012, aber auch die drastische Umstellung der Wetterlage im April waren eher atypisch.



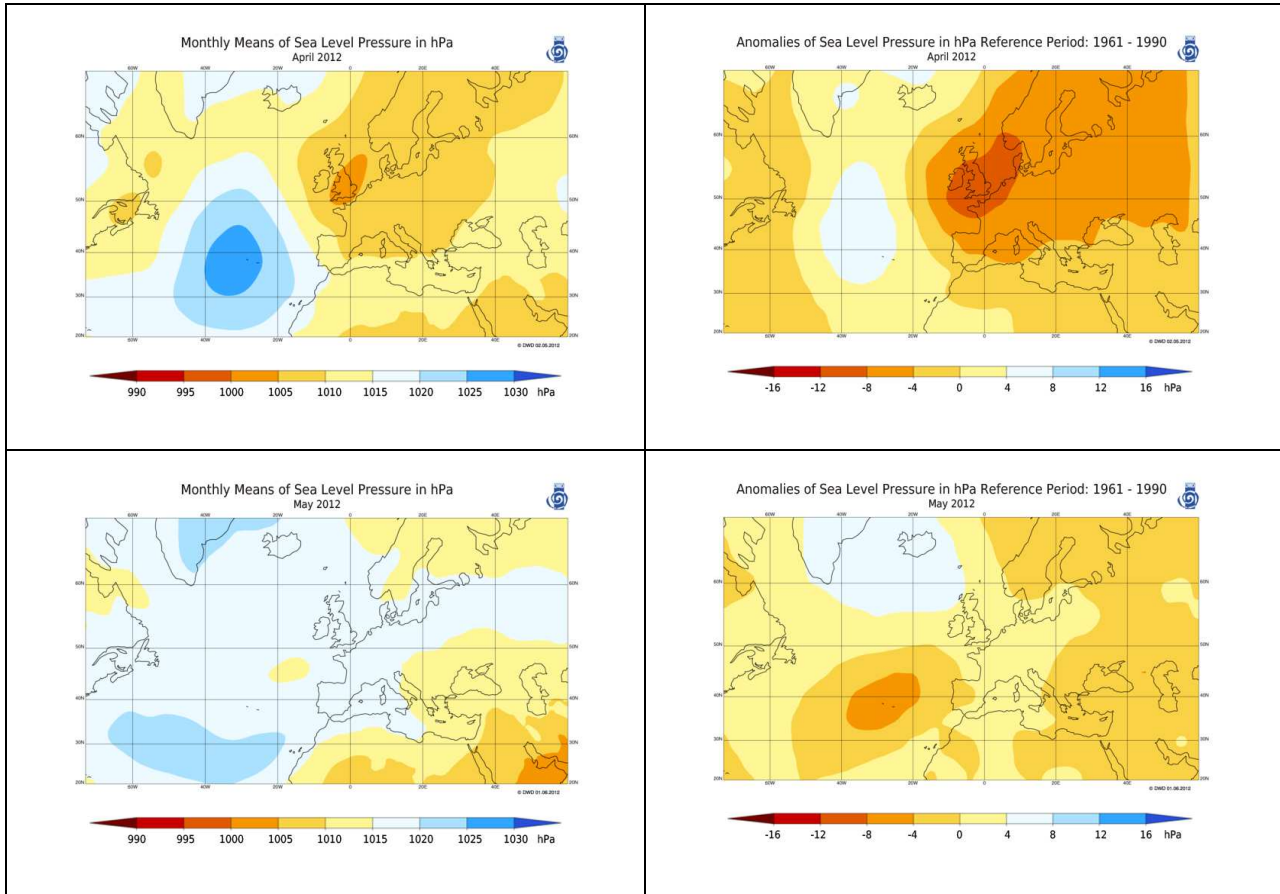


Abb. 20: Mittlere monatliche Luftdruckverteilung für die Monate Dezember 2011 bis Mai 2012 und die entsprechenden Anomalien vom Referenzzeitraum 1961-1990. Braune Färbung bedeutet tieferer, blaue Färbung höherer Druck bzw. entsprechende Anomalie.

Quelle: Deutscher Wetterdienst

Mit der Nordatlantik-Oszillation (NAO) kann die Dürre nur bedingt erklärt werden. In den relevanten Monaten Januar bis März 2012 war der Gradient zwischen Islandtief und Azorenhoch größer als im vieljährigen Mittel; dies äußerte sich durch einen fast durchweg positiven NAO-Index in dieser Zeit, zeitweise sogar mit mehr als einer Standardabweichung über dem Mittelwert (Abb. 21). Allerdings waren auch in allen drei Monaten die Druckgebilde räumlich sehr verschoben, nämlich das Islandtief in südwestlicher und das Azorenhoch entsprechend in nordöstlicher Richtung. Diese Verschiebung und gleichzeitige Verstärkung des Azorenhochs war letzten Endes der atmosphärische Auslöser der Dürre. Auch in anderen sehr trockenen Winterjahreszeiten auf der Iberischen Halbinsel (z.B. 1980/81 und 1999/2000) war der NAO-Index durchweg positiv, ebenso auch nahezu im gesamten trockenen Frühjahr und Herbst 2011. Für das westliche und zentrale Mittelmeer besteht nach Sousa et al. (2011) und anderen Autoren ebenfalls eine deutliche Korrelation zwischen NAO und Dürre, d.h. eine größere Neigung zu Dürreereignissen bei positivem NAO-Index. Dabei ist die Reaktion phasenverschoben; die NAO im Winter wirkt sich auf die Dürren im darauffolgenden Frühjahr und Sommer aus.

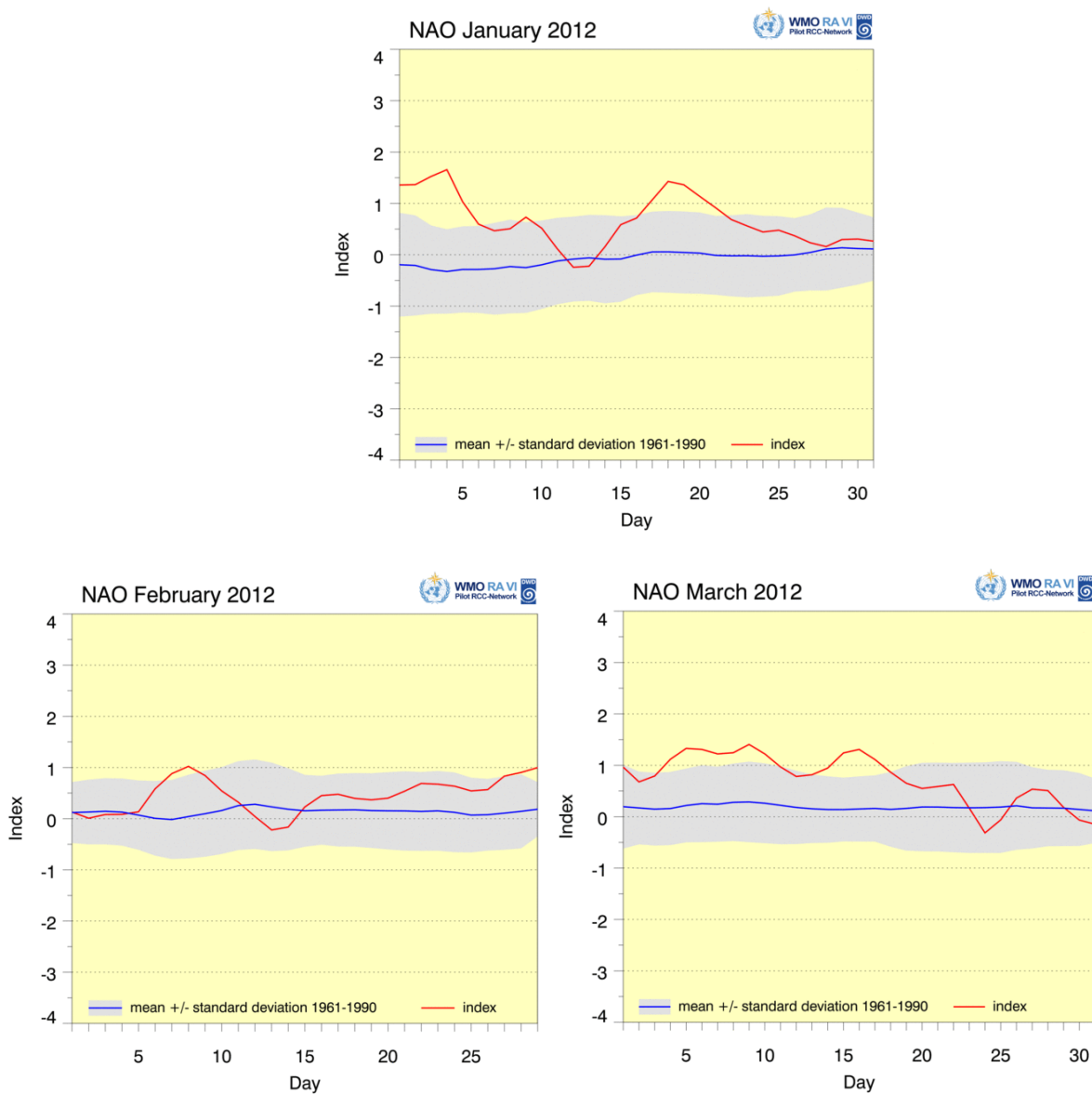


Abb. 21: Zeitlicher Verlauf des standardisierten NAO-Index (Tageswerte) vom 01. Januar bis 31. März 2012.

Quelle: NOAA NCEP CPC:

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao.shtml>

Die Entstehung dieses Hochdruckeinflusses sehen einige Autoren im Zusammenhang mit Einflüssen aus den Tropen, insbesondere mit einer nördlichen Verschiebung der innertropischen Konvergenzzone (ITCZ) über dem tropischen Atlantik und der westafrikanischen Sahelzone (Fennessy und Kinter 2011). Diese ist wiederum von der tropischen Meeresoberflächentemperatur abhängig.

Eine interessante Größe in diesem Zusammenhang ist der Southern Oscillation Index (SOI, Abb. 22). Die Southern Oscillation ist direkt mit El Niño und damit auch mit der tropischen Meeresoberflächentemperatur gekoppelt. Auffällig war, dass über zwei Jahre hinweg, von April 2010 bis März 2012 der SOI durchweg positiv war, also La Niña-Verhältnisse vorherrschten. Der letzte Spitzenwert des SOI wurde im Dezember 2011

erreicht, also kurz bevor sich die Dürreverhältnisse ausbildeten. Auch im Vorjahr traten Ende 2010 /Anfang 2011 vor der Frühjahrsdürre hohe SOI-Werte auf. Statistisch wurde ebenfalls gefunden, dass La Niña-Ereignisse mit Dürren über West- und Südeuropa korreliert sind, insbesondere im Sommer (Ionita et al. 2012). Allerdings war die Iberische Halbinsel im Vorjahr sowohl im Winter 2010/11 als auch im Frühjahr 2011 niederschlagsreicher als im vieljährigen Mittel, das Frühjahr 2011 betraf mehr die mitteleuropäischen Breiten. Es können also bei gleichem Einfluss durchaus unterschiedliche Regionen betroffen sein. Untersuchungen von Vicente-Serrano et al. (2011) bzw. Lopez-Moreno und Vicente-Serrano (2008) ergaben, dass der Einfluss von ENSO (El Niño – Southern Oscillation) ebenso wie derjenige der NAO auf Dürren sehr komplex ist und sehr von Ort, Jahreszeit und Andauer der Dürre abhängt. Eine neuere Studie von Bulic und Kucharski (2012) ergab jedoch, dass es einen Zirkulationsmechanismus gibt (eine Aufwölbung atmosphärischer Rossby-Wellen, die sich vom Pazifik in den Nordatlantik fortpflanzt), der bewirkt, dass ENSO-Ereignisse erst mit Verzögerung die Bildung eines Hochdruckgebiets über dem Nordatlantik bewirken. Durch eine Veränderung der Wind- und Bewölkungsverhältnisse erwärmt sich die Meeresoberfläche des Nordatlantiks. Diese Erwärmung dauert mehrere Monate an, so dass sich auch die Atmosphäre erwärmt und das Hoch sich nach Europa ausdehnt. Ein La Niña im Winter würde sich also auf den Niederschlag des darauffolgenden Frühjahrs in Europa auswirken.

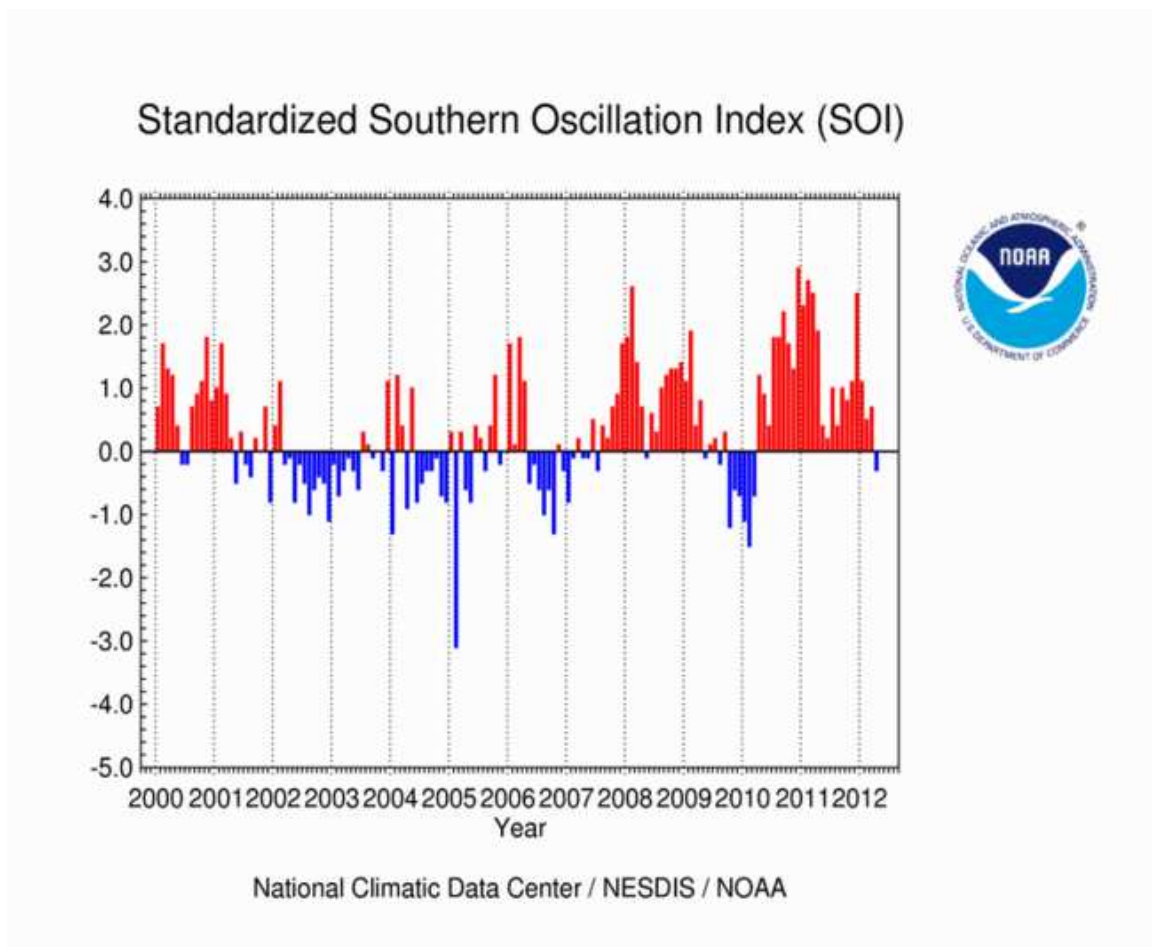


Abb. 22: Standardisierter Southern Oscillation Index, Monatsmittelwerte für Januar 2000 bis April 2012. Positive Werte (rot) stehen für La Niña, negative für El Niño.

Quelle: NOAA-NESDIS-NCDC, USA:

<http://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/enso/indicators/soi.php>

Zusammenfassung und Fazit

Die Dürreperiode im Winter 2011/12 und im Frühjahr 2012 war zwar insgesamt nicht ganz so stark ausgeprägt wie im Frühjahr und im Herbst des Vorjahres (zum Vorjahr siehe Trachte et al. 2012), ist aber insgesamt dennoch zumindest lokal als extrem einzustufen. Weite Teile Europas waren betroffen, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß und in unterschiedlichen Zeiträumen. Auf der Iberischen Halbinsel begann diese Dürreperiode bereits im Dezember 2011 und pflanzte sich dann bis Mitte März nach West-, Mittel- und Südosteuropa fort. Aufkommende Starkniederschläge in Westeuropa beendeten dann zwar die niederschlagsarme Periode, jedoch blieb die Bodenfeuchte allgemein auch im April und Mai sehr niedrig, so dass sich zumindest die hydrologische Dürre über das ganze Frühjahr 2012 hinweg fortgesetzt hatte.

Langfristig seit Beginn des 20. Jahrhunderts zeigt sich zumindest großräumig kein signifikanter Trend zu mehr Trockenheit in Europa. Es gibt jedoch Anzeichen dafür, dass gebietsweise sowohl Trocken- als auch Starkniederschlagsperioden in den letzten ca. 35 Jahren eher extremer geworden sind, vor allem auf der Iberischen Halbinsel im Winter.

Die hauptsächliche meteorologische Ursache der Dürre wie auch der vorherigen im Frühjahr und im Herbst 2011 war ein ausgedehnter und verstärkter Hochdruckeinfluss in diesen Gebieten. Nach Sichtung der entsprechenden Daten und auch nach einigen neueren Untersuchungen in der Literatur besteht ein dringender Verdacht, dass in allen diesen Fällen ein über 2 Jahre anhaltender La Niña-Einfluss bzw. zwei direkt aufeinanderfolgende La Niña-Ereignisse die Hauptursache dafür waren, in Verbindung mit einer positiven Nordatlantik-Oszillation.

Danksagung

Wir danken Herrn P. Hechler und Herrn A. Becker für die Durchsicht des Manuskripts sowie Frau A. Kreis, Herrn J. Bollenbach, Herrn V. Zins und Herrn J.M. Rocek für die Hilfe bei der Datenbereitstellung, der Aufbereitung der Abbildungen und dem Layout.

Literatur

- Bulic, I.H., Kucharski, F. (2012): Delayed ENSO impact on spring precipitation over North/Atlantic European region. *Clim. Dyn.* 38, 2593-2612.
- Fennessy, M.J., Kinter III, J.L. (2011): Climatic feedbacks during the 2003 European heat wave. *J. Climate* 24, 5953-5967.
- Ionita, M., Lohmann, G., Rimbu, N., Chelcea, S., Dima, M. (2012): Interannual to decadal summer drought variability over Europe and its relationship to global sea surface temperature. *Clim. Dyn.* 38, 363-377.
- Kalimeris, A., Founda, D., Giannakopoulos, C., Pierros, F. (2012): Long-term precipitation variability in the Ionian Islands, Greece (Central Mediterranean): climatic signal analysis and future projections. *Theor. Appl. Climatol.* 109, 51-72.
- López-Moreno, J.I., Vicente-Serrano, S.M. (2008): Positive and negative phases of the wintertime North Atlantic Oscillation and drought occurrence over Europe: A multitemporal-scale approach. *J. Climate* 21, 1220-1243.
- Martins, D.S., Raziei, T., Paulo, A.A., Pereira, L.S. (2012): Spatial and temporal variability of precipitation and drought in Portugal. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 12, 1493-1501.
- Matsoukas, C., Banks, A.C., Hatzianastassion, N., Pavlakis, K.G., Hatzidimitriou, D., Dradakis, E. (2005): Seasonal heat budget of the Mediterranean Sea. *J. Geophys. Res.* 110, C12008.
- Paulo, A.A., Rosa, R.D., Pereira, L.S. (2012): Climate trends and behaviour of drought indices based on precipitation and evapotranspiration in Portugal. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 12, 1481-1491.
- Pietzsch, S., Bissolli, P. (2011): A modified drought index for WMO RA VI. *Adv. Sci. Res.* 6, 275-279.
- Schönwiese, C.-D. (2000): *Praktische Statistik*. Bornträger, Berlin, Stuttgart, 3. Aufl.

Sousa, P.M., Trigo, R.M., Aizpurua, P., Nieto, R., Gimeno, L., Garcia-Herrera, R. (2011): Trends and extremes of drought indices throughout the 20th century in the Mediterranean. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 11, 33-51.

Stefanon, M., D'Andrea, F., Drobinski, P. (2012): Heatwave classification over Europe and the Mediterranean region. *Environ. Res. Lett.* 7, 014023.

Vicente-Serrano, S.M., López-Moreno, J.I., Gimeno, L., Nieto, R., Morán-Tejeda, E., Lorenzo-Lacruz, J., Beguería, S., Azorin-Molina, C. (2011): A multiscalar global evaluation of the impact of ENSO on droughts. *J. Geophys. Res.* 116, D20109.

Trachte, K., Obregón, A., Bissolli, P., Kennedy, J.J., Parker, D.E., Trigo, R.M., Barriopedro, D., Kendon, M., Prior, J., Achberger, C., Gouveia, C., Sensoy, S., Hovsepian, A., Grigoryan, V. (2012): [Regional Climates] Europe [in "State of the Climate in 2011"]. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 93 (7), S186-S199.

Velde, M. van der, Tubiello, F.N., Vrieling, A., Bouraoui, F. (2012): Impacts of extreme weather on wheat and maize in France: evaluating regional crop simulations against observed data. *Clim. Change* 113, 751-765.