



Klimastatusbericht 2014

- **Aktuelle Ergebnisse des Klimamonitoring**
- **Erste Ansätze einer Phänologischen Klimatologie als Optimierungswerkzeug im Pflanzenbau**

Herausgeber und Verlag:

Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Str. 135
63067 Offenbach

Postfach 10 04 65
63004 Offenbach

Redaktion:

Karsten Friedrich
e-mail: karsten.friedrich@dwd.de

Juliane Breyer
e-mail: juliane.breyer@dwd.de

Der Klimastatusbericht im Internet:

www.ksb.dwd.de

ISSN 1437 - 7691
ISSN 1616 - 5063 (Internet)

Urheberrecht

Alle Rechte an den hier präsentierten Informationen liegen, soweit nicht anders vermerkt, beim DWD. Die Nutzung der nachfolgenden Informationen bzw. Teilen davon ist nur unter Nennung des Quellenhinweises „Deutscher Wetterdienst“ gestattet. Eine kommerzielle Nutzung ohne ausdrücklich Genehmigung ist untersagt.

Vorwort



Sehr geehrte Damen und Herren,

im Jahr 2014 wurde für Deutschland die bisher höchste Gebietsmitteltemperatur beobachtet. Diese erreichte $10,3^{\circ}\text{C}$ und liegt damit $+2,1$ K über dem vieljährigen Mittelwert des internationalen klimatologischen Referenzzeitraums 1961-1990. Damit lag das Gebietsmittel für Deutschland das erste Mal im zweistelligen Bereich. Die bisher wärmsten Jahre in Deutschland wurden 2000 und 2007 mit einer Mitteltemperatur von jeweils $9,9^{\circ}\text{C}$ beobachtet. Bemerkenswert ist die Temperaturdifferenz von $+0,4$ K zwischen den bisher wärmsten Jahren und dem Jahr 2014. Ausgehend von dem bisherigen Maximum von $9,9^{\circ}\text{C}$ fielen in diese Temperaturdifferenz bisher 11 Jahre. Das erste und das letzte Jahresdrittel trugen besonders zu dem milden Jahr bei. Februar, März und April erreichten Temperaturanomalien von über $+3$ K.

Weitere Ergebnisse des Klimamonitorings, der Agrarmeteorologie, der Ozonbeobachtungen sowie ein Rückblick auf das Klima in Europa und in der Welt finden Sie wie gewohnt in den „Gelben Seiten“.

Neben dem Standardteil wird in diesem Klimastatusbericht ein Sonderthema beleuchtet. Dies beschäftigt sich mit einer phänologischen Klimatologie als Optimierungswerkzeug im Pflanzenbau.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen des vorliegenden Berichts.

Ihr

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'K.-J. Schreiber'.

Klaus-Jürgen Schreiber
Leiter Abteilung Klimaüberwachung

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Die Witterung in Deutschland 2014	5
Extremwertkarte	17
Das Strahlungsjahr 2014	18
Die Witterung in den deutschen Küstengebieten 2014	19
Objektive Wetterlagenklassen 2014	23
Die agrarmeteorologische Situation im Jahr 2014	30
Rückblick auf das Weinjahr 2014	43
Ergebnisse von Messungen in der freien Atmosphäre	45
Ozon in der Stratosphäre	51
Jahreszeitlicher Rückblick auf das Klima in Europa 2014	54
Das Jahr 2014 im globalen Überblick	80
Erste Ansätze einer Phänologischen Klimatologie als Optimierungswerkzeug im Pflanzenbau	85
Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	92
Autorenverzeichnis	93

Die Witterung in Deutschland 2014

T. Deutschländer, K. Friedrich, F. Imbery, W. Riecke

Mit einer Mitteltemperatur von 10,3°C war das **Jahr 2014** das bisher wärmste in Deutschland beobachtete Jahr (Abb. 2). Erstmals erreichte die Jahresmitteltemperatur einen zweistelligen Wert. In den bisher wärmsten Jahren 2000 und 2007 wurden 9,9°C gemessen. Damit ergibt sich gegenüber der international gültigen Klimareferenzperiode 1961-1990 eine Abweichung von +2,1 K. Außer dem Monat August waren, in Bezug auf die Klimareferenzperiode 1961-1990, alle Monate wärmer als normal. Schon das erste Jahresdrittel war ungewöhnlich mild. Der Winter 2013/2014 ist deutschlandweit fast komplett ausgefallen. Das zweite Jahresdrittel war dagegen nicht so auffällig. Der Sommer war nur etwas wärmer als normal und zeichnete sich durch einen sehr warmen Juli aus, dem ein kühler Monat August folgte. Das dritte Jahresdrittel war wiederum sehr mild. Der Winter 2014/2015 zeigte sich erst in den letzten Tagen des Jahres.

Bemerkenswert ist die Temperaturdifferenz von +0,4 K zwischen den bisher wärmsten Jahren und dem Jahr 2014. Ausgehend von dem bisherigen Maximum von 9,9°C fielen in diese Temperaturdifferenz bisher 11 Jahre. Sechs dieser Werte entstammen den Jahren seit 2000. Ein ähnlicher Sprung wurde nur 1934 erreicht (Mitteltemperatur 9,5°C), als die bis dahin maximale Mitteltemperatur von 9°C aus dem Jahr 1921 in der noch kurzen Datenreihe um +0,5 K überschritten wurde.

Die Temperaturabweichung ist recht gleichmäßig über die gesamte Fläche Deutschlands verteilt. Somit war es auch für alle Bundesländer das bisher wärmste Jahr. Hinsichtlich des Niederschlags war das Jahr als Ganzes gesehen etwas zu trocken. Mit 727,1 mm erreichte es

92,2 % des vieljährigen Mittelwertes und war damit im Vergleich zur Bezugsperiode um -61,8 mm zu trocken. Als 95.-nassestes oder 40.-trockenstes Jahr seit 1881 und als 82.-nassestes oder 33.-trockenstes seit 1901 ordnet es sich in die trockeneren Jahre der Klimazeitreihen ein.

Bei der Betrachtung der Einzelmonate sind erhebliche Unterschiede erkennbar. 7 Monate waren trockener und entsprechend 5 Monate nasser als normal. Im Juli wurden die meisten Niederschläge beobachtet. Mit 126,6 mm wurde das Niederschlagsoll um +63,1 % übertroffen (Bezugszeitraum Klimareferenzperiode 1961-1990). Der trockenste Monat war der März mit lediglich 18,6 mm und einem Niederschlagsdefizit von -67,1 %. Außer dem Mai waren alle Monate in der ersten Jahreshälfte zu trocken. In der zweiten Jahreshälfte war es nur im September und November trockener als normal.

Insgesamt brachte das Jahr 2014 im Deutschlandmittel 1620,9 Sonnenstunden und somit etwas mehr Sonnenschein als im vieljährigen Vergleich. Der Überschuss betrug +92,5 Stunden oder +6,1 % gegenüber der internationalen Referenzperiode. Damit ordnet sich das Jahr als 25.-sonnenscheinreichstes Jahr seit 1951 im oberen Bereich des mittleren Drittels der für diesen Parameter vorliegenden Klimazeitreihe ein.

Entsprechend dem Niederschlag war die erste Jahreshälfte sonnenscheinreicher und die zweite Jahreshälfte sonnenscheinärmer. Der höchste Sonnenscheinüberschuss wurde mit +64,1 % im März beobachtet (Bezugszeitraum Klimareferenzperiode 1961-1990). Der Dezember erreichte nicht einmal 60 % des Sonnenscheinsolls.

Das Thermopluiogramm (Abb. 1) zeigt Abweichungen der

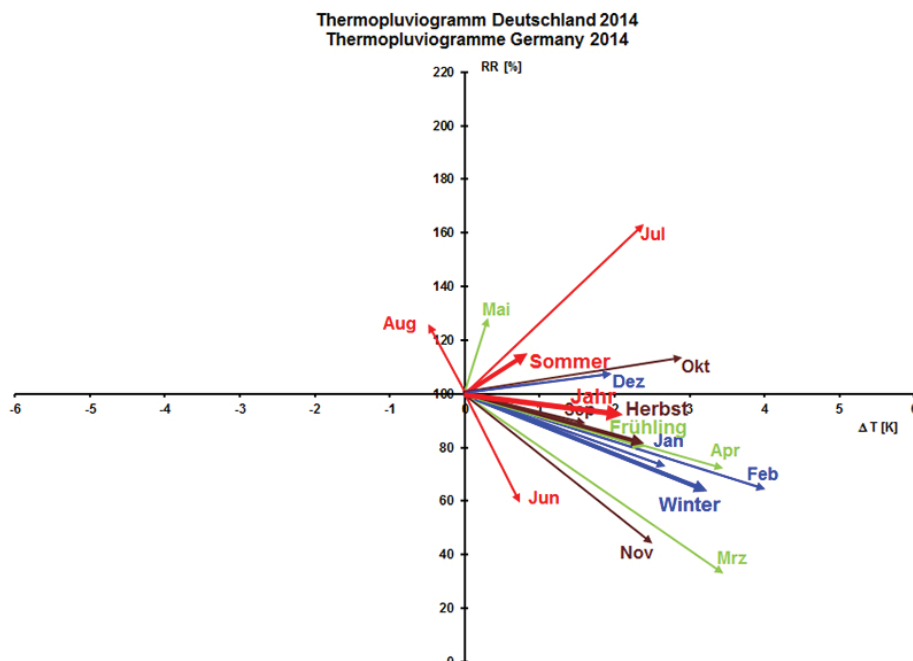


Abb. 1: Thermopluiogramm für Deutschland 2014 (Bezugszeitraum 1961-1990)

Lufttemperatur und der Niederschlagshöhe vom klimatologischen Mittel für die Einzelmonate, die Jahreszeiten und das Jahr 2014 zum Referenzzeitraum 1961-1990. Die zugrundeliegenden Werte sind Flächenmittel für die Bundesrepublik Deutschland. Der Ursprung des Diagramms repräsentiert jeweils den klimatologischen Mittelwert für die einzelnen Monate, Jahreszeiten und das Jahr. Die Abszisse stellt die Temperaturabweichungen der aktuellen Flächenmittel vom klimatologischen Flächenwert dar und ist linear in Kelvin [K] unterteilt. Die Ordinate zeigt den Anteil des aktuellen Flächenmittels der Niederschlagshöhe im Verhältnis zum vieljährigen Flächenmittel in Prozent [%].

Für den Winter werden der Dezember des zurückliegenden Jahres und die Monate Januar und Februar des gezeigten Jahres betrachtet. In der Abb. 1 wird deutlich, wie warm der Winter, das Frühjahr und der Herbst 2014 waren. Nur der August war kälter als normal.

Der Witterungsverlauf des Jahres lässt sich folgendermaßen beschreiben:

Bis zur Monatsmitte setzte sich die bereits praktisch den gesamten Dezember dominierende, milde Witterung mit zumeist westlicher bis südwestlicher Strömung fort, so dass die erste Hälfte des **Januars 2014** um mehr als +4 K zu warm ausfiel. Ab der Monatsmitte baute sich jedoch zunehmend hoher Luftdruck über Skandinavien auf, wodurch sukzessive bodennahe Kaltluft von Osten her zumindest in den Nordosten einsickern konnte. Bis in die südwestlichen Teile Deutschlands gelangte die Kaltluft aufgrund der starken südwestlichen Gegenströmung jedoch nie. Dadurch zeigte sich Deutschland im Hinblick auf die Monatsmitteltemperatur am Ende zweigeteilt: Während der Monat in der Nordosthälfte weitestgehend normale Temperaturen brachte, war er im Südwesten um bis zu +4 K zu mild. Gleichzeitig war es recht trocken.

Bereits zum Monatsanfang des **Februars** setzten sich die milden Luftmassen von Westen wieder in ganz Deutschland durch und vertrieben die in der zweiten Januarhälfte in den Nordosten eingeflossene Kaltluft vollständig. Bis zum Monatsende blieb es dann bei der bereits im gesamten Winter vorherrschenden Witterung mit zumeist westlicher bis südwestlicher Strömung, so dass auch der Februar 2014 deutlich zu mild ausfiel. Zudem war es erneut zu trocken und es schien überdurchschnittlich viel die Sonne. Nur zu Beginn des Monats gab es einen etwas feuchteren Witterungsabschnitt.

Mit Ausnahme einer kurzen Phase in der zweiten Januarhälfte, in der sich zumindest in der Nordosthälfte Deutschlands einmal für etwa zehn Tage Kaltluft festsetzen konnte, verlief der **Winter 2013/2014** (Abb. 3) durchweg mild. Verantwortlich für diese ungewöhnlich beständige Witterung war die extrem persistente Lage des Jetstreams infolge eines sich ständig regenerierenden Höhentrogs über dem Atlantik. An dessen Vorderseite schlugen die Tiefdruckgebiete wiederholt eine nördliche

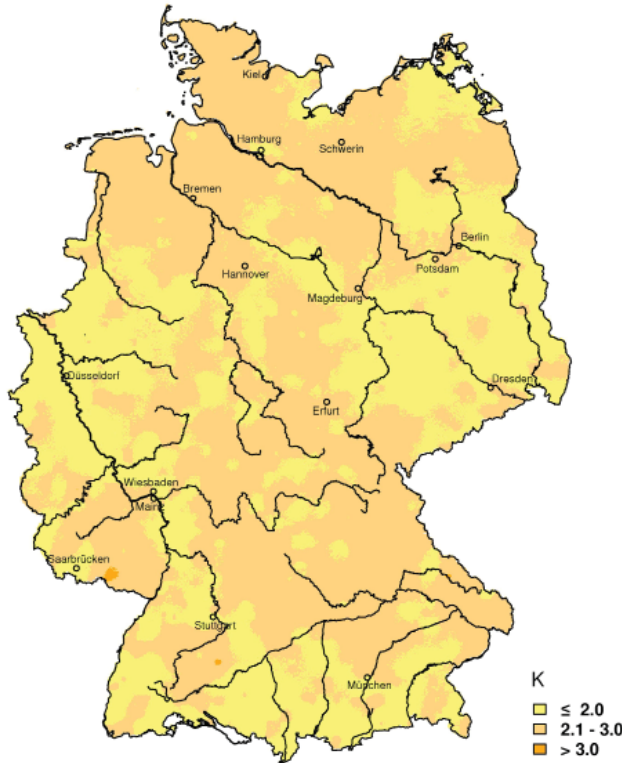
bis nordöstliche Zugbahn über dem Ostatlantik ein. Einige Tiefs zogen auch ins Mittelmeergebiet, wodurch ihre Wetterwirksamkeit in Mitteleuropa ebenfalls nur gering blieb. Während es dadurch in Deutschland zusätzlich zu den überdurchschnittlichen Temperaturen auch relativ trocken und ziemlich sonnig war, wurde in weiten Teilen Großbritanniens der nasseste Winter seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahre 1910 verzeichnet.

Nach dem nahezu durchweg milden Winter 2013/2014 lagen die Temperaturen in Deutschland auch im **März 2014** zumeist deutlich über den für die Jahreszeit üblichen Werten. Das Witterungsgeschehen wurde dabei vorwiegend von Hochdruckgebieten bestimmt, wobei auch in diesem Monat westliche Anströmrichtungen dominierten. Insgesamt war der März 2014 dadurch nicht nur deutlich zu warm, sondern auch erheblich zu trocken und sehr sonnenscheinreich. Er war der 3.-wärmste und 5.-trockenste Märzmonat seit 1881 und 3.-sonnenscheinreiste seit 1951.

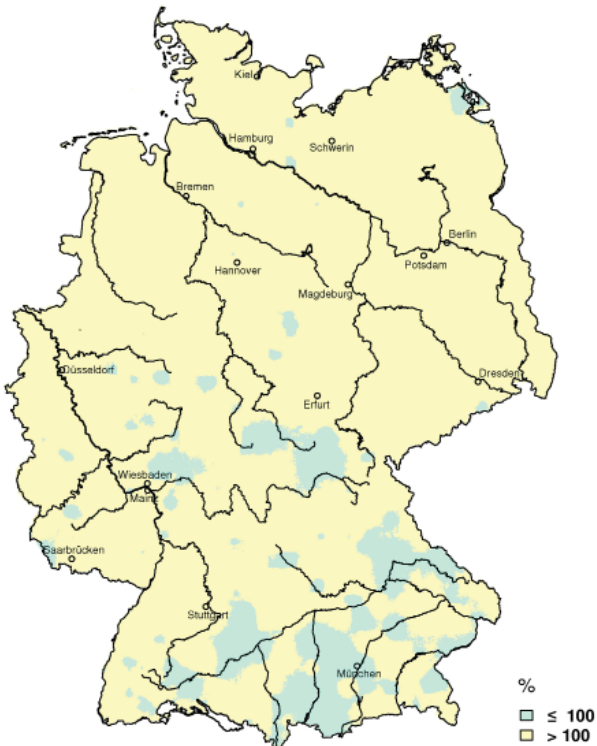
Wie schon in den ersten drei Monaten des Jahres, war es auch im **April 2014** zumeist deutlich zu warm für diesen Zeitraum. Auch war der Monat erneut zu trocken und zu sonnenscheinreich, wobei jedoch sowohl das Niederschlagsdefizit als auch der Sonnenscheinüberschuss insbesondere im Vergleich zu den beiden unmittelbaren Vormonaten relativ gering ausfielen. Besonders in der letzten Monatsdekade kam es in den eingeflossenen, recht feuchten Luftmassen zu teils heftigen Schauern und Gewittern, die teilweise auch Unwettercharakter hatten. Im Gegensatz zu den Vormonaten war der **Mai 2014** zu nass und brachte zu wenig Sonnenschein. Dabei fielen aber sowohl der Niederschlagsüberschuss als auch das Sonnenscheindefizit deutlich moderater als im vergangenen Jahr aus. Auch die Niederschlagsverteilung war – anders als im Mai 2013, als es in nahezu ganz Deutschland überdurchschnittlich viel Niederschlag zu verzeichnen gab – recht unterschiedlich. Deutlich positive Abweichungen traten in der gesamten Mitte und im Nordwesten Deutschlands auf, während es im Südwesten sowie im äußersten Nordosten verbreitet zu trocken blieb. Die Temperaturen bewegten sich zumeist im Normalbereich oder leicht darunter, lediglich in der 3. Maiwoche wurden zeitweise auch sommerliche Werte erreicht.

Trotz des zu nassen und recht sonnenscheinarmen Mais war das **Frühjahr 2014** insgesamt zu trocken und auch zu sonnig (Abb. 4). Besonders markant fiel die Abweichung jedoch bei den Temperaturen aus, in denen sich der erhebliche Wärmeüberschuss aus den Monaten März und April entgegen den weitestgehend normalen Werten im Mai am deutlichsten widerspiegelt. Nahezu im gesamten Zeitraum lagen die Werte im normalen, meist sogar im überdurchschnittlichen Bereich, lediglich im Mai gab es auch etwas längere kühle Phasen, wobei die Abweichungen von den jahreszeitlich üblichen Werten meist jedoch moderat blieben.

**Temperaturabweichung Jahr 2014
vom vieljährigen Mittel 1961-1990
Temperature Anomaly Year 2014**



**Sonnenscheindauer Jahr 2014
in Prozent des vieljährigen Mittels 1961-1990
Sunshine Year 2014
in percent of the long-term mean 1961-1990**



**Niederschlagshöhe Jahr 2014
in Prozent des vieljährigen Mittels 1961-1990
Precipitation Year 2014
in percent of the long-term mean 1961-1990**

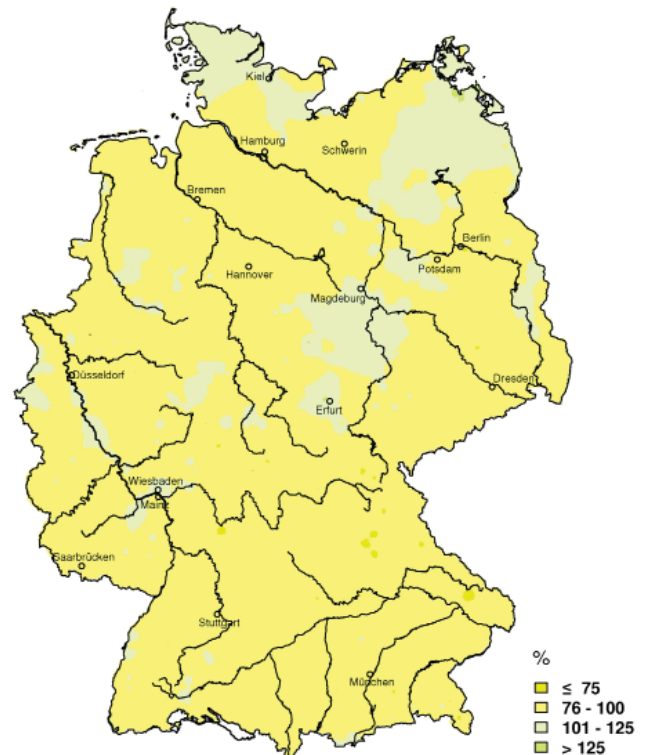
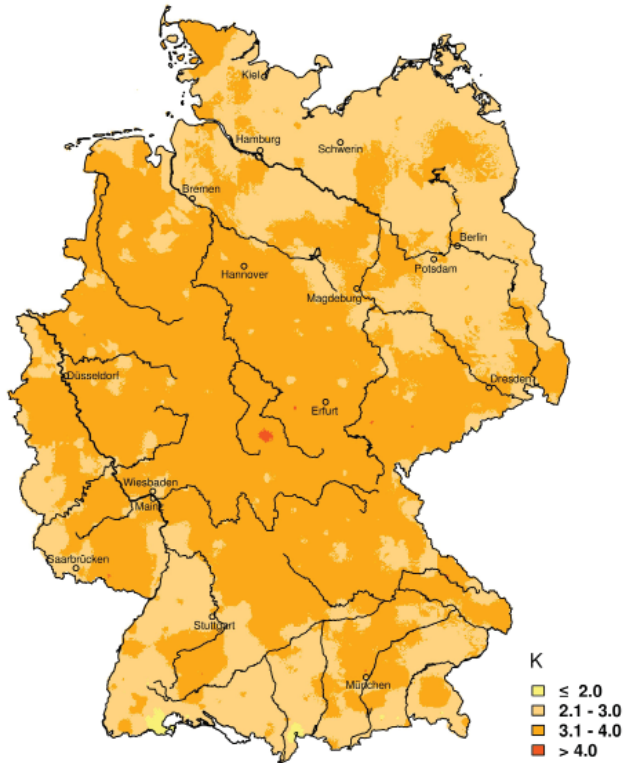
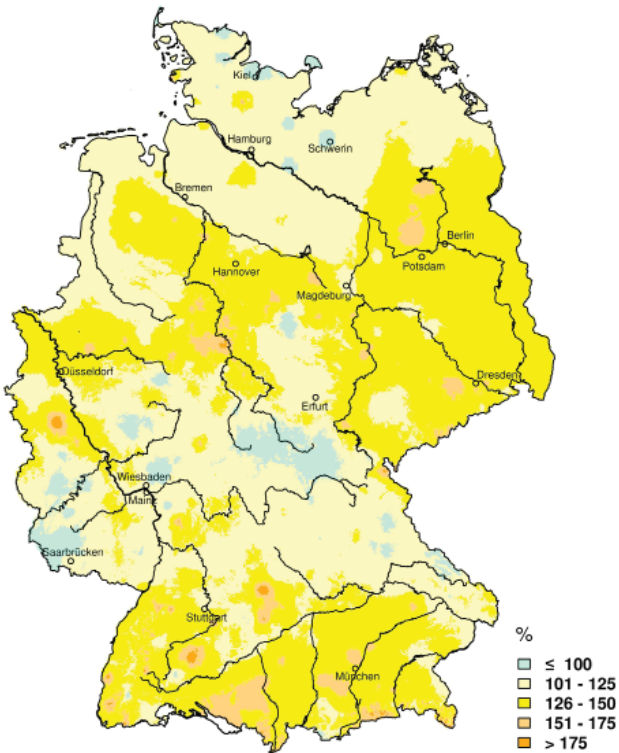


Abb. 2: Jahresabweichung 2014 vom vieljährigen Mittel 1961-1990

**Temperaturabweichung Winter 2013/14
vom vieljährigen Mittel 1961-1990
Temperature Anomaly Winter 2013/14**



**Sonnenscheindauer Winter 2013/14
in Prozent des vieljährigen Mittels 1961-1990
Sunshine Winter 2013/14
in percent of the long-term mean 1961-1990**



**Niederschlagshöhe Winter 2013/14
in Prozent des vieljährigen Mittels 1961-1990
Precipitation Winter 2013/14
in percent of the long-term mean 1961-1990**

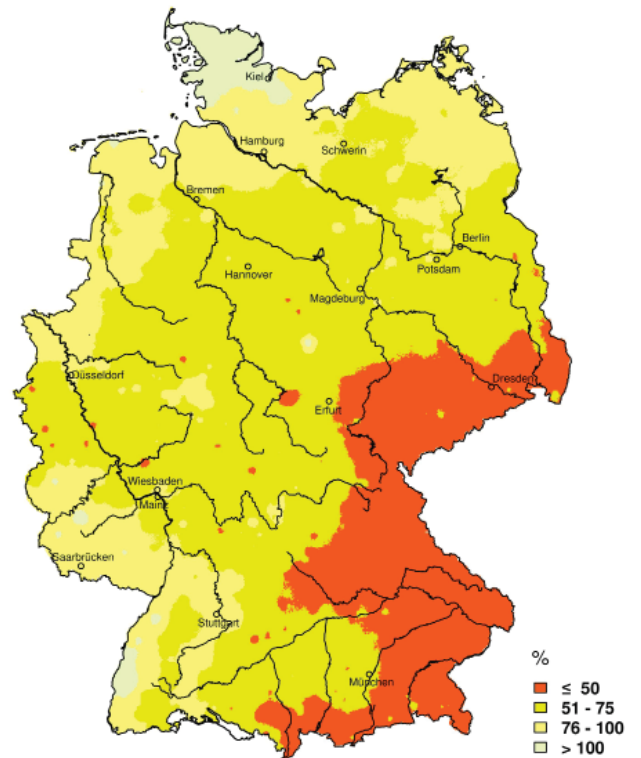
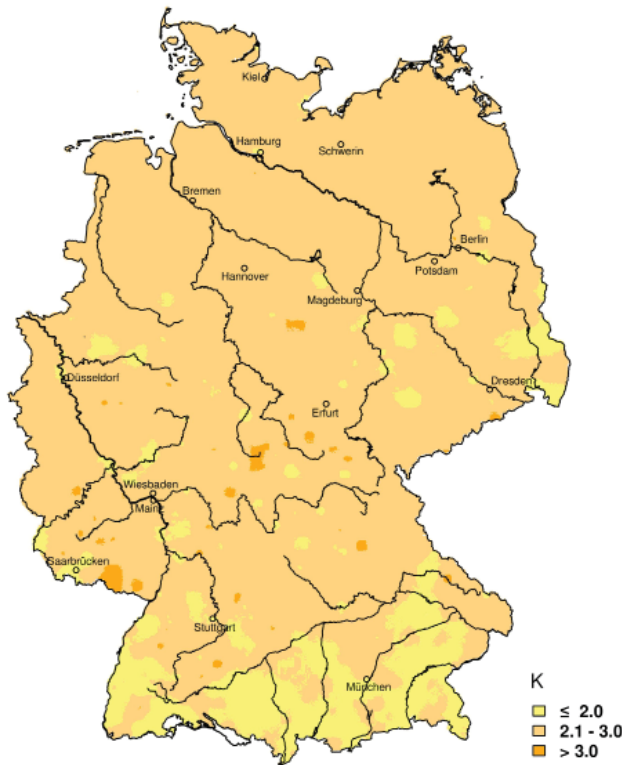
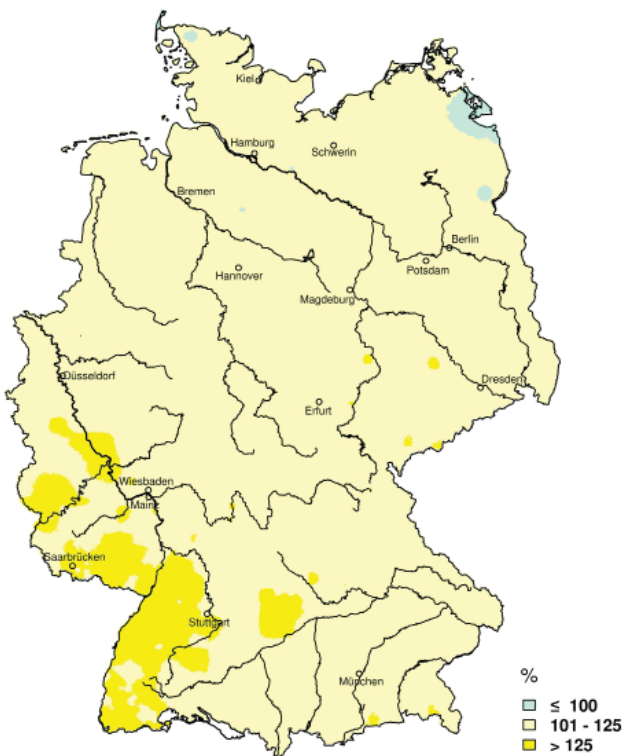


Abb. 3: Abweichung der Jahreszeit Winter des vieljährigen Mittel 1961-1990

**Temperaturabweichung Frühling 2014
vom vieljährigen Mittel 1961-1990
Temperature Anomaly Spring 2014**



**Sonnenscheindauer Frühling 2014
in Prozent des vieljährigen Mittels 1961-1990
Sunshine Spring 2014
in percent of the long-term mean 1961-1990**



**Niederschlagshöhe Frühling 2014
in Prozent des vieljährigen Mittels 1961-1990
Precipitation Spring 2014
in percent of the long-term mean 1961-1990**

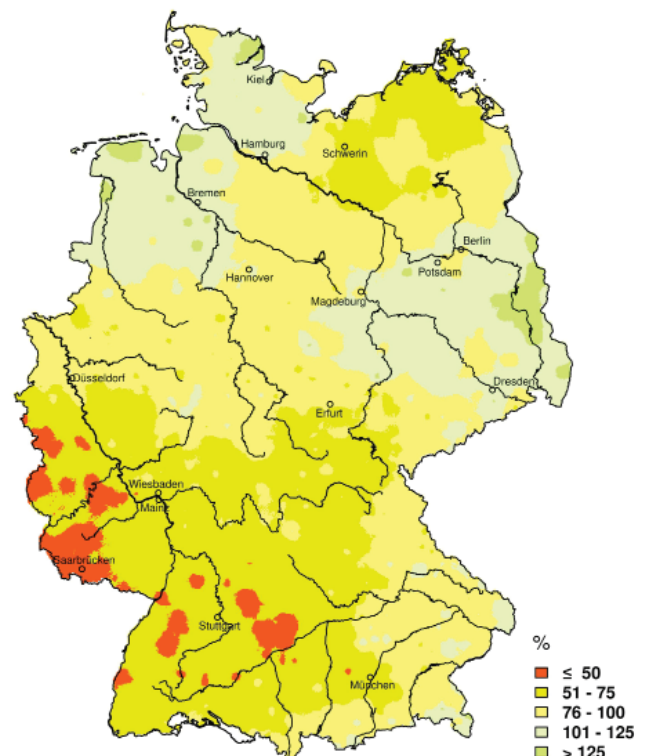


Abb. 4: Abweichung der Jahreszeit Frühling des vieljährigen Mittel 1961-1990

Mit Ausnahme einer kurzen, aber sehr intensiven Hitzeperiode um das Pfingstwochenende lagen die Temperaturen im **Juni 2014** in Deutschland zumeist im mäßig warmen Bereich und damit etwa im Bereich der Normalwerte. Insgesamt fiel der Monat somit etwas zu warm aus. Gleichzeitig war es trotz der teils schweren Unwetter zum Ende der Hitzeperiode sowie recht ergiebiger Flächenniederschläge zum Ende des Monats erneut zu trocken und gleichzeitig auch wieder zu sonnig. Mit Ausnahme des Monats Mai war es damit im gesamten ersten Halbjahr 2014 fast durchweg zu warm, zu trocken und zu sonnenscheinreich.

Im Monat **Juli 2014** wurden nur wenige Tage mit unterdurchschnittlichen Temperaturen beobachtet. Im Norden Deutschlands lagen die Durchschnittstemperaturen überall über dem vieljährigen Mittel. Deutschlandweit wurden die höchsten Temperaturen um das 3. Juliwochenende beobachtet. Insgesamt fiel der Monat deutlich zu warm aus. Gleichzeitig war der Monat deutlich zu nass. Meistens handelte es sich um konvektive Niederschläge, die häufig in Verbindung mit schweren Unwettern gefolgt von lokalen Überflutungen, auftraten. Trotz der enormen Regenmengen konnte das Niederschlagsdefizit des laufenden Jahres nicht ausgeglichen werden. Insgesamt war der Juli etwas sonnenscheinreicher als normal.

Der **August 2014** zeigte sich als relativ kühler und wechselhafter Sommermonat. Zu Beginn des Monats wurden im Norden noch Temperaturen über dem vieljährigen Mittelwert gemessen, bevor auch dort wie bereits in den meisten Landesteilen die Temperaturen die vieljährigen Mittelwerte nur erreichten oder deutlich unterschritten. Zum Monatsende lagen die Temperaturen meist wieder im Bereich der vieljährigen Mittelwerte. Meist fiel der Monat zu nass aus, teilweise wurde das Niederschlagssoll um das 1,5-fache überschritten. In nur wenigen Regionen wurden die übliche Anzahl der Sonnenstunden erreicht. Einem etwas zu warmen, deutlich zu trockenen und sonnenscheinreichen Monat Juni folgte ein deutlich zu warmer und sehr feuchter Monat Juli. Der August war dagegen zu kalt, recht wechselhaft und sehr trüb. Somit war der **Sommer 2014** insgesamt bezüglich der Temperatur etwas zu warm (Abb. 5). Es ergaben sich über die Sommermonate ein deutlicher Niederschlagüberschuss, der meist konvektive Ursachen hatte, und ein leichter Überschuss bezüglich der Sonnenscheindauer.

Der **September 2014** zeigte sich als sehr milder Herbstmonat. Fast deutschlandweit gab es nur wenige Phasen, in denen im Monatsverlauf die täglichen Durchschnittstemperaturen unterschritten wurden. Dabei waren die beobachteten Temperaturanomalien im Norden am höchsten. Die Anzahl der Sonnenstunden blieb aber etwas unter dem Mittelwert. Das Niederschlagssoll wurde an vielen Stationen nicht erreicht. Regional gab es aber auch deutliche Überschreitung der vieljährigen Mittelwerte.

Der **Oktober 2014** war ein ausgesprochen warmer Herbstmonat. In den ersten drei Wochen gab es

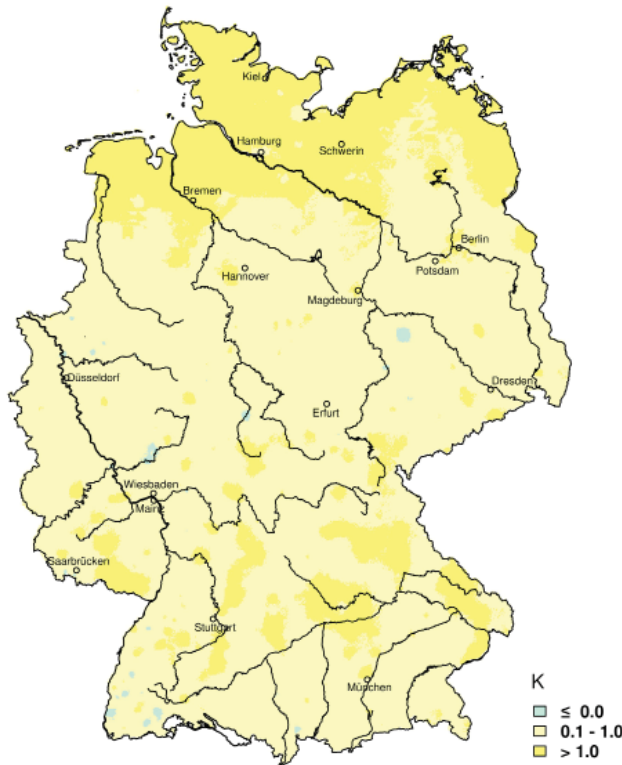
deutschlandweit kaum Phasen, in denen die täglichen Durchschnittstemperaturen unterschritten wurden. Lediglich in der letzten Oktoberwoche sank zeitweise mit dem Durchzug des Ex-Hurrikans Gonzalo die Tagesmitteltemperatur unter die mittleren Tagestemperaturen. Dabei war der Oktober relativ trüb, die Anzahl der Sonnenstunden blieb unter dem vieljährigen Mittel. Die Niederschlagssumme entsprach den vieljährigen Mittelwerten, allerdings mit deutlichen regionalen Über- und Unterschreitungen.

Wie schon der Oktober war der **November 2014** ein ausgesprochen warmer Monat. Im November 2014 befand sich Mitteleuropa meist auf der Vorderseite kräftiger Tiefdruckgebiete über dem Nordatlantik. Dadurch erreichte mit südlichen Winden häufig relativ warme Luft Deutschland. Unter diesem großräumigen Einfluss fielen in Deutschland regional sehr unterschiedlich hohe Niederschlagsmengen, diese beschränkten sich zu großen Teilen auf den Süden und Westen. Hier gab es in den Niederungen auch häufig Nebelbildung und damit sehr wenige Sonnenstunden. Ansonsten wies die Sonnenscheindauer positive Abweichungen zu den vieljährigen Mitteln auf.

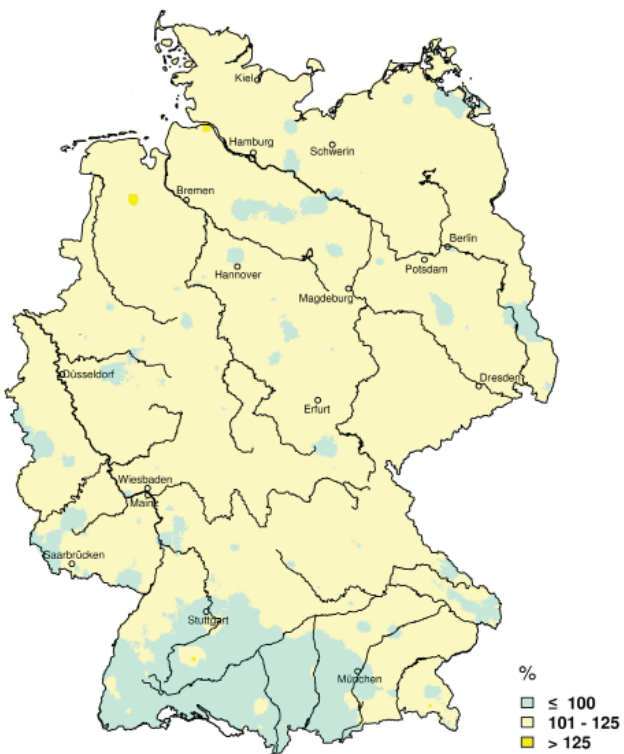
Alle drei Herbstmonate waren wärmer als die jeweiligen vieljährigen Mittelwerte. Deutschlandweit gab es nur wenige Phasen, in denen im Verlauf des **Herbstes 2014** die täglichen Durchschnittstemperaturen unterschritten wurden (Abb. 6). Lediglich in der letzten Oktoberwoche sank zeitweise mit dem Durchzug des Ex-Hurrikans Gonzalo die Tagesmitteltemperatur unter die mittleren Tagestemperaturen. Im November 2014 befand sich Mitteleuropa meist auf der Vorderseite kräftiger Tiefdruckgebiete über dem Nordatlantik. Dadurch erreichte mit südlichen Winden häufig relativ warme Luft Deutschland. Dabei blieben die Niederschläge unter den üblichen Werten, während die Sonnenscheindauer den vieljährigen Strahlungswerten entsprach, allerdings mit hoher zeitlicher Variabilität.

Der **Dezember 2014** war der vierte Monat in Folge, der deutlich zu warm ausfiel. Einem besonders im Nordosten kalten Monatsbeginn folgte ein rascher Temperaturanstieg. Ab der Monatsmitte lagen die mittleren Tagestemperaturen deutlich über dem vieljährigen Mittel. Erst an den Weihnachtsfeiertagen fielen die Temperaturen wieder und brachten fast deutschlandweit zumindest eine geringe Schneedecke. Deutschlandweit wurde im Dezember 2014 geringfügig mehr Niederschlag beobachtet als normal, wobei die Niederschlagsanomalie einen starken Nord-Süd Gradient aufweist, mit besonders hohen Anomalien in den an die Ostseeküste angrenzenden Regionen. Die Anzahl der Sonnenstunden im Dezember lag deutlich unter den vieljährigen Mittelwerten. Sie erreichte besonders im nördlichen Bayern sowie großen Teilen von Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg nicht mehr als 50 %. Nur im Nordwesten wurde das Sonnenscheinsoll großflächig erreicht oder überschritten.

**Temperaturabweichung Sommer 2014
vom vieljährigen Mittel 1961-1990
Temperature Anomaly Summer 2014**



**Sonnenscheindauer Sommer 2014
in Prozent des vieljährigen Mittels 1961-1990
Sunshine Summer 2014
in percent of the long-term mean 1961-1990**



**Niederschlagshöhe Sommer 2014
in Prozent des vieljährigen Mittels 1961-1990
Precipitation Summer 2014
in percent of the long-term mean 1961-1990**

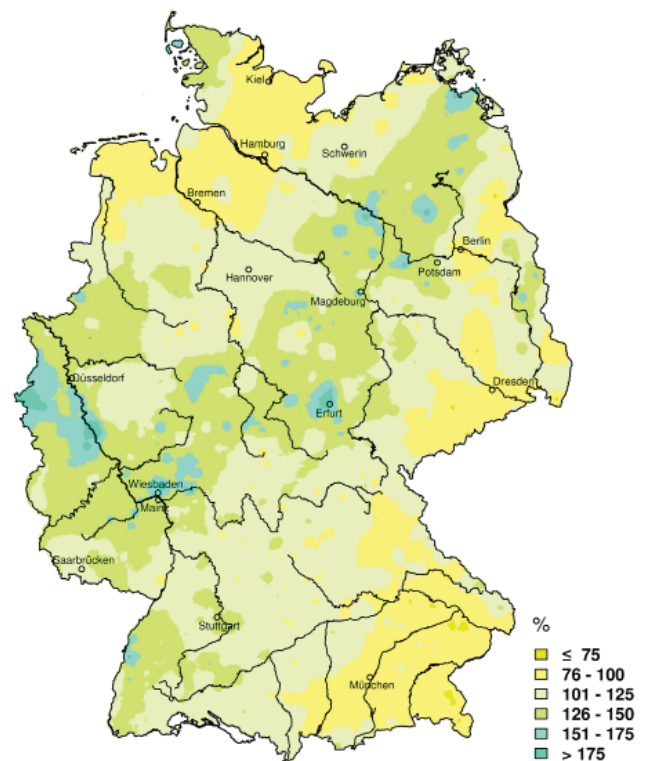
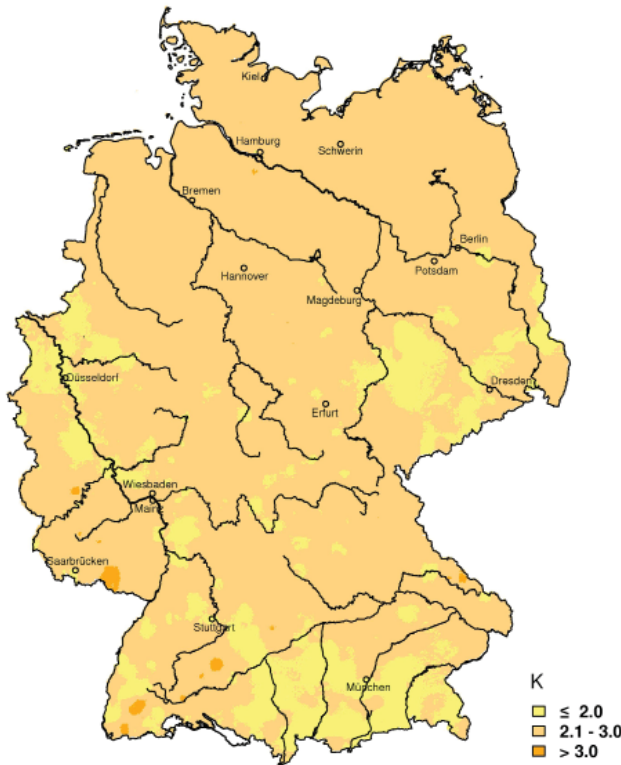
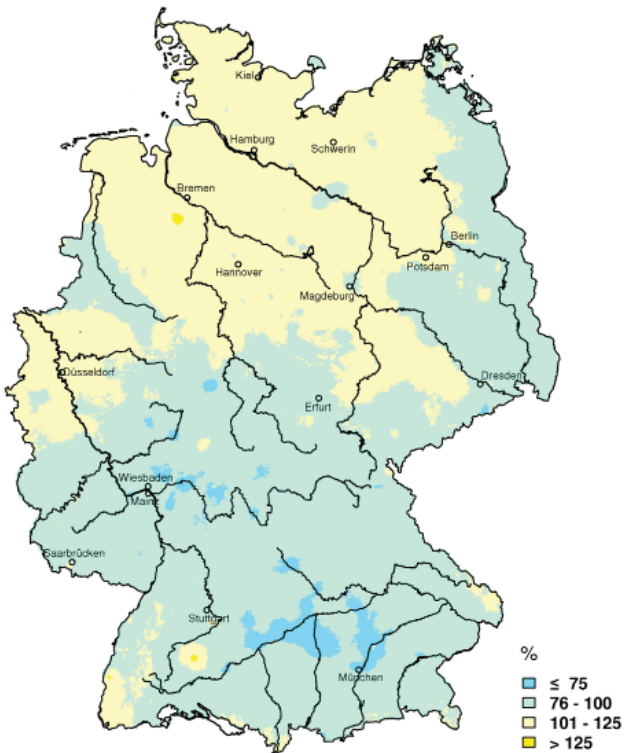


Abb. 5: Abweichung der Jahreszeit Sommer des vieljährigen Mittel 1961-1990

**Temperaturabweichung Herbst 2014
vom vieljährigen Mittel 1961-1990
Temperature Anomaly Autumn 2014**



**Sonnenscheindauer Herbst 2014
in Prozent des vieljährigen Mittels 1961-1990
Sunshine Autumn 2014
in percent of the long-term mean 1961-1990**



**Niederschlagshöhe Herbst 2014
in Prozent des vieljährigen Mittels 1961-1990
Precipitation Autumn 2014
in percent of the long-term mean 1961-1990**

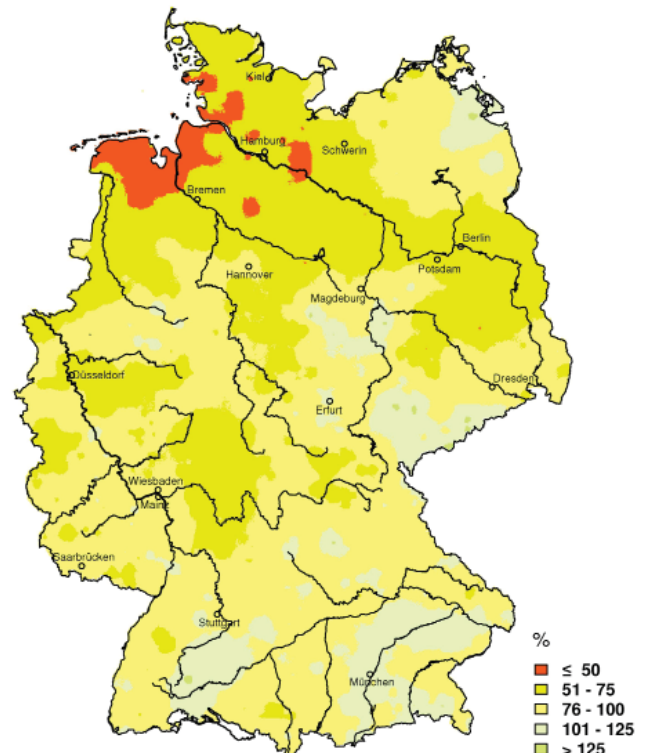


Abb. 6: Abweichung der Jahreszeit Herbst des vieljährigen Mittel 1961-1990

In den Tab. 1-4 sind die Anzahl der Tage, an denen bestimmte klimatische Bedingungen herrschten, sowie die Gebietsmittelwerte der Temperatur, der Niederschlags-höhe, der Sonnenscheindauer für die deutschen Bundesländer in den einzelnen Monaten, sowie in den meteorologischen Jahreszeiten und im gesamten Jahr zusammengestellt. Dabei ist jeweils der aktuelle Wert zusammen mit der Abweichung vom Wert der internationalen klimatologischen Referenzperiode 1961-90 angegeben.

Bei den Tagen mit klimatischen Besonderheiten spiegeln sich einige Charakteristika des Jahres wieder. Die Anzahl der Frosttage (Temperaturminimum unter 0°C) und der Eistage (Temperaturmaximum unter 0°C) ist deutlich unter den vieljährigen Mittelwerten. Der fast komplett ausgefallene Winter zeichnet sich hier ab. In den nordöstlichen Bundesländern wurden noch die meisten Eistage beobachtet. Dieser Landesteil geriet in der zweiten Januarhälfte unter Kaltlufteinfluss. Insgesamt wurden aber nur 60-70 % der sonst üblichen Eistage beobachtet. Der ausgefallene Winter ist auch an der geringen Anzahl von Schneedeckentagen zu erkennen. Hier wurden

weniger als 1/3 der sonst üblichen Anzahl von Schneedeckentagen registriert. Die meist kurzen, recht heißen Witterungsphasen führten zu überdurchschnittlich vielen Sommertagen (Temperaturmaximum mindestens 25°C) und heißen Tagen (Temperaturmaximum mindestens 30°C). Unwetter mit Hagel, die den heißen Witterungsphasen folgten, führten zu einer recht hohen Anzahl von Tagen mit Hagel.

Die Anzahl der Tage mit einer Niederschlagssumme von mindestens 10 mm lag meist um oder unter dem vieljährigen Mittelwert. Die Zahl der Tage mit einer Niederschlagssumme von mindestens 20 mm war in Sachsen-Anhalt und Thüringen deutlich über dem vieljährigen Mittel. Bei den Tagen mit mindestens 30 mm kommen neben Sachsen-Anhalt und Thüringen noch Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern dazu.

Land	Eistage (Maximum unter 0 °C)		Frosttage (Minimum unter 0 °C)		Sommertage (Maximum mind. 25 °C)		Heiße Tage (Maximum mind. 30 °C)		Tage mit mind. 10 mm Niederschlag		Tage mit mind. 20 mm Niederschlag		Tage mit mind. 30 mm Niederschlag		Tage mit Hagel (Mai-September)		Tage mit einer Schneedecke	
	2014 (Tage)	Proz. von 1961-90	2014 (Tage)	Proz. von 1961-90	2014 (Tage)	Proz. von 1961-90	2014 (Tage)	Proz. von 1961-90	2014 (Tage)	Proz. von 1961-90	2014 (Tage)	Proz. von 1961-90	2014 (Tage)	Proz. von 1961-90	2014 (Tage)	Proz. von 1961-90	2014 (Tage)	Proz. von 1961-90
Hamburg	13,6	66,7	43,3	61,5	33,8	159,3	3,9	128,5	14,3	78,1	3,1	98,7	1,0	154,1	0,0	0,0	7,5	24,4
Bremen	10,6	58,7	37,6	54,5	34,1	166,5	2,0	71,2	15,6	94,0	2,3	78,5	0,8	114,6	0,1	17,4	4,9	18,2
Berlin	18,0	74,3	40,7	50,3	47,7	132,6	14,3	203,2	8,3	70,6	1,3	54,1	0,2	32,3	0,0	1,0	15,4	41,2
Schleswig-Holstein	11,9	56,5	39,2	51,6	29,1	193,2	1,1	70,0	21,2	103,1	5,3	145,4	1,4	184,6	0,6	108,5	8,2	24,6
Niedersachsen	10,7	52,2	43,5	57,9	32,7	146,6	3,7	113,7	16,3	90,5	3,4	100,8	1,1	143,0	0,5	65,9	8,8	27,5
Nordrhein-Westfalen	3,4	19,6	36,0	51,1	29,8	118,9	3,8	94,3	22,4	94,0	5,2	101,6	1,6	128,6	1,7	214,3	6,3	20,4
Rheinland-Pfalz	3,5	16,2	40,5	48,0	31,3	108,1	6,0	119,8	21,8	98,2	4,8	100,5	1,1	85,5	0,9	115,4	10,1	27,1
Saarland	2,1	11,0	36,9	45,9	34,2	114,6	5,9	123,0	25,1	87,3	5,3	76,7	1,4	68,2	0,0	0,7	8,4	28,1
Baden-Württemberg	5,8	21,6	64,4	63,5	34,9	112,4	6,8	143,6	26,5	88,2	7,3	89,4	2,4	86,7	3,2	288,1	15,2	25,9
Hessen	5,6	22,0	56,0	62,4	33,0	119,1	5,5	123,9	21,6	101,0	5,2	113,5	1,6	123,9	2,3	305,5	9,1	20,8
Bayern	8,6	25,1	78,3	68,8	34,2	116,1	6,6	168,7	23,6	83,7	6,5	84,7	2,5	100,0	1,2	109,6	20,6	29,1
Mecklenburg-Vorpommern	17,3	65,8	47,7	58,0	30,9	156,6	3,2	122,3	13,0	102,3	2,9	125,9	1,0	178,3	1,3	185,4	15,0	37,3
Brandenburg	17,6	68,0	55,7	64,0	45,4	131,3	12,6	194,8	10,3	88,3	2,4	103,4	0,9	147,5	0,7	89,2	14,7	37,6
Sachsen-Anhalt	14,5	58,3	57,2	67,7	38,6	121,1	9,5	165,4	12,7	106,8	4,5	180,7	1,4	199,6	2,1	317,6	14,4	38,1
Sachsen	14,5	45,8	67,1	71,0	36,8	117,8	8,8	159,8	14,8	85,6	4,7	119,8	1,7	141,4	2,3	255,6	19,7	35,7
Thüringen	12,2	35,8	66,5	65,3	30,0	117,1	5,7	148,5	17,4	96,8	5,7	151,5	2,3	209,9	2,3	289,5	18,5	32,1
Deutschland	9,9	37,7	56,4	62,3	34,2	124,9	6,1	145,4	19,3	91,2	5,0	101,6	1,7	117,1	1,5	174,6	13,9	29,4

Tab. 1: Gebietsmittel der Anzahl der Tage mit klimatologischen Besonderheiten und Abweichung von der internationalen klimatologischen Referenzperiode in %

Land	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr																	
	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90	Abw. von 1961-90																	
Hamburg	1,8	1,3	5,3	4,1	7,3	3,4	10,9	3,4	12,8	0,4	16,0	0,3	20,5	3,5	16,5	-0,3	16,0	2,3	12,9	3,1	7,1	1,9	3,5	1,5	10,3	2,3	17,6	1,1	12,0	2,4	4,1	2,9	10,9	2,1
Bremen	2,6	1,7	5,5	4,1	7,3	3,4	11,4	3,8	12,8	0,4	15,8	0,3	20,3	3,5	16,5	-0,2	16,1	2,4	13,0	3,2	7,4	2,2	3,7	1,5	10,5	2,5	17,5	1,1	12,2	2,6	4,4	2,9	11,0	2,1
Berlin	0,6	1,0	5,1	4,5	7,8	3,8	11,9	3,5	13,6	0,0	17,2	0,1	21,5	3,2	17,6	-0,2	16,2	2,1	12,5	2,9	6,9	2,2	2,8	1,6	11,1	2,4	18,8	1,0	11,9	2,4	3,4	2,9	11,1	2,0
Schleswig-Holstein	1,8	1,5	4,9	4,2	6,5	3,4	9,8	3,2	12,4	0,9	15,4	0,4	19,9	3,6	16,2	0,0	15,6	2,4	12,7	3,2	7,2	2,2	3,5	1,7	9,6	2,5	17,2	1,4	11,8	2,6	3,9	3,0	10,5	2,2
Niedersachsen	2,5	1,9	5,4	4,3	7,2	3,3	11,2	3,7	12,7	0,4	15,6	0,2	19,9	3,2	16,1	-0,4	15,6	2,1	12,7	3,1	7,2	2,3	3,5	1,6	10,4	2,5	17,2	1,0	11,8	2,5	4,3	3,1	10,8	2,2
Nordrhein-Westfalen	4,3	3,2	5,6	3,8	7,9	3,4	11,6	3,4	12,5	0,1	15,7	0,3	19,2	2,3	15,8	-0,8	15,1	1,5	12,6	2,8	7,6	2,5	3,6	1,3	10,7	2,4	16,9	0,6	11,8	2,3	5,0	3,3	11,0	2,0
Rheinland-Pfalz	3,8	3,6	4,5	3,4	7,6	3,4	11,6	3,8	12,6	0,4	16,6	1,3	19,0	1,9	15,7	-0,9	14,9	1,4	12,0	2,8	6,7	2,6	2,9	1,6	10,6	2,5	17,1	0,8	11,2	2,3	4,0	3,1	10,7	2,1
Saarland	4,0	3,5	4,7	3,1	7,8	3,2	11,7	3,5	12,8	0,3	17,5	1,9	19,2	1,7	15,7	-1,2	15,3	1,6	12,3	2,9	7,0	2,6	3,1	1,6	10,8	2,4	17,5	0,8	11,6	2,4	4,2	3,0	10,9	2,0
Baden-Württemberg	2,8	3,5	3,8	3,3	6,7	3,1	10,5	3,1	12,2	0,3	16,9	1,8	18,1	1,0	15,7	-0,7	14,4	1,1	11,7	3,0	6,2	2,7	2,7	2,4	9,8	2,2	16,9	0,7	10,8	2,3	3,0	3,0	10,1	2,0
Hessen	3,0	3,4	4,3	3,7	7,1	3,3	11,2	3,7	12,3	0,2	15,8	0,6	19,1	2,2	15,5	-0,9	14,7	1,5	11,6	2,7	6,3	2,5	2,6	1,8	10,2	2,4	16,8	0,6	10,9	2,3	3,7	3,4	10,3	2,1
Bayern	1,6	3,5	3,0	3,6	6,3	3,4	10,0	3,0	11,9	0,2	16,3	1,4	18,3	1,7	15,5	-0,5	14,0	1,2	10,9	2,8	5,4	2,6	2,1	2,7	9,4	2,2	16,7	0,9	10,1	2,2	2,0	3,0	9,6	2,1
Mecklenburg-Vorpommern	0,2	0,8	4,4	4,4	6,5	3,7	9,9	3,2	12,5	0,6	15,6	0,2	20,1	3,3	16,6	0,0	15,4	2,1	12,1	2,8	6,8	2,3	2,6	1,5	9,7	2,6	17,4	1,1	11,4	2,4	3,1	2,9	10,2	2,0
Brandenburg	0,5	1,3	4,6	4,5	7,1	3,6	11,2	3,4	13,2	0,1	16,5	0,0	20,9	3,0	16,9	-0,5	15,7	1,9	12,1	2,8	6,6	2,2	2,6	1,7	10,5	2,4	18,1	0,8	11,5	2,3	3,0	2,9	10,7	2,0
Sachsen-Anhalt	1,3	1,6	4,9	4,5	7,2	3,5	11,4	3,6	12,9	0,1	16,2	0,1	20,3	2,7	16,6	-0,6	15,6	1,9	12,3	2,9	6,7	2,2	2,8	1,6	10,5	2,4	17,7	0,8	11,5	2,3	3,5	3,1	10,7	2,0
Sachsen	1,1	2,3	4,0	4,3	6,9	3,7	10,6	3,3	12,2	-0,1	16,0	0,4	19,6	2,4	16,3	-0,5	14,9	1,5	11,6	2,6	6,2	2,4	2,2	1,9	9,9	2,3	17,3	0,8	10,9	2,2	2,8	3,2	10,1	2,0
Thüringen	1,6	2,9	3,9	4,3	6,5	3,7	10,6	3,8	11,9	0,2	15,4	0,5	18,9	2,5	15,5	-0,5	14,4	1,6	11,3	2,9	5,7	2,4	1,9	1,9	9,6	2,5	16,6	0,8	10,5	2,3	2,9	3,5	9,8	2,2
Deutschland	2,1	2,6	4,3	3,9	6,9	3,4	10,8	3,4	12,4	0,3	16,1	0,7	19,3	2,4	16,0	-0,5	14,9	1,6	11,9	2,9	6,5	2,5	2,7	1,9	10,0	2,3	17,1	0,8	11,1	2,3	3,3	3,1	10,3	2,1

Tab. 2: Gebietsmittel der Temperatur in °C und Abweichung von der internationalen Referenzperiode in K

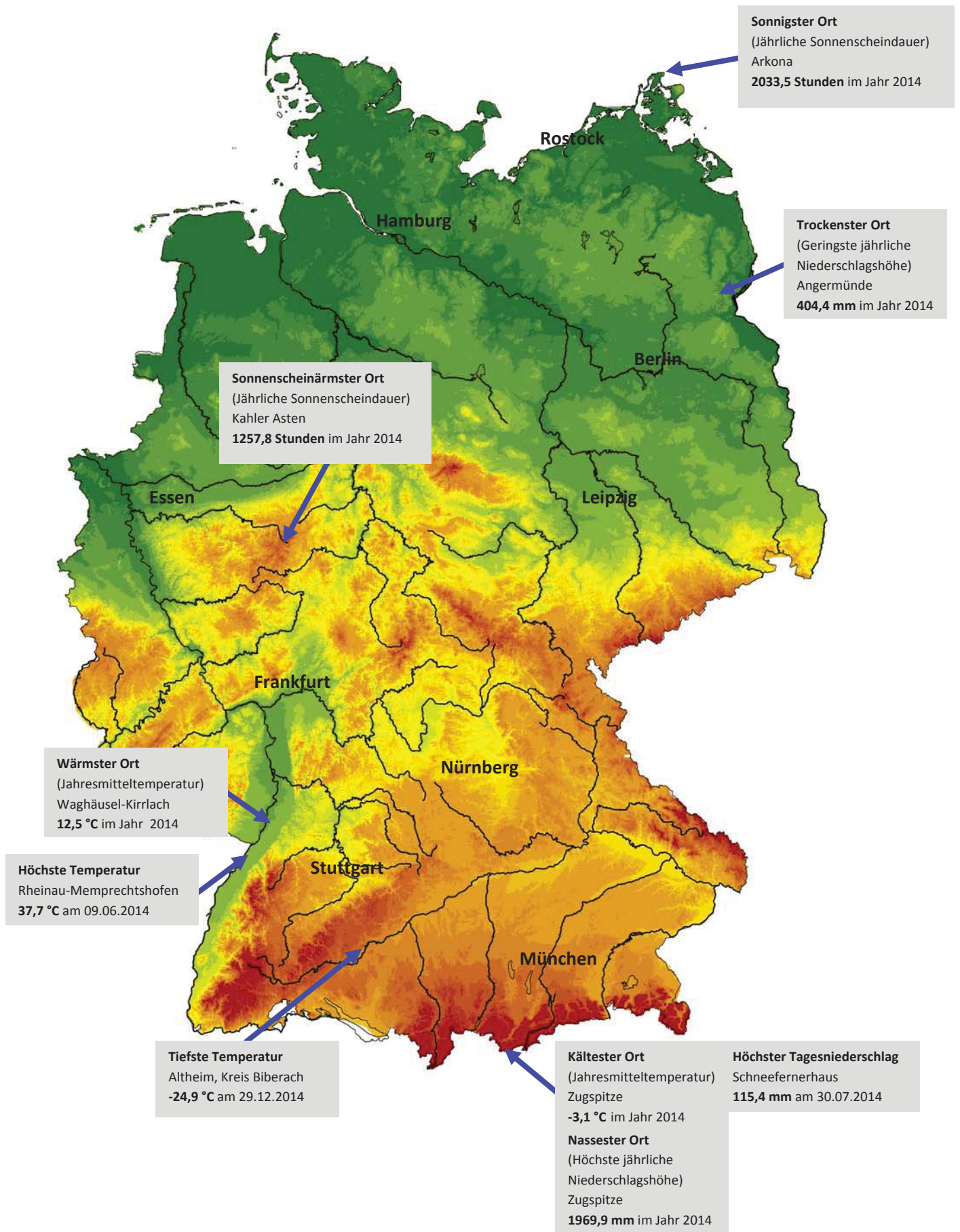
Land	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni		Juli		August		September		Oktober		November		Dezember		Frühling		Sommer		Herbst		Winter		Jahr	
	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90	2014	Proz. von 1961-90		
Hamburg	48,6	79,2	37,0	88,7	22,0	40,0	57,2	115,2	86,7	148,6	53,5	76,2	81,5	105,7	58,4	82,7	30,6	44,9	51,1	85,3	23,2	34,5	130,6	185,7	165,8	101,7	193,4	88,7	104,8	53,7	152,0	87,2	680,2	90,7
Bremen	40,5	68,2	34,7	86,5	27,2	53,5	51,8	108,1	101,6	169,8	56,1	76,7	89,8	119,5	58,2	82,3	22,9	37,3	52,1	89,3	21,1	32,1	89,2	139,5	180,6	113,9	204,1	93,2	96,1	51,8	126,8	77,0	645,3	88,8
Berlin	33,0	77,9	10,9	31,0	20,6	56,0	27,7	68,7	87,1	160,1	51,9	74,3	79,2	148,7	37,4	63,4	34,2	75,0	37,5	107,3	6,5	13,6	51,2	96,0	135,4	103,0	168,4	92,4	78,2	60,9	83,6	64,0	477,0	83,3
Schleswig-Holstein	64,4	100,2	43,5	104,6	24,8	47,1	61,1	124,6	79,2	148,2	48,4	70,2	69,0	86,2	109,7	150,0	47,8	63,4	64,0	87,4	24,8	29,8	168,8	230,4	165,1	106,4	227,1	102,2	136,6	59,0	179,6	99,8	805,3	102,2
Niedersachsen	43,5	70,2	32,1	72,6	19,0	34,7	50,8	97,7	100,6	164,2	63,5	83,1	101,3	139,3	72,2	102,6	30,4	50,6	58,1	104,5	22,6	34,0	88,8	126,9	170,4	101,4	237,0	108,0	111,2	61,1	128,9	72,7	683,1	91,6
Nordrhein-Westfalen	51,6	67,2	43,1	75,0	15,1	21,2	46,8	75,7	102,0	141,8	65,0	77,1	140,4	170,5	107,1	147,0	48,6	72,4	69,3	111,1	44,1	56,0	86,9	98,5	163,8	79,9	312,6	130,5	162,0	77,8	152,2	68,3	820,1	93,7
Rheinland-Pfalz	52,1	78,2	55,9	97,7	9,9	15,6	28,5	49,8	69,5	99,0	35,0	45,9	146,2	203,2	111,1	159,2	40,8	68,1	72,2	113,9	53,0	70,5	78,7	103,5	107,9	56,5	292,2	134,1	166,0	83,6	156,6	78,4	752,8	93,3
Saarland	73,2	85,2	92,4	128,9	10,7	13,5	15,1	23,7	76,4	96,8	32,0	39,8	139,8	193,8	101,2	138,5	34,8	50,1	92,0	120,0	70,6	74,3	98,4	100,0	102,2	46,1	273,0	121,0	197,3	81,8	228,0	89,4	836,5	88,6
Baden-Württemberg	55,1	73,5	56,5	83,3	17,5	24,9	49,9	64,3	73,2	76,6	47,4	44,3	191,6	211,3	115,6	122,5	69,6	99,6	70,4	104,0	59,1	72,2	69,5	84,5	140,6	57,8	354,6	121,5	199,1	90,7	164,4	73,4	875,4	89,3
Hessen	46,9	74,3	36,8	70,7	12,3	20,0	44,1	75,0	92,0	130,5	46,3	57,9	147,4	202,7	105,9	152,2	38,6	67,2	65,7	111,4	37,2	52,2	70,0	90,6	148,4	77,7	299,6	134,8	141,5	75,4	126,8	65,7	743,2	93,7
Bayern	47,9	72,1	25,1	43,3	26,5	42,5	42,4	60,6	108,9	120,5	44,5	39,8	147,6	145,7	123,1	121,6	75,3	104,2	82,2	133,8	31,9	45,5	66,0	87,4	177,9	79,9	315,3	100,3	189,5	93,0	94,6	47,3	821,6	87,3
Mecklenburg-Vorpommern	39,0	86,2	24,0	76,4	16,6	40,4	38,7	92,5	45,7	89,0	80,3	128,2	78,1	119,1	65,4	111,4	53,7	105,6	55,4	131,8	11,8	22,7	97,1	186,5	101,0	75,3	223,8	119,8	120,9	83,4	100,2	77,0	605,7	101,8
Brandenburg	32,9	81,6	13,8	42,4	18,3	50,3	32,6	79,7	83,0	154,5	53,5	83,1	85,8	159,7	70,5	120,2	41,2	92,2	43,5	118,3	7,0	15,5	47,6	95,5	133,9	102,2	209,8	118,7	91,7	72,4	79,3	64,5	529,7	95,1
Sachsen-Anhalt	30,4	78,6	14,8	44,5	9,4	23,7	33,2	76,7	90,6	174,6	49,8	79,3	106,0	203,1	73,0	123,7	49,1	118,1	40,5	113,7	10,0	23,3	43,8	93,9	133,2	98,7	228,8	131,5	99,5	82,9	77,5	65,0	550,5	100,5
Sachsen	28,6	58,6	9,2	21,6	27,0	57,8	33,4	58,2	111,8	167,4	35,0	45,8	105,7	153,5	80,5	104,4	81,1	147,1	49,4	104,7	10,9	20,8	51,1	84,9	172,1	100,7	221,2	99,5	141,4	91,4	67,7	44,5	623,5	89,1
Thüringen	31,9	62,6	22,8	51,5	12,5	24,1	38,6	66,2	84,3	128,1	34,7	44,3	136,3	217,8	105,4	152,2	65,4	128,3	52,1	109,2	20,1	35,7	64,2	101,1	135,4	76,9	276,3	131,4	137,6	88,8	87,0	54,6	668,1	95,4
Deutschland	44,9	73,9	32,1	65,0	18,6	32,9	42,4	72,8	90,4	127,2	51,4	60,7	126,6	163,2	97,2	125,9	54,5	89,1	63,7	114,1	29,7	44,8	75,5	107,6	151,4	81,5	275,2	115,0	148,0	80,7	118,2	65,4	727,1	92,2

Tab. 3: Gebietsmittel der Niederschlagshöhe in mm und Abweichung von der internationalen Referenzperiode in %

Land	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr																	
	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90	Proz. von 1961-90																	
Hamburg	31,5	81,3	92,0	143,7	164,4	163,2	107,6	186,6	87,5	207,9	96,3	260,0	129,1	195,4	97,2	169,7	122,3	95,9	99,3	58,4	118,8	26,5	84,4	519,3	110,4	663,4	107,3	324,0	113,9	150,4	112,5	1656,7	109,9	
Bremen	45,6	116,4	86,5	128,0	175,5	172,9	160,1	103,4	180,4	87,9	194,1	95,3	247,6	128,9	207,1	107,2	158,3	116,8	92,1	94,5	62,6	123,5	25,9	77,5	516,0	111,8	648,8	110,2	313,0	110,4	163,6	117,0	1635,8	110,9
Berlin	40,5	95,3	118,0	167,5	172,0	142,8	182,5	113,3	188,3	83,5	222,0	98,1	267,2	119,5	200,5	93,5	158,2	101,4	103,1	94,4	55,9	111,5	30,0	86,0	542,9	107,1	689,8	103,8	317,2	100,6	204,6	138,9	1738,3	106,3
Schleswig-Holstein	29,0	73,8	92,1	142,2	159,8	152,9	181,8	110,6	189,6	85,1	225,3	100,1	271,3	129,4	196,7	93,5	173,6	121,3	87,3	89,1	57,0	113,1	28,6	82,7	531,2	108,0	693,3	107,5	317,9	109,1	146,9	106,3	1692,2	108,0
Niedersachsen	45,2	118,0	84,4	128,0	167,2	163,6	157,8	104,2	178,4	88,5	194,7	97,4	235,1	122,8	186,6	97,4	144,0	106,8	94,4	95,8	63,4	130,1	22,6	71,9	503,3	110,6	616,4	105,7	301,8	107,0	167,8	124,0	1573,7	108,1
Nordrhein-Westfalen	62,6	150,4	78,5	108,5	186,2	180,4	146,6	99,2	166,8	87,9	195,6	106,5	219,8	117,3	159,2	87,2	128,0	94,8	100,2	93,8	72,4	137,8	20,5	55,4	499,5	113,3	574,5	103,8	300,6	102,1	194,2	128,7	1536,2	106,7
Rheinland-Pfalz	54,0	133,4	58,3	79,8	201,0	182,1	169,1	111,8	187,6	98,0	244,0	127,3	216,3	103,2	161,3	83,4	134,2	89,0	94,0	89,8	43,9	83,4	17,3	45,4	557,7	123,1	621,6	104,5	272,1	88,3	168,6	111,1	1581,0	104,9
Saarland	50,8	128,7	40,4	53,3	211,1	185,6	180,4	116,4	187,0	94,1	264,8	130,1	216,7	95,9	147,9	73,3	159,0	100,7	93,1	87,6	34,5	64,7	12,9	32,5	578,5	123,8	629,4	99,7	286,6	90,3	147,6	95,3	1598,7	101,8
Baden-Württemberg	56,2	115,3	85,0	111,5	207,2	177,1	170,8	113,3	185,7	98,2	270,1	134,0	190,1	83,1	165,1	80,1	138,0	83,1	112,2	96,1	63,0	102,4	23,2	52,2	563,7	123,4	625,4	98,3	313,3	91,0	224,7	132,6	1666,7	103,7
Hessen	46,1	128,9	59,8	86,6	183,7	172,1	152,6	100,6	180,0	92,9	226,0	117,9	228,3	111,8	161,8	85,2	106,7	75,0	89,3	89,8	43,6	100,8	16,2	51,0	516,3	114,2	616,1	105,2	239,7	84,1	155,6	114,1	1494,2	102,4
Bayern	46,5	93,7	92,9	119,4	200,1	168,2	165,4	107,7	167,9	86,8	268,2	134,3	209,7	94,8	160,7	79,5	122,7	76,5	95,3	80,8	60,6	106,6	22,9	52,4	533,4	114,4	638,7	102,5	278,6	83,1	212,3	124,2	1613,0	101,1
Mecklenburg-Vorpommern	35,4	86,6	101,8	151,2	160,4	141,3	191,9	114,8	194,9	82,7	228,7	96,8	276,4	124,2	202,5	93,3	182,8	118,4	89,3	85,2	47,3	90,3	24,7	67,6	547,2	106,0	707,6	104,7	319,4	102,5	170,4	118,3	1736,0	105,3
Brandenburg	41,9	95,8	115,8	164,8	166,4	138,7	184,9	113,7	192,5	85,8	223,9	99,4	262,4	117,5	204,9	96,2	154,8	99,4	104,9	95,8	55,4	109,8	26,1	72,0	543,8	107,3	691,2	104,5	315,1	99,9	205,0	136,9	1733,8	106,1
Sachsen-Anhalt	41,2	97,0	99,0	146,3	158,9	145,3	178,7	117,6	189,8	92,1	218,9	106,9	236,5	114,3	191,8	96,7	132,4	92,1	111,8	107,2	67,0	132,7	22,2	62,4	527,4	112,8	647,2	106,1	311,2	104,2	192,2	132,2	1648,3	108,3
Sachsen	47,9	96,7	109,9	156,4	167,5	152,6	175,2	117,2	182,8	91,0	227,0	113,1	234,1	111,6	181,1	91,1	121,8	82,4	119,4	101,3	71,7	133,8	23,9	58,3	525,5	114,2	642,2	105,4	312,8	98,0	226,4	140,9	1662,2	107,3
Thüringen	41,0	96,1	79,0	114,5	167,1	158,3	162,5	110,3	181,5	93,0	216,5	111,6	228,8	111,5	173,6	90,3	107,6	75,2	109,7	102,5	66,9	137,6	18,8	52,1	511,1	114,0	618,9	104,6	284,3	95,1	177,9	120,3	1553,2	104,5
Deutschland	46,9	107,5	88,4	123,7	181,5	163,2	168,0	109,3	180,4	89,5	232,2	114,2	228,9	108,6	176,0	88,2	136,4	91,2	99,8	92,0	60,0	113,7	22,4	58,9	529,9	113,6	637,1	103,8	296,2	95,3	191,3	125,1	1620,9	105,0

Tab. 4: Gebietsmittel der Sonnenscheindauer in Stunden und Abweichung von der internationalen Referenzperiode in %

Extremwertkarte



Das Strahlungsjahr 2014

W. Riecke

Das Strahlungsjahr 2014 erreicht im deutschlandweiten Flächenmittel 1075 kWh/m² und liegt um knapp 2 % über dem vieljährigen Mittel 1981-2010 von 1055 kWh/m². Es reiht sich so nach einer kurzen Unterbrechung in 2013, wieder in die Folge der Jahre mit positiven Abweichungen seit 2003 ein.

Das solare Strahlungsangebot bewegt sich 2014 in Deutschland zwischen 936 kWh/m² über dem nördlichen Mittelgebirgsraum und um 1200 kWh/m² im Voralpenbereich und in der südlichen Rheinebene. In der Südhälfte Deutschlands überwiegen Globalstrahlungswerte oberhalb von 1050 kWh/m². An der Nord- und Ostseeküste sowie im Osten des Bundesgebietes werden gebietsweise nochmals ähnlich hohe Werte angetroffen. Im westdeutschen Flachland, in weiten Teilen Niedersachsens und Schleswig-Holsteins sowie dem südlichen Mecklenburg-Vorpommern und nördlichen Brandenburg beträgt das Energieangebot verbreitet 1000-1050 kWh/m². Diese

vergleichsweise geringeren Werte bedeuten für die Landstriche häufig bereits ein Plus an Einstrahlung gegenüber dem aus 1981-2010 gemittelten Erwartungswert. Die stärksten positiven Abweichungen sind mit +6 % und mehr über der Nordhälfte Deutschlands zu beobachten. Dem stehen -4 % und weniger in Teilen Süddeutschlands und der Region Eifel gegenüber.

Im deutschlandweiten Mittel liegt die Globalstrahlung 2014 in den Monaten Februar, März und April über dem jeweiligen vieljährigen monatlichen Durchschnittswert, ebenso wie Juni und Juli sowie November. Der März weist dabei mit +25 % die höchste positive Abweichung auf. In den anderen Monaten liegen die negativen Abweichungen zwischen -3 bis -6 %. Der Dezember erreicht dagegen lediglich 76 % seines Sollwertes.

Jahressummen 2014

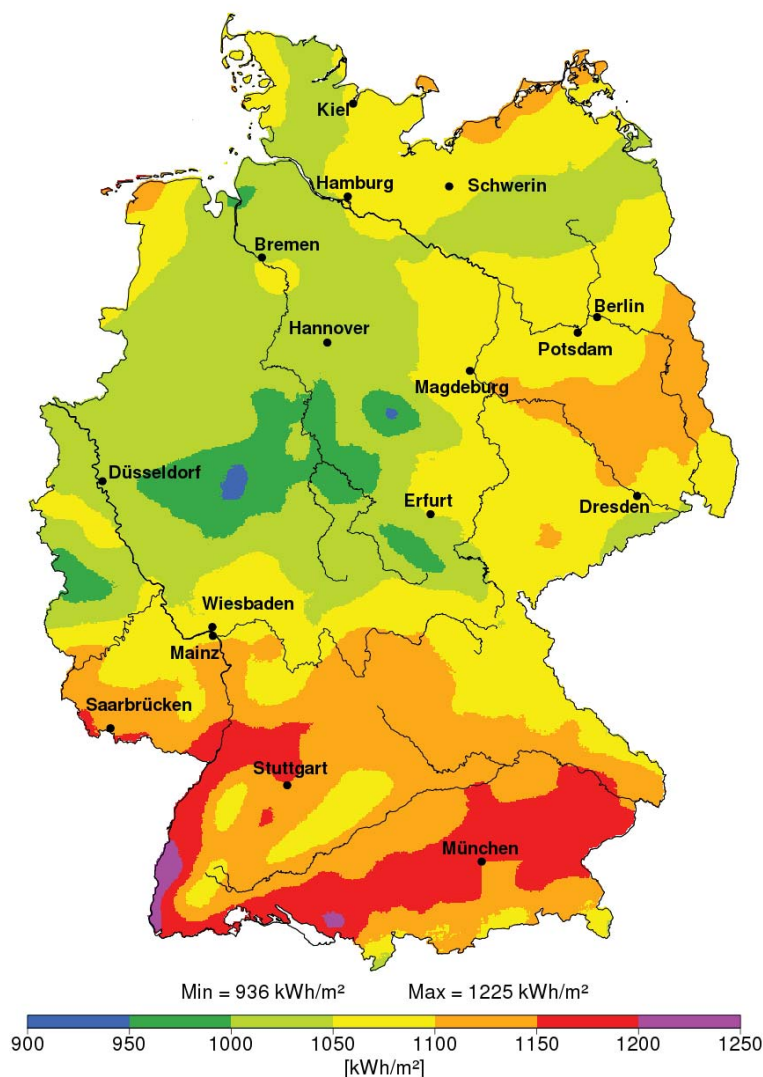


Abb. 1: Globalstrahlungskarte 2014

Die Witterung in den deutschen Küstengebieten 2014

C. Lefebvre

Deutschlandweit lag die Jahresmitteltemperatur mit 10,3°C um +2,1 K über dem Mittelwert von 1961-1990 und repräsentiert damit auch gut die Verhältnisse im deutschen Küstenraum. Hier bewegten sich die Jahresmittel mit Werten zwischen 10 und 11,5°C um +2 bis +2,4 K über den Vergleichswerten. Anders als im Binnenland, wo der August verbreitet etwas zu kühl war, fielen hier alle Monate im Jahresverlauf zu warm aus. Der wärmste Monat war der Juli, der zugleich überdurchschnittlich sonnig und gebietsweise zu trocken war. Die Julitemperaturen überschritten mit 19 bis 20,6°C die vieljährigen Bezugswerte um rund +3 bis +4 K. Ungewöhnlich mild fiel auch der Februar aus, der um +3 bis +5 K zu warm war (vgl. Abb.1). Aber auch der Januar trug mit Anomalien bis +2 K zu dem milden Winter 2013/2014 bei.

Die Milde der Wintermonate und die sommerliche Wärme spiegeln sich gut in der geringen Anzahl von Frosttagen (Tagesminimum unter 0°C) und einer überdurchschnittlichen Anzahl an Sommertagen (Tagesmaximum mindestens 25°C) wider. Verbreitet wurden rund 20 bis 30 Frosttage verzeichnet, östlich von Rügen 40 bis 50, auf Helgoland 11. Das waren 25 bis 40 Tage weniger als im Mittel und die Zahl der Eistage (Tagesmaximum unter 0°C) blieb mit 4 bis 18 um 5 bis 11 unter dem Durchschnitt. Die Anzahl der Sommertage lag an den Küsten bei 20 bis 30, auf den Inseln zwischen 5 und 15 und war damit um bis zu 18 Tage höher als üblich. Die Anzahl heißer Tage (Tagesmaximum mindestens 30°C) befand sich mit bis zu 3 Tagen im Bereich der Mittelwerte.

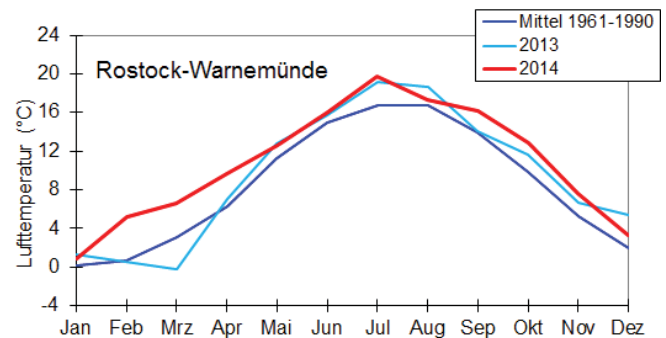
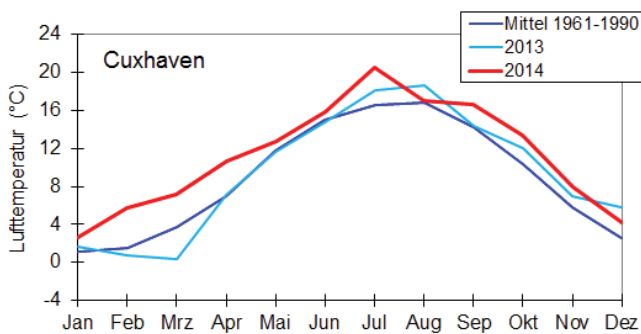


Abb. 1: Jahresgang der Lufttemperatur in Cuxhaven und Rostock-Warnemünde

Der Jahresniederschlag bewegte sich fast durchweg im Bereich der Durchschnittswerte. An der Ostsee fielen zwischen 550 und 750 mm, an der Nordsee meist zwischen 680 und 860 mm. Damit wurden die Mittelwerte um bis zu 10 % unter- bzw. überschritten. Mit 620 bis 630 mm gab es in Bereichen der südlichen Nordsee auch Niederschlagsdefizite bis zu 20 %.

Im Jahresverlauf waren März und November ungewöhnlich niederschlagsarm. Meist fielen nur 40 bis 60 % der Monatsmittel (vgl. Abb. 2). Dagegen brachte der August, der in der 2. Monatshälfte einen herbstlichen Charakter aufwies, ungewöhnlich viel Regen. An der Nordsee gab es verbreitet 100 bis 190 mm und damit das 2-3-fache der Monatsmittel, an der Ostsee gebietsweise 90 bis 135 mm und damit rund das Doppelte der Vergleichswerte. Ebenfalls deutlich zu nass war der Dezember mit meist 100 bis 150 mm, was ebenfalls rund dem Doppelten der Dezembermittel entspricht.

Die Zahl der Tage mit mindestens 1 mm Niederschlag war an der Nordsee mit 120 bis 130 um bis zu 11 Tage höher als im Mittel. An der westlichen Ostsee zeigte sich keine einheitliche Tendenz. Von Rügen an ostwärts fielen an 99 bis 115 Tagen Niederschläge von 1 mm und mehr, was im Bereich der Mittelwerte liegt. Auch die Zahl der Tage mit Starkniederschlag (10 mm und mehr) bewegte sich um die Mittelwerte. Die Zahl der Tage mit einer geschlossenen Schneedecke war sehr gering. Sie erreichte bis zu 10 Tage an der Nordsee und bis zu 20 an der Ostsee. Die Schneedecken waren meist nur wenige Zentimeter dick. Die höchsten erreichten ca. 10 cm, auf Norderney im Januar 15 cm. Sie tauten meist rasch wieder ab.

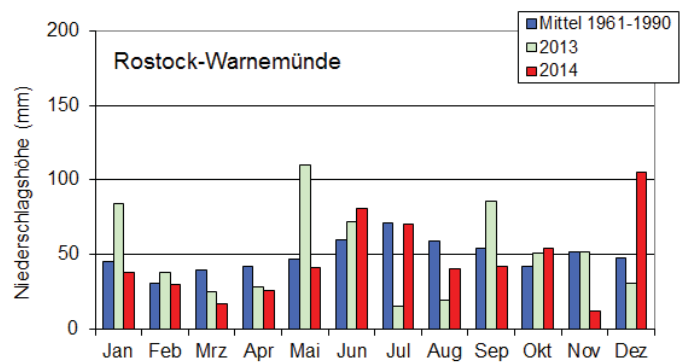
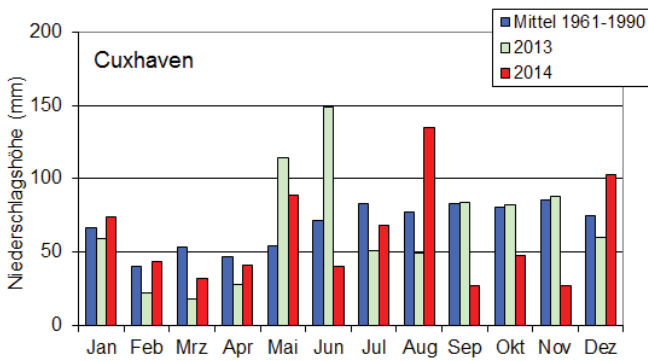


Abb. 2: Jahresgang der Niederschlagshöhe in Cuxhaven und Rostock-Warnemünde

Die Sonne schien im Gebietsmittel für Deutschland an 1621 Stunden und damit 34 Stunden (=2 %) länger als im Durchschnitt. Mit mehr als 1900 Sonnenstunden war es entlang der vorpommerschen Küste von Rostock bis Rügen am sonnigsten, wobei am Kap Arkona mit 2031 Stunden die höchste Sonnenscheindauer des Bundesgebietes gemessen wurde. Im Jahresverlauf fiel der März mit Abweichungen von 30 bis 70 % vom vieljährigen Mittel ungewöhnlich sonnenscheinreich aus.

Am häufigsten schien die Sonne aber im Juli, zwischen 244 Stunden am Jadebusen und 339 Stunden am Kap Arkona. Damit war die Sonnenscheindauer in diesem Monat um 20 bis 30 % länger als gewöhnlich (vgl. Abb. 3). Auch im Vorjahr verzeichneten diese beiden Monate schon deutlich mehr Sonnenstunden als gewöhnlich.

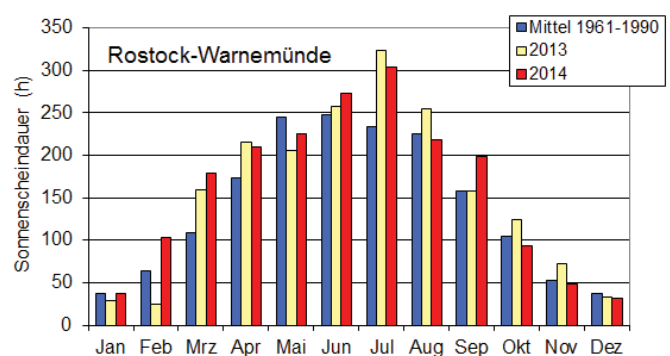
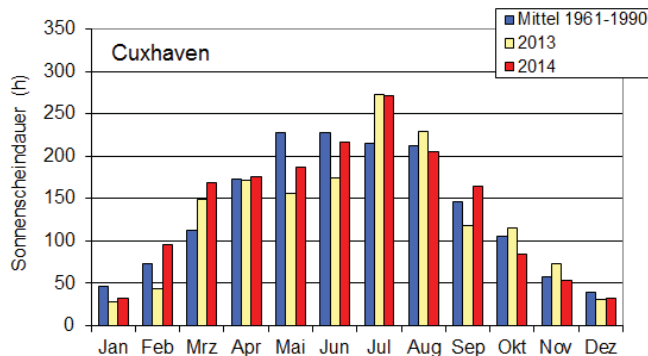


Abb. 3: Jahresgang der Sonnenscheindauer in Cuxhaven und Rostock-Warnemünde

Anders als im Vorjahr gab es 2014 keine Sturmtiefs, die im Insel- und Küstenbereich Winde von Orkanstärke auslösten. Die höchsten Spitzenböen erreichten an exponierten Standorten Windgeschwindigkeiten, die Bft 11 entsprachen. Ansonsten wurden stürmische Böen bis Bft 10. registriert. Sehr windig war es insbesondere vom 9. bis 12. Januar und vom 7. bis 16. Februar, als gleich mehrere Sturmtiefs hintereinander die Küstengebiete mit ihren Ausläufern überquerten. Am 21./22. Oktober sorgte Ex-GONZALO für Sturm mit Böen bis um 100 km/h an der Nordsee und löste hier eine Sturmflut aus. Er hatte eine ungewöhnlich lange Zugbahn. Zunächst war er als tropischer Wirbelsturm am 13. Oktober über die Bahamas gezogen. Als Hurrikan der Kategorie 4 hatte er Windspitzen bis 230 km/h erreicht, Starkregen mit bis zu 150 mm in 24 Stunden ausgelöst und hohe Wellen von 11-12 m erzeugt. Weiträumige Schäden durch Orkanwinde und Überflutungen waren hier die Folge. Dann hatte er sich über dem Nordatlantik in einen außertropischen Sturm

verwandelt und war bis nach Südosteuropa gezogen, wo er sich auflöste. Eine ausführliche Analyse bieten Feser et al., 2015.

Die Gewässer waren ungewöhnlich warm. Wie das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) in seiner Pressemitteilung vom 14.01.2015 (http://www.bsh.de/de/Das_BSH/Presse/Pressearchiv/Pressemitteilungen2015/Pressemitteilung02-2015.pdf) bekannt gab, lag die von ihm erhobene Wasseroberflächentemperatur der Nordsee mit 11,4 °C im Jahresdurchschnitt um +1,5 K über dem vieljährigen Mittel und war damit die höchste seit Beginn der regelmäßigen offiziellen Aufzeichnungen im Jahr 1969 (Abb. 4).

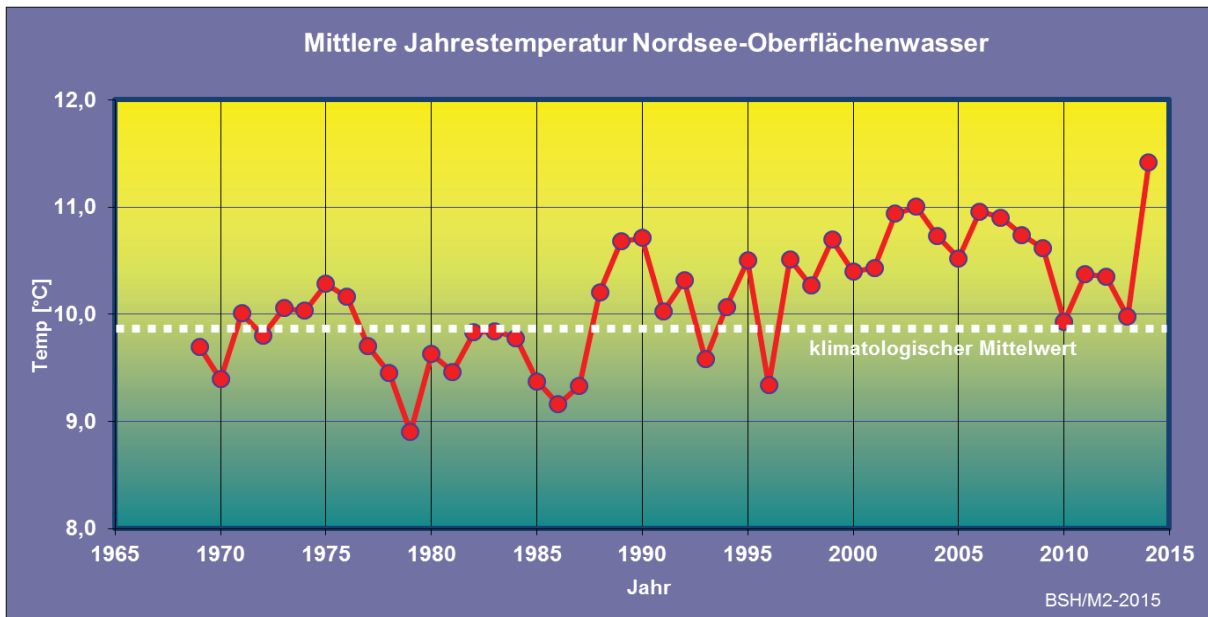


Abb. 4: Mittlere jährliche Wasseroberflächentemperatur der Nordsee, 1969-2014 (Quelle: BSH)

Der Jahresgang der Wasseroberflächentemperatur in der westlichen Ostsee in Abb. 5 zeigt fast durchweg überdurchschnittliche Werte. Lediglich ein Kälteeinbruch Ende Januar und die geradezu herbstlich anmutende Witterung in der 2. Augusthälfte ließ die Temperaturen kurzzeitig unter die vieljährigen Mittelwerte absinken. Die Monatsmittelwerte lagen durchweg über dem Durchschnitt, wobei die westliche Ostsee in der Zeit von April bis Juli und im November um mehr als +3 K zu warm war. Frostige Witterung führte ab dem 23. Januar zur Eisbildung zunächst in den Boddengewässern, ab dem 27. auch an der nordfriesischen Küste. Es erreichte aber meist nur eine Dicke von 5 bis 20 cm und nahm nach dem 5. Februar ab. Am 10. Februar waren die Küsten der

Nordsee und westlichen Ostsee wieder eisfrei. Kurz nach Monatsmitte war dann das Eis auf den Boddengewässern südlich von Darß und Zingst und um Rügen meist abgetaut und am Monatsende dann auch auf dem Greifswalder Bodden und im Kleinen Haff. Erst im Dezember kam es dann wieder in einigen kleineren Häfen und geschützt liegenden Buchten entlang der vorpommerschen Küste zu vorübergehender Eisbildung.

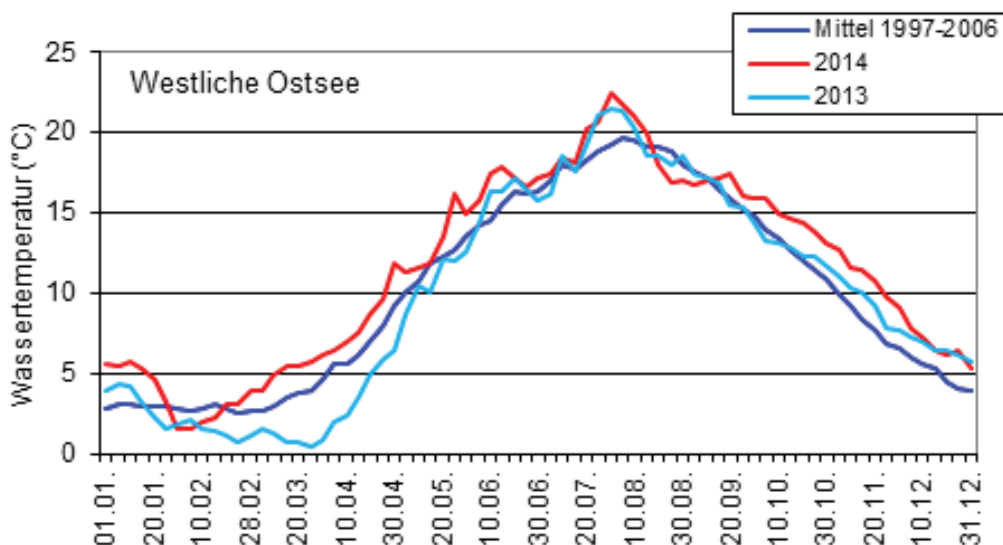


Abb. 5: Jahresgang der Wasseroberflächentemperatur

Die monatlichen Windverteilungen zeigten teilweise deutlich Unterschiede zu den mittleren Verteilungen. Besonders groß waren die Abweichungen im Februar und Juli. Im Februar überwog der Zustrom milder Luftmassen mit südlichen Winden. Winde aus Südwest bis Südost wehten zu gut 90 % der Zeit und damit mehr als doppelt so oft wie im vieljährigen Mittel. Im ebenfalls sehr warmen Juli war dagegen der Anteil von Nordost- und Ostwinden, die zu 50-60 % der Zeit registriert wurden, etwa doppelt so hoch wie gewöhnlich (vgl. Abb. 6).

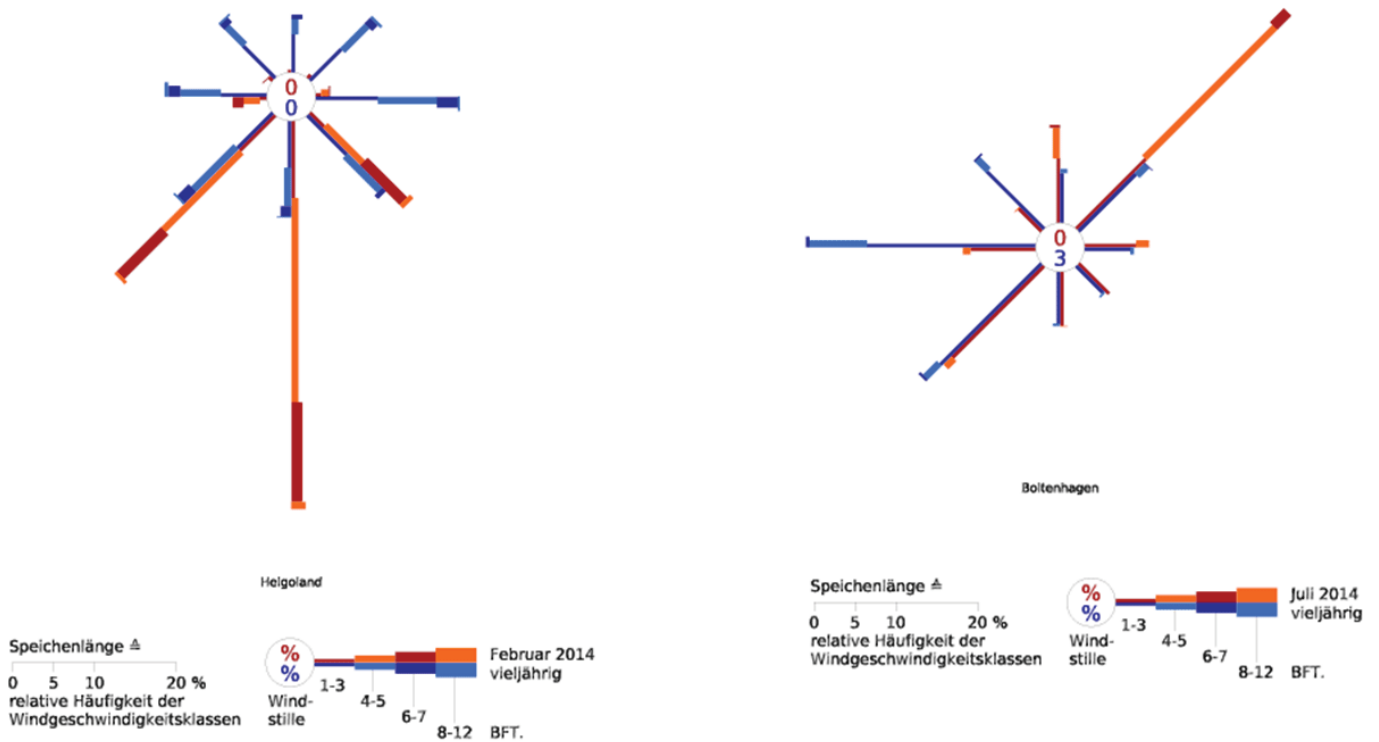


Abb. 6: Windverteilungen an den Stationen Helgoland im Februar und Boltenhagen im Juli 2014 (orange) wie auch im Monatsmittel (CL/CR: Prozentualer Anteil der Windstillen vieljährig und 2014)

Literatur:

Feser F, Barcikowska M, Haeseler S, Lefebvre C, Schubert-Frisius M, Stendel M, von Storch H, Zahn M, 2015: Hurricane Gonzalo and its Extratropical Transition to a Strong European Storm. Bull. Amer. Soc., 96 (12), S51-S55.

Objektive Wetterlagenklassen 2014

K. Zimmermann

Beschreibung der objektiven Wetterlagenklassifikation

Die objektive Wetterlagenklassifikation des DWD beruht auf numerischen Kriterien, die auf jede meteorologische Situation über Mitteleuropa angewendet werden können. Die Klassifizierung wird einmal täglich um 12 UTC durchgeführt und das Ergebnis als die Wetterlage betrachtet, die für den ganzen Tag gültig ist. Das räumliche Klassifizierungsgebiet überdeckt Deutschland und benachbarte Regionen. Die Datengrundlage liefert das operationelle Wetteranalyse- und Vorhersagesystem des DWD. Bis 21.11.1999 wurde das Europa-Modell (EM) des DWD zugrunde gelegt, seit 22.11.1999 das neue operationelle erweiterte Globalmodell (GME), das über eine vergleichbare räumliche Auflösung wie das EM verfügt; die Modellgitterpunkte sind lediglich anders strukturiert. Ein merklicher Datensprung aufgrund des Modellwechsels wurde bisher nicht festgestellt.

Kriterien für die Einteilung der Wetterlagenklassen sind die Zirkulationsformen der Atmosphäre (Zyklonalität) in 950 und 500 hPa, die großräumige Anströmrichtung in 700 hPa und der Feuchtegehalt der Troposphäre. Dadurch ergeben sich 40 verschiedene Wetterlagenklassen. Die Methode ist jederzeit nachvollziehbar mit dem gleichen Ergebnis. Es gibt keine unbestimmten Fälle. Aus diesen Gründen wird der Anspruch auf die Bezeichnung „**Objektive** Wetterlagenklassifikation“ abgeleitet. Das Verfahren wird seit dem 01.07.1979 angewendet, so dass inzwischen eine über 30jährige Zeitreihe täglicher Wetterlagenklassen vorliegt.

Die Klasseneinteilung erfolgt nach folgendem Schema:

Jede Wetterlagenklasse wird mit einer fünfstelligen Buchstabenkennung abgekürzt, und zwar in folgender Anordnung:

aa z950 z500 f	mit:
aa	=: Anströmrichtung: XX = keine vorherrschende Richtung, NO = Nordost, SO = Südost, SW = Südwest, NW = Nordwest;
z950 z500	=: Zyklonalität in 950 bzw. 500 hPa: Z = zyklonal, A = antizyklonal;
f	=: Feuchte F = feucht, T = trocken.

Beispiel:

NOAZT = Nordost, antizyklonal in 950 hPa, zyklonal in 500 hPa, trocken.

Häufigkeit der Wetterlagenklassen 2014

Folgende Wetterlagen sind im Jahr 2014 aufgetreten (in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit):

Rang	Wetterlage	Anzahl	in %	Rang	Wetterlage	Anzahl	in %
1	SWZAF	35	9,59	18	SOZZF	8	2,19
2	SWAAF	31	8,49	19	NOAZT	5	1,37
3	NWAZT	28	7,67	20	XXZAT	5	1,37
4	SWZZF	24	6,58	21	XXZZT	5	1,37
5	NWAAT	22	6,03	22	SOAAT	4	1,10
6	SWAZF	20	5,48	23	NWZZF	4	1,10
7	XXAAT	19	5,21	24	NOAAF	3	0,82
8	NWAAF	18	4,93	25	NWAZF	3	0,82
9	SWAZT	18	4,93	26	SOZZT	3	0,82
10	XXAAF	16	4,38	27	SWZZT	3	0,82
11	XXZZF	15	4,11	28	NWZZT	3	0,82
12	XXAZT	11	3,01	29	NOZZF	3	0,82
13	SWZAT	11	3,01	30	SOAAF	2	0,55
14	XXZAF	11	3,01	31	NWZAF	2	0,55
15	SOZAF	11	3,01	32	SOAZT	1	0,27
16	SWAAT	10	2,74	33	NOAZF	1	0,27
17	NOAAT	9	2,47	34	SOZAT	1	0,27

Die Wetterlagenklassen XXAZF, SOAZF, NOZAT, NWZAT, NOZAF und NOZZT sind im Jahr 2014 nicht vorgekommen.

Besonders häufig traten in diesem Jahr die Südwestlagen mit einer antizyklonalen Höhenströmung auf, wobei die Wetterlage SWZAF 2014 deutlich häufiger beobachtet wurde als im Referenzzeitraum 1981-2010. Recht häufig vertreten waren auch Nordwest- und Südwestlagen mit einer zyklonalen Höhenströmung, gefolgt von den bodennah antizyklonalen Wetterlagen NWAAT, SWAZF, XXAAT, NWAAF und SWAZT. Allerdings waren die beiden Nordwestlagen nicht so oft wie in der Referenzperiode 1981-2010 vertreten, wohingegen die Wetterlage SWAZF 2014 deutlich häufiger registriert wurde als im Zeitraum 1981-2010. Die 9 Wetterlagen stellten zusammen 59 % aller Lagen dar.

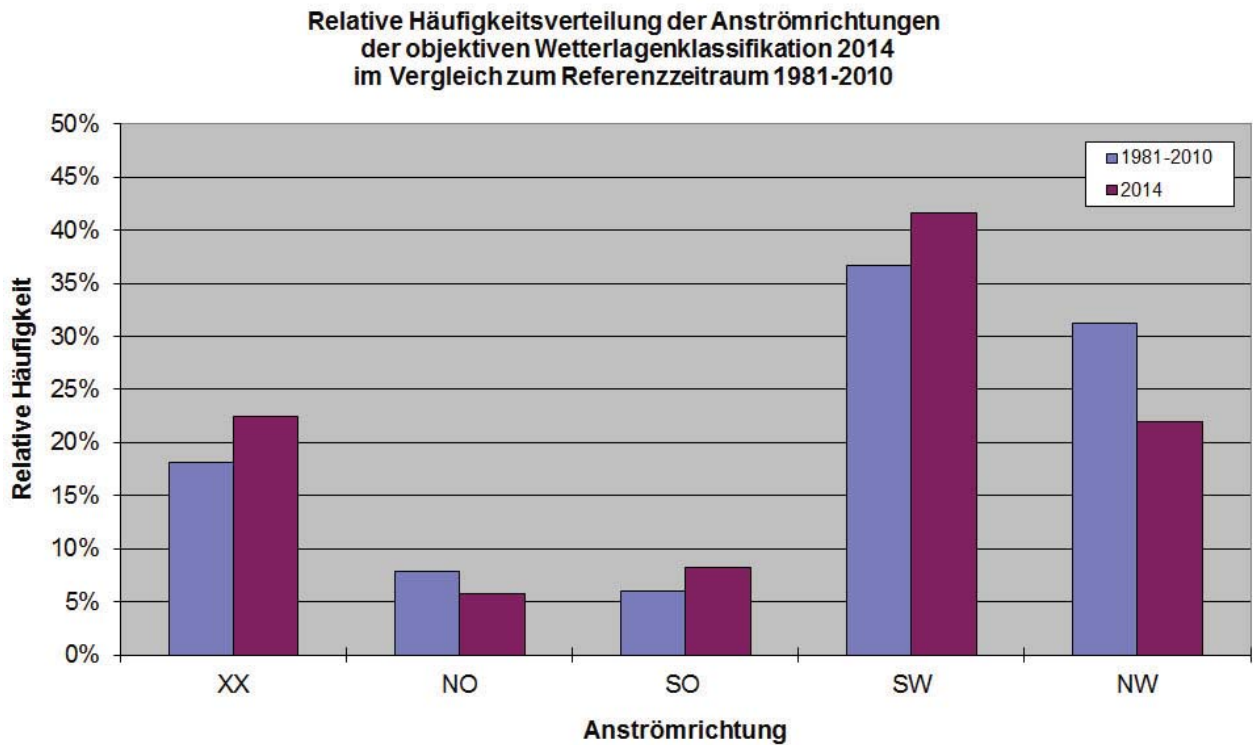


Abb. 2: Relative Häufigkeitsverteilung der Anströmrichtungen der objektiven Wetterlagenklassifikation 2014 im Vergleich zum 30-jährigen Zeitraum 1981-2010

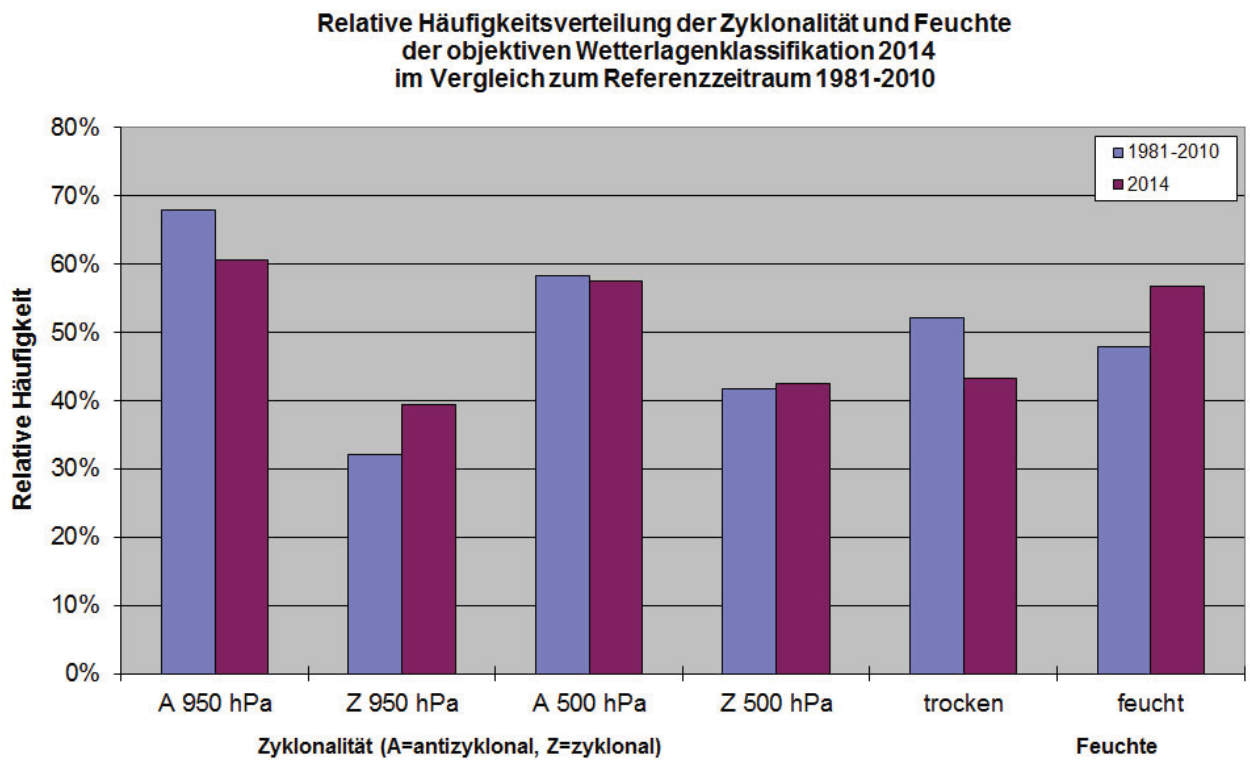


Abb. 3: Relative Häufigkeitsverteilung der Zyklonalitäts- und Feuchteklassen der objektiven Wetterlagenklassifikation 2014 im Vergleich zum 30-jährigen Zeitraum 1981-2010

Jahresverlauf der Wetterlagen und Zusammenhang mit Temperatur/Niederschlag

WLK/Monat	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
XX	7	1	9	11	6	7	12	0	4	9	11	5	82
NO	0	0	2	1	5	3	4	0	3	1	0	2	21
SO	2	2	4	6	1	0	1	0	6	2	4	2	30
SW	19	24	7	4	15	10	7	23	9	14	12	8	152
NW	3	1	9	8	4	10	7	8	8	5	3	14	80
A 950 hPa	16	14	23	17	20	23	18	24	13	19	12	22	221
Z 950 hPa	15	14	8	13	11	7	13	7	17	12	18	9	144
A 500 hPa	17	15	25	22	16	17	16	8	11	26	20	17	210
Z 500 hPa	14	13	6	8	15	13	15	23	19	5	10	14	155
trocken	12	12	24	7	15	20	11	17	10	9	5	16	158
feucht	19	16	7	23	16	10	20	14	20	22	25	15	207
Temperatur	2,6	3,9	3,4	3,4	0,3	0,7	2,3	-0,5	1,6	2,9	2,5	1,9	2,1
Niederschlag	74	65	33	73	127	61	163	126	89	114	48	109	92

Tab. 1: Monatliche Häufigkeiten (in Tagen) für die Anströmrichtungen (XX, NO, SO, SW, NW), die Zyklonalität (A=antizyklonal, Z=zyklonal) in 950 und 500 hPa und die Feuchteklassen (feucht und trocken) im Jahr 2014. Zum Vergleich die Deutschlandflächenmittel-Anomalien der Monatsmitteltemperatur (positive Zahlen: warm, negative: kalt) und die monatliche Niederschlagssumme (in %) als Prozentsatz des Klimamittels 1961-1990.

- Anströmrichtung

Südwestlagen waren in den Monaten Januar, Februar, Mai, August, Oktober und November die vorherrschenden Wetterlagen, wobei sie besonders häufig im Januar, Februar und August auftraten. Relativ selten wurden sie nur im April beobachtet. Nordwestlagen dominierten nur im Dezember das Wettergeschehen, wurden allerdings auch im März und Juni noch recht oft registriert. Die Häufigkeit der Lagen mit Ostkomponente war insgesamt sehr gering. Im August gab es keinen Tag mit Ostlage und im Januar und Februar traten lediglich an 2 Tagen Südostlagen auf. Lagen mit uneinheitlicher Anströmrichtung waren im Jahr 2014 mit mehr als 10 Tagen nur im April, Juli und November vertreten.

- Zyklonalität

In 950 hPa wurden antizyklonale Lagen nur im Februar und November nicht häufiger als zyklonale Lagen beobachtet. Besonders deutlich dominierten sie im März, Juni, August und Dezember. In 500 hPa waren die antizyklonalen Lagen nur im August und September nicht vorherrschend.

- Feuchte

Im Jahr 2014 wurden mehr feuchte als trockene Wetterlagen beobachtet. Trockene Wetterlagen dominierten in den Monaten April, Juni, August und Dezember, wobei das Verhältnis zwischen trockenen und feuchten Lagen fast ausgeglichen war.

- Temperatur

Die Jahresmitteltemperatur für 2014 lag 2,1 Grad über dem Mittel der internationalen klimatologischen Referenzperiode 1961-1990. Nur im August wurden unterdurchschnittliche Mitteltemperaturen registriert.

- Niederschlag

Im Jahr 2014 waren 5 Monate niederschlagsreicher und 7 Monate trockener als im Zeitraum 1961-1990, so dass 2014 nur 92% der Niederschlagsmenge der internationalen klimatologischen Referenzperiode erreicht wurden. Ein klarer Zusammenhang zwischen diesen Witterungsanomalien und den vorherrschenden Wetterlagen lässt sich nur in Einzelfällen feststellen, da Zyklonalität, Anströmrichtung und Feuchte oft gegensätzliche Tendenzen hervorbringen.

Langzeittrends 1980-2014

Bei der Anströmrichtung (Abb. 4) wurden die Trends hinsichtlich der Zunahme von Südwestlagen und Lagen ohne vorherrschende Anströmrichtung bestätigt.

Bei den Feuchteklassen (Abb. 5) ist eine leichte Tendenz zu einer Zunahme von feuchten Wetterlagen erkennbar.

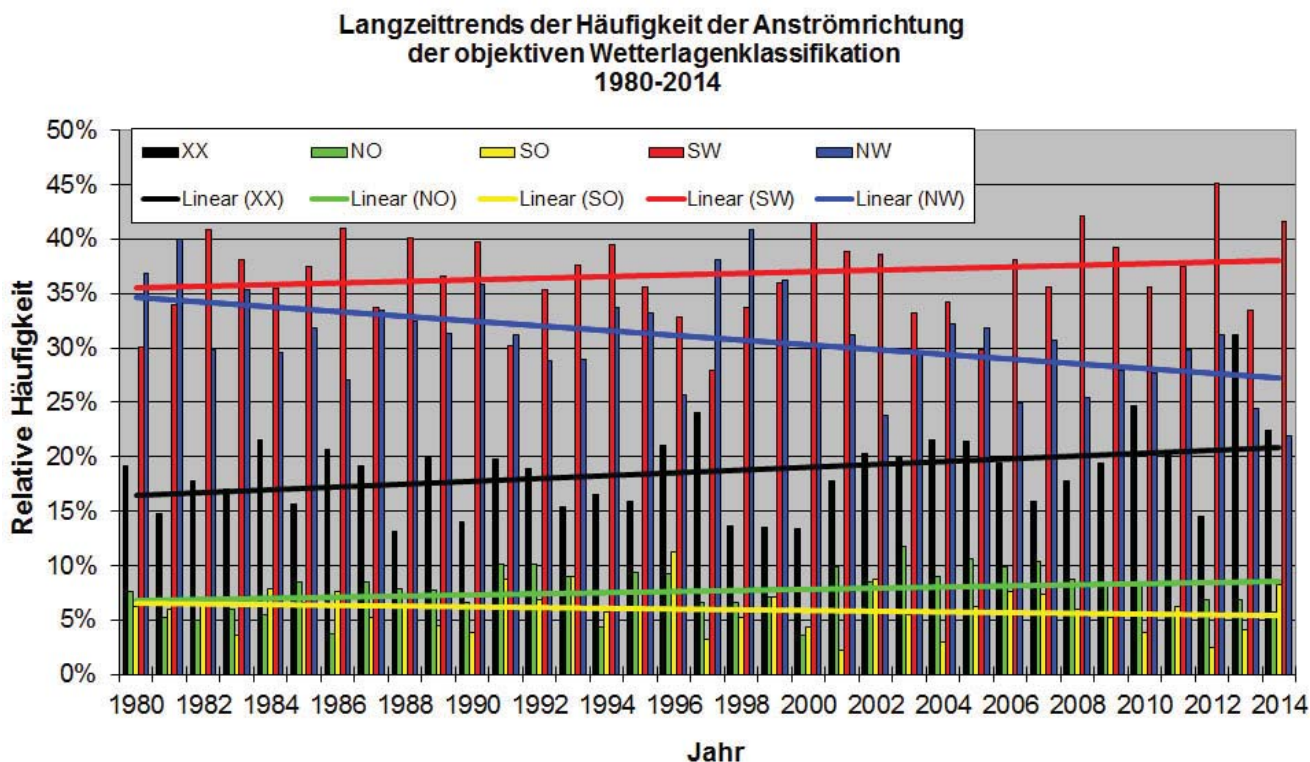


Abb. 4: Langzeittrends der Häufigkeit der Anströmrichtungen der objektiven Wetterlagenklassifikation 1980-2014

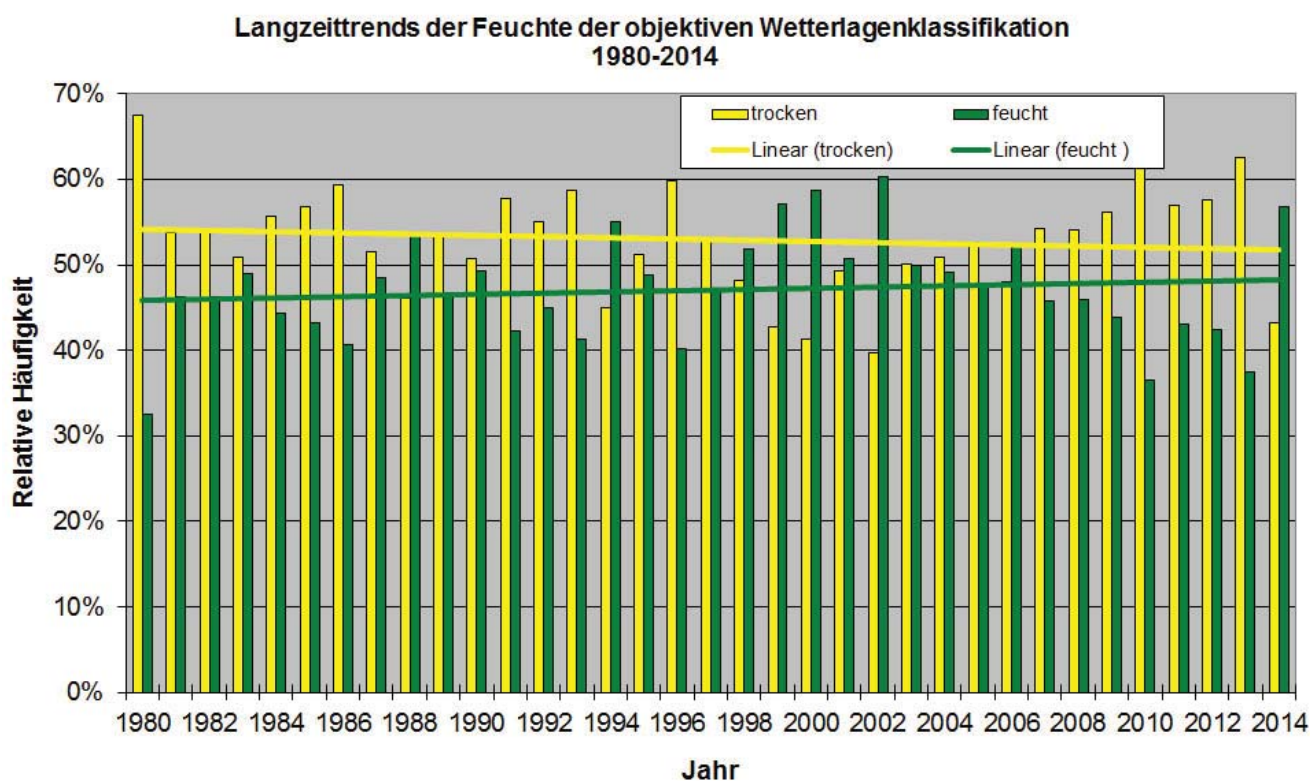


Abb. 5: Langzeittrends der Häufigkeit der Feuchteklassen der objektiven Wetterlagenklassifikation 1980-2014

Bei der Zyklonalität (Abb. 6 und 7) sind weder in 500 hPa noch in 950 hPa langfristige Tendenzen feststellbar.

Langzeittrends der Häufigkeit der Zyklonalität in 500 hPa der objektiven Wetterlagenklassifikation 1980-2014

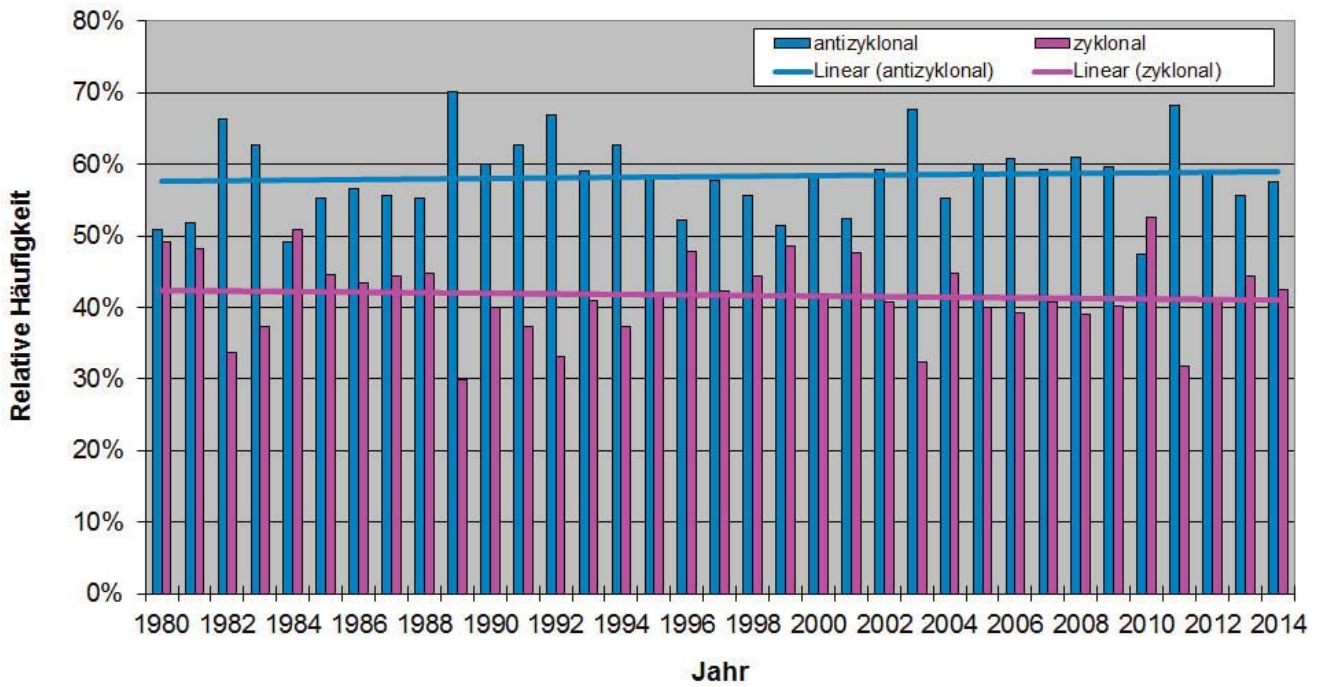


Abb. 6: Langzeittrends der Häufigkeit der Zyklonalität in 500 hPa der objektiven Wetterlagenklassifikation 1980-2014

Langzeittrends der Häufigkeit der Zyklonalität in 950 hPa der objektiven Wetterlagenklassifikation 1980-2014

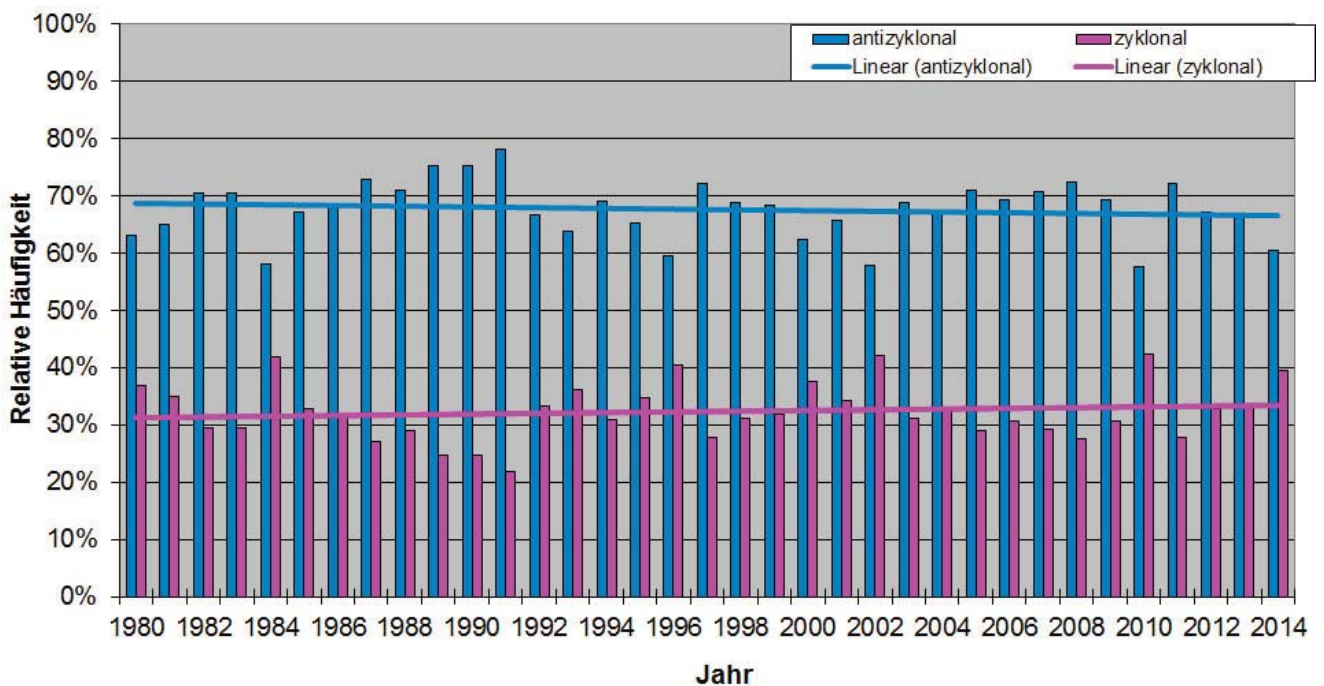


Abb. 7: Langzeittrends der Häufigkeit der Zyklonalität in 950 hPa der objektiven Wetterlagenklassifikation 1980-2014

Die agrarmeteorologische Situation im Jahr 2014

S. Pietzsch, F.-J. Löpmeier, M. Wegener

Übersicht über den Verlauf des Jahres

Das Jahr startete mild, trocken und sonnig, so dass die Pflanzenwelt schon deutliche Wachstumsregungen zeigte. Bis auf das letzte Monatsdrittel im Januar, was besonders im Nordosten frostig verlief, blieb die Winterruhe aus. Ende Februar hatte die Vegetation bereits einen deutlichen Entwicklungsvorsprung und vielerorts konnten die Feldarbeiten starten. Ungewöhnlich mild und trocken ging es im Frühling weiter. Erst im Mai konnte ein Teil des herrschenden Niederschlagsdefizits wieder ausgeglichen werden und das Pflanzenwachstum wurde ein wenig gebremst. Der Sommer begann mit einem warmen, trockenen und sonnigen Juni; nach einem heißen, gewittrigen Pfingstwochenende, verhielten sich die Temperaturen allerdings moderat. vielerorts blieb trotz der gefallenen Niederschläge ein Wasserdefizit im Boden bestehen. Sehr warm, dabei aber nass und gewittrig ging es im Juli weiter. Das Wetter unterlag einem ständigen Wechsel und den Landwirten wurde alles von guten Erntebedingungen, über umbrechende Getreidebestände, bis hin zu hohem pilzlichen Infektionsdruck in den Kulturen geboten. Im August ging es nass, dabei aber kühl weiter. Ernteverzögerungen führten teilweise zu sinkender Getreidequalität; Mais und Zuckerrüben konnten sich hingegen meist gut entwickeln. Deutlich zu warm, trocken und leicht trüb zeigte sich der Herbst. Die warme und trockene Witterung im September kam den Ernte- und Bestellarbeiten zugute. Im ebenso milden, dabei aber eher nassen Oktober hing es von der Bodenbefahrbarkeit ab, ob die Feldarbeiten problemlos fortgesetzt werden konnten.

Auch im November hielten sich, bei besonders trockener Witterung, die vergleichsweise hohen Temperaturen und die Vegetation konnte bis zum Ende der Jahreszeit nicht überall in die Winterruhe gehen. vielerorts musste ein weiterer Grünlandschnitt erfolgen und bei den Winterrungen kamen Wachstumsregler zum Einsatz. Mild, trüb und etwas zu feucht ließ der Dezember das Jahr zu Ende gehen. Regional kamen schon die ersten Frühjahrsblüher zum Vorschein. Geschlossene Schneedecken bildeten sich erst nach Weihnachten und waren meist nur von kurzer Dauer.

Der **Januar** startete mild. Neben der Haselnuss konnten auch Frühjahrsblüher wie Erle und Schneeglöckchen (Abb. 1, oben links) beobachtet werden und die Winterrungen entwickelten sich allmählich weiter. Die zu hohen Temperaturen wirkten sich negativ auf die Kälteresistenz der Kulturpflanzen aus und auch eine ausreichende Frostgare im Boden konnte nicht gegeben werden. Obwohl das Ende der Sperrfrist für die Gülleausbringung regional auf den 15.01. vorverlegt werden konnte, war diese Arbeit aufgrund zu nasser, stellenweise auch gefrorener oder schneebedeckter Böden, vielerorts nicht möglich. Im letzten Monatsdrittel sorgte dann ein Kaltluftvorstoß vor allem im Nordosten Deutschlands für eisige Temperaturen und eine wieder eintretende Vegetationsruhe. Tab. 1 zeigt die Frosteindringtiefen in den Boden an der Station Dresden-Hosterwitz, die Ende Januar bei unbewachsenem Boden mehr als 20 cm betrug.

Station	Bewuchs	Mo 27.01.	Di 28.01.	Mi 29.01.	Do 30.01.	Fr 31.01.
Dresden-Hosterwitz	unbewachsen	0-24	0-23	0-22	0-22	0-21
	bewachsen	0-10	0-10	0-9	0-9	0-8

Tab. 1: Frosteindringtiefen (in cm) bei unbewachsenem und bewachsenem Boden vom 27.-31. Jan 2014 an der Station Dresden-Hosterwitz

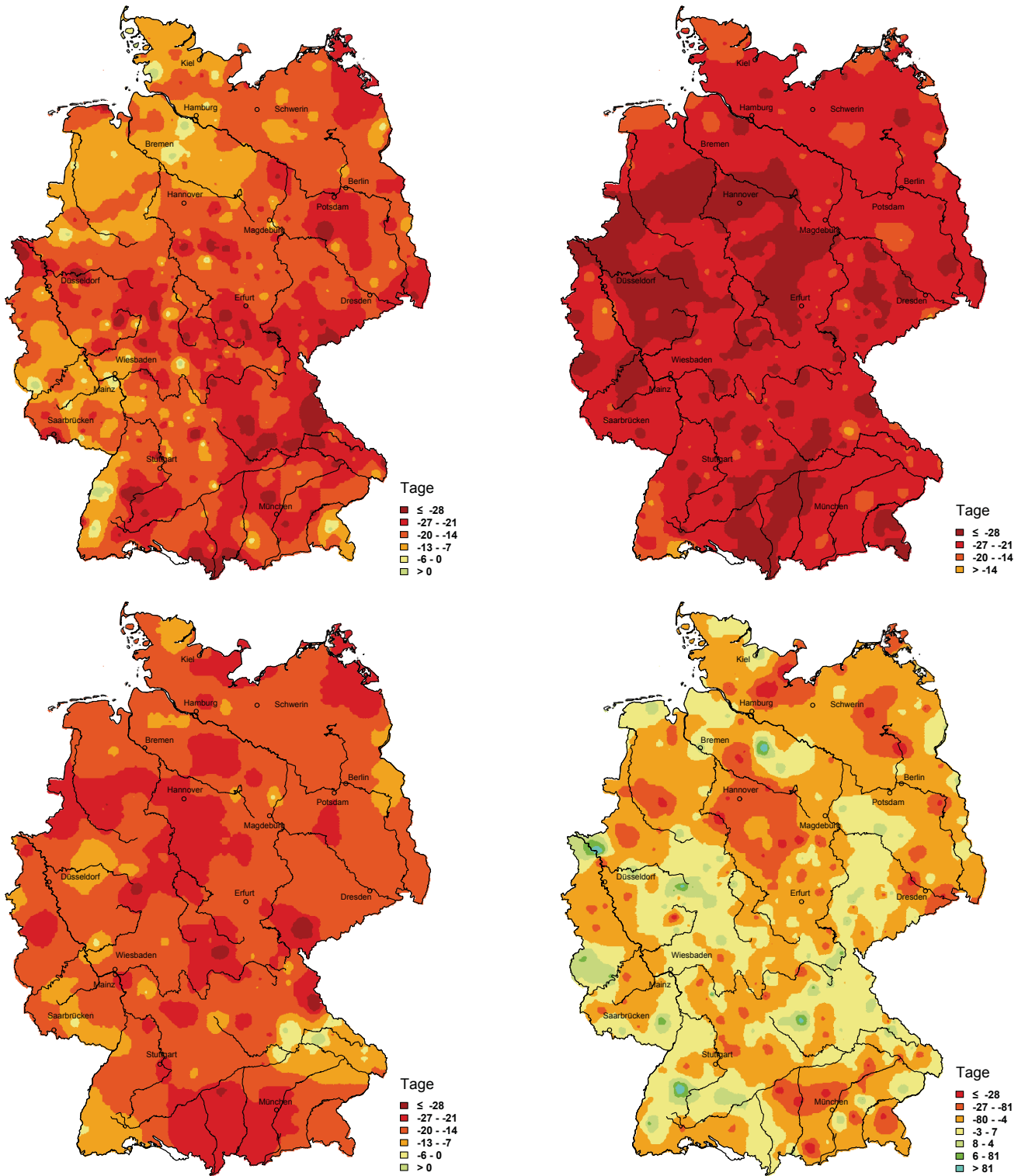
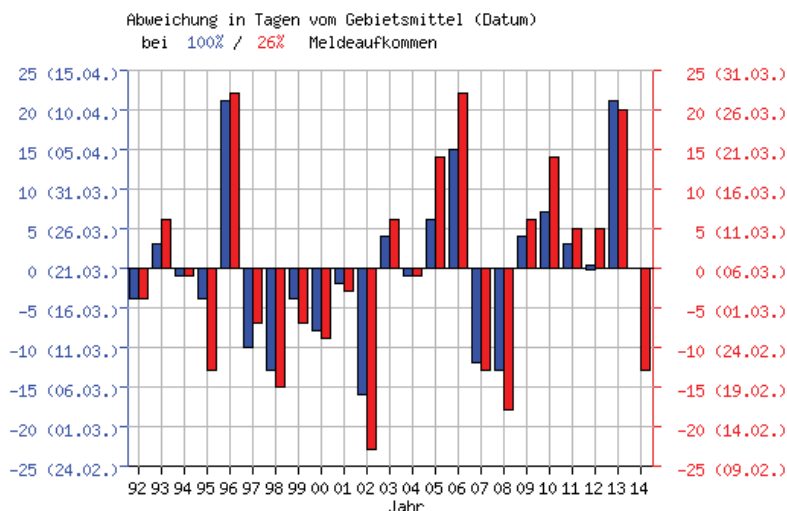
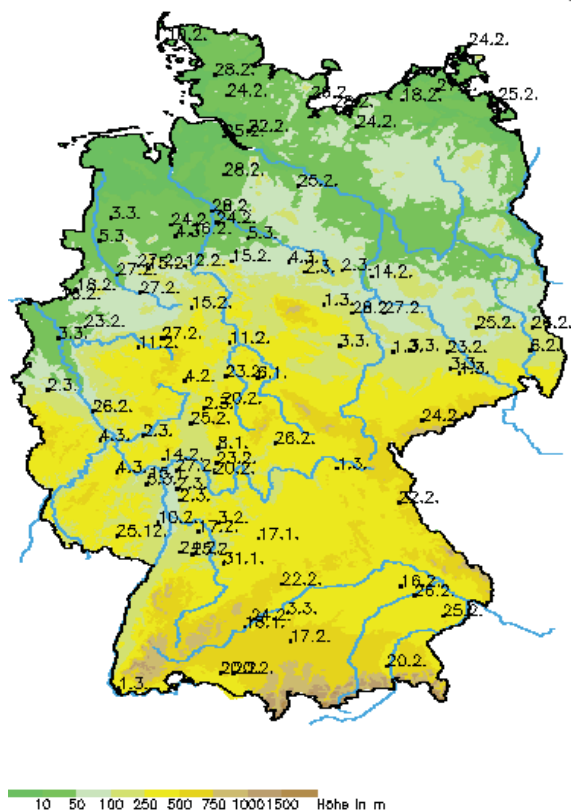


Abb. 1: Abweichung der Schneeglöckchen- (oben links) und Apfelblüte (oben rechts) vom vieljährigen Mittel, Abweichung der Eintrittsdaten für das Ährenschieben vom Winterroggen (unten links) und der Fruchtreife der Rosskastanie (unten rechts) vom vieljährigen Mittel

Anfang **Februar** verschwand die Kaltluft des Vormonates wieder und die trockene, sonnige und ungewöhnlich milde Witterung setzte sich fort. Zum Monatsende wurde verbreitet das Ergrünen des Dauergrünlandes beobachtet.

Diese Phase hatte zu diesem Zeitpunkt einen Vorsprung von knapp 2 Wochen verglichen mit dem Mittel seit 1992 (Abb. 2). Insgesamt war die Vegetationsentwicklung dem langjährigen Mittel deutlich voraus – je nach Region und Pflanzenart handelte es sich dabei um 1-4 Wochen.

Dauergrünland: Ergrünen (2014)



Die Grafik soll die Einordnung der aktuellen Pflanzenentwicklung im Vergleich zu den Vorjahren ermöglichen.
 In blau werden Datum und Abweichung der Einzeljahre vom mehrjährigen Mittel bei abgeschlossener Phase dargestellt.
 In rot werden Datum und Abweichung der Einzeljahre vom mehrjährigen Mittel bei dem Meldeaufkommen dargestellt, das im aktuellen Jahr zurzeit vorliegt.
 Die roten Säulen entfallen, wenn die Phase im aktuellen Jahr abgeschlossen ist.

Abb.2: Ergrünen Dauergrünland Stand 06. März 2014

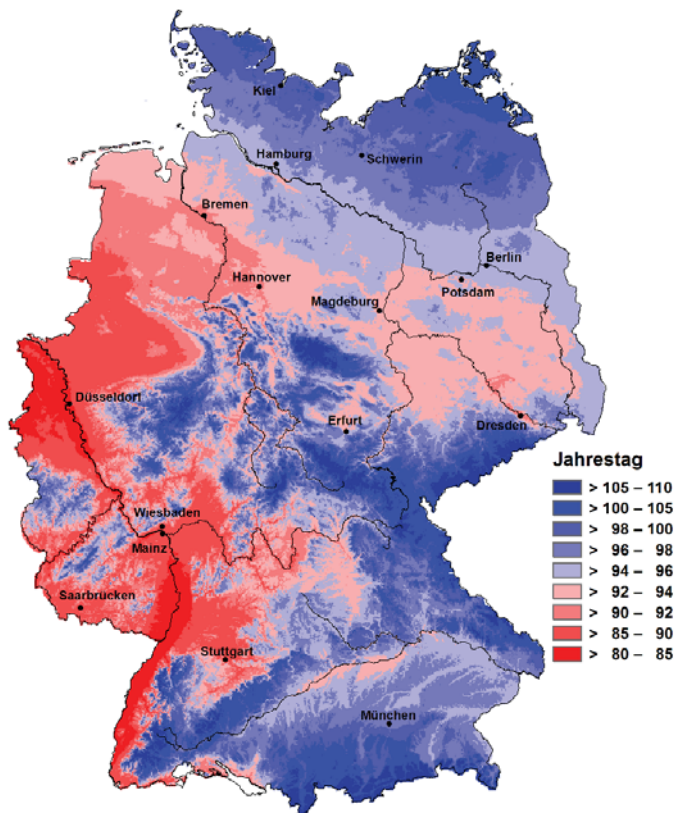
Die unterdurchschnittlichen Niederschläge sorgten dafür, dass die Böden zum Ende des Winters - insbesondere im Osten Deutschlands - rasch abtrockneten. In der Schicht von 0-30 cm näherten sich die Werte der nutzbaren Feldkapazität allmählich dem kritischen Wert von 50 %. In den tiefer liegenden Schichten bis 60 cm war die Situation hingegen noch recht entspannt. In vielen Regionen konnten somit im Laufe des Monats die Gülleausbringung und weitere Düngemaßnahmen beginnen. Gebietsweise konnten die ersten Kartoffeln mit Folienabdeckung gelegt werden und mit der Bestellung des Sommergetreides begonnen werden. Die zunehmende Trockenheit spiegelte sich auch in den Gefährdungsklassen des Waldbrandgefahrenindex (WBI) des Deutschen Wetterdienstes wieder – lokal wurde im Osten schon die mittlere Gefährdungsstufe erreicht.

Der **März** bescherte Deutschland meist frühlingshaftes Hochdruckwetter mit viel Sonne, wenig Niederschlag und einem deutlichen Wärmeüberschuss – ein extremer Gegensatz zum winterlichen März des Vorjahres. Bis Monatsmitte fiel kaum Regen und die Waldbrandgefahr nahm zu. Danach gab es kurze unbeständige Pha-

sen, aber an der allgemeinen Trockenheit änderte sich nichts. Zum Monatsende zog eine Kaltfront durch, die allerdings nur lokal den für die Vegetation dringend benötigten Regen brachte. Richtung Süden und Westen gab es teils frostige Nächte. Insgesamt führten die geringen Niederschläge und der reichliche Sonnenschein zur Austrocknung der Böden, zunächst in der Oberkrume, später in der Schicht von 0 bis 60 cm Tiefe. Da der Wasserverbrauch der landwirtschaftlichen Kulturen zum aktuellen Entwicklungsstand noch gering war, wurde die Situation nicht als kritisch angesehen. Andererseits boten die geringen Bodenfeuchten günstige Bedingungen für die Bodenbearbeitung. Die trocken-warme Witterung hatte enorme Auswirkungen auf die Natur. Der allgemeine Vegetationsbeginn setzte deutlich verfrüht ein (Abb. 1, Abb. 3). Die erste Wachstumsphase lief gut an, so dass der Entwicklungsvorsprung zum Monatsende je nach Region und Kultur 8 bis 20 Tage betrug. In warmen Lagen kam bereits Wintergerste ins Schossen. Raps bildete Knospen und teilweise wurden die ersten Rapsblüten gesichtet, wodurch der Zuflug der ersten Stängelrüssler einsetzte. Verbreitet wurden schon Zuckerrüben gedreht sowie Frühkartoffeln und Mais bestellt.

Vegetationsbeginn im Frühling

Mittel 1961-90



Abweichung 2014 vom Mittel 1961-1990

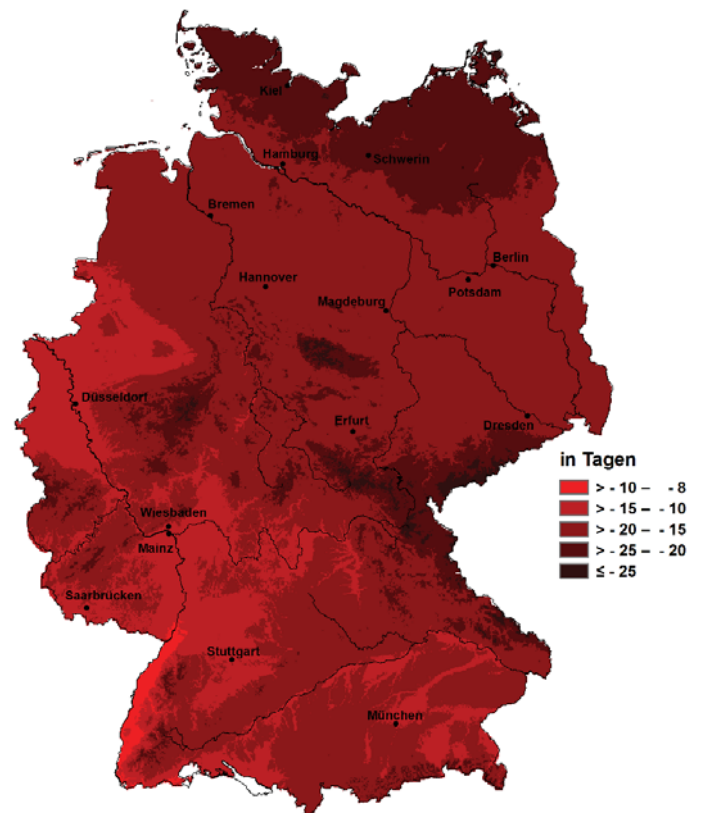
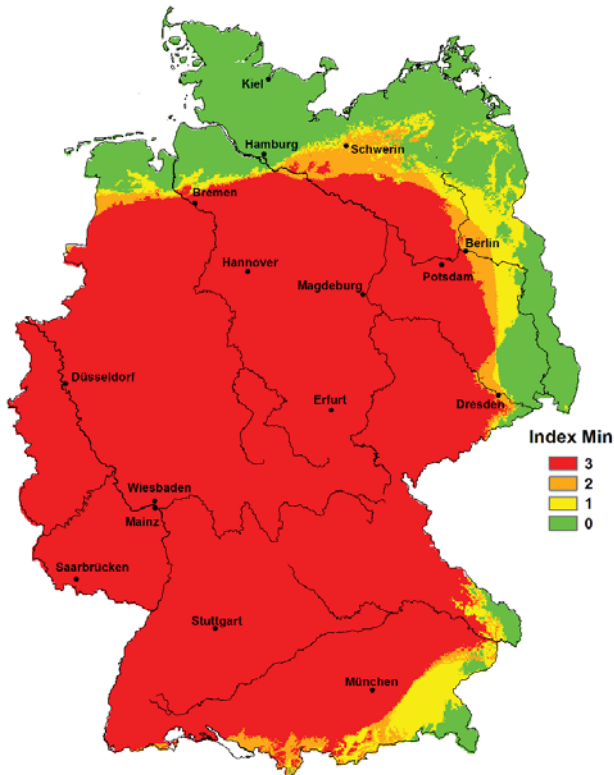


Abb. 3: Vegetationsbeginn im langjährigen Mittel 1961-1990 (in Jahrestagen) und die Abweichung des Vegetationsbeginns 2014 von diesem Mittel (in Tagen)

Der **April** folgte seinem Vormonat mit überwiegend Hochdruckeinfluss, viel Sonne und erneut überdurchschnittlichen Temperaturen. Tiefdruckgebiete erreichten meist nur Norddeutschland. Andernorts ist erst gegen Monatsende mehr Niederschlag gefallen, zuvor herrschte lange Zeit Regenarmut. Somit verringerte sich die Feuchtigkeit der Böden weiter. Zum Monatsanfang war fast landesweit die Bodenfeuchte unter Wintergetreide in der Schicht von 0 bis 60 cm so niedrig wie noch nie seit dem Beginn der Datenerfassung 1962 (Abb. 4) Hier startete mancherorts die Beregnung.

Extremwerte niedriger Bodenfeuchte am 4. April 2014



- 0- eine Minima unterschritten
- 1- der drittniedrigste Bodenfeuchtwert wird unterschritten
- 2- der zweitniedrigste Bodenfeuchtwert wird unterschritten
- 3- der niedrigste Bodenfeuchtwert wird unterschritten
- neues absolutes Minimum

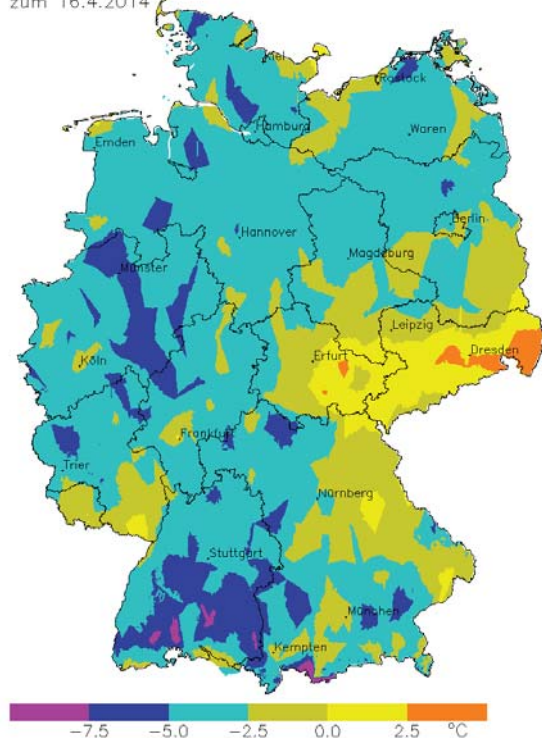
Für jeden Rasterpunkt wurden für den betrachteten Tag aus dem Zeitraum 1962 bis zum letzten Jahr die drei geringsten Bodenfeuchten bestimmt. Für denselben Tag im aktuellen Jahr werden diejenigen Gebiete gekennzeichnet, in denen einer der drei Minima unterschritten wird.

Abb. 4: Extremwerte niedriger Bodenfeuchte am 4. Apr 2014 in der Schicht 0- 60 cm für Wintergetreide und einen leichten Boden.

Im Monatsverlauf bzw. dann besonders zum Monatsende führte leichte Unbeständigkeit zu einer Entspannung der Situation. In der Karwoche sorgte ein Kaltluftvorstoß für kalte Nächte, in denen verbreitet Bodenfrost und verein-

zelt sogar Luftfrost auftraten – vor allem in westlichen und südlichen Gebieten (Abb. 5). An empfindlichen Kulturen (Wein, Obst) kam es örtlich zu Kälte- und Frostschäden.

Minimumtemperatur über dem Erdboden in der Nacht zum 16.4.2014



Minimumtemperatur über dem Erdboden in der Nacht zum 17.4.2014

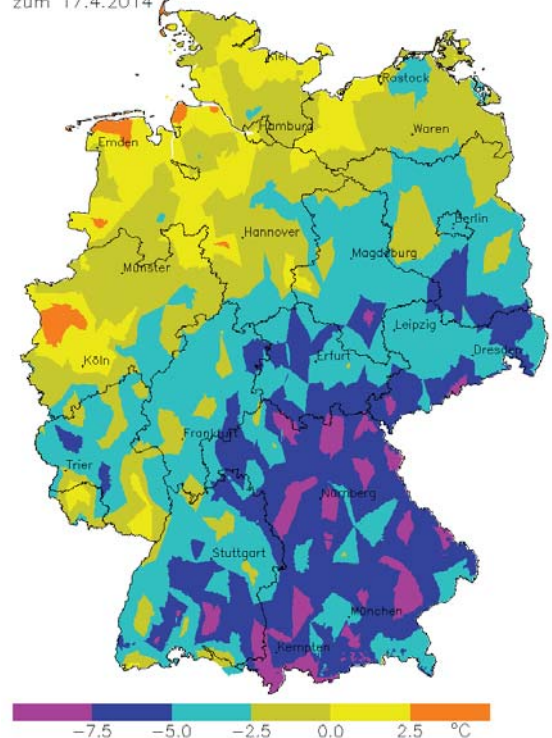


Abb. 5: Minimumtemperatur über dem Erdboden (in °C) in den Nächten auf den 16. und den 17. April 2014

Der Frost bremste aber die bis dahin weit fortgeschrittene Vegetationsentwicklung nur kurzzeitig, zum Monatsende betrug der Vorsprung immer noch 2 bis 3 Wochen. Landwirtschaftliche Arbeiten konnte problemlos fortgeführt werden. Es wurden weiterhin Zuckerrüben gedreht sowie Mais und Frühkartoffeln gelegt, wobei letztere bereits am Monatsende verbreitet aufliefen. Die Winterapsblüte setzte sich deutschlandweit sehr zügig fort und Winterroggen und -weizen kamen auch schon ins Schossen. Bei Wintergerste wurde bereits das Ährenschieben in den letzten Tagen beobachtet.

Im **Mai** wurde der seit Dezember 2013 anhaltenden Serie trockener und sonnenscheinreicher Monate ein Ende gesetzt. Das eigentliche „Aprilwetter“ kam damit etwas verspätet. Der Monat war insgesamt niederschlagsreich und trüb, trotz einer kühlen ersten Monatshälfte aber ein wenig zu warm. Freundliche Phasen konnten zu Monatsbeginn für einen ersten Silageschnitt genutzt werden und in der letzten Monatsdekade boten sich vielerorts

Zeitfenster für die erste Heuernte. Das unbeständige Wetter mit vielen Regenschauern und Gewittern sorgte andererseits zeitweise für eingeschränkte Bodenbefahrbarkeit und in Verbindung mit starken Windböen brachen einige Bestände um. Gleichzeitig erhöhte sich der pilzliche Infektionsdruck und Pflanzenschutzmaßnahmen standen auf der Tagesordnung. Positiv war die Witterung vor allem für die Sommerkulturen wie Rüben, Mais und Kartoffeln, die von dem niederschlagsreichen, wüchsigen Wetter profitierten. In Abb. 6 ist zu sehen, dass die Bodenfeuchtesituation zum Frühlingsende wieder relativ entspannt war und regional in einer Schicht von 0-60 cm sogar Werte über 100 % nutzbarer Feldkapazität aufwies. Die phänologische Entwicklung in der Pflanzenwelt wurde zwar deutlich gebremst, hatte verglichen mit dem langjährigen Mittel zum Monatsende aber noch immer einen Vorsprung von 1 bis 2 Wochen.

Bodenfeuchte unter Gras, sandiger Lehm (0–60 cm)
29.5.2014

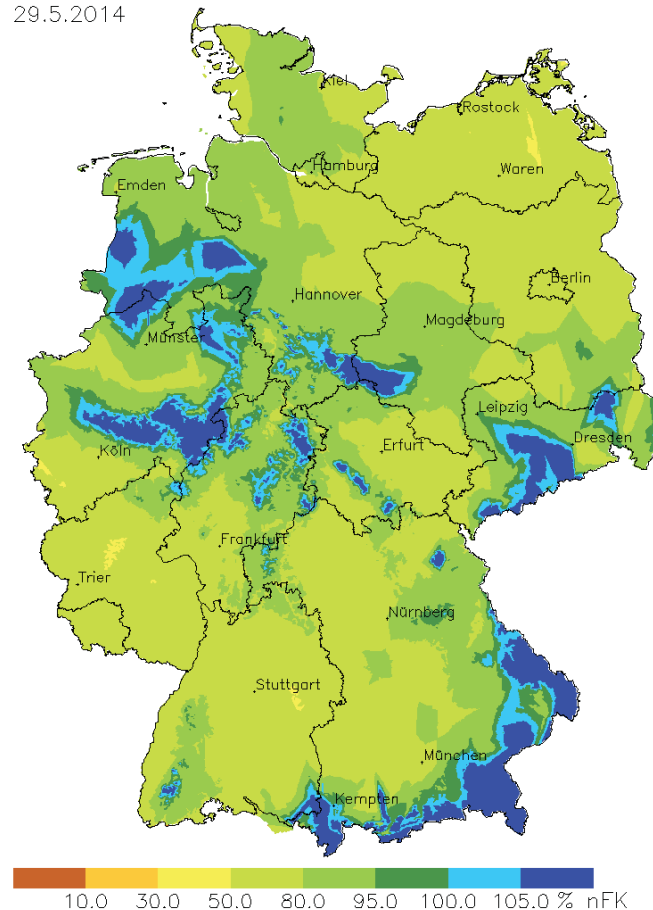


Abb. 6: Bodenfeuchte (in % nFK) am 29. Mai 2014 für einen sandigen Lehm unter Gras in 0-60 cm Tiefe

Wohingegen die erste **Junidekade** vielerorts Möglichkeiten zur Heuerbung bot, war es nach dem Pfingstwochenende erst einmal vorbei mit den heißen, trockenen Tagen.

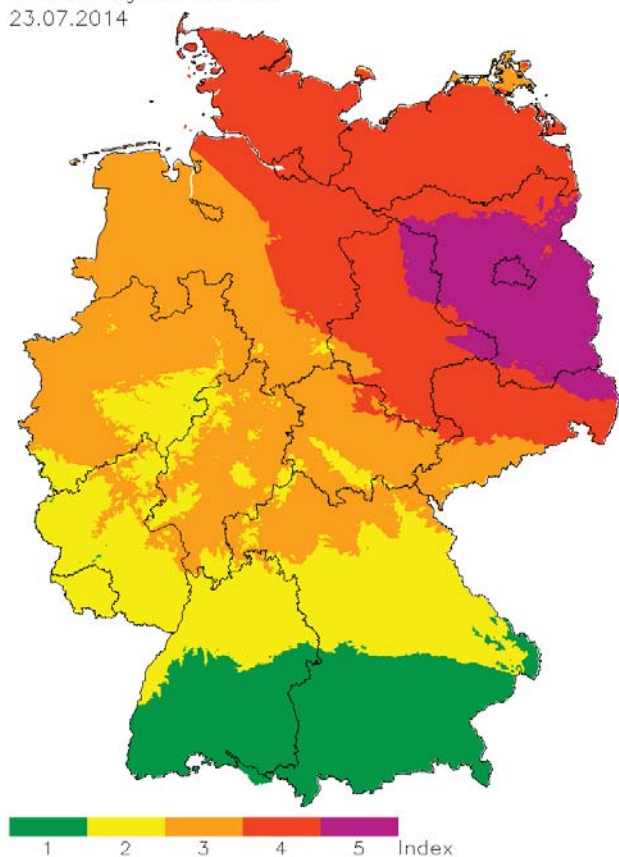
Am 9. Juni wurden im Südwesten vielerorts Temperaturen von über 35°C erreicht, dann kühlte es - wie im Norden bereits geschehen - in Folge heftiger Schauer und Gewitter zunehmend ab.

Unwetter führten lokal zum Umbrechen der Wintergetreidebestände und durch die feuchten Bedingungen wurde der pilzliche Infektionsdruck massiv erhöht. In den Kartoffelbeständen mussten aufgrund der hohen Krautfäuleinfektionsgefahr kurze Spritzabstände eingehalten werden und im Wintergetreide kam es verstärkt zu Gelbrostbefall. Die Niederschläge konnten allerdings nicht das bestehende Bodenwasserdefizit ausgleichen und die Bodenfeuchten lagen deutschlandweit bei nur knapp über 30 % nutzbarer Feldkapazität. Zeitweise bestand vor allem in Süddeutschland eine erhöhte Waldbrandgefahr. Trotz der witterungsbedingten etwas verlangsamten Entwicklung der landwirtschaftlichen Kulturen, betrug der Entwicklungsvorsprung der Natur je nach Region noch

zwischen 1 und 2 Wochen. Kartoffeln und Zuckerrüben konnten ihre Bestände schließen und die Wintergerste ging verbreitet in die Gelbreife.

Im **Juli** wurde von allem etwas geboten. Insgesamt war es deutlich zu warm, sehr nass und gewittrig. Der Monat war von ständigen Wetterwechsellern geprägt. Zeitweise gab es warme und trockene Tage am Stück mit guten Erntebedingungen, was ab der Monatsmitte nahezu flächendeckend der Fall war. Im Nordosten Deutschlands hielt diese Periode fast 10 Tage an, was dazu führte, dass der Waldbrandgefahrenindex insbesondere in Brandenburg die höchste Stufe (5 = sehr hohe Gefahr) erreichte (Abb. 7).

Waldbrandgefahrenindex
23.07.2014



Waldbrandgefahrenstufen	Beschreibung
1	sehr geringe Gefahr
2	geringe Gefahr
3	mittlere Gefahr
4	hohe Gefahr
5	sehr hohe Gefahr

Abb. 7: Waldbrandgefahrenindex (WBI) am 23. Jul 2014

Dann gab es aber auch immer wieder Unwetter, die die Feldarbeiten unterbrachen. Lokal wurde das noch stehende Getreide durch Starkregen umgebrochen und es kam zu Überschwemmungen auf den Feldern. Die meisten Niederschläge des Sommers – einigerorts mehr als 50 mm – fielen am 8. Juli. Die feuchte Witterung erhöhte den pilzlichen Infektionsdruck in den Kulturen massiv. Es kam zu Krautfäuleinfektionen in Kartoffelbeständen und Blattfleckenerkrankungen bei den Zuckerrüben. Glücklicherweise konnten während der immer wieder auftretenden trockenen Zeitfenster die notwendigen Pflanzenschutzmaßnahmen meist noch rechtzeitig durchgeführt werden.

Eher herbst- als sommerlich fiel in diesem Jahr der **August** aus und bescherte der meteorologischen Jahreszeit ein nasses, trübes und kühles Ende. Phänologisch betrachtet konnte man schon von Vollherbst sprechen, da die Fruchtreife der Stieleiche, die diese Jahreszeit einläutet, bereits im Monatsverlauf einsetzte. Die Niederschlagsserie vom Juli setzte sich fort und führte vielerorts zu Ernteverzögerungen. Die Getreidequalität sank dabei und es wurde Auswuchs beobachtet. Lokal konnten die Winterweizenbestände bis zum Monatsende nicht gedroschen werden.

Dem Mais, welcher um die Monatsmitte verbreitet in die Milchreife ging, und den Zuckerrüben, kam die feuchte Witterung vielerorts zugute; wobei der pilzliche Krankheitsdruck weiter anstieg und es bei den Zuckerrüben vermehrt zu Blattkrankheiten kam. Neben den pilzlichen Schaderregern traten vermehrt Ackerschnecken auf und im Rhein-Main-Gebiet wurde in den Obst- und Weinbaugebieten ein verstärkter Befall durch die Kirschessigfliege beobachtet. Dort wo die Witterungsbedingungen es zuließen, konnte mit der Herbstbestellung begonnen werden. Vereinzelt wurde schon zu Monatsbeginn mit der Winterapsaussaart begonnen und die Pflanzen begannen ab der zweiten Augustdekade aufzulaufen. Unter dem Strich wurde 2014 trotz aller Schwierigkeiten eine sehr gute Ernte eingefahren.

Der erste Herbstmonat war durch eine abwechslungsreiche Witterung gekennzeichnet. Teils herrschten noch hochsommerliche Temperaturen mit wenig Regen oder große Schwüle mit schweren Gewittern – teils zeigte sich der Herbst mit Nebel, Hochnebel oder leichtem Bodenfrost in einzelnen Nächten. Insgesamt fiel der **September** zu warm und zu trocken mit teils zu wenig Sonne aus. Wiederkehrende warme und trockene Phasen brachten die landwirtschaftlichen Arbeiten voran. Die Getreideernte konnte in den späten Lagen endlich abgeschlossen werden – besonders im Westen – allerdings mussten häufig Qualitätseinbußen hingenommen werden. Durch die lange Standzeit der reifen Ähren war die Keimruhe bereits gelockert, was sich später mit beginnendem Auswuchs im Getreidelager zeigte. Die Maisernte lief teils schon in der ersten Monatsdekade an. Grund hierfür waren die teilweise idealen Abreifbedingungen im Sommer. Nur vereinzelt gab es Befahrbarkeitsprobleme, hervorgerufen durch kräftigen Starkregen. Ebenfalls lief der Winteraps verbreitet auf und der Zuflug der Rapserrflöhe begann. Auch Schnecken fühlten sich dort wohl. Ab Monatsmitte nahm das Maissilieren landesweit Fahrt auf. Außerdem begann die Zuckerrübenkampagne und die Kartoffelernte wurde fortgesetzt. Die abgeernteten Flächen und die teilweise durchgeführte Bodenbearbeitung sorgten in Kombination mit den genannten heftigen Niederschlägen für teils massivste Erosionserscheinungen – vor allem im Nordosten. Nach sachter Wetterberuhigung mit geringerem Niederschlagsgeschehen und Abtrocknung der Flächen startete die Bestellung von Wintergerste, Winterroggen und Winterweizen verbreitet in der zweiten Monatshälfte, wobei zum Monatsende gebietsweise bereits das Auflaufen beobachtet wurde. Mitunter erfolgte noch ein Grünlandschnitt. Problematisch war das warme Temperaturniveau vor allem für Winzer. Die Fäulnis breitete sich rapide aus und erzwang eine vorzeitige und beschleunigte Traubenlese.

Der **Oktober** präsentierte sich vom Wetter her ebenso abwechslungsreich. Der Monat begann mit Hochdruckeinfluss und Altweibersommerwetter, es folgte eine warme südwestliche bis südliche Strömung mit Regen

im Norden und Westen, aber auch längeren trockenen Phasen im Süden und Osten. Das änderte sich in der letzten Monatsdekade mit dem Durchzug des ehemaligen Hurrikans „Gonzalo“. Temperaturrückgang, Dauerregen im Süden und erster Schnee im Bergland waren die Folge. Abschließend setzte sich nochmal ruhiges, mildes Hochdruckwetter mit Nebel und Hochnebel durch. Der zweite Herbstmonat wird wohl in Erinnerung bleiben als drittwärmster Oktober seit Aufzeichnungsbeginn im Jahr 1881. Bei Betrachtung der zurückliegenden Monate Januar bis Oktober ergibt sich auch hier ein Temperaturüberschuss von +2,1 K und damit ein neuer Rekord. Vielfach, aber noch nicht überall in Deutschland, konnte die Bestellung von Winterweizen abgeschlossen werden. Die Ernte von Silomais, Zuckerrüben und Kartoffeln wurde zügig fortgesetzt. Gebietsweise mussten jedoch die Feld- und Erntearbeiten aufgrund von Niederschlägen und eingeschränkter Befahrbarkeit vorübergehend ruhen. Durch die milde Witterung entwickelten sich die Winteresaaten rasch, sodass beim Winteraps und zum Teil bei früh gesäeter Wintergerste sowie Winterweizen mitunter die Gefahr des Überwachsens bestand und Einkürzungen notwendig waren. Mancher Rapsbestand benötigte sogar eine zweite Einkürzung. Neben den Winterungen konnten auch Unkräuter und Ungräser munter weiterwachsen. Auch das Grünlandwachstum kam noch nicht zur Ruhe, sodass ein weiterer Silageschnitt nötig wurde. Viel wichtiger war aber die Behandlung gegen Rapserrflöhe, teils gegen Blattläuse, Schnecken und Feldmäuse, denn diese waren viel aktiver als sonst. Aufgrund der milden Temperaturen war am Monatsende jedoch noch nicht an Vegetationsruhe zu denken. Die Blätter verfärbten sich landesweit nur zögerlich, und der allgemeine Blattfall begann erst in der letzten Monatsdekade – nach dem ersten Herbststurm.

Im **November** setzte sich das ruhige, zu Hochnebel neigende und für die Jahreszeit sehr milde Herbstwetter bei häufigem Hochdruckeinfluss fort. Zudem gelangte auf der Vorderseite kräftiger Tiefdruckgebiete über dem Nordatlantik mit einer südlichen Strömung immer wieder milde Luft nach Deutschland. Diese führte örtlich zu Temperaturrekorden und an den Alpen zu Föhn. Insgesamt fiel der letzte Herbstmonat zu warm und außergewöhnlich trocken aus. Niederschläge beschränkten sich meist nur auf den Süden und Westen. Während aufgrund der unterschiedlichen Niederschlagsverteilung im Oktober zu Monatsanfang die Befahrbarkeit mancherorts eingeschränkt war, sorgte der niederschlagsarme November für die Abtrocknung der Böden, sodass die Feldarbeiten, wie der landesweite Abschluss der Winterweizenbestellung, das Ziehen der Winterfurche, die Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen und das Ausbringen von Gülle vor Inkrafttreten der Sperrfrist, meist problemlos durchgeführt werden konnte. Außerdem wurde die Zuckerrübenkampagne durchgeführt – dabei gab es durch die lange Vegetationsphase Rekorderträge.

Da aufgrund der milden Temperaturen das Grünlandwachstum immer noch nicht zum Stillstand kam, musste vielerorts nochmals geschnitten werden. Bei den Winterungen bestand nach wie vor die Gefahr des Überwachsens, so dass bei manchen Beständen wieder mit wachstumsregulierenden Maßnahmen eingegriffen werden musste. Mit der Abkühlung und den Nachtfrö-

ten zum Monatsende setzte verbreitet, bis auf wenige Ausnahmen, die Winterruhe in der Pflanzenwelt ein. Der allgemeine Blattfall schritt weiter voran und war bis zum Monatsende noch nicht gänzlich abgeschlossen. Abb. 8 zeigt, dass der Blattfall der Rotbuche im Jahr 2014 mit einer derzeitigen Abweichung von 8 Tagen so spät wie noch nie seit Beobachtungsbeginn 1992 eintrat.

Rotbuche: Herbstlicher Blattfall (2014)

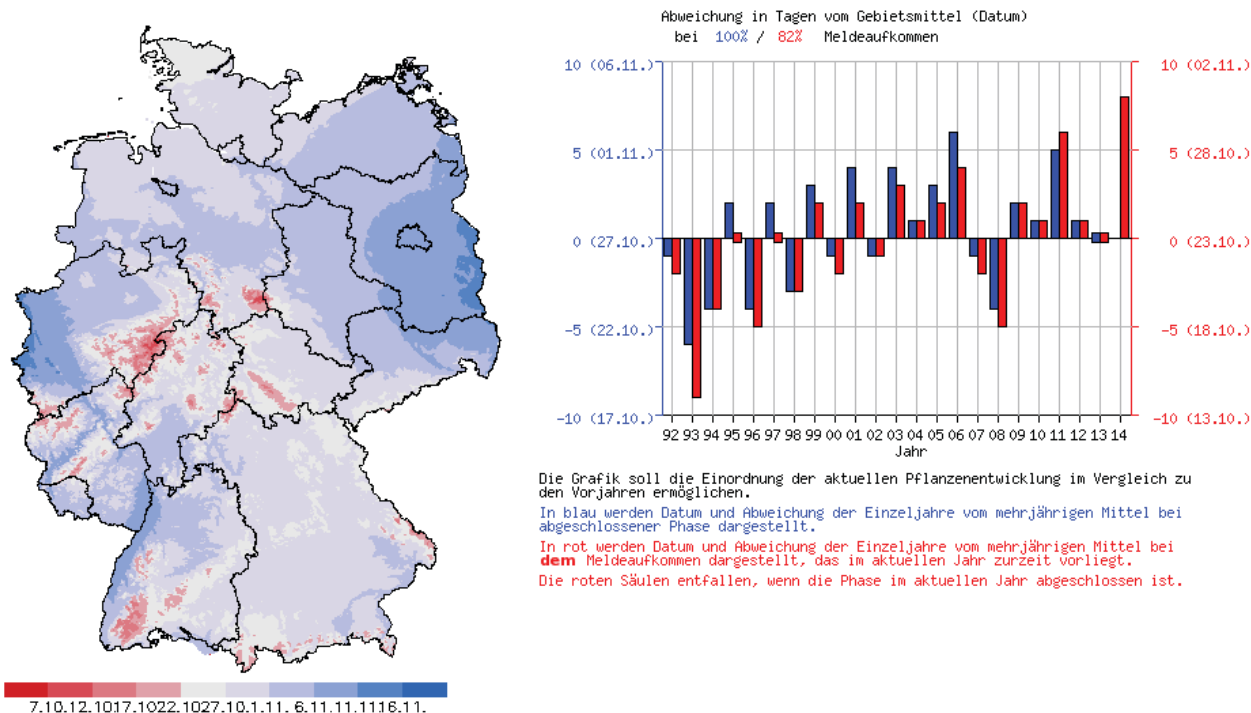


Abb. 8: Eintrittstermine des Herbstlichen Blattfalls bei der Rotbuche Stand 05. Dez 2014

Der **Dezember** begann ruhig mit viel Nebel und Hochnebel. Anschließend zog eine Reihe von Sturmtiefs durch. Ihre Ausläufer brachten häufig Regen und recht milde Temperaturen. Dadurch erfüllte sich der Wunsch vieler Menschen auf Schnee in der Adventszeit oder weiße Weihnachten nicht. Erst nach dem Fest sorgten kältere Luft und Schneefälle gebietsweise kurzzeitig für eine winterliche Landschaft. Insgesamt verlief der Dezember in Deutschland zu warm bei etwas zu viel Niederschlag und unterdurchschnittlicher Sonnenscheindauer. Obwohl die Vegetationsruhe aufgrund der milden Witterung zeitweise gelockert war, kam es zu keinen wesentlichen Wachstumsregungen bei den bereits weit entwickelten Winterungen. Jedoch wurde kurz vor Weihnachten bzw. zum Jahreswechsel ganz vereinzelt der Blühbeginn der Hasel und Forsythie beobachtet. Außerdem zeigten sich stellenweise erste Frühjahrsblüher wie Schneeglöckchen in der Natur. An den Weihnachtsfeiertagen kam es dann aufgrund langanhaltender Regenfälle gebietsweise zu Überschwemmungen. Die Böden blieben fast deutschlandweit übernässt, ausgenommen davon waren nur die Böden in den östlichen Regionen. Außenarbeiten waren also kaum möglich. Ab dem 27. fielen verbreitet erste

Flocken. Die entstandene geschlossene Schneedecke schützte die Kulturen vor mäßigen bis starken Frösten. In den Nächten ohne Schneedecke konnten hingegen die Zwischenfrüchte gut abfrieren. Regional gab es auch Eis-tage, an denen der Frost kurzzeitig wenige Zentimeter in den Boden eindringen konnte. Die meisten Zuckerrübenmieten wurden von den Feldern abgefahren.

Bodenfeuchte und Mikroklima

Schlagzeile:

Nach einem extrem trockenen Frühjahr mit hervorragenden Bestellbedingungen für die Sommerfrüchte im März und Anfang April und erster Frühjahrstrockenheit war das Jahr im weiteren Verlauf wasserhaushaltsmäßig

ausgeglichen, insgesamt jedoch deutlich zu warm. Die Ernteerträge lagen für die meisten Feldfrüchte und Regionen über dem langjährigen Durchschnitt.

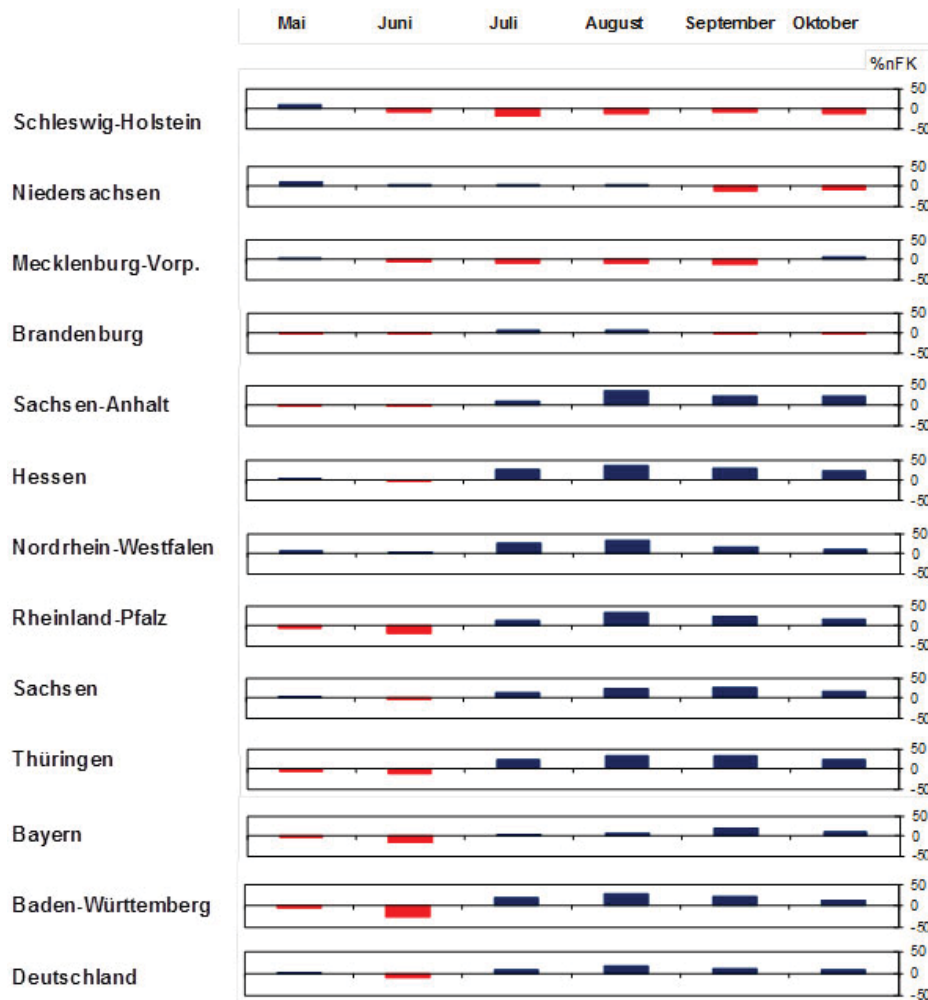


Abb. 9: Monatliche Abweichungen der Bodenfeuchte von Wintergetreide auf leichten Standorten (% nFK) im Jahr 2014 vom langjährigen Mittelwert 1962 - 2006 (rot = zu trocken, blau = zu feucht)

Die Bodenfeuchtesituation während der Vegetationszeit 2014

Nachdem sich im März und April im Vergleich zum langjährigen Mittel deutlich geringere Werte der Bodenfeuchte einstellten, waren die Bedingungen im Mai bereits ausgeglichen (Abb. 9). Im Monat Juni zeigte sich in den meisten Regionen Deutschlands wieder die Tendenz zu negativen Abweichungen vom langjährigen Mittelwert. Ab Juli waren, abgesehen von Schleswig-Holstein und Teilen von Mecklenburg-Vorpommern und kleinen Regionen Niedersachsens, die Bodenfeuchten insgesamt deutlich höher als in diesem Zeitraum üblich und lagen bei leichten Böden unter Wintergetreide z. T. 30 % über den langjährigen Mittelwerten.

Mikroklima 2014

Dass das Jahr 2014 in Deutschland neue Rekorde bei der Temperatur mit einer Abweichung von +2,1 K aufwies, machte sich auch in den Ergebnissen der mikroklimatischen Bedingungen bemerkbar. Die Werte der Tab. 2 sind, abgesehen vom August und teilweise im Mai, bezüglich der Bodentemperaturen und der Minimumtemperaturen am Erdboden (Spalten A und B) überwiegend rot (=positive Abweichung). Besonders die Winter- und Frühjahrsmonate Januar bis April weisen sehr hohe positive Abweichungen auf. Deutlich geringere Krumenbodenfeuchten im März als im langjährigen Mittel belegen die idealen Bedingungen für die Bestellarbeiten, die 2014 auch sehr früh begannen.

Abweichungen vom langjährigen Mittel für das Jahr 2014

	Januar		Februar		März			April			Mai			Juni						
	A	B	A	B	A	B	C	E	A	B	C	A	B	C	A	B	C	D		
	Schleswig-Holstein	0,8	2,0	2,5	3,7	3,3	2,4	122,2	-8,4	2,5	2,6	107,4	66,4	0,2	0,8	92,6	82,7	0,3	105,5	59,7
Niedersachsen	1,2	2,4	2,7	3,9	3,1	1,6	133,0	-11,2	3,3	2,8	107,1	74,9	-0,1	0,4	91,8	95,6	0,1	-0,1	102,0	67,9
Mecklenburg-Vorp.	0,0	1,4	2,2	3,9	3,4	2,8	120,8	-9,5	2,6	2,4	110,5	66,4	0,1	0,9	93,5	70,2	0,2	0,2	101,6	63,8
Brandenburg	0,9	1,7	2,5	4,0	3,6	2,7	124,2	-12,6	3,2	2,9	110,3	56,4	-0,7	0,2	88,9	88,7	0,1	-0,2	102,2	60,7
Sachsen-Anhalt	1,1	1,5	2,7	4,3	3,6	2,4	125,2	-19,2	3,8	3,2	111,5	59,4	-0,3	0,3	90,3	89,6	0,5	-0,2	102,9	63,4
Hessen	2,3	3,7	2,7	4,0	2,7	1,4	136,8	-14,9	3,0	2,9	106,5	51,0	-0,5	-0,4	95,6	82,2	-0,1	-0,8	108,7	51,2
Nordrhein-Westfalen	2,5	3,4	2,8	4,1	2,7	1,1	142,9	-14,2	3,1	2,3	106,3	54,0	-0,6	-0,4	87,0	93,2	0,1	-0,7	101,8	62,2
Rheinland-Pfalz	2,7	4,0	2,4	3,3	2,8	1,6	149,5	-16,8	3,5	2,9	114,2	31,8	-0,3	0,0	96,4	67,7	1,1	0,5	122,3	28,0
Sachsen	1,4	3,2	2,5	4,8	3,3	2,6	128,7	-15,5	3,4	2,4	110,5	65,4	-0,5	0,1	89,3	104,1	0,6	-0,3	108,9	41,2
Thüringen	1,5	2,8	2,6	4,9	3,2	2,6	130,4	-21,1	3,4	3,1	106,3	53,1	-0,4	0,0	92,5	93,0	0,2	-0,5	106,2	54,4
Bayern	1,6	5,4	2,3	4,9	3,0	1,9	148,7	-15,7	2,9	2,4	111,0	56,8	-0,6	0,1	91,5	85,9	1,2	-0,6	125,1	41,0
Baden-Württemberg	2,3	3,9	2,5	3,2	2,6	1,1	142,9	-13,2	2,9	2,0	109,4	48,6	-0,2	-0,2	100,8	70,1	1,7	-0,3	126,4	36,5
Gesamt BRD	1,6	3,3	2,5	4,1	3,1	1,9	136,5	-13,8	3,1	2,6	109,4	57,2	-0,3	0,2	93,0	83,9	0,6	-0,2	111,9	51,3
	Juli		August		September			Oktober			November			Dezember						
	A	B	C	F	A	B	C	E	A	B	C	A	B	C	A	B	C			
	Schleswig-Holstein	2,6	2,6	124,7	-3,6	-1,1	-0,7	95,9	0,9	1,9	1,9	110,2	-2	3,3	3,6	96,6	1,3	2,5	2,8	1,0
Niedersachsen	2,2	1,9	116,4	-1,6	-1,1	-0,9	99,7	0,3	1,7	1,6	103,6	-5,3	3,0	3,3	104,0	3,3	2,5	2,5	0,9	1,9
Mecklenburg-Vorp.	2,2	2,7	115,5	-1,6	-0,8	-0,4	98,9	-1,5	1,7	2,0	104,6	7,2	3,1	3,2	87,2	8,8	2,7	2,9	0,7	1,5
Brandenburg	2,3	2,4	113,2	-0,8	-0,8	-0,5	97,3	-0,1	1,7	2,2	96,6	9,9	3,1	3,2	92,2	6,8	2,7	2,9	1,1	1,8
Sachsen-Anhalt	2,5	2,7	110,9	0,2	-0,7	-0,4	95,4	0,6	2,1	2,6	89,5	14,8	3,4	3,3	94,7	11,0	2,7	2,7	1,0	2,2
Hessen	1,3	1,4	110,2	0,5	-1,6	-1,4	91,9	3,1	1,1	1,9	86,0	11,3	2,8	2,8	90,9	7,2	2,5	2,7	1,3	2,2
Nordrhein-Westfalen	1,5	1,2	106,2	0,0	-1,5	-1,0	91,7	3,2	1,2	0,6	98,3	-8	2,5	2,8	104,8	5,2	2,5	2,3	0,9	1,6
Rheinland-Pfalz	0,6	1,6	99,3	1,1	-1,7	-1,0	81,9	2,8	1,4	1,6	96,3	4,6	2,9	2,8	93,2	6,0	2,5	2,9	1,5	1,8
Sachsen	2,0	1,9	109,2	-0,6	-0,9	-0,4	93,6	1,1	1,4	2,2	78,5	14,4	2,8	2,8	95,1	4,9	2,6	2,5	1,2	1,9
Thüringen	1,6	1,9	108,7	0,3	-1,2	-0,7	93,8	1,6	1,2	2,3	78,7	18,5	3,1	3,0	100,4	7,4	2,4	2,3	0,8	2,4
Bayern	0,9	1,2	104,2	0,1	-1,1	-0,7	90,7	1,3	1,1	1,7	88,1	10,3	2,8	2,9	96,6	4,3	2,4	3,1	1,9	3,6
Baden-Württemberg	0,0	0,8	91,2	2,1	-1,4	-0,8	87,2	1,3	1,0	1,0	90,0	9,5	2,8	2,4	106,6	4,3	2,5	2,8	1,9	2,4
Deutschland	1,4	1,7	107,7	-0,2	-1,2	-0,8	92,7	1,2	1,4	1,7	94,5	6,7	2,9	3,0	98,0	5,3	2,5	2,8	1,3	2,2

Legende:
 A = Bodentemperatur unbewachsener Boden 5 cm (rot = zu warm, blau = zu kalt)
 B = Minimumtemperatur in Bodennähe für unbewachsenen Boden (rot = zu warm, blau = zu kalt)
 C = Penman-Verdunstung, Abw.in % (rot = zu hohe Verdunstung, blau = zu geringe)
 D = Benetzungszeiten, Abw. in % (rot = rel. geringe Benetzungszeiten, blau = relativ hohe)
 E = Krumbodenfeuchte, %nFK (rot = relativ trocken, blau = relativ feucht)
 F = Kornfeuchte (% 19 Uhr) (rot = relativ gering, blau = relativ hoch)

Tab. 2: Charakteristische agrarmeteorologische Kenngrößen für das Jahr 2014.
 Die Tabelle enthält die Abweichungen vom langjährigen Mittelwert (1962-2006) im Jahr 2014 für die Parameter Bodentemperatur, Minimumtemperatur in Bodennähe, Penman-Verdunstung und Benetzungszeit. Die rot dargestellten Werte stellen zu warme, bzw. Zeiten mit hoher Verdunstung und geringer Blattbenetzung, die blauen Werte zu niedrige Temperaturen, hohe Blattbenetzung und geringe Verdunstung dar.

Besondere Situation 2014

Extrem geringe Krumenbodenfeuchte

Die deutlich zu trockene und zu warme erste Märzhälfte 2014 nach einem schon zu trockenen Februar und das sehr strahlungsreiche Wetter in diesem Zeitraum haben natürlich auch seine Auswirkungen auf das Bodenklima und den Bodenwasserhaushalt, insbesondere auf die oberste Bodenschicht, die Bodenkrume. Die Abb. 10 zeigt die Extremwerte der Bodenfeuchte in der Bodenkrume. Dabei wird deutlich, dass in vielen Teilen Deutschlands seit 1962 noch nie für diesen Zeitraum so geringe Krumenbodenfeuchten erreicht wurden (ca. 20 % der Fläche). Auf 40 % der Flächen wurden solche Werte bisher erst einmal beobachtet.

Während in der Landwirtschaft geringe Bodenfeuchten eher von Nachteil sind, wirken sie sich um diese Jahreszeit eher vorteilhaft aus. Sie gewährleisten eine sehr gute Bodenbefahrbarkeit und damit Schonung vor Bodenverdichtungen und optimale Bedingungen für die Bodenbearbeitung. Feinkrümelige Bodenstrukturen um das Saatgut herum sind ideale Voraussetzungen für gute Erträge.

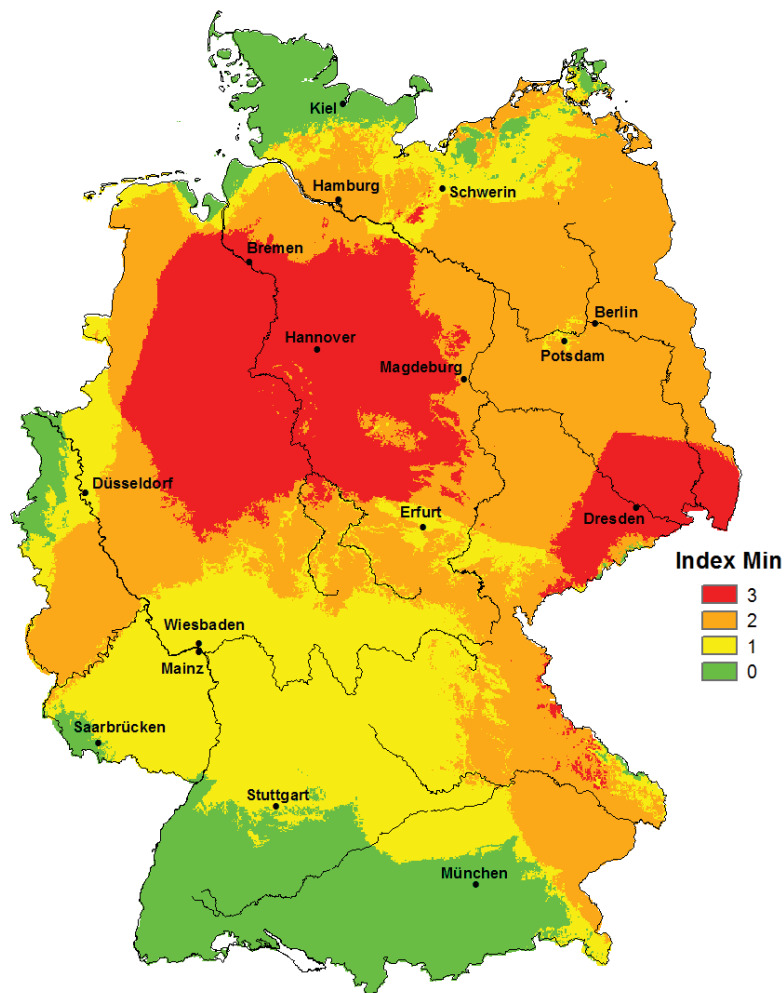


Abb.: 10 Krumenbodenfeuchte in der ersten Hälfte März 2014

- 0 - keine Minima unterschritten
- 1 - der drittniedrigste Bodenfeuchtwert wird unterschritten
- 2 - der zweitniedrigste Bodenfeuchtwert wird unterschritten
- 3 - der niedrigste Bodenfeuchtwert wird unterschritten - neues absolutes Minimum

Extreme Bodenfeuchten

Auch 2014 weist nach den Jahren 2007, 2011 und 2012 wieder eine Frühjahrstrockenheit auf, allerdings wesentlich früher als in den vergangenen Jahren. Während in der Vergangenheit die extreme Trockenheit in den Monaten April oder Mai auftrat wird diese im Jahr 2014 schon am 21. März festgestellt. Die Abb. 11 zeigt die Extremwerte der Bodenfeuchte in der Schicht 0-60 cm für Wintergetreide und einen leichten Boden zum Stichtag 21. März. Dabei wird deutlich, dass in vielen Teilen Deutschlands seit 1962 noch nie für diesen Zeitraum so geringe Bodenfeuchten erreicht wurden (ca. 70 % der Fläche). Auf 10 % der Flächen wurden solche Werte bisher erst einmal beobachtet.

Auch wenn der Wasserverbrauch bei den landwirtschaftlichen Kulturen noch gering ist und geringe Bodenfeuchten in der Krume Voraussetzung für eine gute Bodenbearbeitung sind, ist die Situation zu diesem Zeitpunkt nicht extrem kritisch. Aber auch Anfang April wurden noch extrem geringe Bodenfeuchten analysiert.

Einzelheiten dazu kann man unter www.deutscher-klima-atlas.de einsehen.

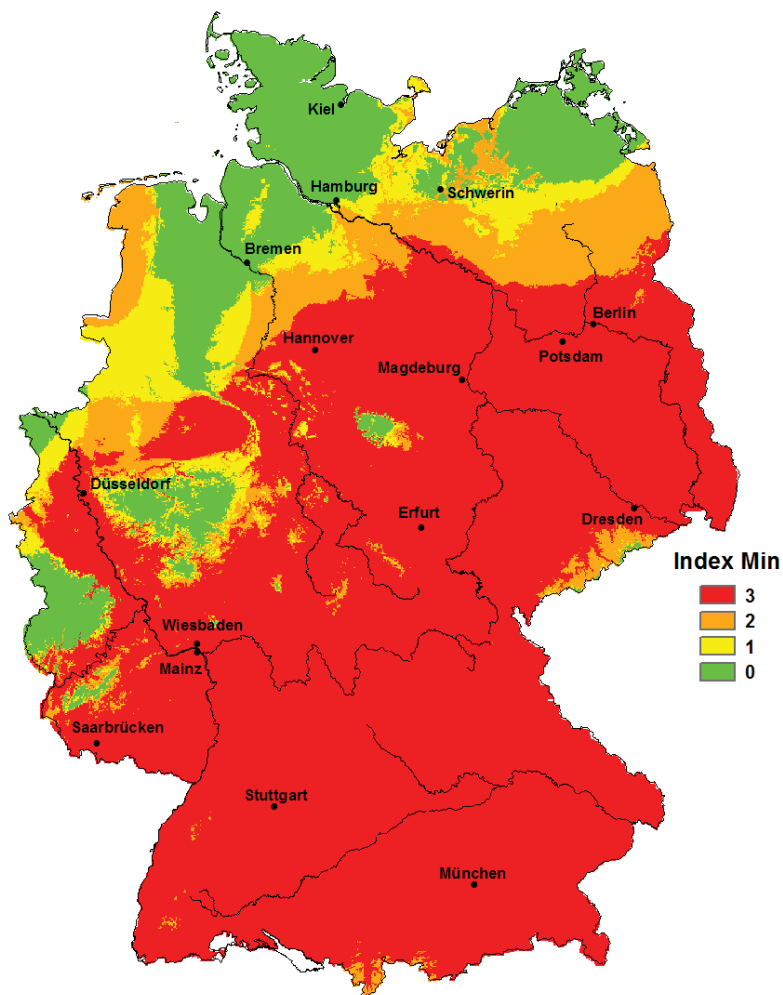


Abb. 11: Bodenfeuchte in der ersten Hälfte März 2014

- 0 - keine Minima unterschritten
- 1 - der drittniedrigste Bodenfeuchtwert wird unterschritten
- 2 - der zweitniedrigste Bodenfeuchtwert wird unterschritten
- 3 - der niedrigste Bodenfeuchtwert wird unterschritten - neues absolutes Minimum

Sowohl für Abb. 2 als auch für Abb. 3 wurden für jeden Rasterpunkt für den betrachteten Tag aus dem Zeitraum 1962 bis zum letzten Jahr die drei geringsten Bodenfeuchten bestimmt. Für denselben Tag im aktuellen Jahr werden diejenigen Gebiete gekennzeichnet, in denen einer der drei Minima unterschritten wird.

Später Regen ließ viele Hoffnungen platzen - Rückblick auf das Weinjahr 2014

H. H. Schmitt

Das Weinjahr 2014 brachte ein stetes Auf und Ab bei den Temperaturen und insbesondere bei den Niederschlägen, die extrem ungünstig verteilt fielen. Hinzu kam mit der Kirsch-Essig-Fliege „KEF“ ein neuer Schädling, der für reichlich Aufregung sorgte.

Nach einem mildem Winter - in dem Schädlinge kaum dezimiert wurden (was sich im Fall der Kirschessigfliege noch als sehr problematisch erweisen sollte) startete die Vegetation extrem früh: Am Referenzstandort des Weinbauamts im Eltviller Sonnenberg wurde für den Riesling mit dem 7. April der früheste Austrieb in der phänologischen Reihe registriert, die bis ins Jahr 1955 zurück reicht. Ein früher Austrieb ist nicht unproblematisch, weil damit die Zeitspanne der Spätfrostgefährdung verlängert wird. Tatsächlich gab es am 16. und 17. April zwei Nächte mit kritischen Temperaturen, die nur mit einem „blauen Auge“ - sprich leichten Frostschäden in klassischen Frostlöchern - überstanden wurden.

Nachdem die ersten vier Monate des Jahres durchweg zu warm und bis Mitte April auch zu trocken gewesen waren, fiel der Mai etwas zu kühl aus. Zwischen Austrieb und Blüte war die Witterung „durchwachsen“. Demzufolge verlief die Entwicklung etwas verzögert, ein Teil des Vegetationsvorsprungs ging verloren. Dennoch lag auch die Blüte rund 12 Tage früher als im langjährigen Mittel, was die Hoffnung auf einen Spitzenjahrgang untermauerte. Das warme und trockene Blütewetter führte zu einem guten Fruchtansatz - was sich im Nachhinein aber nicht unbedingt als Vorteil erweisen sollte. Denn als es im späteren Verlauf des Jahres Regen im Überfluss gab, wurden die Beeren dick, quetschten sich in kompakten Trauben gegenseitig ab und boten durch die dadurch entstandenen Schäden einen optimalen Nährboden für Pilze und Bakterien.

Doch zum Blütezeitpunkt war davon noch keine Rede. Denn im Juni waren die Böden noch trocken, das Wasserdefizit lag Ende Juni in Geisenheim bei 85 mm - das entspricht der Regenmenge von fast zwei Monaten. Es gab erste Klagen über Trockenstress, der die Entwicklung bremste. Die Verhältnisse sollten sich bald umkehren, denn Juli und August fielen viel zu nass aus. Aus einem Defizit von 85 mm am 5. Juli wurde bis Mitte September ein Überschuss von 80 mm. Im Juli und August fiel das Doppelte bis Dreifache der normalen Monatssummen. Im Ergebnis passierte genau das, wovor das Weinbauamt schon zur Blüte gewarnt hatte: Durch die nassen Böden nahmen die Beeren vermehrt Wasser auf, was bei kompakten Trauben teilweise zum Aufplatzen sowie zu Abquetschungen führte.

Erschwerend kam hinzu, dass sich seit Anfang August mit der Kirschessigfliege ein neuer Schädling ausbreitete, der eine Vorliebe für dunkle Früchte hat. Auch wenn der Rheingau als „Riesling-Land“ glimpflich davon kam, dürfte uns der Globalisierungsschädling in den kommenden Jahren noch nachhaltig beschäftigen. In diesem Jahr war es ein „Traditions-Insekt“, das für Schwierigkeiten sorgte: Insbesondere in Frühsorten trat verbreitet starker Wespenfraß auf, der auf den geschädigten Beeren neben Botrytis auch die Entwicklung von Essigsäurebakterien nach sich zog und teilweise eine vorzeitige Lese notwendig machte. In solchermaßen geschädigten Anlagen war ein penetranter Essigeruch wahrzunehmen.

Im milden September sorgte das nasse Wochenende vom 20. und 21. für eine weitere Verschärfung der Situation. Die durch die hohen Temperaturen geförderte zunehmende Fäulnis erzwang eine rasche Lese, wenn man nicht weitere Ertragsverluste riskieren wollte. Nur dort, wo mit intensiver Negativ-Selektion gearbeitet wurde, gibt es noch Chancen auf die Spitzenprodukte, auf die man nach der frühen Blüte verbreitet gehofft hatte.

Den detaillierten Verlauf der Tagesmitteltemperaturen im Vergleich zu den vieljährigen Durchschnittswerten sowie die Verteilung der Niederschläge finden Sie in der nachfolgenden Grafik (Abb.1). Darin sind auch die diesjährigen phänologischen Eckdaten für den Rieslingstandort im Eltviller Sonnenberg eingetragen.

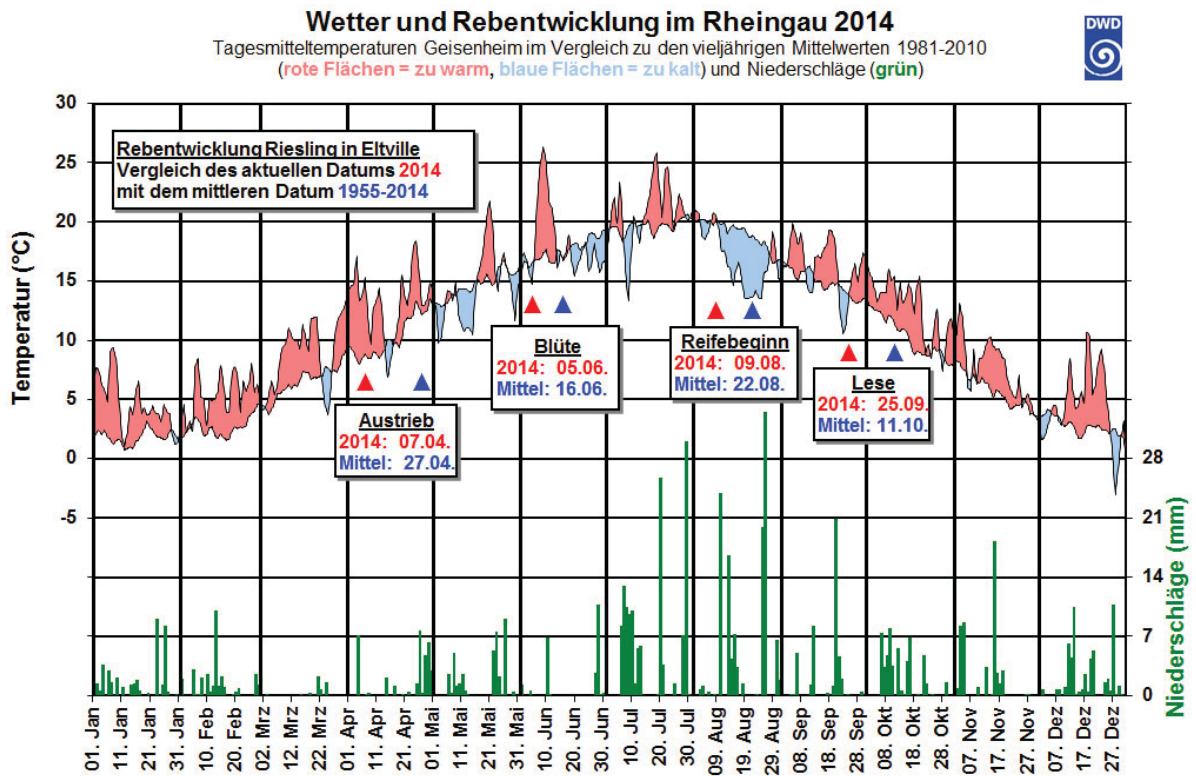


Abb. 1: Wetter und Rebentwicklung im Rheingau 2014

Ergebnisse von Messungen in der freien Atmosphäre

K. Zimmermann

Den folgenden Ausführungen liegen die Radiosondenmessungen (Luftdruck, Temperatur, Feuchte, Wind) an den Stationen des gemeinsamen Messnetzes des Deutschen Wetterdienstes und des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr zugrunde.

Jährlicher Gang des Höhenwindes

In Abb. 1 sind für Schleswig und Stuttgart (als repräsentative Stationen für Nord- und Süddeutschland) die Strömungsverhältnisse für das Jahr 2014 dargestellt.

Dabei zeigen Schleswig und Stuttgart ähnliche Strömungsmuster. Im Januar und Februar herrschte in der Troposphäre im Mittel an beiden Stationen eine für diese Monate untypische Südwestströmung vor, wobei bodennah sowohl in Schleswig als auch in Stuttgart im Januar eine schwache Südostströmung registriert wurde. Dieses Strömungsmuster sorgte u.a. dafür, dass es im Januar und Februar in Deutschland recht mild blieb. Im März dominierte, wie auch die Zonalkomponentendarstellung zeigt, über Schleswig eine Westströmung. Über Stuttgart war die Strömung, mit Ausnahme der eher schwachen bodennahen Westwinde, meridional geprägt. Die Südströmung, die Stuttgart auch milde Märztemperaturen bescherte, drehte mit der Höhe allerdings auf Nordwest. Über beiden Stationen wurde im April in den höheren, über Stuttgart auch in den unteren Troposphärenschichten eine Nordwestströmung registriert. In Schleswig dagegen wurde in der unteren Troposphäre eine südwestliche Anströmrichtung beobachtet. Im Mai und Juni waren überwiegend Westlagen wetterbestimmend, was auch durch die mittlere Luftversetzung über Schleswig und Stuttgart verdeutlicht wird. Während Stuttgart auch im Juli und August im Einflussbereich der Westdrift blieb, stellte sich bei Hochdruckeinfluss über Schleswig zunächst eine Südostströmung ein, die mit der Höhe auf Südwest drehte. Die südwestliche Strömung blieb auch im August stabil. Südwestwetterlagen waren im Oktober und November für beide Stationen wetterwirksam, wohingegen sich im September über Schleswig und Stuttgart eine stabile Nordwestströmung einstellte. Im Dezember wechselte die Strömung, was auch deutlich in der Zonalkomponentendarstellung zu sehen ist, auf die für die Jahreszeit typische West- bis Nordwestströmung.

In der Stratosphäre dominierte im Januar und März eine Westströmung, die mit der Höhe auf Nordwest drehte. Im Februar drehte die Strömung mit der Höhe auch auf Nordwest, kam aber zunächst aus Südwest. Bereits im April bildete sich sowohl über Schleswig als auch über Stuttgart in der höheren Stratosphäre eine Ostströmung aus. Diese Ostwindzirkulation blieb bis Ende August stabil. Ab September herrschte über ganz Deutschland wieder eine stratosphärische Westströmung vor.

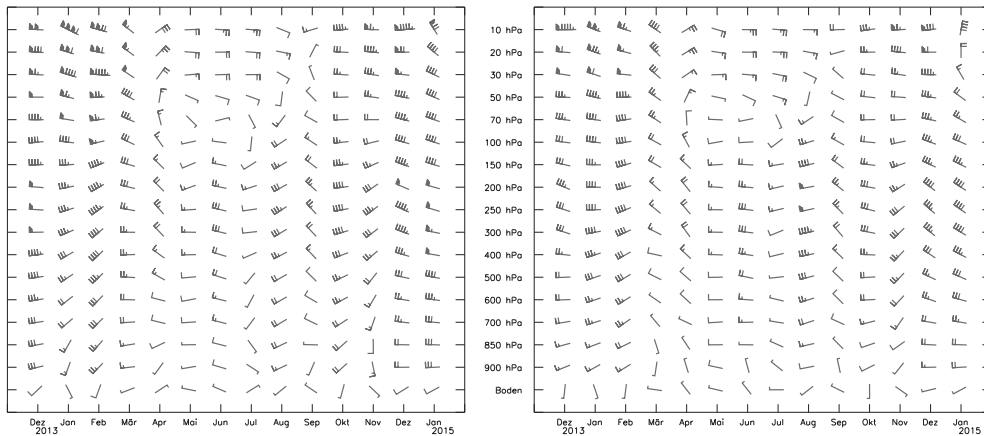
Jährlicher Gang des Höhenwindes nach monatlichen Mittelwerten

Schleswig

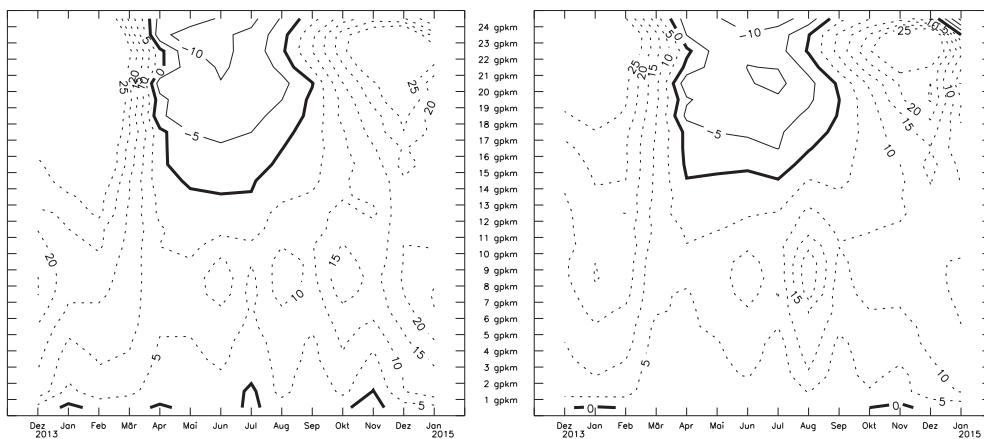
00 und 12 Uhr UTC

Stuttgart

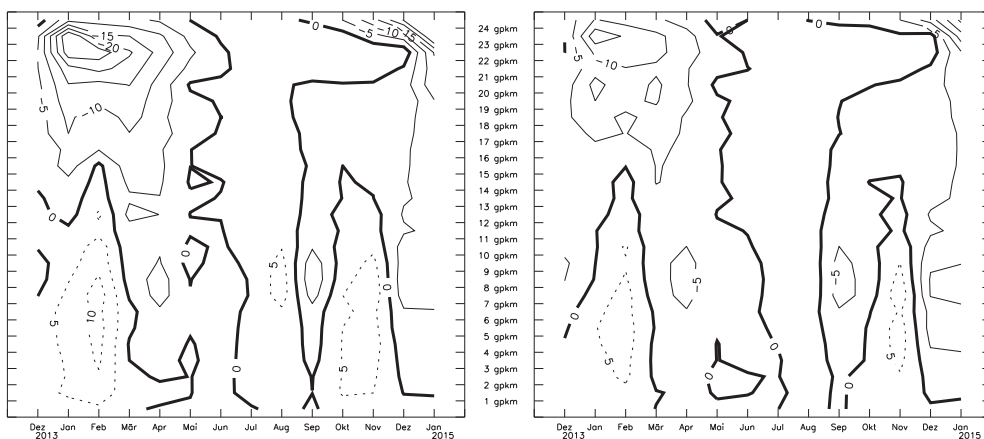
Mittlere Luftversetzung



Zonalkomponenten



Meridionalenkomponenten



Bei den Zonalkomponenten bedeuten positive Werte (gestrichelte Linien) Westkomponenten und negative Werte (durchgezogene Linien) Ostkomponenten.

Bei den Meridionalenkomponenten bedeuten positive Werte (gestrichelte Linien) Südkomponenten und negative Werte (durchgezogene Linien) Nordkomponenten.

Angaben der Zonal- und Meridionalenkomponenten in m/s; Angabe der Luftversetzung in Knoten. Ein ganzer Fiederstrich entspricht 5 Knoten (1kn=0,514m/s).

Abb. 1: Jährlicher Gang des Höhenwindes, Schleswig und Stuttgart 2014

Station	Druckfläche (hPa)	Beginn (Tag)	Ende (Tag)	Dauer (Tage)
SCHLESWIG (WEWA)	20	85*	243	159*
	50	96*	221*	126*
GREIFSWALD (WEWA)	20	85*	245	161*
	50	135	221*	87*
BERGEN (BW)	20	83*	244	162*
	50	90	222*	133*
LINDENBERG (OBS)	20	89	243	155
	50	91	221*	131*
ESSEN-BREDENEY (AWST)	20	82	248	167
	50	84	221*	138*
MEININGEN (WEWA)	20	84*	244	161*
	50	95*	224*	130*
IDAR-OBERSTEIN (BW)	20	82*	247	166*
	50	90	221*	132*
STUTT GART(SCHNAR.AWST)	20	82*	245	164*
	50	95*	221*	127*
KÜMMERSBRUCK (BW)	20	82*	246	165*
	50	98*	221*	124*
OBERSCHLEISSHEIM	20	83*	245	163*
	50	95*	226*	132*

Tab. 1: Beginn und Ende der sommerlichen Ostwindzirkulation in der Stratosphäre an 10 Radiosondenstationen für das Jahr 2014 (Datenbasis: Monatsmittelwerte und Tagesmittelwerte aus 2 bis 4 Windprofilen pro Tag, manuell korrigierte Werte sind mit * gekennzeichnet.)

Sommerliche Ostwindperioden

In Tab. 1 sind Anfang und Ende der sommerlichen Ostwindzirkulation in der Stratosphäre für die Druckflächen 20 hPa und 50 hPa für 10 Radiosondenstationen zusammengefasst. Ergänzend zeigt Abb. 2 die Folge der sommerlichen Ostwindperioden für drei Druckflächen über Stuttgart von 1990 bis 2014.

Die stratosphärische Ostwindzirkulation setzte in 20 hPa über allen Stationen in der letzten Märzdekade ein und blieb bis Ende August/ Anfang September beständig.

In 30 hPa setzte die Ostwindzirkulation über Stuttgart, wie Abb. 2 zeigt, Ende März ein und blieb bis Anfang September stabil. Damit dauerte die Ostwindperiode 2014 länger als in den Vorjahren und war ähnlich lang wie 2011.

In 50 hPa variierte der Beginn der östlichen Stratosphärenströmung zwischen dem 25. März (Essen) und dem 15. Mai (Greifswald). Sie endete allerdings an allen Stationen in der ersten Augusthälfte.

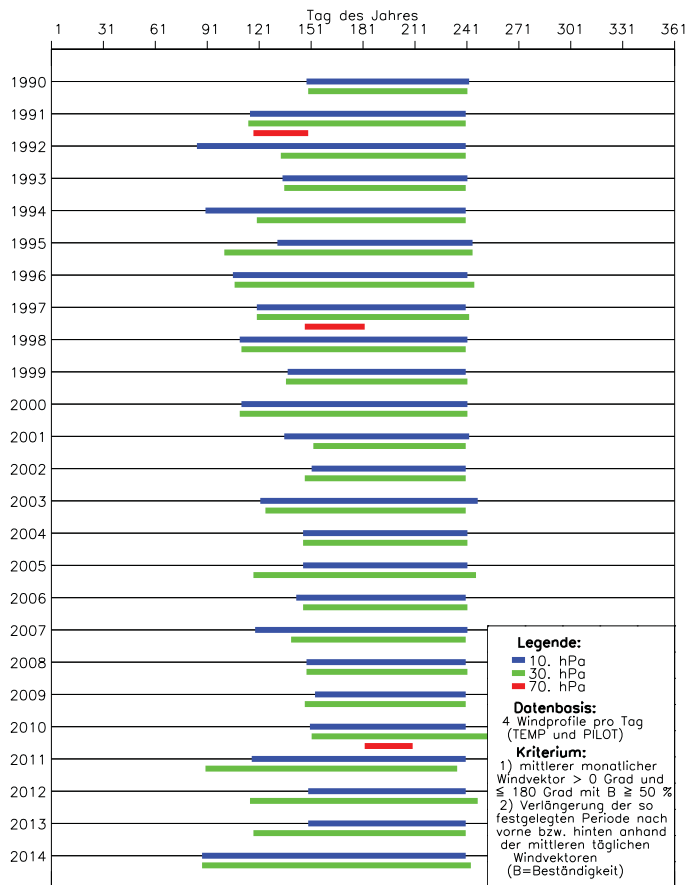


Abb. 2: Beginn und Ende der sommerlichen Ostwindzirkulation in der Stratosphäre, Stuttgart 1989-2014

Temperaturminima in der Stratosphäre

Temperaturminima in der Stratosphäre von -80,0°C und darunter wurden in Tab. 2 eingetragen. Auch 2014 wurden diese Temperaturminima, wie auch schon 2013, nur über Schleswig und Greifswald gemessen. Schleswig meldete Ende Januar, Mitte März und in der letzten Dezemberdekade Stratosphärentemperaturen von -80°C bis -82°C. Über Greifswald wurden nur Ende Dezember in der mittleren Stratosphäre Temperaturen von -80°C registriert.

Station	Monat	Tag	Termin	Temperatur (C°)	Geopotential (gpm)
SCHLESWIG (WEWA)	Jan	25	0	-80	24077
	Jan	26	12	-80	24792
	Mar	17	12	-80	24767
	Dez	23	12	-82	24230
GREIFSWALD (WEWA)	Dez	23	12	-80	27796

Tab. 2: Extreme Temperaturminima in der Stratosphäre nach Radiosondenmessungen 2014

Lufttemperatur

Monatsmittelwerte der Lufttemperatur

Abb. 3 zeigt die Abweichungen der mittleren Lufttemperatur bis 2014 gegenüber dem Referenzzeitraum 1961-1990 im Mittel über 7 Radiosondenstationen in 500 hPa und in 50 hPa seit 1974. Betrachtet werden die vier Jahreszeiten.

Das Diagramm für den Frühling zeigt in der mittleren Troposphäre eine deutlich positive Temperaturabweichung gegenüber dem Referenzzeitraum, wohingegen in der Stratosphäre das Temperaturniveau nahezu gleich blieb. Die positive Temperaturabweichung in 500 hPa war bedingt durch eine länger andauernde hochreichende Warmluftzufuhr aus Südwesten. Im Sommerdiagramm zeichnet sich für die Troposphäre eine leicht negative Temperaturabweichung gegenüber 1961-1990, bedingt durch dominierenden Tiefdruckeinfluss, ab. Die Stratosphäre war, wie auch schon in den letzten Jahren zu kalt. Der milde Herbst und Winter 2014 spiegeln sich sehr gut in der 500-hPa-Kurve wieder. Südwestlagen waren die Ursache für positive Temperaturabweichungen sowohl in der unteren als auch mittleren Troposphäre. Während sich in der winterlichen Stratosphäre seit 2009 zu warme und zu kalte Winter in unregelmäßigen Abständen abwechselten, blieb die Stratosphäre in den letzten Jahren im Herbst durchgängig zu kalt.

Als Ergänzung zu diesen Betrachtungen zeigt Abb. 4 den Gang des vertikalen Temperaturgradienten 2014 für die Stationen Schleswig und Stuttgart. Sehr deutlich ist die Drängungszone der Linien mit gleichem Temperaturgradienten im Bereich der Tropopause zu erkennen. Während im dargestellten Bereich der Stratosphäre Isothermie herrscht, verhielt sich der Temperaturgradient in der Troposphäre an beiden Stationen wieder jahreszeitengemäß.

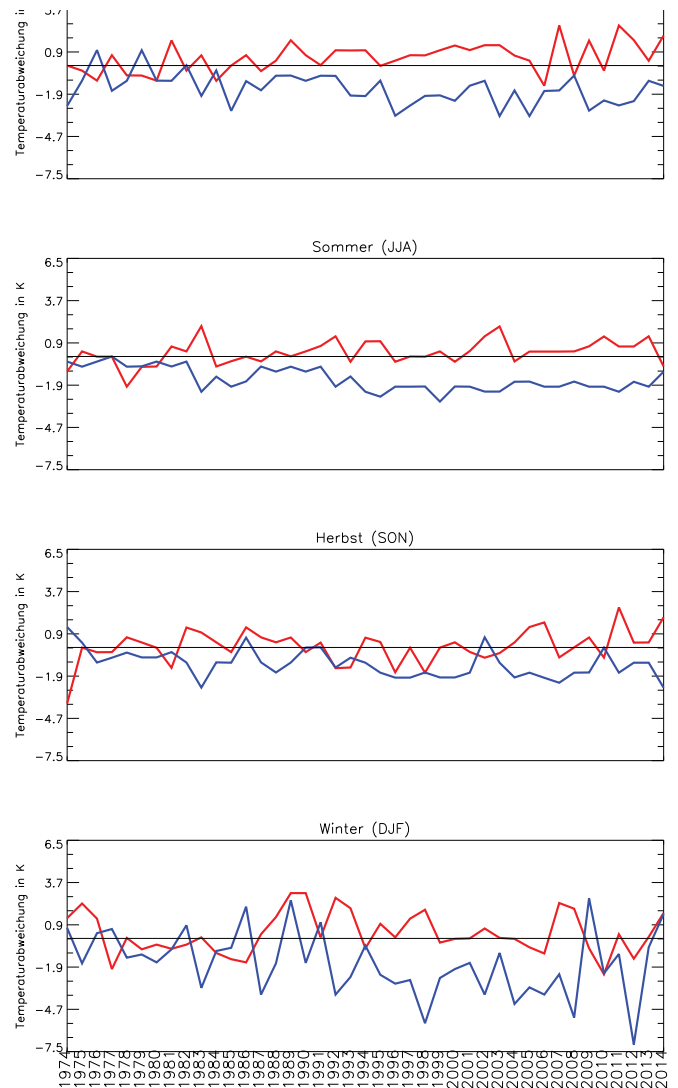
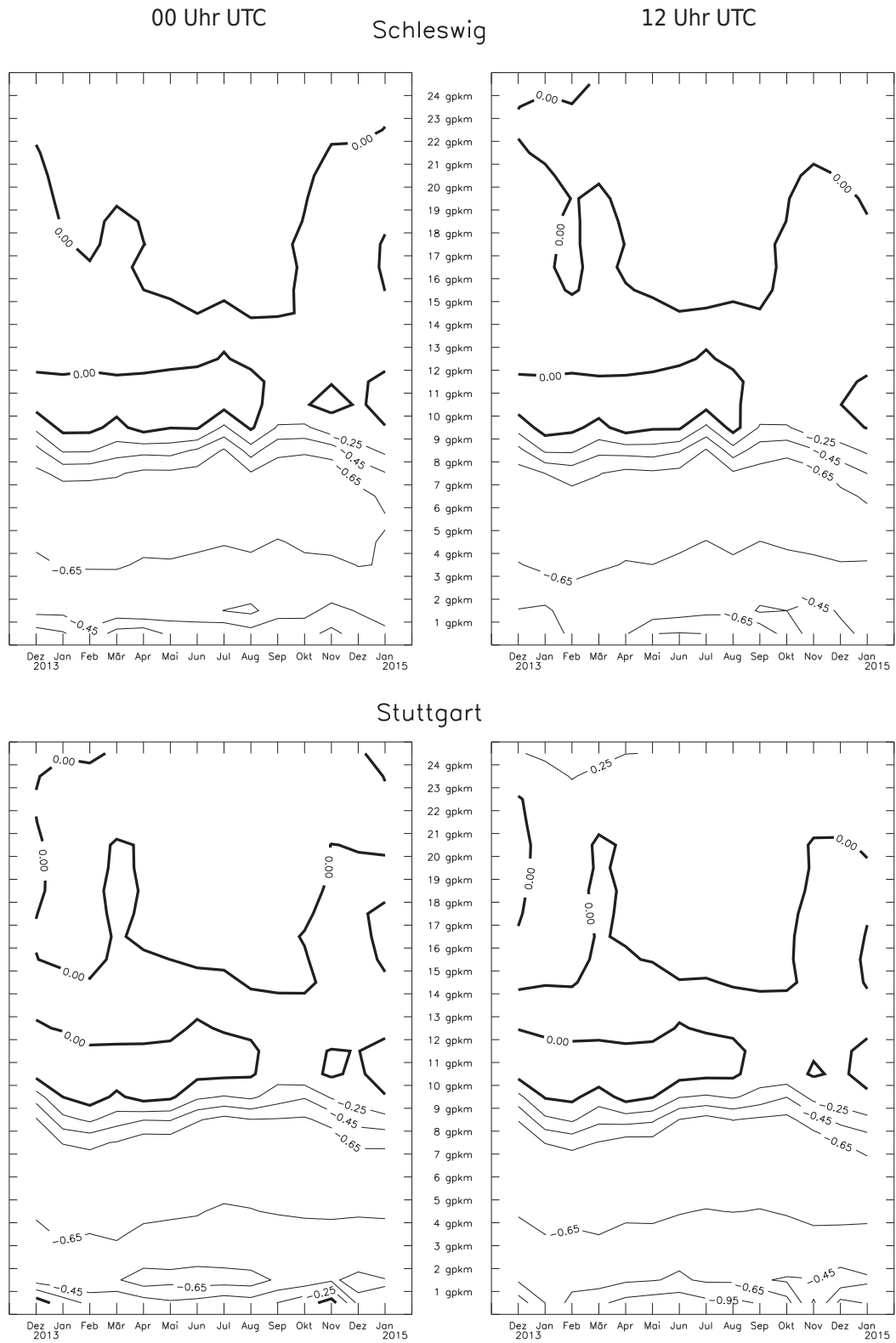


Abb. 3: Abweichungen der mittleren Lufttemperatur 2014 vom Referenzzeitraum 1961-1990 für die Jahreszeiten in 500 hPa (rot) und 50 hPa (blau) (Mittelwerte über 7 Stationen)

Jährlicher Gang des vertikalen Gradienten der Lufttemperatur

nach monatlichen Mittelwerten



Negative Werte entsprechen einer Abnahme, positive Werte entsprechen einer Zunahme der Temperatur mit der Höhe (Angabe in K/100m)

Abb. 4: Jährlicher Gang des vertikalen Gradienten der Lufttemperatur, Schleswig und Stuttgart 2014

Ozon in der Stratosphäre

W. Steinbrecht, U. Köhler

Während das Jahr 2014 weltweit und in Deutschland bei der bodennahen Temperatur als bisher wärmstes Jahr in die Geschichte eingehen wird, war bei der Gesamtozonsäule über Mitteleuropa 2014 ausgesprochen „normal“, ähnlich wie 2013 (dunkle blaue Linie in Abb. 1). Die „Eskapaden“ der Jahre 2010 bis 2012 haben sich 2013 und 2014 nicht fortgesetzt. Mit 323 Dobson Einheiten lag das Jahresmittel 2014 am Hohenpeißenberg genau in der Mitte der derzeit zu erwartenden Ozonsäulen (rote und grüne Kurve in Abb. 1). Weltweit erreichte dagegen die gemittelte Ozonsäule 2014 die höchsten Werte für die letzten 15 bis 20 Jahre (hellblaue Linie in Abb. 1). Wesentlich waren dafür hohe Ozonsäulen in den Extratropen (QBO Phase) und über der Südhalbkugel, sowie ein schwach ausgeprägtes antarktisches Ozonloch.

Im Allgemeinen zeigen die Kurven der Ozonsäule am Hohenpeißenberg und im weltweiten Mittel aber große Ähnlichkeit. Beide werden stark beeinflusst von der Entwicklung des stratosphärischen Chlorgehalts, vom 11-jährigen Zyklus der Sonnenaktivität, sowie von der Quasi-Zweijährigen Schwankung der Winde über dem Äquator (QBO). Regionale meteorologische Einflüsse (z.B. persistente Hoch- und Tiefdruckgebiete, Stärke der Polarwirbel) können diesen Gleichklang stören, so z.B. in den Jahren 2011, 2012 oder 2014.

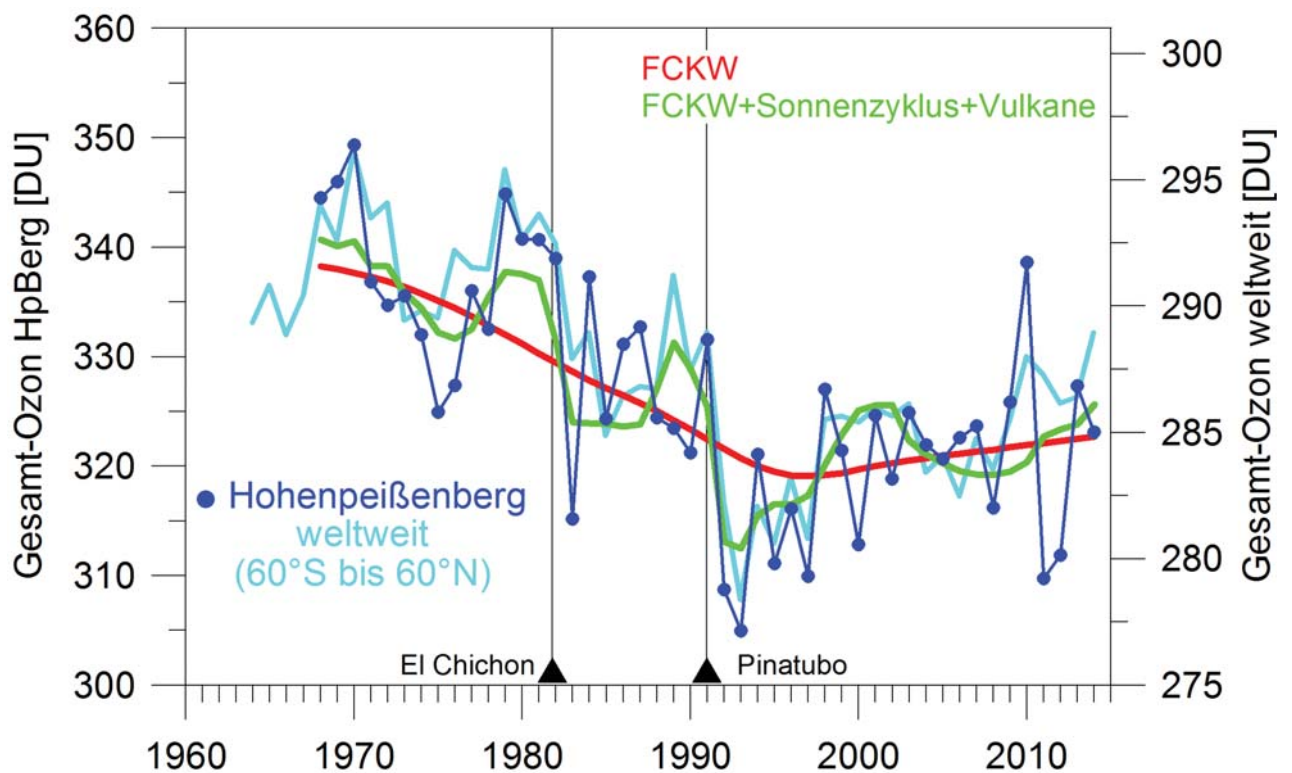


Abb.1: Jahresmittel der Gesamtozonsäule aus den Spektrometer-Messungen am Hohenpeißenberg (dunkelblau). Zum Vergleich ist auch die von 60°S bis 60°N gemittelte Ozonsäule aus weltweiten Daten von Satelliten und Bodenstationen gezeigt (hellblau). Die rote Linie zeigt den langfristigen Ozonabbau durch FCKWs, sowie die beginnende Erholung. Bei der grünen Linie sind zusätzlich noch Ozonschwankungen durch Vulkanaerosol und durch den 11-jährigen Zyklus der Sonnenaktivität dargestellt.

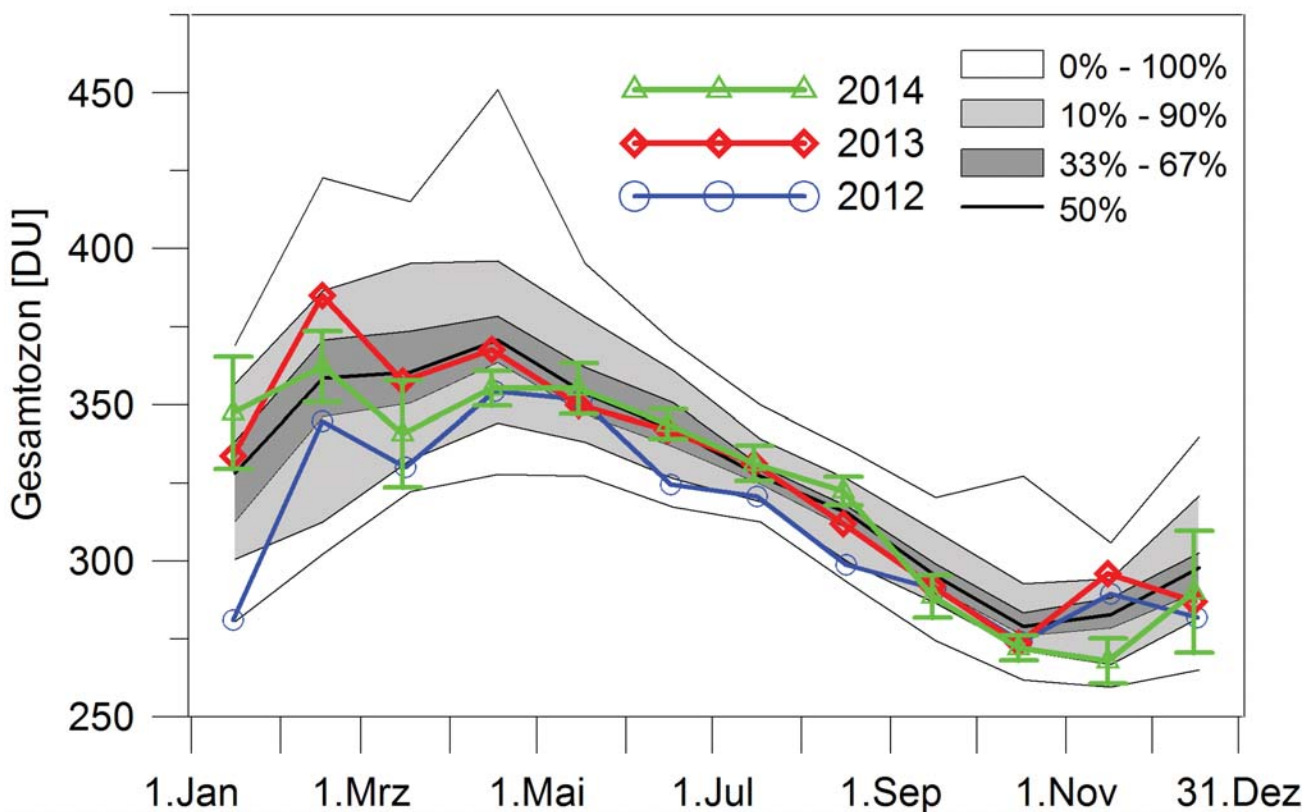


Abb. 2: Monatsmittel der Gesamtozonsäule am Hohenpeißenberg für die Jahre 2012 bis 2014. Die schattierten Bereiche geben die Perzentile der langjährigen Verteilung der Monatsmittel seit 1968 an.

Abb. 2 zeigt den Jahresverlauf der Ozonsäule am Hohenpeißenberg, für 2014, sowie die beiden Vorjahre. In den Jahren 2013 und 2014 lagen die Monatsmittel der Ozonsäule von Mai bis Oktober im „normalen“ Bereich, nahe am Median der langjährigen Verteilung. Im März, April und November 2014 wurden dagegen „dünnere“ Ozonsäulen verzeichnet. Diese waren vor allem meteorologisch bedingt, durch ausgeprägte Hochdrucklagen mit besonders warmem und trockenem Wetter in diesen Monaten.

Die Entwicklung der Ozonwerte für verschiedene Höhen am Hohenpeißenberg ist in Abb. 3 dargestellt. 5 km Höhe stehen für die freie Troposphäre, 20 km Höhe für die untere Stratosphäre, wo die Ozondichte am höchsten ist und wo der größte Beitrag zur Ozonsäule herkommt. 40 km Höhe stehen für die obere Stratosphäre, wo photochemisch das meiste Ozon erzeugt wird und wo die Ozonschicht besonders empfindlich auf Chlor aus FCKWs, sowie auf Temperaturschwankungen reagiert.

Wie Abb. 3 zeigt, waren die Ozonwerte im Jahr 2014 in der Troposphäre und unteren Stratosphäre unauffällig. Sie lagen im Bereich der letzten Jahre. In der Troposphäre sind die Ozon-Jahresmittel in den letzten 20 Jahren mehr oder weniger gleich geblieben. In der unteren Stratosphäre bestätigt 2014 eine langsame Erholungstendenz, die auch bei der Ozon-Gesamtsäule seit Ende der 1990er Jahre zu erkennen ist (vgl. Abb. 1). In der oberen Stratosphäre wurde 2014 deutlich weniger Ozon am Hohenpeißenberg gemessen als in den Vorjahren. Der starke Aufwärtstrend seit 2004 am Hohenpeißenberg (der an anderen Stationen deutlich weniger ausgeprägt war) hat sich 2014 nicht fortgesetzt. Vor allem im November und Dezember 2014 wurden hier niedrige Werte gemessen (nicht gezeigt), bedingt durch relativ hohe Temperaturen (warme Stratosphäre, schwacher Polarwirbel) und entsprechend beschleunigte Ozonabbaureaktionen („normale“ Gasphasenchemie).

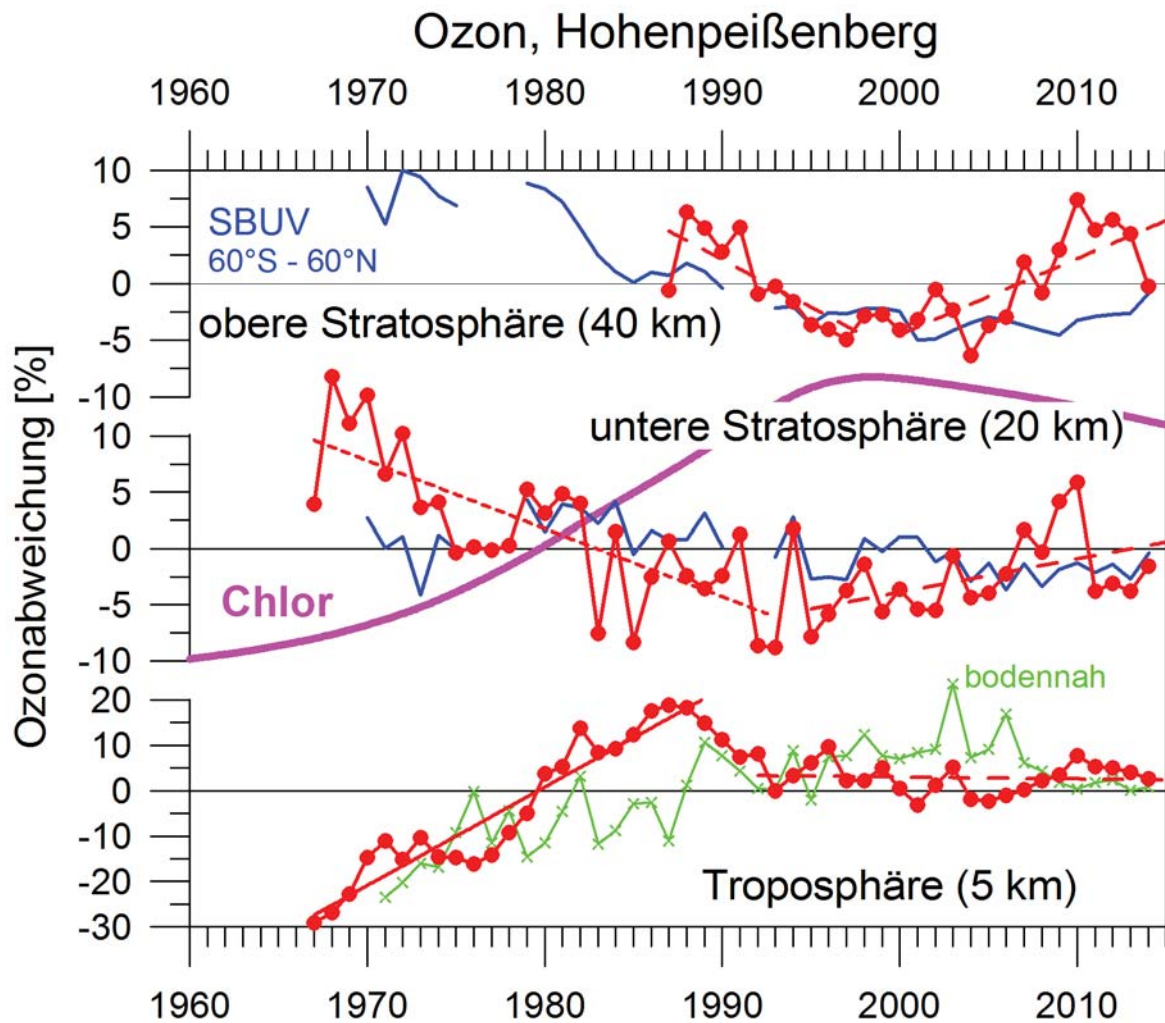


Abb. 3: Jahresmittel der Ozonwerte am Hohenpeißenberg für obere und untere Stratosphäre (40 und 20 km Höhe), sowie für die Troposphäre (5 km Höhe und bodennah). Ergebnisse der Ozonsondierungen und Lidarmessungen am Hohenpeißenberg. Zum Vergleich ist in der Stratosphäre auch die globale Entwicklung anhand von SolarBackscatterUltraViolet Satellitenmessungen (SBUV, V8.6) gezeigt, in der Troposphäre das Ergebnis der kontinuierlichen bodennahen Messung am Hohenpeißenberg. Die rosa Kurve zeigt schematisch die Chlorbelastung der Stratosphäre an.

Fazit:

2014 war für die Ozonschicht über Mitteleuropa ein normales Jahr. Weltweit wurde dagegen 2014 das größte Jahresmittel der Gesamtozonsäule in den letzten 20 Jahren gemessen. Vieles deutet darauf hin, dass die langsame Erholung der Ozonschicht vorangeht. Trotzdem ist die Chlorbelastung der Stratosphäre derzeit noch hoch. Je nach meteorologischen Rahmenbedingungen können nach wie vor Monate und Jahre mit sehr dünner Ozonschicht auftreten, wie z.B. 2011 und 2012. In den nächsten Jahren sollte sich die Erholungstendenz weiter fortsetzen, wobei fortschreitende Klimaänderung und weitere Zunahme von Spurengasen wie CO_2 , CH_4 und N_2O die Entwicklung der Ozonschicht mehr und mehr beeinflussen werden.

Jahreszeitlicher Rückblick auf das Klima in Europa (WMO RA VI) 2014

H. Mächel

Dieser Beitrag präsentiert einen Rückblick auf das Klima in Europa und behandelt die Monate des Jahres 2014 und die Jahreszeiten Winter 2013/2014, Frühjahr, Sommer und Herbst 2014. Der Dezember 2014 wird nur ausnahmsweise angesprochen, da er mit dem Winter 2014/2015 im Klimastatusbericht 2015 behandelt wird. Monatliche Rückblicke in englischer Sprache sind unter <http://rcccm.dwd.de/> zu finden. Anomalien beziehen sich grundsätzlich auf die von der WMO definierte Normalperiode 1961-1990, sofern es nicht anders angegeben ist.

Lufttemperatur

Im **Jahresmittel** (Abb. 1) war 2014 in ganz Europa wärmer als normal, in Zentral- und Nordeuropa sogar mehr als +2 K über der Referenzperiode von 1961-1990. Nach der Auswertung der E-OBS Daten (vom Königlich-Niederländischen Meteorologischen Institut, kurz KNMI) ist 2014 das wärmste Jahr in Europa seit Beginn der Zeitreihe im Jahr 1950 mit einem Gebietsmittelwert von 11,22°C. Damit wird der frühere Höchstwert von 2007 um fast +0,17 K übertroffen (Abb. 2). Besonders markant war die positive Anomalie in der Arktis (Spitzbergen) mit mehr als +3 K. Das Jahr 2014 war auch global gesehen bisher das wärmste seit 1880 (WMO 2015, Blunden und Arndt 2015). Nur über dem östlichen Atlantik gab es negative Temperaturabweichungen.

Fast jeder Monat war überdurchschnittlich warm in Europa. Unterdurchschnittliche Temperatur verzeichneten: Skandinavien im Januar, Juni und Oktober; Zentraleuropa im Mai und August und Südeuropa nur im Juli.

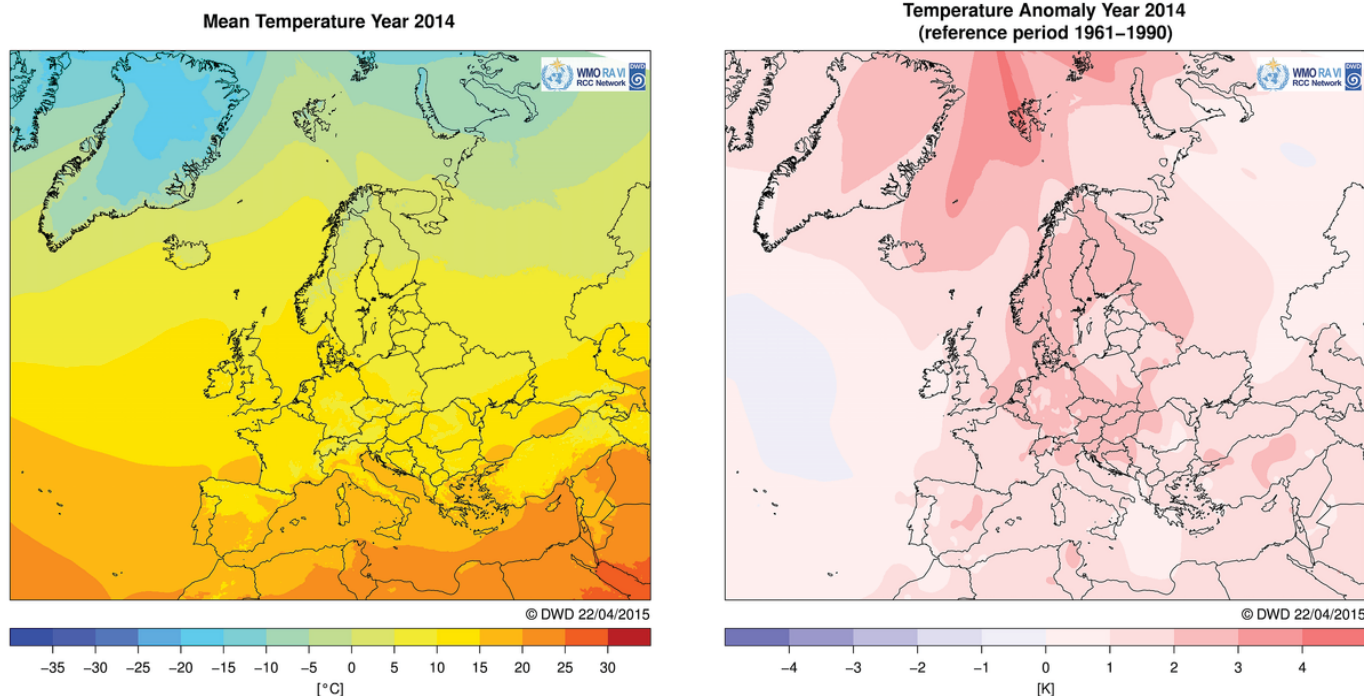


Abb. 1: Jahresmittel der Lufttemperatur (2m) in °C (links) und mittlere Anomalie der Lufttemperatur in K (rechts) zum langjährigen Mittel 1961-1990 im Jahr 2014

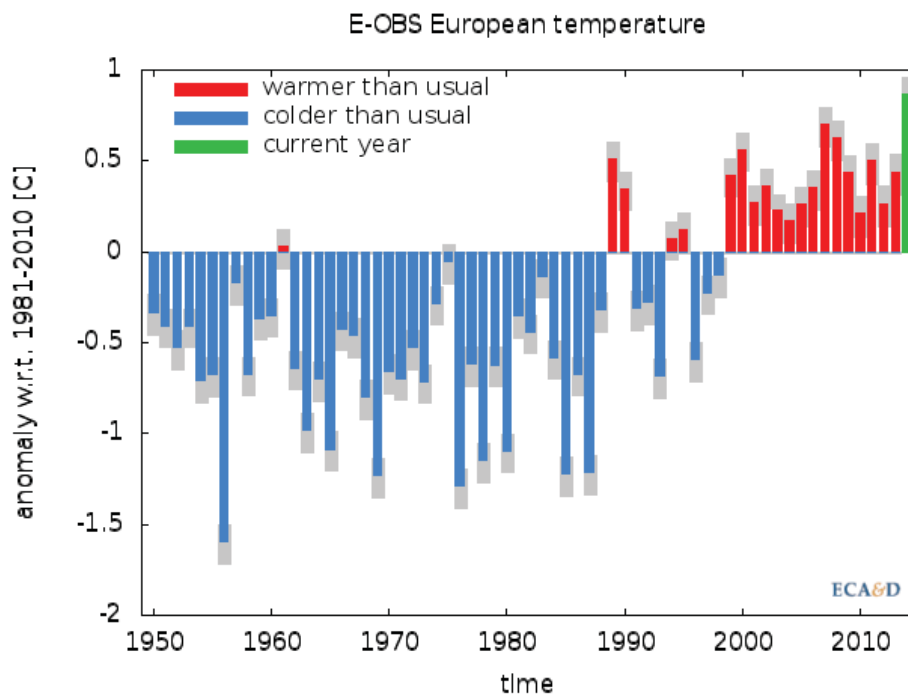


Abb. 2: Abweichungen der Jahresmitteltemperatur (2m) in °C vom langjährigen Mittel 1961-1990 für die Landstationen im Gebiet 35°-75°N und 25°W-45°E (nach Verver et. al. 2013)

Winter 2013/2014

Der **Winter 2013/2014** (Abb. 3, oben) war über Europa wärmer als normal. Kälter als normal war ein Gebiet im westlichen Nordatlantik, eine kleine Region im Osten der Türkei und im Iran sowie ein Teil Nordrusslands (bereits außerhalb RA VI). Die positiven Anomalien waren außergewöhnlich hoch mit über +4 K in Skandinavien. In einigen Ländern wie Frankreich, Österreich, der Slowakei und den Niederlande war dies, den Länderberichten zufolge, der zweitwärmste Winter.

Der **Dezember 2013** war in vielen Teilen Europas wärmer als normal. Nur in der Türkei und im Nahen Osten blieben die Temperaturanomalien mit weniger als -4 K teilweise unter dem Normalen. Die höchsten positiven Anomalien von mehr als +4 K traten über der Arktis und Nordosteuropa auf. In Norwegen belegte der Dezember 2013 für das ganze Land mit einer Anomalie von +4,2 K (lokal +6 - +8 K) den 8. Platz seit 1900. In Dänemark wurde der zweitwärmste seit 1874 und in den Niederlanden der sechstwärmste seit 1901 beobachtet. Großbritannien verzeichnete den wärmsten Dezember seit 1988.

Im **Januar 2014** war es nahezu in ganz Europa wärmer als normal mit Ausnahme der südöstlichen Ostsee, der Baltischen Staaten und Teilen Nordskandinaviens. Am bemerkenswertesten war die positive Anomalie von mehr als +4 K, über der Norwegischen See und dem Arktischen Ozean sowie auf dem Balkan. Im Osten Islands war dies der zweitwärmste Januar seit Messbeginn im Jahre 1873, in Frankreich sogar der wärmste Januar seit 1900 zusammen mit den Jahren 1988 und 1936. In den Niederlanden kam der Januar 2014 auf Platz 10 der wärmsten Januare

seit 1901. In Portugal war dies der drittwärmste Januar seit 1931 zusammen mit den Jahren 1955 und 1966 und auch der drittwärmste Januar seit 1961 in Spanien. In Österreich war es der fünftwärmste Januar seit 1768 und in der Schweiz belegte der Januar 2014 Platz 9 der wärmsten Januare seit 1864. Die tiefer gelegenen Regionen der Schweiz nördlich der Alpen hatten keinen einzigen Eistag (Höchsttemperatur unter 0°C), was eher selten ist.

Der **Februar 2014** zeichnete sich in ganz Europa durch überdurchschnittliche Temperaturen aus. Die positiven Anomalien von über +4 K reichten vom Polarmeer über Skandinavien bis zum Balkan und Teile der Osttürkei. Mehrere Polarstationen meldeten neue Rekorde der Durchschnittstemperatur im Februar. Die positiven Anomalien reichten von +4,9 K (Jan Mayen) bis +14,5 K (Svalbard Lufthavn). Für Jan Mayen war das der drittwärmste Februar (der wärmste war Februar 1929). In der Norwegischen See registrierte die Station Ekofisk den drittwärmsten Februar seit 1980. Für ganz Norwegen führten die positiven Anomalien von +6 K zum zweitwärmsten Februar seit 1900. In der Region Finnmark und Teile Ostnorwegens erreichten die positiven Anomalien sogar Werte von +8 bis +11 K.

Land	nationaler Rang	Anomalie	Beginn der Messungen
Norwegen	2	+6 K	1900
Weißrussland		+4 - +6 K	
Dänemark	6		1874
Deutschland	6	+3,9 K (bzgl. 1961-1990)	1881
Lettland	8	+5,3 K (bzgl. 1961-1990)	1924
Niederlande	4	+3,2 K	1901 (Station De Bilt)
Österreich	9	+3,6 K (bzgl. 1961-1990)	1768

Tab. 1: Temperaturanomalien im Februar 2014 und deren nationale Rangfolge für einige europäische Länder

Frühjahr 2014

Das **Frühjahr 2014** (Abb. 3, Mitte oben) war insgesamt wärmer als normal. In mehreren Ländern belegte dieses Frühjahr die vordersten Plätze der Rangskala: In den Niederlanden war es das zweitwärmste Frühjahr seit 1706, das wärmste seit 1900 in Norwegen, das siebtwärmste seit 1767 in Österreich, das zehntwärmste seit 1864 in der Schweiz und das drittwärmste Frühjahr in Großbritannien (seit 1910), Deutschland (seit 1881), Belgien (seit 1837) und Polen (seit 1951). In Portugal lag es auf Platz 9 (seit 1931). In ihren saisonalen Bulletins berichteten Polen und die Schweiz über das ungewöhnlich frühe einsetzen der phänologischen Phasen im Frühjahr 2014.

In Europa war der **März 2014** nach dem Februar wieder viel wärmer als normal. Die mittleren monatlichen Anomalien überschritten +4 K in der Arktis, der Norwegischen See, in Nord- und Osteuropa. In Teilen Schwedens war dies der wärmste März seit 1859. Mehrere Stationen registrierten neue März-Rekorde der Maximaltemperaturen. Es war der drittwärmste März seit 1900 in Norwegen und auch an der Station Ekofisk in der Norwegischen See. Die hier beobachtete Wassertemperatur gehörte zusammen mit dem März 1990 zu den höchsten seit Beginn der Messungen im Jahr 1980. Es war der viertwärmste März seit 1864 in Dänemark, in Deutschland der drittwärmste zusammen mit dem Wert vom März 2002 seit 1881 und der drittwärmste in den Niederlanden nach 1990 und 1991 (seit 1901). In Österreich war es der zweitwärmste seit 247 Jahren und ebenfalls in Weißrussland seit mehr als 100 Jahren. Geringere Anomalien traten an der Atlantikküste und in Südeuropa auf.

Der **April 2014** zeichnete sich durch positive Anomalien in fast ganz Europa aus, die jedoch nicht so hoch wie im März 2014 waren. Es war der siebtwärmste April seit 1900 in Norwegen (Station Utvira fyr hat den wärmsten April seit 1868 gemessen) und der viertwärmste in Dänemark (seit 1883), den Niederlanden (seit 1901), Deutschland (seit 1881), Belgien (seit 1960) und Portugal (seit 1961). In Frankreich belegte der April 2014 den 5. Platz (seit 1900) und in Österreich den 10. Platz in der

247 Jahre langen Temperaturreihe.

Der **Mai 2014** war nur von geringen Temperaturabweichungen geprägt. Wärmer als normal zeigten sich vor allem die Arktis und die Nordseeregion, einschließlich der Britischen Inseln, Dänemark und Osteuropa. Die höchsten positiven Anomalien von mehr als +3 K wurden im europäischen Teil Russlands erreicht. In Mittel- und Südeuropa sowie in Schweden schwankten die Anomalien um den Normalwert. Obwohl sich die Monatsmitteltemperaturen in Mittel- und Westeuropa nur wenig vom vieljährigen Mittel unterschieden, gab es weit mehr warme Tage als normal.

Sommer 2014

In den meisten europäischen Ländern war der **Sommer 2014** (Abb. 3, Mitte unten) wärmer als normal. Höhere positive Anomalien von +2 bis +3 K traten nördlich von Island, von Norwegen bis nach Dänemark und im Gebiet östlich des Schwarzen Meeres auf. Für Norwegen als gesamtes Land lagen die Temperaturanomalien +1,9 K über dem Normalwert aber in einigen Landesteilen erreichten sie sogar Werte von +3 bis +4 K.

West- und Südeuropa zeigten im **Juni 2014** überdurchschnittliche Anomalien. Die höchsten positiven Anomalien von +2 K bis +3 K traten in Südfrankreich, Nordwestspanien, Südwestdeutschland, in der Schweiz, Nordostitalien und teilweise im westlichen Mittelmeer auf. Ähnliche Anomalien wurden auch im nördlichen Nordatlantik einschließlich Island beobachtet. Dagegen war es in Skandinavien und in den baltischen Staaten um -1 bis -2 K kälter als normal.

Der **Juli 2014** war in Nord-, Mittel- und Südosteuropa wärmer als normal und in Nordosteuropa mit bis zu -4 K kälter als normal. Etwas kühler oder fast normal war es in Südeuropa. Die höchsten positiven Anomalien von mehr als +4 K wurden in Skandinavien registriert. Im Norden Islands war dies der zweitwärmste Juli seit 1984 und der drittwärmste im Süden der Insel seit 1972. In Norwegen war es der wärmste Juli seit 1900 mit einer positiven Abweichung von +4,3 K. Dänemark verzeichnete den

zweitwärmsten Juli seit 1874.

Im August 2014 wurden positive Anomalien in Nord-, Ost- und Südeuropa beobachtet, kälter als normal oder normal war es in Mitteleuropa. Die höchsten positiven Anomalien von mehr als +4 K waren rund um das Kaspische Meer zu finden.

Herbst 2014

Der **Herbst 2014** (Abb. 3, unten) zeigte sich zweigeteilt, im Westen wurden überdurchschnittliche Temperaturanomalien beobachtet. In Russland war es dagegen kühler als normal.

Der **September 2014** brachte für ganz Europa wieder positive Temperaturanomalien. Die höchsten positiven Werte von mehr als +3 K wurden auf Island und in Teilen Nordafrikas registriert. In Irland am Valentia Observatorium und auf dem Flughafen von Cork lag die Temperatur +1,7 K bzw. +1,6 K über dem vieljährigen Durchschnitt und damit verzeichneten Valentia (seit 1991) und der Flughafen von Cork seit dem er eröffnet wurde (1962) den wärmsten September.

Der **Oktober 2014** präsentierte sich in West- und Südeuropa mit überdurchschnittlichen Temperaturen. Die höchsten positiven Anomalien von mehr als +3 K wurden in Spanien, in der Schweiz, in Deutschland und Dänemark registriert. In Norwegen war es der wärmste Oktober seit 10 Jahren. Die monatliche Durchschnittstemperatur in Dänemark betrug 12,1°C damit war dies der zweitwärmste Oktober seit Beginn der Messungen im Jahre 1874. Dieser Wert lag nur 0,1 K unter dem wärmsten Oktober im Jahre 2006, der 12,2°C betrug. In Deutschland war der Oktober des Jahres 2014 mit einer Anomalie von +2,1 K auch der drittwärmste seit Beginn der flächendeckenden Messungen.

Auch im **November 2014** zeigte der größte Teil Europas positive Temperaturanomalien. Die höchsten positiven Werte von mehr als +4 K wurden in Norditalien, Österreich und auf Island ermittelt. Negative Anomalien wurden in Osteuropa mit Werten unter -4 K aufgezeichnet. Österreich verzeichnete für November 2014 eine landesweite Monatsmitteltemperaturanomalie von +3,6 K über dem Durchschnitt der Periode 1981-2010. Dies war der wärmste November in der 248-jährigen Geschichte der Temperaturmessungen Österreichs. Der alte Rekord für November mit +3,4 K existierte seit 1926.

Mehrere Stationen der Schweiz beobachteten auch Allzeitrekorde der Temperatur. Die Monatsmitteltemperatur in Reykjavík, Island, betrug 5,5°C und war damit +4,3 K wärmer als der Durchschnitt der Periode 1961-1990 bzw. lag +3,2 K über dem Durchschnitt der letzten 10 Jahre und erreichte den 2. Rang der wärmsten November seit Beginn der Messungen. In Akureyri lag die gemittelte Monatstemperatur bei +3,4°C und überschritt damit das vieljährige Mittel (1961-1990) um +3,7 K.

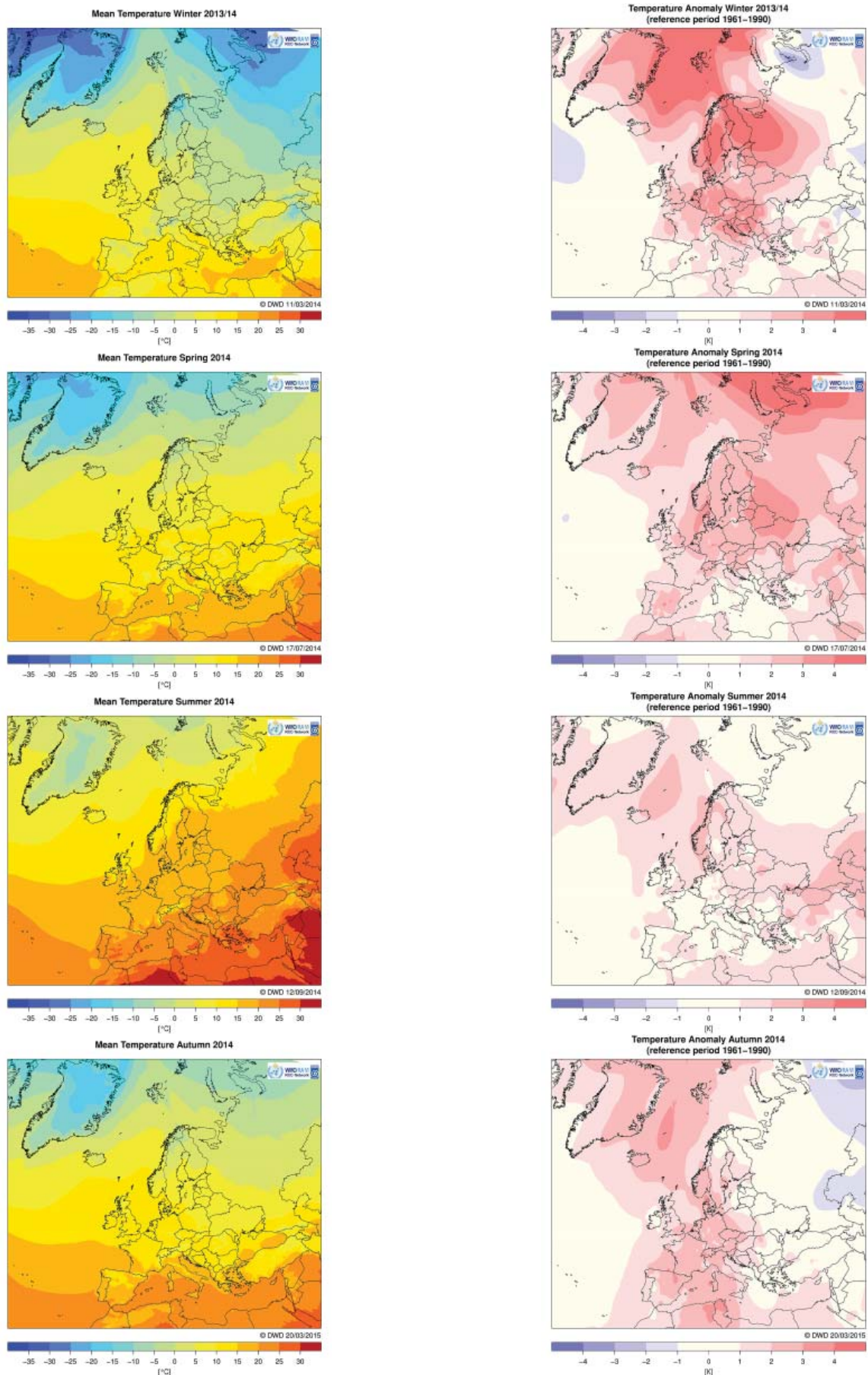


Abb. 3: Mittlere Lufttemperatur (2m) in °C (links) und mittlere Anomalie der Lufttemperatur (2m) in K (rechts) vom langjährigen Mittel 1961-1990 für die Jahreszeiten Winter 2013/2014, Frühling 2014, Sommer 2014 und Herbst 2014

Niederschlag

Die Niederschlagskarten dieses Beitrags beruhen auf dem „GPCP Monitoring Product“ (Becker et al., 2013) des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie (WZN, engl. Global Precipitation Climatology Centre, GPCC) <http://gpcc.dwd.de>.

Für Europa zeigen die Analysen des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie für das **Jahr 2014** überwiegend geringe Abweichungen des Niederschlags von den vieljährigen Mittelwerten des Zeitraums 1951–2000. In der Anomalie-Karte (Abb. 4) fällt insbesondere der Niederschlagsüberschuss im östlichen Mittelmeerraum und dem Balkan auf. Ein geringes Niederschlagsdefizit findet man in Osteuropa, von Nordskandinavien bis zu den Baltischen Staaten, dem Nahen Osten und in Ostspanien.

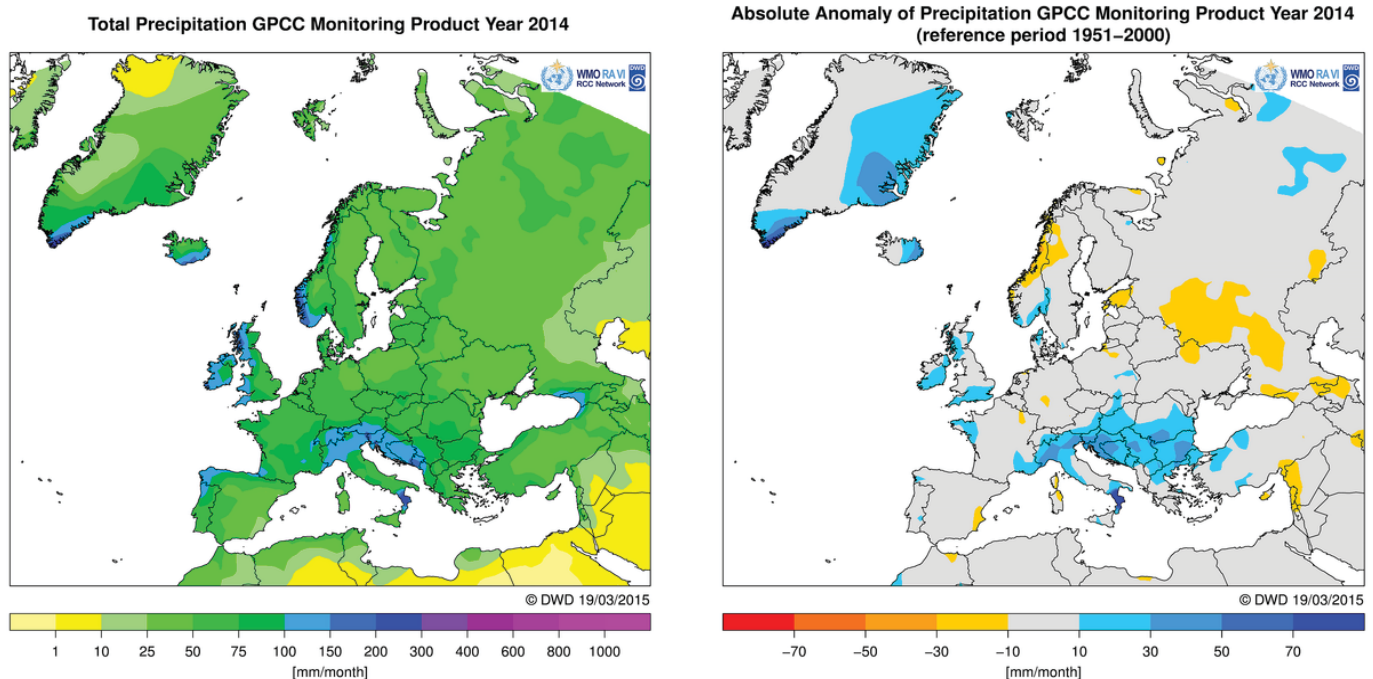


Abb. 4: Niederschlagshöhe in mm/Monat (links) und Niederschlagsanomalie (rechts) vom langjährigen Mittel 1951–2000 im Jahr 2014

Winter 2013/2014

Der **Winter 2013/2014** (Abb. 5, oben) war in Westeuropa feuchter in Zentral- und Osteuropa dagegen trockener als normal. In Irland, England, Südnorwegen und Teilen Südschwedens betrug der Niederschlagsüberschuss mehr als +70mm/Monat bzw. mehr als +70 % über der normalen Menge. Auch die südliche Alpenregion und Teile der Adriaküste verzeichneten einen Niederschlagsüberschuss von +70 % lokal sogar über +150 %. Das Gebiet mit Niederschlagsdefizit reichte von Deutschland über den Balkan und die Ukraine, bis nach Russland und die Kaukasusregion. Am stärksten von der Trockenheit waren die Türkei und der Nahe Osten betroffen wo lokal weniger als 40 % der normalen Niederschlagsmenge fiel. Israel berichtete, dass von Mitte Dezember 2013 bis Ende Februar 2014 die trockenste Zeit seit mehr als 70 Jahren war.

Auf den Britischen Inseln, in Skandinavien, Nord- und Westrussland sowie im Nahen Osten war der **Dezember 2013** feuchter als normal. In einigen Gebieten waren die Niederschlagshöhen und die prozentuale Niederschlagsabweichung mit über 300 mm bzw. über 167 % bemerkenswert. In Schottland war dies der feuchtes-

te Dezember seit 1910, in Dänemark (seit 1874) und Norwegen (seit 1900; nach 1975) der zweitfeuchteste Dezember. In Mitteleuropa und Südosteuropa fiel der Dezember dagegen trockener als normal aus. Auf dem Balkan und im Nahen Osten blieben die Monatssummen teilweise unter 10 mm. In Verbindung mit den relativ warmen Temperaturen gab es wenig Schnee.

Überdurchschnittlich viel Niederschlag fiel im **Januar 2014** in Westeuropa einschließlich des westlichen Mittelmeerraumes und der Adria aber auch im östlichen Mitteleuropa, Ostbalkan und Südrussland. Die heftigen Regenfälle an der Atlantikküste, in Südfrankreich, im südlichen Alpenraum und an der Adriaküste führten zu Überschwemmungen. Trockener als normal war es in den meisten Teilen Nordeuropas, in Mitteleuropa und auf dem nördlichen Balkan sowie in der Türkei und im östlichen Mittelmeer. Insgesamt erhielt Großbritannien 151 % der durchschnittlichen Niederschlagsmenge (drittföchteste Januar seit 1910). In Südengland wurden sogar weit über 200 % und lokal etwas mehr als das Dreifache des Durchschnitts erreicht. In Frankreich rangierte der Januar 2014 unter den 10 nassesten seit 1959. In Teilen von Öster-

reich (Osttirol, Oberkärnten) war es der feuchteste Januar seit 1917, während die östlichsten Landesteile trockener als normal waren.

Feuchter als normal war der **Februar 2014** in West- und Südeuropa, in Schweden, in Südsandinavien und Nordrusslands. Ebenso wie der Januar war auch der Februar im südlichen Alpenraum und in der nördlichen Adria-region, vor allem in Slowenien, feuchter als normal. In Lugano (Schweiz) wurde die zweithöchste Monatssumme seit 1864 registriert. An der Station San Bernardino war es vermutlich der höchste Februarwert seit 1901. Die Bretagne im Nordwesten Frankreichs verzeichnete seinen feuchtesten Februar seit 1959 mit 200-300 % des vieljährigen Mittels. Für ganz Frankreich war es der viertnasseste Februar seit 1959. Auch in Großbritannien war dies der viertnasseste Februar mit 184 % (Referenzperiode 1981-2010). Das Valentia Observatory in Irland notierte den feuchtesten Februar seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1866 (148 Jahre) mit 292,4 mm bzw. 236 % des vieljährigen Durchschnittswertes. Im Süden Norwegens wurden mehr als 300 % des normalen Februarniederschlags verzeichnet und an einzelnen Stationen sogar die 400 % übertroffen. Aus Slowenien wurden Anfang Februar 2014 4-Tagessummen zwischen 130 mm und 400 mm gemeldet. Trockener als normal war es im östlichen Mitteleuropa und Osteuropa sowie im Nahen Osten. In Teilen des östlichen Mitteleuropas, nördlich des Schwarzen Meeres, im Nahen Osten und in Teilen der Levante lagen die Monatssummen unter 10 mm, teilweise sogar unter 1 mm. Trockener waren auch die meisten Teile Norwegens außer Südnorwegen. Aufgrund höherer Temperaturen gab es wenig Schnee. Ausnahmen waren die Alpen und Ostrumänien.

Frühjahr 2014

Das **Frühjahr 2014** (Abb. 5, Mitte oben) zeichnete sich durch einen Niederschlagsüberschuss insbesondere auf dem Balkan aus, der sich vor allem im April und Mai ergab und dort zu Überschwemmungen führte. Im Südwesten und Osten Europas herrschte dagegen ein Niederschlagsdefizit stellenweise von unter 40 %.

Der **März 2014** war sehr trocken in West- und Mitteleuropa, im größten Teil der Iberischen Halbinsel, im nördlichen Balkan, in Osteuropa und Westrussland. In Frankreich, den Niederlanden und Deutschland lag der Niederschlag unter 40 % der Normalmenge; in Deutschland und Frankreich teilweise sogar unter 20 %. Der März 2014 war in Frankreich zwar nicht so trocken wie im Jahr 2012, aber das Elsass meldete den trockensten März seit 1959. In Deutschland war es der fünftrockenste März seit 1881. Da Nordspanien feuchter als normal war, ergab sich im Landesdurchschnitt eine fast normale Situation. Die norwegische Küstenregion, Polen und der östliche Balkan, Südrussland und der Nahe Osten waren feuchter als normal. Für Norwegen stellte sich der März 2014 als der siebtfeuchteste seit 1900 heraus.

Der **April 2014** war nur auf dem Balkan, in Süditalien, in Skandinavien an der Atlantikküste und im östlichen

Teil des europäischen Russlands feuchter als normal. Unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen erhielten vor allem Mitteleuropa, Zentralschweden, Südfinnland, die baltischen Staaten, Westrussland, Weißrussland, die östliche Mittelmeerregion und der Nahen Osten. Zum Beispiel verzeichnete die Station Retz in Österreich die niedrigste Niederschlagssumme für den Zeitraum von Oktober 2013 bis April 2014 seit 1895. In anderen Ländern war die Niederschlagsmenge fast normal. Der April 2014 brachte teilweise heftige Gewitter mit starken bis sehr starken Niederschlägen (teilweise als Schnee) in der Mittelmeerregion einschließlich der Iberischen Halbinsel und des Balkan. Der Niederschlagsüberschuss auf dem Balkan entsprach Summen über dem 80. Perzentil bezogen auf die Referenzperiode 1981-2010.

Der **Mai 2014** war in West-, Mittel- und Nordeuropa, sowie auf dem Balkan, in der Westtürkei und im Nahen Osten feuchter als normal. Der Niederschlagsüberschuss im Südosten sowie im Nordwesten Europas überstieg den 80. Perzentilewert der Referenzperiode 1981-2010. Starke Niederschläge führten auf dem Balkan zu schweren Überschwemmungen. Trockener als normal waren Westskandinavien, die Iberische Halbinsel, Südfrankreich, Norditalien, Griechenland und Teile Westrusslands.

Sommer 2014

Der **Sommer 2014** (Abb. 5, Mitte unten) war in Süd- und Mitteleuropa mit Ausnahme der Iberischen Halbinsel feuchter als normal. Die höchsten positiven Anomalien traten auf dem Balkan und im nord-westlichen Teil der Türkei auf. In Kroatien belief sich der Niederschlagsüberschuss auf mehr als +70 mm/Monat und die relativen Abweichungen lagen im Bereich von 100-300 % des mehrjährigen Sommermittels.

In Zentral-, West-, Südwest- und Mittel-Osteuropa war der **Juni 2014** trockener als normal. In Deutschland lag dieser Juni auf dem 14. Platz der trockensten Monate seit 1881. In Süddeutschland wurde die Trockenheit als schwerwiegend eingestuft. Weitaus mehr Niederschlag als normal fiel im Westen der Türkei und auf dem Balkan aber auch im europäischen Russland und in den baltischen Staaten. Mitte Juni 2014 führte ein Tief im Mittelmeer zu sehr starken bis zu extrem starken Niederschlägen in der Balkanregion und in dem zentralen und östlichen Mittelmeerraum. Viele Stationen registrierten 50 mm oder mehr in der Zeit vom 14. bis 19. Juni. Einige Stationen verzeichneten mehr als 100 mm in diesem Zeitraum. In Varna (Bulgarien) wurden 178 mm gemessen, d.h. beinahe das 5-fache der mittleren monatlichen Niederschlagssumme für diese Station. Demzufolge kam es zu einer Überschwemmung am 19. Juni mit mindestens 5 Todesopfern.

Die Niederschlagsverteilung im **Juli 2014** war fast das genaue Gegenteil vom Juni mit überdurchschnittlich viel Regen in West- und Südeuropa. Ursache dafür waren viele Starkniederschlagsereignisse in Verbindung mit konvektiver Aktivität. Mehr Niederschlag als normal

verzeichnete auch der östliche Teil des europäischen Russlands. Trockener als normal war es in einem Band von den Britischen Inseln bis nach Nord- und Osteuropa. In Deutschland lag der Juli 2014 auf dem 10. Platz seit 1881.

Der **August 2014** war in Mitteleuropa feuchter als normal, in Südeuropa und Teilen des Nahen Ostens sowie im südlichen Teil Russland und in der Ukraine trockener als normal. Der Hitzerekord im Baltikum am 04.08.2014 wurde durch nächtliche Unwetter und Gewitterstürme in Litauen und Polen beendet, bei denen viele Keller voll Wasser liefen und viele Haushalte ohne Strom blieben. Am 8. August überquerte eine Gewitterfront Frankreich mit starken Windböen und Starkniederschlägen, die Bäume entwurzelten und Stromleitungen zerstörten.

Herbst 2014

Im **Herbst 2014** (Abb. 5, unten) zeichnete sich das Niederschlagsverteilungsmuster durch eine Zweiteilung aus: Unterdurchschnittliche Niederschläge im Westen, Norden, Osten und in der Mitte Europas, Niederschlagsüberschuss in Südeuropa.

Der **September 2014** war in West-, Nord- und Osteuropa trockener als normal. In Großbritannien war es der zweittrockenste September seit dem Jahr 1910 nur der September 1959 war trockener. In Portugal registrierten mehrere Stationen 100-160 mm Regen, was mehr als 300% des vieljährigen Mittels ausmachte. Von Mitteleuropa (Tschechien) über den Balkan bis zur Türkei erstreckte sich ein Band mit hohen monatlichen Niederschlägen von teilweise mehr als 300 mm und in Italien mit sogar 479,3 mm an der Station Monte S. Angelo. Die relativen Niederschlagsanomalien erreichten Werte von 400 % des Normalwertes in dieser Region. In Montenegro beliefen sich die monatlichen Niederschlagssummen auf 137-503 mm oder 168 % bis 455 %.

Der **Oktober 2014** war im östlichen Spanien, in Südfrankreich und Italien trockener als normal. Auch im nördlichen Skandinavien und Russland sowie in einem Gebiet von Polen, Weißrussland über die Ukraine und Russland bis nach Kasachstan wurden geringere Niederschlagsmengen beobachtet. Einige norwegische Stationen meldeten dagegen mehr als 250 % des normalen Niederschlags was zu vielen Überschwemmungen führte. Teile des Balkans und der Türkei registrierten übernormale Niederschläge, stellenweise mehr als 200 %. Auch in Süditalien gab es starke Niederschläge an einigen Stationen so z.B. an der Station Termoli wurden dabei gleich zwei Rekorde gebrochen, das tägliche Niederschlagsmaximum stieg von 65,1 auf 91,6 mm und das monatliche von 130,8 auf 168,8 mm.

Die Anomalien im **November 2014** zeigten negative Werte in Mittel- und Osteuropa. Überdurchschnittlich hohe Niederschläge wurden in Portugal, Spanien, Südfrankreich, der Schweiz, Südösterreich und Norditalien beobachtet. Der Überschuss belief sich in Österreich auf bis zu +254 % an der Station Kötschach-Mauthen. Die in der Schweiz beobachtete Niederschlagssumme erreichte

an der Station Lugano 587 mm oder 462 %. Viele weitere Stationen meldeten auch Starkniederschläge mit nachfolgenden Überschwemmungen am Lago Maggiore und Lago di Lugano. In Südfrankreich wurden fünf Episoden von Starkniederschlägen mit bis zu 500 mm registriert. Viele monatliche Rekorde wurden dabei gebrochen so z.B. an der Station Oletta mit 318 mm, Lanas mit 387 mm, Nizza mit 563 mm und Bormes-les-Mimosas mit 575 mm.

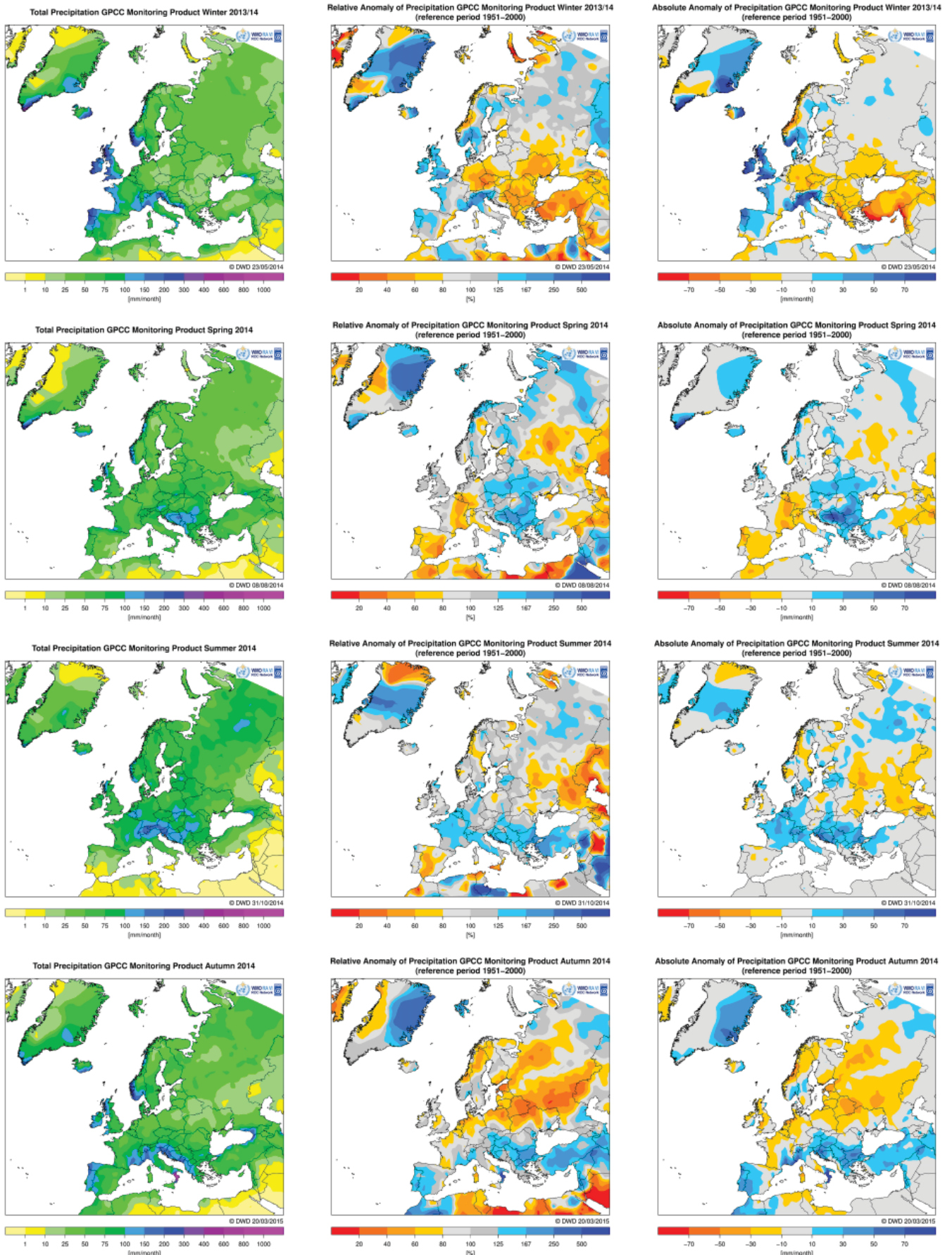


Abb.5: Niederschlagshöhe in mm/Monat (links), relative Abweichung in % (Mitte) und absolute Abweichung in mm/Monat (rechts) vom langjährigen Mittel 1951–2000 für die Jahreszeiten Winter 2013/2014, Frühling 2014, Sommer 2014, Herbst 2014. Die hohen Abweichungen über Grönland sind Datenfehler.

Luftdruck und Zirkulation

Die Luftdruckverteilung über Europa wird vor allem vom Islandtief und Azorenhoch bestimmt. Im Jahre 2014 (Abb. 6) war das Azorenhoch normal ausgeprägt und das Islandtief etwas intensiver mit Anomalien von -6 bis -2 hPa, die

von Grönland über Island bis zur Biskaya reichten. Übers Jahr hinweg etablierte sich über Finnland, dem Baltikum und Nordwestrussland eine positive Druckanomalie von +2 bis +6 hPa.

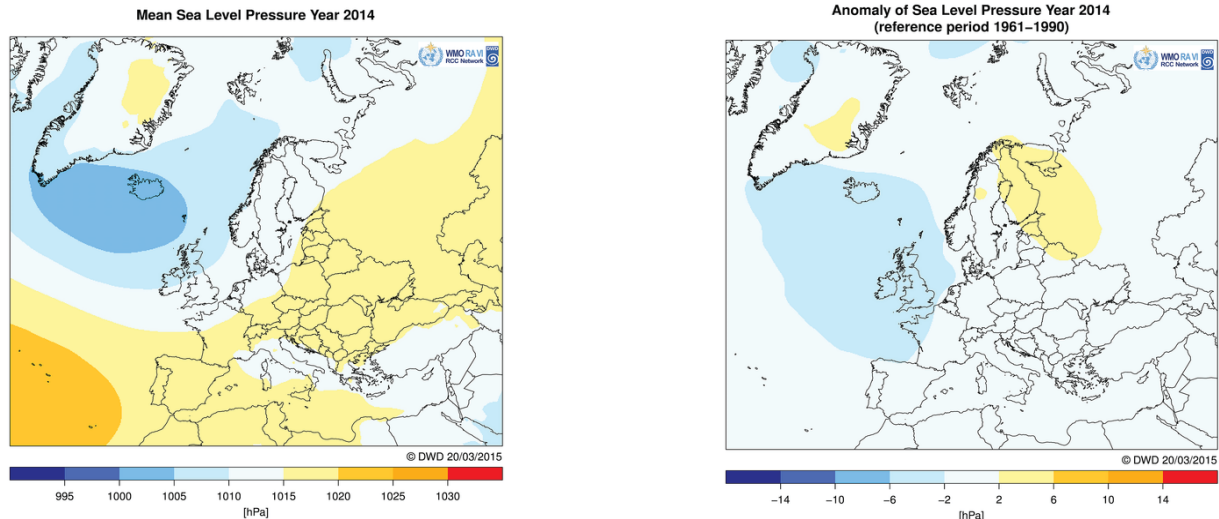


Abb. 6: Bodendruck in hPa: Jahresmittel (links) und -anomalie (rechts, zum Bezugszeitraum 1961-1990) für das Jahr 2014

Jahr	Monat	NOA	EA	EA/WR	SCA	POL	AO
2013	12	0,79	1,20	-0,36	-0,73	-0,83	1,475
2014	1	-0,17	1,37	-1,32	1,75	-0,79	-0,969
2014	2	1,07	2,23	-1,93	1,10	-1,86	0,044
2014	3	0,44	0,92	-0,11	-0,47	0,04	1,206
2014	4	0,19	0,52	1,23	-0,66	1,02	0,972
2014	5	-0,80	0,38	-1,45	-0,49	0,98	0,464
2014	6	-0,67	-1,03	0,03	0,19	-0,01	-0,507
2014	7	0,21	0,58	-0,31	1,56	-0,93	-0,489
2014	8	-2,28	0,75	-1,69	-0,59	1,57	-0,372
2014	9	1,72	0,20	0,47	1,14	1,10	0,102
2014	10	-0,87	1,02	-0,37	1,11	-1,03	-1,134
2014	11	0,58	0,43	1,28	1,77	1,75	-0,530
2014	12	1,63	-0,59	-0,44	-0,40	-0,93	0,413

Tab. 2: Jahresgänge der für Europa relevanten standardisierten Zirkulationsindizes der Nordhemisphäre von Januar bis Dezember 2014

Anmerkung: Alle Werte sind bezüglich des Zeitraums 1981-2010 standardisiert. (Nordatlantik Oszillation (NOA), Ostatlantik Muster (EA), Ostatlantik/Westrußland Muster (EA/WR), Skandinavien Muster (SCA), Polar/Eurasien Muster (POL), Arktische Oszillation (AO)); nach Daten des NOAA Climate Prediction Center, weitere Erklärungen sind bei <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao.shtml> und <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/> zu finden).

Winter 2013/2014

Im Mittel des **Winters 2013/2014** (Abb. 7, oben) zeigte das Islandtief einen Bodendruck von weniger als 995 hPa und lag südlich von Island. Das Gebiet negativer Luftdruckanomalien erstreckte sich über den gesamten Nordatlantik von der Ostküste Nordamerikas bis an die Westküste Europas und vom Nordmeer bis nach Nordspanien. Die negativen Anomalien unterschritten den Wert von -14 hPa. Das Azorenhoch war nach Südwesten verschoben, so dass die Azoren außerhalb des Hochdruckzentrums (mit mehr als 1025 hPa) lagen. Das Azorenhoch und das asiatische Hoch waren über den größten Teil des europäischen Kontinents und des Mittelmeerraumes miteinander verbunden. Die positiven Anomalien bewegten sich im Bereich von +2 bis +6 hPa in der Azoren-Region, in Südosteuropa und im Nahen Osten sowie in der russischen Arktis. Das Jahreszeitenmittel des Nordatlantischen Oszillations-Indexes (NAO) und der Arktischen Oszillation (AO) waren 0,55 und 0,176. Die Verschiebung beider Zentren nach Süden ist der Grund, dass die Indizes relativ klein sind.

Der **Dezember 2013** wurde durch ein Tiefdruckgebiet über Island mit Werten unter 995 hPa geprägt das von Südgrönland nach Nordnorwegen reichte. Das Hochdruckgebiet über Südeuropa hatte 2 Zentren: Eins über Spanien und das zweite über dem Balkan (über 1025 hPa). Die höchsten positiven Anomalien von +6 bis +10 hPa erstrecken sich über das zentrale Mittelmeer, den Balkan und das Schwarze Meer. Die höchsten negativen Abweichungen von -14 hPa waren bei Island zu finden. Der NAO-Index für Dezember 2013 von nur 0,79 fällt wegen des nach Südosten verschobenen Azorenhochs etwas geringer aus als vermutet, dafür liegt der AO-Index höherer bei einem Wert von 1,475.

Im **Januar 2014** lag das Islandtief weit nach Süden verschoben mit einem mittleren Druck unter 995 hPa. Dies bedeutet eine negative Abweichung von mehr als -14 hPa zwischen den Britischen Inseln und Island. Die positiven Anomalien waren am höchsten über dem Eismeer mit bis zu +10 hPa. Die starken Gradienten zwischen Nordatlantik und den Azoren verursachten mehrere Stürme mit hohen Windgeschwindigkeiten.

Der **Februar 2014** war durch ein stark ausgeprägtes Islandtief gekennzeichnet, dessen Kerndruck im Monatsmittel unter 995 hPa lag. Es reichte bis zu den Britischen Inseln und erfasste den westlichen und nördlichen Teil Europas. Die negativen Anomalien unterschritten -14 hPa. Das Azorenhoch war schwach und nach Süden verschoben. Ein zweites Hochdruckgebiet mit einem Luftdruckmittel von mehr als 1030 hPa erstreckte sich von der Ostukraine über Russland bis in die Kaukasus-Region und den Nahen Osten. Die positiven Abweichungen von mehr als +10 hPa waren über Nordrussland zentriert.

Frühjahr 2014

Die mittlere Luftdruckverteilung im **Frühjahr 2014** (Abb. 7, Mitte oben) entsprach in den meisten Gebieten dem normalen Zustand. Nur über dem Nordmeer und Nor-

drussland herrschten negative Anomalien von weniger als -10 hPa. Auch das Islandtief lag mit seinem Zentrum westlich von Island mit negativen Anomalien von unter -6 hPa. Der mittlere NAO-Index für das Frühjahr 2014 lag bei -0,27 und der mittlere AO-Index bei 0,88.

Im **März 2014** wurde die Luftdruckverteilung durch 2 Tiefdruckzentren geprägt: Eins zwischen Grönland und Island gelegen mit einem Kerndruck unter 995 hPa und das andere über Nowaja Semlja mit Kerndruck unter 1000 hPa. Der Kern des Azorenhochs mit einem Druck von über 1025 hPa war nach Südwesten verschoben. Die positiven Anomalien von +2 bis +6 hPa lagen im Bereich des Azorenhochs. Die negativen Anomalien konzentrierten sich auf den Norden und Nordosten mit -14 hPa im Tief über Nowaja Semlja, weniger als -6 hPa über Grönland, über dem nördlichen Nordatlantik und Russland und weniger als -2 hPa über Nord- und Osteuropa.

Im **April 2014** setzte sich über dem Nordatlantik und über Nordeuropa im Prinzip die Luftdruckkonstellation vom März mit 2 Tiefdruckzentren fort. Die beiden Zentren, das Island Tief und das Tief über Nowaja Semlja, waren mit negativen Anomalien von etwa -6 hPa bis unter -14 hPa intensiver als im vieljährigen Mittel. In den übrigen Teilen Europas herrschten beinahe normale Luftdruckverhältnisse vor.

Die Luftdruckverteilung im **Mai 2015** wurde von einem nur mäßig ausgeprägten Islandtief mit dem Kern (1005-1010 hPa) südwestlich von Island und einem Azorenhoch mit Kern (1025-1030 hPa) über den Azoren dominiert. Auffällig war eine gut ausgebildete Hochdruckbrücke von Grönland über Skandinavien nach Russland mit einem Hochdruckzentrum (1020-1025 hPa) nordöstlich von Island. Die positiven Anomalien in diesem Gebiet beliefen sich auf +2 - +6 hPa im Vergleich zum vieljährigen Mittel 1961-1990. Die positiven Anomalien im östlichen Teil des Azorenhochs hatten die gleiche Größenordnung. Im Bereich des Islandtiefs erreichten die Anomalien Werte von -2 hPa bis -6 hPa.

Sommer 2014

Die Druckverteilung für den **Sommer 2014** (Abb. 7, Mitte unten) war relativ normal. Die Ausnahme war hoher Druck über Grönland und über der Norwegischen See mit Druckanomalien von mehr als +6 hPa über Grönland. Dies war auch der Grund für den negativen NAO-Index. Das Azorenhoch lag über den Azoren mit einem Kerndruck von mehr als 1020 hPa.

Im **Juni 2014** befand sich die NAO weiterhin in einer negativen Phase (Indexwert -0,67). Das Bodenluftdruck-Muster dominierte eine sich von den Azoren - Westeuropa erfassend - über die Nordsee bis zum Nordatlantik erstreckende Hochdruckbrücke. Über dem Nordatlantik den Britischen Inseln, Nordwegen und Nordschweden erreichten die positiven Anomalien +2 - +6 hPa. Die höchsten positiven Anomalien bis +10 hPa traten in einem Gebiet östlich von Island auf. Östlich der Azoren wurden negative Anomalien von -2 bis -6 hPa beobachtet. Über Nordrussland lag ein Tiefdruckgebiet. Ein weiteres Tiefdruckgebiet

mit einem Kern von unter 1000 hPa erstreckte sich über dem Nahen Osten. Die Anomalien in diesen Tiefdruckgebieten oszillierten mit ± 2 hPa um den Mittelwert, wie auch fast über ganz Kontinentaleuropa.

Die Luftdruckkonstellation im **Juli 2014** prägten zwei Hochdruckgebiete: Das Azorenhoch und ein ausgedehntes Hochdruckgebiet das den Nordatlantik, Skandinavien und Westrussland erfasste. Die beiden Gebiete waren mit einer schmalen Hochdruckbrücke über Frankreich, den Britischen Inseln und die Nordsee miteinander verbunden. Während im Bereich des Azorenhochs die Luftdruckverhältnisse in etwa dem Mittelwert entsprachen, war der Luftdruck über Nordrussland um $+6 - +10$ hPa höher als normal. Das Islandtief war mit einer Anomalie von -2 bis -6 hPa im Julimittel etwas stärker. Das Tief über dem Mittleren Osten zeigte keine auffälligen Unterschiede zum mittleren Zustand. Tiefer als normal war allerdings der Luftdruck über Nordostrussland, Nordostfrankreich, von Süddeutschland bis nach Norditalien und von Tschechien bis in den nördlichen Teil der Balkanhalbinsel. Die Anomalien schwankten hier zwischen -2 und -6 hPa.

Der **August 2014** präsentierte sich mit einer relativ außergewöhnlichen Luftdruckverteilung. Über dem Nordatlantik südlich von Island, Nordirland, Schottland und über ganz Skandinavien herrschte niedriger Luftdruck mit Anomalien von -2 bis -6 hPa, die bis nach Norddeutschland, Polen und die baltischen Staaten reichten. Die niedrigsten Anomalien bis zu -10 hPa wurden über Südnorwegen notiert. Im Bereich des Azorenhochs dagegen entsprach der Luftdruck den mittleren Verhältnissen.

Herbst 2014

Das Zirkulationsmuster im **Herbst 2014** (Abb. 7, unten) war von einem stark entwickelten Islandtief mit Kern südwestlich von Island (unter 1000 hPa) und einem Russland-Hoch mit einem Kerndruck von 1020-1025 hPa geprägt. Die negativen Anomalien reichten von Grönland bis zur Iberischen Halbinsel mit Werten von weniger als -6 hPa südwestlich von Irland. Das Azorenhoch lag westlicher als normal auf den Atlantik verschoben. Positive Druckabweichungen befanden sich über Skandinavien und Nordrussland mit Werten von mehr als $+6$ hPa.

Im **September 2014** wurde die gut ausgebildete subpolare Tiefdruckrinne mit einem Tiefdruckkern (unter 1000 hPa) an der südöstlichen Spitze Grönlands von einem breiten Hochdruckrücken mit 3 Zentren (Kerndruck über 1020 hPa) begleitet. Das 1. Zentrum lag weit nordwestlich von den Azoren, das 2. über der Mitte der Britischen Inseln und das 3. war etwa über dem nördlichen Teil Weißrusslands positioniert. Dementsprechend konzentrierten sich die positiven Anomalien auf den nördlichen Teil des Hochdruckrückens, vom Atlantik bis nach Russland und erreichten höchste Werte ($+6 - +10$ hPa) in einem Bereich vom Atlantik nordwestlich der Britischen Inseln über Südsandinavien bis etwa nach Estland. Positive Temperatur- und Sonnenscheindauer sowie wenig Niederschlag waren hier die Begleiterscheinungen. Negative Anomalien von -2 bis -6 hPa traten über den

Azoren bis zu der Iberischen Halbinsel und im Osten über der Türkei sowie angrenzenden Gebieten auf.

Im **Oktober 2014** wurde der überwiegende Teil Europas von höherem Luftdruck (über 1015 hPa) beherrscht, wobei das Zentrum (über 1020 hPa) über Zentral-Osteuropa lag. Das gut ausgebildete Islandtief lag allerdings südlicher als normal. Diese Luftdruckkonstellation sorgte für eine negative NAO-Phase (Index: $-0,87$). Die negativen Anomalien waren über dem Atlantik von den Azoren bis nach Island verbreitet, wobei die niedrigsten Werte von unter -6 hPa über dem Nordatlantik zwischen den Britischen Inseln und Island notiert wurden. Höherer Luftdruck als normal wurde vom Nordmeer über den östlichen Teil Skandinaviens und Westrussland bis in die Ukraine beobachtet. Die höchsten Anomalien (über $+10$ hPa) - abgesehen von Grönland - traten über Nowaja Semlja auf.

Der **November 2014** zeichnete sich durch einen außergewöhnlich hohen Luftdruck über Osteuropa aus; über Zentralrussland wurden Werte von 1030 hPa überschritten. Die positiven Anomalien erreichten die höchsten Werte von über $+14$ hPa über Finnland und angrenzenden Gebieten Russlands. Entsprechend war die Sonnenscheindauer überdurchschnittlich. Über dem Atlantik war das südöstlich von Island gelegene Islandtief intensiver als normal mit einem Kerndruck unter 995 hPa und einer Anomalie von -14 hPa. Die Ausläufer des Islandtiefs reichten bis an die Biskaya und Westfrankreich, wobei die negativen Luftdruckanomalien ganz Westeuropa beherrschten und bis nach Nordafrika reichten. Dieses Luftdruckanomalienmuster brachte West- und Zentraleuropa höhere Temperaturen als normal und in Südwesteuropa mehr Niederschlag.

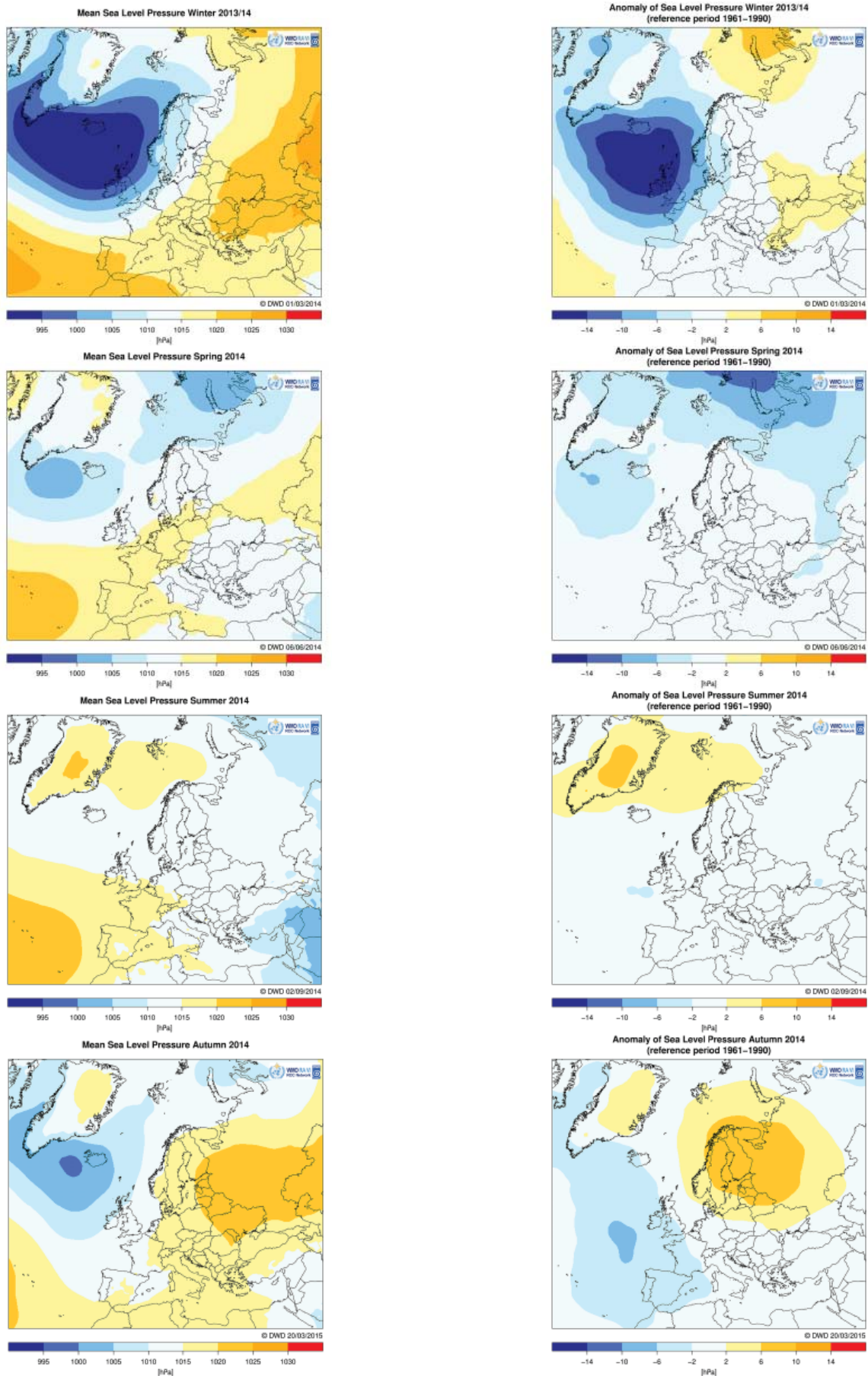


Abb. 7: Mittelwerte des Luftdrucks auf Meeresebene in hPa (links) und deren Anomalien (rechts) vom langjährigen Mittel 1961-1990 für die Jahreszeiten Winter 2013/2014, Frühling 2014, Sommer 2014 und Herbst 2014

Sonnenscheindauer und Bewölkung

Die in Abb. 8 dargestellten Karten der jahreszeitlichen Summen der Sonnenscheindauer und ihrer relativen Abweichung zur Referenz 1961-1990 basieren auf Beobachtungsdaten von ausgewählten Stationen, die monatlich international ausgetauscht werden (CLIMAT). Hinweise zur Datenanalyse sind in http://www.dwd.de/DE/leistungen/rcccm/int/rcccm_int_suncli.html zu finden. In Abb. 9 und 10 sind die jahreszeitlichen Verteilungen der Anzahl der trüben (Tagesmittel der Bewölkung 7/8 oder mehr) bzw. der heiteren (Tagesmittel der Bewölkung unter 2/8) Tage und ihrer absoluten Anomalien (Referenz 1982-2009) dargestellt. Die Datengrundlage dafür sind Daten des AVHRR Instruments auf den polarumlaufenden Satelliten (NOAA, METOP). Daher weicht aufgrund der Datenverfügbarkeit auch der Referenzzeitraum von der Normalperiode 1961-1990 ab. Der Vorteil der satellitengestützten Karten liegt u.a. in der vollständigen räumlichen Abdeckung, während die Karten auf der Basis von Beobachtungsstationen nur auf dem Land Informationen liefern.

Nachteile ergeben sich aus der Tatsache, dass die Satelliten, die Wolken unterer Stockwerke der Atmosphäre nicht erfassen können, wenn gleichzeitig höhere Wolken auftreten. Daher sind die Satellitendaten mit in situ Beobachtungen des Bedeckungsgrades oft nicht vergleichbar. Generell stellt die räumliche Verteilung der Sonnenscheindauer ein Negativbild der Verteilung von Bewölkung und Niederschlag dar.

Winter 2013/2014

Der **Winter 2013/2014** (Abb. 8, oben) war sonniger als normal im Süden Großbritanniens, in West- und Zentraleuropa, im überwiegenden Teil des Balkans, in der Türkei sowie im Nahen Osten. In Deutschland belegte er den 11. Platz in der Rangliste der sonnigen Winter seit 1951. Unterdurchschnittliche Sonnenscheindauer verzeichneten große Teile Nord- und Osteuropas als auch der westliche Teil des Mittelmeerraumes.

In Übereinstimmung mit der Luftdruckverteilung im **Dezember 2013** notierten die Iberische Halbinsel, Westeuropa, der südöstliche Teil der Britischen Inseln und weite Teile Osteuropas eine überdurchschnittliche Sonnenscheindauer. Weniger Sonnenstunden als normal registrierten Irland, Schottland, Süd- und Nordskandinavien sowie der überwiegende Teil Russlands und der Nahe Osten. In Relation zum Mittelwert 1961-1990 meldeten die „sonnigen“ Gebiete 150 % Sonnenstunden, während Nordrussland weniger als 25 % des Normalwertes zeigte. Im **Januar 2014** waren vor allem das europäische Russland, der östliche Teil der Ostseeregion und der Mittlere Osten überdurchschnittlich sonnig. Weniger Sonnenstunden als normal zählten vor allem Westeuropa, teilweise Skandinavien und die Balkanstaaten. In Zentraleuropa dagegen war das Verteilungsmuster der über- und unterdurchschnittlichen Werte recht heterogen.

Der **Februar 2014** brachte insbesondere Zentraleuropa,

dem Balkan und dem Nahen Osten überdurchschnittlich viele Sonnenstunden. In Polen und Ostdeutschland wie auch in der Türkei und im Nahen Osten belief sich der Überschuss auf mehr als 150 % des Normalwertes. Stark bedeckt war es dagegen in Skandinavien und im europäischen Russland aber auch in Westeuropa. Finnland und anschließende Teile Russlands verzeichneten weniger als 25 % der mittleren Sonnenscheindauer. Die starke Bewölkung reduzierte die langwellige Ausstrahlung und so wurde beispielsweise in Finnland der zweitwärmste Februar mit Temperaturanomalien bis zu +8,2 K beobachtet.

Frühling 2014

Der **Frühling 2014** (Abb. 8, Mitte oben) war in weiten Teilen Europas, von der Iberischen Halbinsel bis nach Skandinavien und dem europäischen Teil Russlands sonniger mit +25 - +50 % mehr Sonnenstunden als normal. In Belgien an der Station Ukkel schien die Sonne 572 Stunden was gegenüber dem Mittel für Frühjahr von 463 Stunden einer Zunahme von rund +23 % entsprach. Nordosteuropa, Teile des Balkans,

der Türkei sowie der Nahe Osten haben teilweise weniger als 95% der normalen Sonnenstunden gemessen.

Die positiven Sonnenscheinanomalien im Frühjahr gehen vor allem auf den sehr sonnigen **März 2014** zurück. Positive Anomalien von über +50 % traten z. B. im Südosten Großbritanniens, in Zentral-, Nord- und Ostfrankreich, in den Niederlanden, in fast ganz Deutschland, Ostösterreich, Zentralpolen, in Teilen von Tschechien, Slowakei und Ungarn sowie in der Ostukraine und Südwestrussland auf. In den Niederlanden war der März 2014 der sonnigste seit 1901 und in Frankreich seit 1950. In Deutschland belegte er den 3. Platz seit 1951. An der Station Ukkel (Belgien) wurden in diesem März 197 Sonnenscheinstunden gemessen (Mittel 1961-1990 = 114 Stunden).

Auch der **April 2014** war in weiten Teilen Europas sonniger als normal, besonders rund um die Ostsee. Beispielsweise in Litauen, wo im vieljährigen Monatsmittel 240-290 Sonnenscheinstunden gemessen werden, waren es im April 2014 60-98 Stunden oder +25 - +34 % mehr. Weniger Sonnenscheinstunden als normal hatte der äußerste Norden und Osten der Region VI, die Balkanhalbinsel und die Atlantikküsten Westeuropas zu verzeichnen.

Der **Mai 2014** präsentierte sich vor allem auf der Iberischen Halbinsel, im westlichen Mittelmeerraum, im nördlichen Teil der Balkanhalbinsel, in Polen, Nordskandinavien und in dem Zentralen Teil Osteuropas mit mehr Sonnenstunden als normal. Trübes und wolkenreiches Wetter herrschte auf den Britischen Inseln, in Deutschland, den Baltischen Staaten, in Gebieten rund um das Schwarze Meer und im Nahen Osten. Irland z.B. notierte nur 98,7 Sonnenstunden, d.h. nur 56 % des Normalwertes.

Sommer 2014

Der **Sommer 2014** (Abb. 8, Mitte unten) war vor allem in Osteuropa und Skandinavien aber auch auf den Britischen Inseln und Spanien von der Sonne verwöhnt. Beispielsweise zählte Finnland gebietsweise über +50 %, Polen über +25 % mehr Sonnenstunden als im vieljährigen Mittel. Weniger Sonne als normal erhielten Frankreich, Norditalien, das Baltikum, die Türkei, der Nahe Osten und der östliche Teil des europäischen Russlands. Beispielsweise registrierte Litauen ein Sonnenscheindefizit von fast -25 %, die Türkei sogar von bis zu -50 %.

Der **Juni 2014** war vor allem in West- und Zentraleuropa sowie im zentralen Teil Finnlands sonniger als normal. Eine Sonnenscheindauer von mehr als +25 % über dem Mittel wurde in Westengland, Ostfrankreich, Süddeutschland, Österreich, Slowakei, in Teilen Polens und Ungarn gemeldet. In Österreich war das der sonnigste Juni seit 2003 mit 28 % mehr Sonnenscheinstunden als im Mittel 1961-1990. Unterdurchschnittliche Sonnenscheindauer notierten Gebiete rund um die Nordsee, Nordeuropa, der Ostbalkan und der Nahe Osten.

Der **Juli 2014** wartete mit überdurchschnittlich vielen Sonnenstunden in einem Gebiet von Großbritannien, Nord- und Mitteldeutschland, Polen über die Baltischen Staaten bis nach Skandinavien auf. Schweden meldete an allen Stationen mehr Sonnenstunden als normal mit dem höchsten Wert von 407 Stunden an der Station Luleå. Positive Anomalien von über +50 % wurden in Finnland und Polen beobachtet. In Dänemark war das der siebtsonnigste Juli seit 1920. Nur etwa 75 % der normalen Sonnenscheindauer registrierten Teile Südosteuropas, Teile Frankreichs, die Schweiz und Italien.

Der **August 2014** fiel vor allem in Zentraleuropa (Frankreich, Deutschland, Österreich, Schweiz, Norditalien und Tschechien) wie auch in der Türkei und dem Nahe Osten mit weniger Sonnenstunden als normal auf. In der Türkei z.B. wurden gebietsweise nur 25 % des Normalwertes gemessen. Positive Anomalien hatten die Iberische Halbinsel, Nordengland und Irland, weite Teile Osteuropas und Skandinaviens zu verzeichnen.

Herbst 2014

Der **Herbst 2014** (Abb. 8, unten) brachte in einem Gebiet von Polen, über Weißrussland, Ukraine, Westrussland bis ans Schwarze Meer teilweise über +50 % mehr Sonne als normal. Auch der Westteil Frankreichs, das östliche Spanien, Irland und die Nordseeküsten zeigten positive Anomalien. Die größten Sonnenscheindefizite traten im südöstlichsten Teil der Region VI auf, einem Gebiet, das sich vom Nahe Osten über die Türkei, den Balkan, Norditalien bis nach Deutschland erstreckt.

Der **September 2014** war vor allem in Skandinavien, den Baltischen Staaten und Osteuropa sonniger als normal. Auch die Küsten der Nordsee, Irland, Frankreich und ein großer Teil Spaniens bekamen mehr Sonne. In Schweden wurde an vielen Stationen u. a. mit 243 Stunden (in Stockholm) ein neuer Sonnenscheindauerrekord für die Zeitreihe seit 1908 notiert. In Polen und Finnland schien

die Sonne gebietsweise um +50 % länger als im Mittel. Durch eine unterdurchschnittliche Sonnenscheindauer zeichnete sich das große Gebiet von Deutschland über den Balkan bis in die Türkei und den Nahe Osten aus. Die höchsten Sonnenscheindefizite traten in Südosteuropa auf; in Kasachstan waren es weniger als 50 % des Normalwertes.

Im **Oktober 2014** ähnelte das räumliche Verteilungsmuster der Sonnenscheindaueranomalien in groben Zügen dem im September. Von Nordskandinavien über Polen und die Ukraine bis ans Schwarze Meer traten positive Anomalien auf. Länger als normal schien die Sonne auch in Irland, Spanien, in großen Teilen Frankreichs und in Italien. Sonnenscheindefizite wurden in einem Streifen von Südkandinavien, Großbritannien über Deutschland, den Balkan bis in die Türkei und den Nahe Osten beobachtet. Auch weite Teile Osteuropas bekamen weniger Sonne als normal.

Im **November 2014** zog sich ein Band mit Sonnenscheinüberschüssen von den Niederlanden, Belgien, Norddeutschland über Polen, Weißrussland und die Ukraine bis nach Westrussland. Nord- und Südeuropa hatten dagegen Sonnenscheindefizite zu verzeichnen.

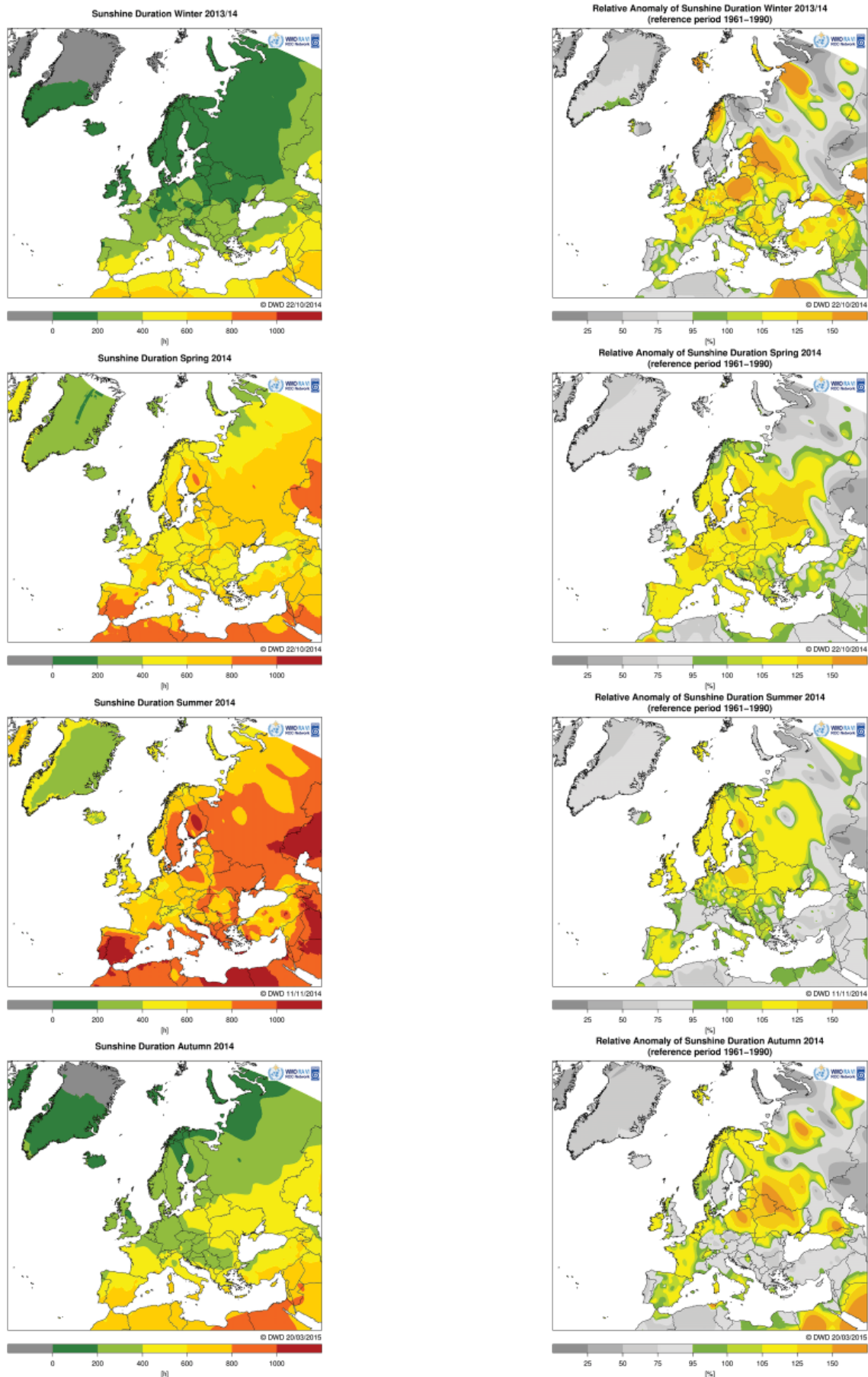


Abb. 8: Mittlere Sonnenscheindauer in h (links) und deren Abweichungen in % vom langjährigen Mittel 1961-1990 aus Stationsbeobachtungen für die Jahreszeiten Winter 2013/2014, Frühling 2014, Sommer 2014 und Herbst 2014

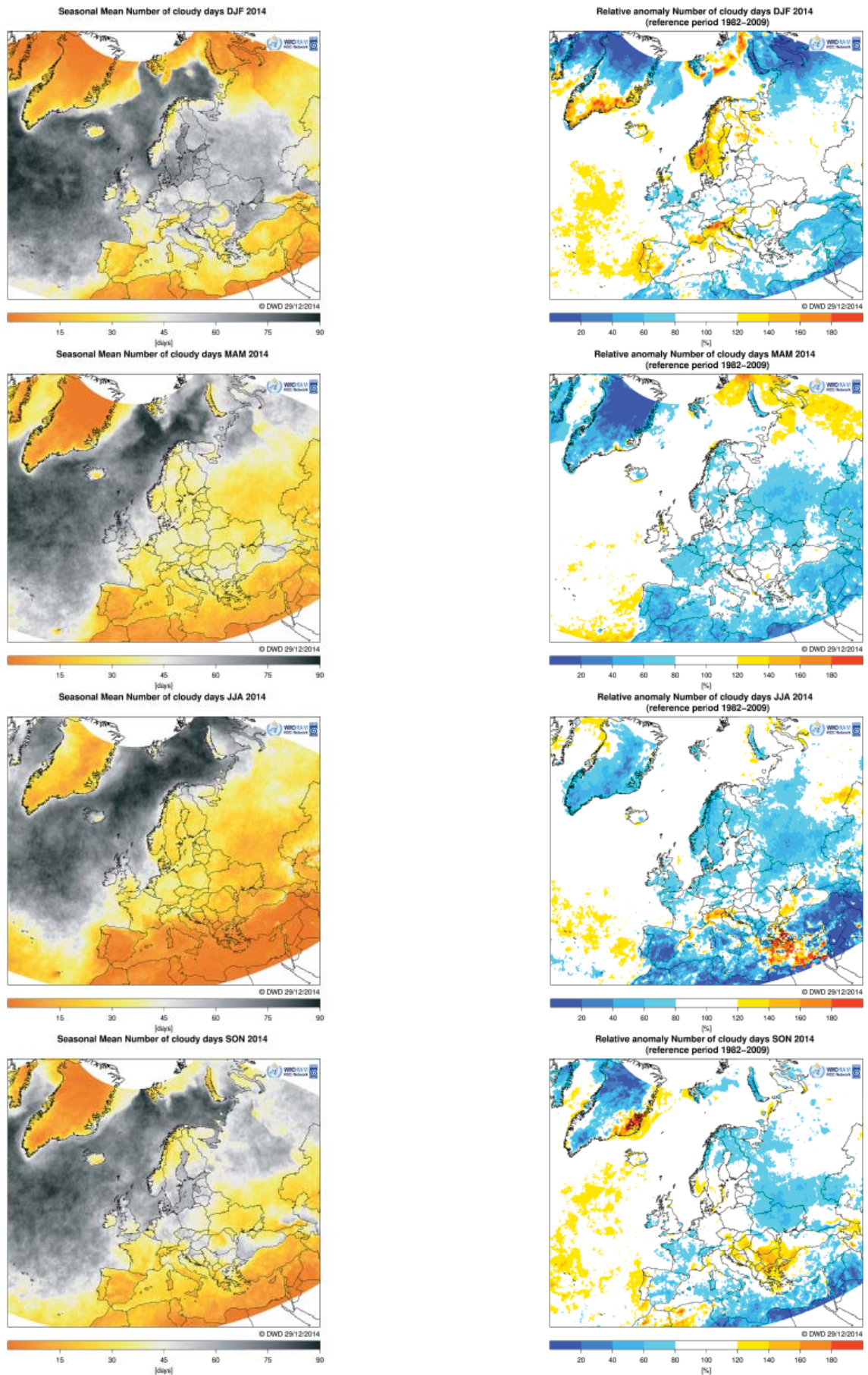


Abb. 9: Anzahl trüber Tage (links) und deren Abweichungen (rechts) vom langjährigen Mittel 1982-2009 aus Sattelitenbeobachtungen für die Jahreszeiten Winter 2013/2014, Frühling 2014, Sommer 2014 und Herbst 2014

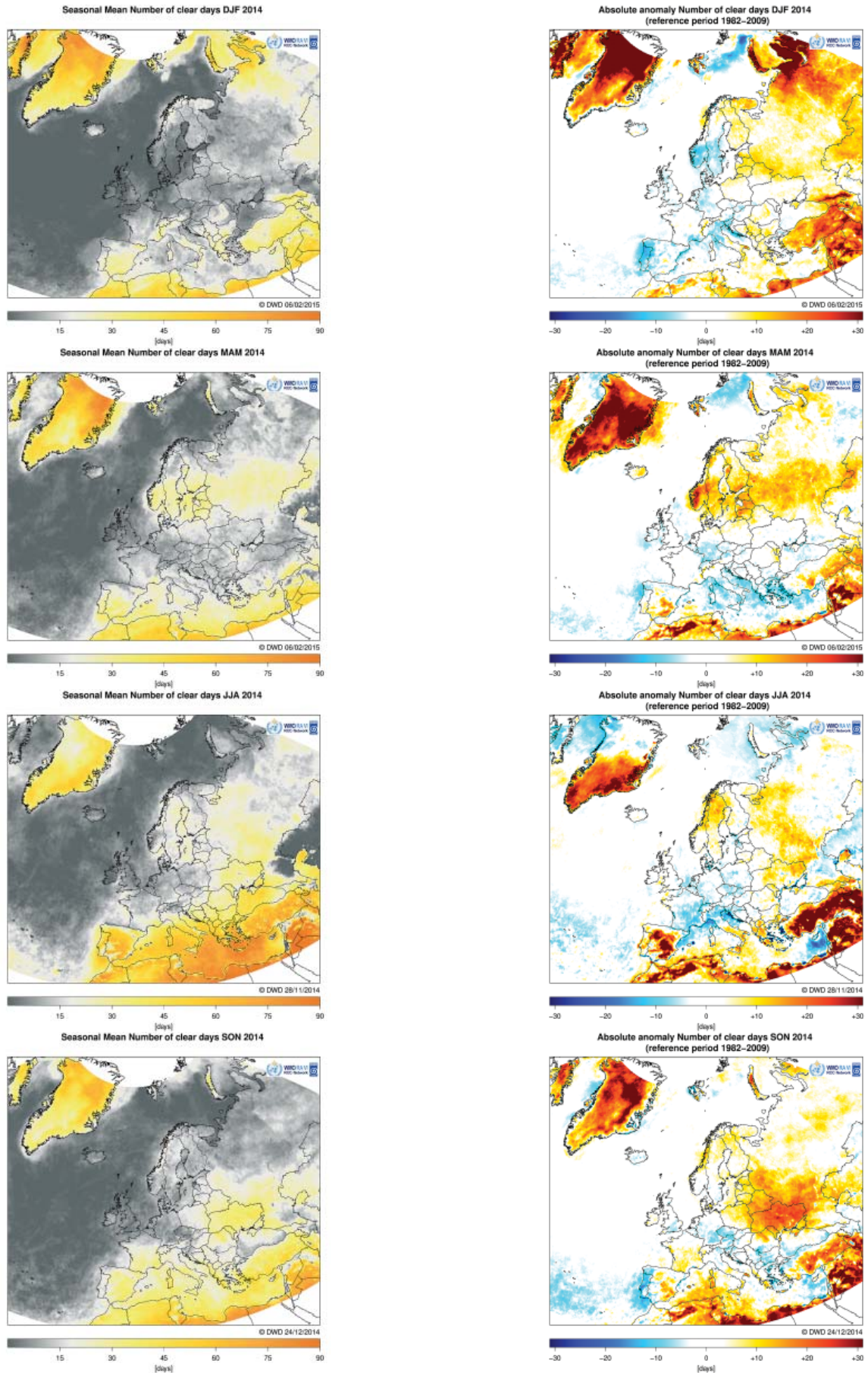


Abb. 10: Anzahl heiterer Tage (links) und deren Abweichungen (rechts) vom langjährigen Mittel 1982-2009 aus Sattelitenbeobachtungen für die Jahreszeiten Winter 2013/2014, Frühling 2014, Sommer 2014 und Herbst 2014

Klimatologische Bewertung der Jahreszeiten anhand ausgewählter Klimaindizes

Mit den in ECA&D monatlich, jahreszeitlich und jährlich ausgewerteten Anomalien der Extremwertindizes lassen sich auch die Jahreszeiten hinsichtlich ihrer Besonderheiten näher beschreiben. Aus den verfügbaren Indizes wurden für jede Jahreszeit je ein repräsentativer Index für die Temperatur und den Niederschlag ausgewählt. Diese sind in Abb. 11 dargestellt.

Winter 2013/2014

Anhand der Anomalien für die Zahl der Eistage (Maximumtemperatur < 0°C, Abb. 11, linke Spalte, oben, ID) wird der warme **Winter 2013/2014** in Zentral-, Nord- und Osteuropa deutlich mit zum Teil weniger als 30 Eistagen als normal. West- und Südosteuropa weisen nur geringere Unterschiede zum Normalwert auf. Das Maximum der Niederschlagssumme über 5 Tage zeigt keine eindeutige Tendenz, nur in den Gebirgsregionen der Pyrenäen, Alpen und Apenninen sind deutlich höhere Niederschläge gefallen (Abb. 11, rechte Spalte, oben, RX5day).

Frühjahr 2014

Das **Frühjahr 2014** zeichnet sich in ganz Europa durch eine geringere Anzahl kühlerer Tage als normal aus d.h. es gab 10-20 Tage weniger an denen die Tagesmitteltemperatur unter den 10 %-Perzentilwerten liegt (Abb. 11, linke Spalte, Mitte oben, TG10p). Das Maximum der Niederschlagssumme über 5 Tage (Abb. 11, rechte Spalte, Mitte oben, RX5day) zeigte überdurchschnittlich viel Niederschlag im Ostbalkan, den Beneluxländern und Norddeutschland sowie Südwestnorwegen. Die anderen Gebiete schwanken um den Mittelwert 1961-1990.

Sommer 2014

Im **Sommer 2014** ist die positive Anomalie der Anzahl der Tropennächte (Abb. 11, linke Spalte, Mitte unten, TR) vor allem im Mittelmeerraum und am Schwarzen Meer bemerkenswert, die von überdurchschnittlicher Bewölkung begleitet war. In den restlichen Gebieten schwanken sie um den Mittelwert. Das Maximum der Niederschlagssumme über 5 Tage zeigt überdurchschnittliche Niederschläge über Italien und dem Balkan (Abb. 11, rechte Spalte, Mitte unten, RX5day). Auch die Rekordniederschläge vom Juni, in Norwegen und Finnland, treten deutlich hervor.

Herbst 2014

Im **Herbst 2014** zeigt die Zahl der Sommertage dass es in Südwest- und Nordeuropa wärmer als Normal war. (Abb. 11, linke Spalte, unten, SU). Die übrigen Gebiete zeigen ein uneinheitliches Bild. Die extremen Starkniederschläge, dargestellt durch das Maximum der Niederschlagssumme über 5 Tage (Abb. 11, rechte Spalte, unten, RX5day), waren im Herbst 2014 nicht sehr markant und in Zentral- und Osteuropa geringer als normal.

ID (ice days)	Eistage: Maximumtemperatur < 0°C
TG10p	Kalte Tage oder Tage mit Tagesmitteltemperatur unterhalb der 10 % Perzentilwerte
TR	Tropennächte: Minimumtemperatur > 20°C
SU	Sommertage: Maximumtemperatur > 25°C
RX5day	Maximum der 5-tägigen Niederschlagshöhe

Tab. 3: Definitionen der in Abb. 11 verwendeten Klimaindizes

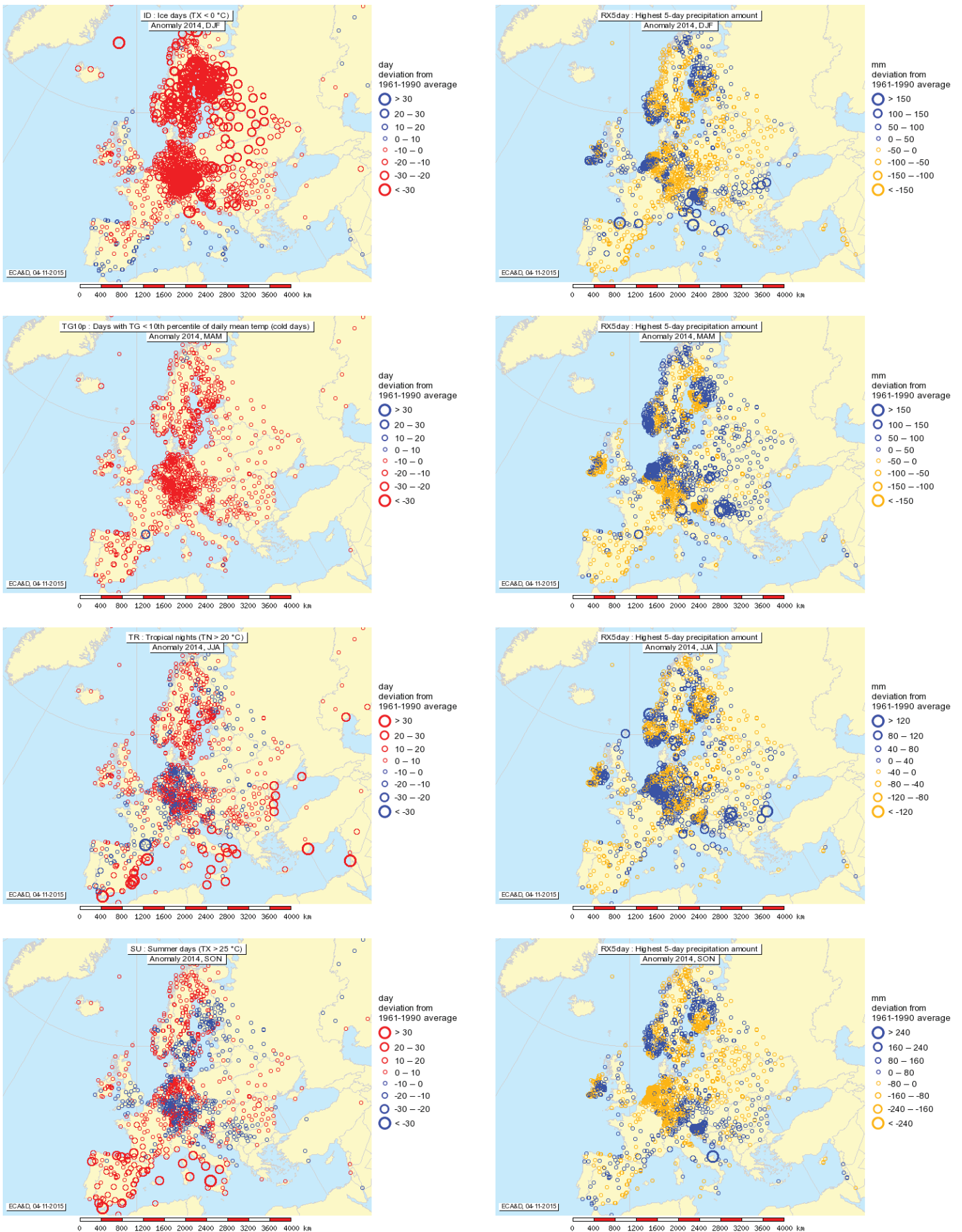


Abb. 11: Anomalien ausgewählter Klimaindizes für Temperatur (links) und Niederschlag (rechts) nach ECA&D für die Jahreszeiten Winter 2013/2014, Frühling 2014, Sommer 2014 und Herbst 2014

Besondere Ereignisse

Winter 2013/2014

- Besonders warm: Nordatlantik nördlich von Island, Nord- und Zentralskandinavien einschließlich Südschweden und Nordwestrussland; Mehr warme Tage an fast allen betrachteten Stationen Europas.
- Mehr Niederschlagstage an der Mehrzahl der Stationen, feuchter als normal besonders Irland, Britische Inseln, Nordwestfrankreich, Nordwesten der Iberischen Halbinsel und der südliche Alpenraum.
- Sehr trocken im östlichen Mittelmeerraum und im Nahe Osten.
- Stürmische Winde (Stürme) vor allem an den Nordatlantik-, Nordsee-, und Ostseeküsten hier besonders Irland und die Britischen Inseln betroffen. Auch an den Mittelmeerküsten stürmische Winde.

Frühjahr 2014

- Besonders warm in Nordrussland; Mehr warme Tage an allen betrachteten Stationen Europas.
- Mehr Niederschlagstage an fast allen Stationen, feuchter als normal besonders Nordskandinavien, Mitteleuropa (Polen, Ukraine), Südosteuropa, Süditalien, teilweise auch der Nahe Osten.
- Stürmische Winde (Stürme) vor allem an den Nordatlantik-, Nordsee-, und Ostseeküsten hier besonders der Norden der Britischen Inseln betroffen, auch an den Mittelmeerküsten stürmische Winde

Sommer 2014

- Mehr warme Tage an fast allen betrachteten Stationen Europas; nur an einigen wenigen Stationen mehr kalte Tage.
- Mehr Niederschlagstage an fast allen Stationen, feuchter als normal besonders Nordwestfrankreich, größter Teil Italiens, Südosteuropa mit der Türkei und teilweise auch der Nahe Osten.
- Stürmische Winde (Stürme) vor allem an den Küsten Norwegens und Schottlands, auch Mittelmeerküste von stürmischen Winden betroffen (Gewitterböen).

Herbst 2014

- Mehr warme Tage an fast allen betrachteten Stationen Europas; nur an einigen wenigen Stationen mehr kalte Tage.
- Mehr Niederschlagstage an fast allen Stationen, feuchter als normal besonders Südosteuropa (Balkan, Türkei), teilweise der Nahe Osten und Süditalien, Golf von Genua mit Südfrankreich sowie der Südwesten der Iberischen Halbinsel.
- Sehr trocken teilweise das östliche Baltikum, Weißrussland, Nordukraine und angrenzendes Gebiet Russlands.
- Stürmische Winde (Stürme) vor allem an den Küsten Norwegens und Schottlands und der Bretagne auch Mittelmeerküsten von stürmischen Winden betroffen (Gewitterböen).

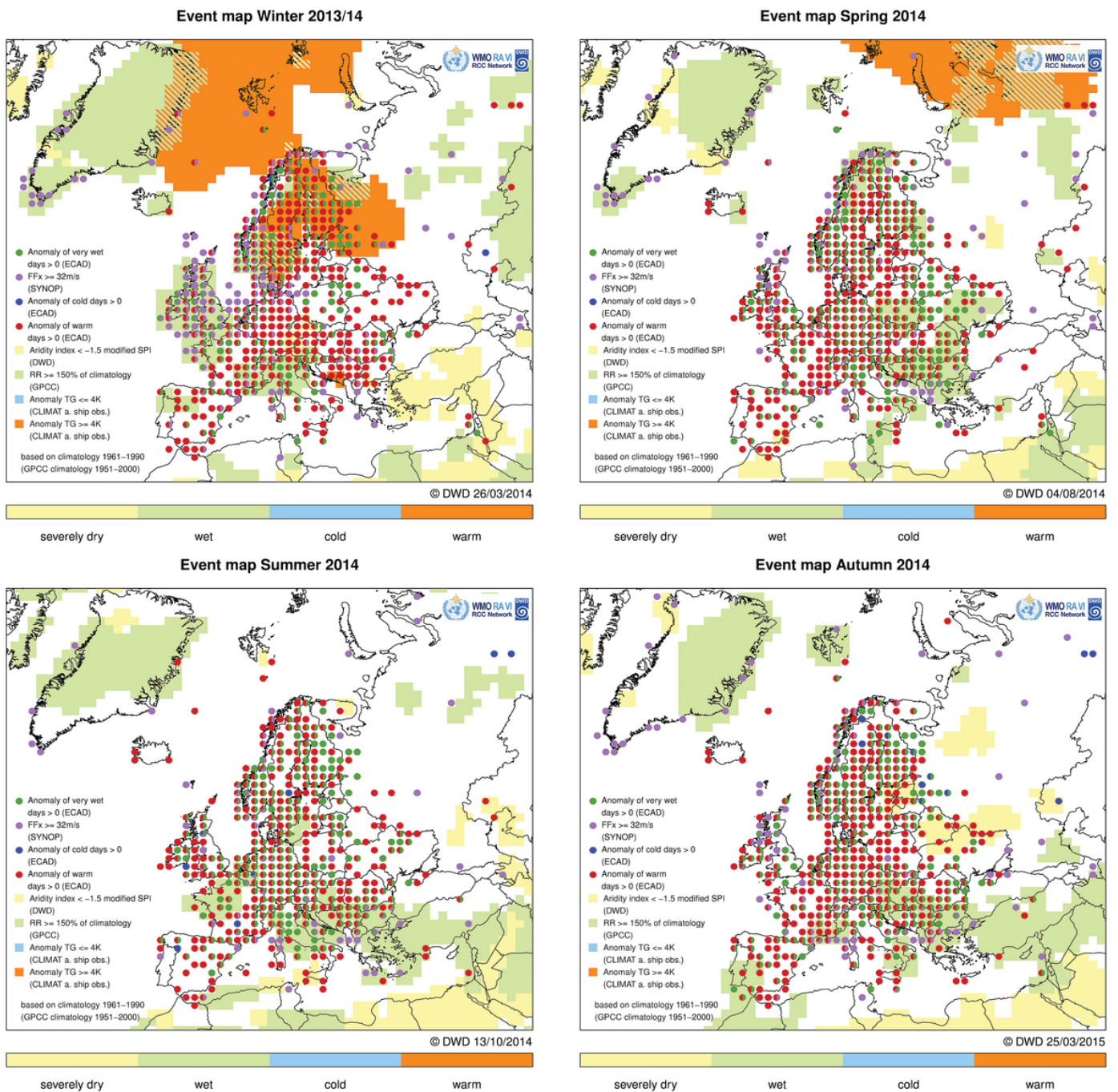


Abb. 12: Ereigniskarten für die Jahreszeiten Winter 2013/2014, Frühjahr 2014, Sommer 2014 und Herbst 2014

Legende zu Abb. 12:

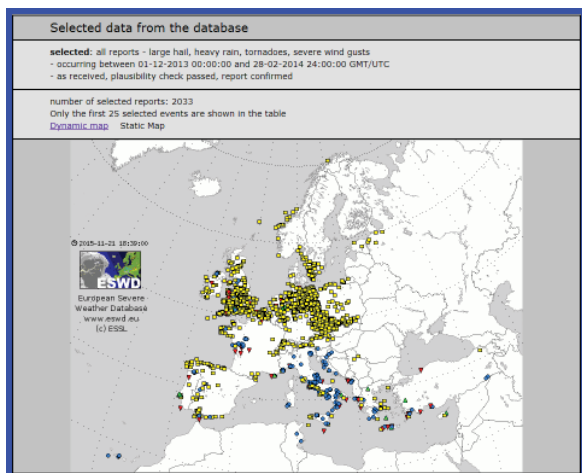
- Anomalie sehr nasser Tage > 0 (ECAD)
- Anomalie sehr warmer Tage > 0 (ECAD)
- Windböen (>=32 m/s) (SYNOP)
- Anomalie sehr kalter Tage > 0 (ECAD)

Temperaturabweichungen der Monatsmittel von der Referenzperiode (CLIMAT und Schiffsbeobachtungen)

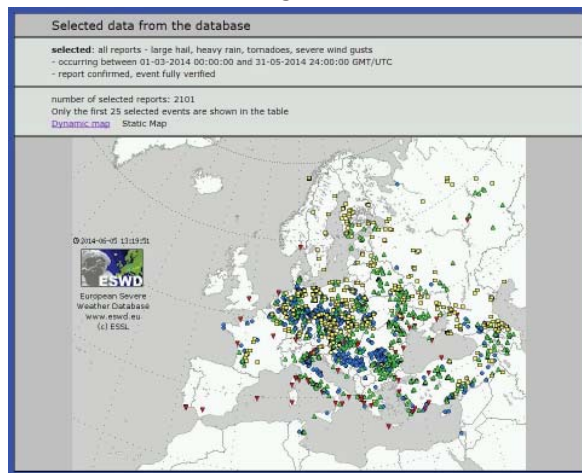
- Anomalie der Monatsmitteltemperatur ≤ -4K
- Anomalie der Monatsmitteltemperatur ≥ 4K
- Dürreindex < -1.5 modifizierter SPI (GPCC)
- Niederschlag ≥ 150 % der Klimatologie (GPCC)

Basierend auf der Referenzperiode 1961-1990 (GPCC Referenzperiode: 1951-2000)

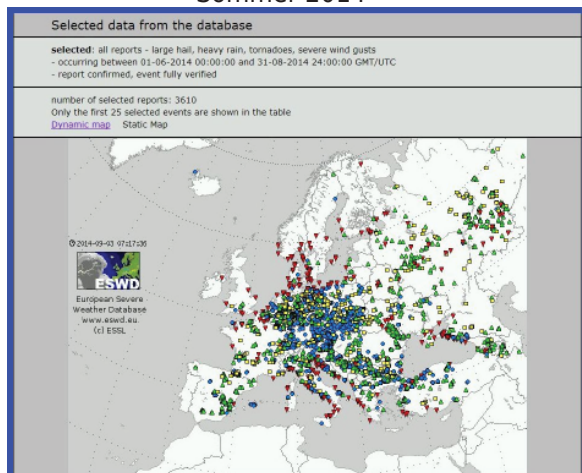
Winter 2013/2014



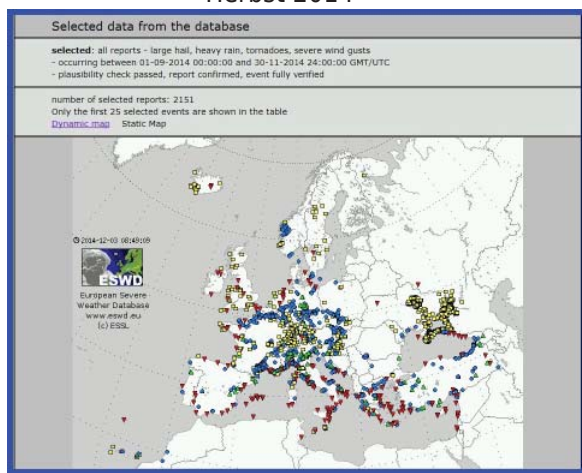
Frühling 2014



Sommer 2014



Herbst 2014



red: tornado, yellow: severe wind gusts, green: large hail, blue: heavy rain

Abb. 13: Ergebnisse von Datenbankabfragen in der European Severe Weather Database ESWD mit Mindestqualitätslevel QC1 (report confirmed) für die Phänomene Tornado, Sturm, Hagel und Starkregen für die Jahreszeiten Winter 2013/2014, Frühling 2014, Sommer 2014 und Herbst 2014

Besondere Witterungsereignisse in den einzelnen Monaten 2014 nach Berichten der europäischen Wetterdienste

Januar 2014

Mehrere Stürme über dem Atlantik und dem Ärmelkanal führten zu heftigen Niederschlägen in Westeuropa. In den ersten 5 Tagen im Januar 2014 war Westfrankreich (Quimperlé in Finistère) betroffen mit lokal mehr als 100 mm bzw. 60-85 % des normalen Monatsniederschlags was zu Überschwemmung des Flusses Laïta führte. Vom 16.-19. Januar wurden im Südosten Frankreichs Mengen von 220-250 mm Niederschlag gemessen die auch zu Murenabgängen führten. Im Stau der Pyrenäen summierte sich der Niederschlag vom 23.-26. auf über 100 mm, stellenweise über 200 mm (MeteoFrance: Bulletin climatique). In Frankreich und Italien forderten die Sturzfluten und Erdbeben 3 Tote und einen Schaden von 450 Mio. US\$ (gemäß Münchener Rück)

Februar 2014

Der Februar 2014 startete mit einigen Extremniederschlagsereignissen in den Südalpen bzw. Italien. Tief Mayla sorgte mit intensiven Hebungsprozessen an den Alpen für Starkniederschläge vor allem in Italien und an den Südalpen fielen extreme Schneemengen. Diese heftigen Schneefälle reichten bis zum Balkan. Laut Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG, Österreich) fielen vom 30. Januar bis 1. Februar 2014 in Dellach im Drautal 131 cm Schnee, eine 48-stündige Schneehöhe, die statistisch gesehen nur alle 75 bis 100 Jahre vorkommt. Dies führte dazu, dass die höchste Lawinenwarnstufe ausgerufen wurde, spontane Lawinenabgänge führten zu Verkehrssperren, zudem gab es Probleme mit der Stromversorgung sowie Sperrungen

wichtiger Verkehrsverbindungen. Umstürzende Bäume beschädigten Stromleitungen und das österreichische Bundesheer entfernte die gefährliche Schnee- und Eislasten von Dächern. Mit der einsetzenden Schneeschmelze im Zeitraum zwischen dem 18. und 22. Februar kam es in Kärnten zu Überflutungen von Kellern und Feldern. Versicherungen beziffern den Schaden in Österreich auf 15 Millionen Euro.

Am 1./2. Februar wurden von einem Sturmtief über dem Nordostatlantik an der spanischen und französischen Atlantikküste sowie im Bereich des westlichen Ärmelkanals meterhohe Wellen ausgelöst. Die Sturmfluten verursachten hohe Schäden und forderten mindestens ein Menschenleben. Bis zu 10 m hohe Wellen zerstörten Strandpromenaden und Hafengebäude. Im nordspanischen Luarca (Asturien) wurde das Meeresmuseum schwer beschädigt, während in San Sebastián das Wasser bis zu 1,5 m in den Straßen stand. Im Fischereihafen von Bermeo nahe Bilbao (Baskenland) sanken drei Schiffe (Haeseler und Lefebvre 2014).

Die Zugbahnen der Sturmtiefs im Januar und Februar 2014 verliefen meist südlicher als üblich, wodurch die Britischen Inseln besonders betroffen wurden. Schwere Schäden (1.500 Mio. US\$ gemäß Münchener Rück) entstanden durch Stürme mit Orkanböen, Hochwasser und Überschwemmungen durch häufige und kräftige Niederschläge, wie auch durch hohen Wellengang in den Küstenregionen. Der Sturm vom 12. Februar führte zu sehr hohen Wellen von 25 m, wie an einer Gasplattform vor der Südküste von Irland gemessen wurde (Haeseler 2014).

März 2014

Im März 2014 sorgten zwei Sturmtiefs über Norwegen für heftige Niederschläge. Am 8. März brachte Tief JORUNN im Norden Norwegens Spitzenböen von 38,1 m/s mit Wellenhöhen von 11,6 m. Auch Schweden meldete Böen von 38 m/s. Am 11. März brachte Tief KYRRE in Norwegen mit einem Mittelwind von 33,1 m/s und Böen von 44,8 m/s und einem Niederschlag von 170 mm/72 Stunden.

April 2014

April brachte sehr schwere Gewitter mit starkem Niederschlag und Wind, aber auch mit großem Hagel oder Graupel und vielen ungewöhnlich intensiven Blitzen, die Schäden und sogar Todesfälle verursachten. Solche Ereignisse wurden von Dänemark und der Türkei in der ersten Hälfte des Monats und von Frankreich, den Niederlanden, Deutschland, Österreich, Polen und der Tschechischen Republik in der zweiten Hälfte des Monats gemeldet. Vom 16. - 22. April 2014 führten hohe Niederschläge im Balkan mit 5-Tagesniederschlagssumme von über 100 mm zu Überschwemmungen vor allem in Rumänien.

Mai 2014

Der Mai brachte großflächige Niederschläge über dem Balkan, vor allem vom 12.-16. Mai mit einer 5-Tagesniederschlagssumme von über 150 mm. Die Länder

Tschechien, Slowakei, Polen, Ungarn, Serbien, Slowenien, Kroatien, Bosnien und Herzegowina, Rumänien und Bulgarien waren betroffen. Die meisten Schäden durch Überschwemmungen ereigneten sich in Serbien und Bosnien und Herzegowina wobei 86 Menschen starben und sich der Schaden auf 3.600 Mio. US\$, gemäß Münchener Rück, belief. Die Einzugsgebiete der Save, der Morava, der unteren Drau und unteren Theiß, welche alle in der Region um Belgrad in die Donau münden waren von den Überschwemmungen betroffen. Diese Gebiete waren im Balkankrieg vermint worden. Die vom Wasser weggeschwemmten Minen behinderten nicht nur die notwendigen Rettungsmaßnahmen, sondern machen alle bisherigen Kartierungen dieser Minenfelder nutzlos.

Juni 2014

Zu einer außergewöhnlichen Hitzewelle (Tagesmaximumtemperaturen über 30°C) in Mittel- und Westeuropa kam es vom 7. bis 13. Juni 2014. Diese wurde durch Gewitter mit Starkregen, Sturm, Hagel und schweren Blitzschlag begleitet. In Deutschland kam es in Düsseldorf durch umgestürzte Bäume am 9. Juni zu 6 Todesopfern und erheblichen Schäden. Fast 70 Personen wurden verletzt. Laut der Deutschen Rückversicherung bezifferte sich der versicherte Gesamtschaden von Sturmtief ELA bundesweit auf rund 650 Mio. €, in ganz Europa 3.500 Mio. US\$ gemäß Münchener Rück.

Die 2. Dekade des Juni 2014 brachte in mehreren Phasen sehr schwere bis extrem starke Niederschläge in den zentralen und östlichen Mittelmeerraum sowie den Balkan. An vielen Stationen wurden 50 mm oder mehr in der Zeit vom 14.-19. Juni gemessen. An der Station Varna wurden 178 mm aufgezeichnet was etwa der 5-fachen mittleren monatlichen Niederschlagssumme beträgt. Dies verursachte eine Überschwemmung am 19. Juni in Varna mit mindestens 5 Todesopfern.

Juli 2014

Juli 2014 zeichnete sich durch viele Tage mit Gewitter verbunden mit extrem starken Winden, starken bis extrem starken Niederschlägen, teilweise Hagel sowie bemerkenswert viele intensive Blitzschläge aus. Schäden wurden aus Frankreich, den Niederlanden, Deutschland, der Schweiz, Österreich, Polen, Italien und der Türkei gemeldet.

August 2014

Im Sommer 2014 herrschte in Finnland eine außergewöhnlich lange Hitzewelle (Temperaturen von mehr als 25°C) von 38 Tagen. Im Sommer 1973 wurde in Finnland ebenfalls eine Hitzewelle von 38 Tagen beobachtet. Seit Beginn der verfügbaren Messungen 1961 kamen solche außergewöhnlich lange Hitzewelle noch 1973, 2003 und 2010 vor. Dieses Jahr im Juni war die Hitzewelle im ganzen Land spürbar, während 2010 die Hitze sich auf den südlichen Landesteil beschränkte. Dennoch wurden 2010 in vielen Teilen Finnlands Temperaturrekorde gebrochen. Finnlands Rekord Maximumtemperatur von 37,2°C wurde

am 29. Juli 2010 am Joensuu Flughafen in Liperi beobachtet. Die höchste Temperatur in diesem Sommer war 32,8°C gemessen an der Station Pori am 4. August. In Schweden führte die Trockenheit mit starken Winden zu einem Waldbrand bei dem 25 Häuser/Gebäude zerstört und mehr als 150 km² Wald vernichtet wurden.

September 2014

Positive Temperaturanomalien gab es im September 2014 in fast ganz Europa. Irland berichtet über höhere Mitteltemperaturen als im August 2014 an mehr als der Hälfte der Stationen. Die höchste mittlere Monatstemperatur von 15,7°C wurde am Valentia-Observatory beobachtet (wärmster September seit 1991). In Dänemark betrug die Tagesmitteltemperatur im September 2014 14,6°C, es war der siebtwärmste September seit Beginn der verfügbaren Temperatur Messungen im Jahre 1874 und der wärmste seit 2006. In Norwegen lag der September unter den 10-wärmsten seit Beginn der Messungen. Die wärmste Station war Sognefjellhytta mit einer Temperaturabweichung von +3,8 K vom vieljährigen Mittel.

Zu Beginn des Monats führte konvektiver Niederschlag an der Adriaküste in Italien zu einigen Niederschlagsrekorden. An der Station ENAV di Pescara verdoppelte sich der monatliche Rekordniederschlag von 214,8 mm aus dem Jahr 1973 auf 479,3 mm. Vom 16. bis 20. und am 29. September 2014 fanden zwei extreme Niederschlagsereignisse in Südfrankreich statt. Das Ergebnis waren schwere Überschwemmungen und Schlammlawinen. Der Schaden war beträchtlich mit mehreren Verletzten. Der Tagesniederschlag von 299,5 mm in Montpellier hatte eine Wiederkehrzeit von 100 Jahren. Die Summe des monatlichen Niederschlags in Montpellier betrug 503 mm.

Oktober 2014

Die mittlere monatliche Maximumtemperatur in Dänemark war mit 14,5°C die drittwärmste und lag 0,4°C unter dem des absoluten Maximums aus dem Jahr 2006. Die mittlere monatliche Minimumtemperatur belegte mit 9,3°C Platz zwei. Die Monatsmitteltemperatur lag bei 12,1°C, somit war dies der zweitwärmste Oktober seit Beginn der Messungen (1874). Diese lag nur 0,1°C unter der des wärmsten Oktober im Jahre 2006 mit 12,2°C. Auch die Schweiz vermeldete den viertwärmsten Oktober seit Messbeginn vor 150 Jahren. In Locarno-Monti erreichte der Oktober 2014 Platz 2 mit 14,5°C, ähnlich wie der Oktober 2006. Nur der Oktober 2001 war wärmer mit 14,8°C. Die homogene Messreihe von Locarno-Monti beginnt im Jahr 1883.

Am 25. kam es zu heftigen frontalen Niederschlägen über Westschottland mit ungewöhnlich hohen Summen von 200 mm in drei Tagen. Die Monatssumme betrug 141 % des durchschnittlichen Solls und war der drittnasseste Oktober in Schottland seit die historische Reihe 1910 begann, und der feuchtesten Oktober seit 1954.

November 2014

In Österreich lag die Monatsmitteltemperatur im November 2014 +3,6 K über dem vieljährigen Mittel und ist somit der wärmste November seit Beginn der verfügbaren Messungen im Jahr 1767. Der bisherige Rekord wurde im November 1926 mit +3,4 K über dem Mittelwert registriert. Der November ist bereits der neunte Monat des Jahres, der wärmer als der Durchschnitt war. Nur Mai und August waren in Österreich etwas kühler als die jeweiligen klimatologischen Mittel.

Auch in der Schweiz beobachteten mehrere Stationen Temperatur Allzeitrekorde. An der Station Elm wurde eine Anomalie von +4,5 K gemessen, der wärmste November seit Beginn der Messungen im Jahr 1878. Für die gesamte Schweiz ergab sich eine Anomalie von +3,1 K, der zweitwärmste November seit Beginn der Messungen im Jahr 1864.

Gleichzeitig wurde an der Schweizer Station Lugano im November eine Rekordniederschlagssumme von 587 mm beobachtet. Es war die höchste monatliche Niederschlagssumme in der 151-jährigen Messreihe. Der bisherige Rekord von 536 mm wurde im November des Jahres 2002 gemessen. Vom 2. bis 17. November 2014 registrierte die Station Camedo in Centovalli 1080 mm Niederschlag. Als Ergebnis dieser enormen Niederschläge traten Überschwemmungen am Lago Maggiore und Lago di Lugano auf. Diese Unwetter in Frankreich, Italien und der Schweiz forderten 20 Todesopfer und einen Sachschaden von 260 Mio. US\$ (gemäß Münchener Rück).

Dezember 2014

Im Dezember 2014 überquerten mehrere atlantische Tiefdruckgebiete mit Stürmen und Starkniederschläge Irland, Schottland, Dänemark und Norwegen. Am 9. Dezember verzeichnete Edinburgh 53 mm Regen und Böen von 34 m/s in. Ein anderes Tiefdruckgebiet brachte am 10. Dezember Windböen von bis zu 32 m/s über den Norden Großbritanniens. Böen von 40 m/s wurde bei Needles (Isle of Wight) am 12. Dezember aufgezeichnet. In Dänemark war es der viertfeuchteste Dezember, seit Messbeginn im Jahre 1874 zusammen mit 1993. Auch Windböen von bis zu 30 m/s wurden in Dänemark gemessen. Norwegen berichtet über Niederschläge von mehr als 200 % an der Westküste mit 642,7 mm an der Station Hovlandsdal. Einige Stationen meldeten neue tägliche Niederschlagsrekorde.

Quellen und Referenzen:

Allgemein:

Annual Bulletin on the Climate in WMO Region VI - Europe and Middle East (http://rcccm.dwd.de/DWD-RCCCM/EN/products/reports/reports_node.html)

Becker, A., Finger, P., Meyer-Christoffer, A., Rudolf, B., Schamm, K., Schneider, U., and Ziese, M., 2013: A description of the global land-surface precipitation data products of the Global Precipitation Climatology Centre with sample applications including centennial (trend) analysis from 1901-present, Earth Syst. Sci. Data, 5, 71-99, doi:10.5194/essd-5-71-2013.

Blunden, J. and D. S. Arndt, Eds., 2015: State of the Climate in 2014. Bull. Amer. Meteor. Soc., 96 (7), S1-S267.

Brugge, R. (2014): World Weather News 2014; University of Reading, UK; <http://www.met.reading.ac.uk/~brugge/world2014.html>

Dartmouth Flood Observatory (<http://floodobservatory.colorado.edu/Archives/index.html>)

Deutsche Rückversicherung 2015: Sturmdokumentation 2014 Deutschland. (http://www.deutscherueck.de/fileadmin/user_upload/Sturmdoku_2014_WEB.pdf)

European Severe Weather Database ESWD (<http://www.essl.org/cgi-bin/eswd/eswd.cgi>)

European Climate Assessment & Dataset ECA&D (<http://www.ecad.eu/>)

Haylock, M.R., N. Hofstra, A.M.G. Klein Tank, E.J. Klok, P.D. Jones, M. New. 2008: A European daily high-resolution gridded dataset of surface temperature and precipitation. J. Geophys. Res (Atmospheres), 113, D20119, doi:10.1029/2008JD10201"

KNMI/DWD: 2014 warmest year on record in Europe http://cib-dev.knmi.nl/mediawiki/index.php/2014_warmest_year_on_record_in_Europe

Monatliche Berichte und Pressemitteilungen der Nationalen Meteorologischen und Hydrologischen Dienste in der RAVI (Links siehe in http://www.wmo.int/pages/members/region6_en.html)

Monthly Bulletin on the Climate in WMO Region VI - Europe and Middle East (http://rcccm.dwd.de/DWD-RCCCM/EN/products/reports/reports_node.html)

Monthly Event Calendars, (http://www.dwd.de/EN/our-services/rcccm/int/rcccm_int_sse.html)

Münchener Rückversicherungs 2015: TOPICS GEO Naturkatastrophen 2014. (https://www.munichre.com/touch/publications/de/natural_hazards/index.html)

NOAA National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Global Analysis for Annual 2014, published online January 2015, retrieved on August 3, 2015 from <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201413>.

Satellite Application Facility on Climate Monitoring CM SAF (<http://www.cmsaf.eu>)

Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie (WZN) (<http://gpcc.dwd.de>)

WMO, 2015: WMO statement on the status of the global climate in 2014. WMO-No. 1152, World Meteorological Organization, 19 pp. <https://drive.google.com/open?id=0BwdvoC9AeWjUYVFpSTczelJNTFU&authuser=0>

Berichte zu ausgewählten überregionalen Ereignissen:

Haeseler S. 2014: Extreme Wellen in Keltischer See und Ärmelkanal am 14./15. Februar 2014 (http://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/wellen/20140227_wellen_keltischesee.html)

Haeseler S., C. Lefebvre 2014: Sturmflut an der europäischen Atlantikküste Anfang Februar 2014 (http://www.dwd.de/DE/presse/hintergrundberichte/2014/Sturmflut_Westeuropa_PDF.pdf)

MeteoFrance: Bulletin climatique Janvier 2014

ZAMG, 01.02.2014: Extreme Schneemengen in Sued-Oesterreich

DWD, 5 February 2014: Viel Schnee in den Südalpen - Hochwasser Italien Ende Januar /Anfang Februar 2014

Serbien (Hidmet): Räumliche Verteilung der Niederschläge vom 12 bis 18 Mai 2014

Slovenien: News 16 May 2014: Extrem hohe Niederschläge Mitte Mai 2014 (google translation)

Serbien (Hidmet): 5 Juni 2014: MESEÈNI BILTEN ZA SRBIJU MAJ 2014. godine

Ziese M., A. Becker 2014: Sechstagerereggen bringt Europa schon das zweite „Jahrhunderthochwasser“ innerhalb von 12 Monaten

Das Jahr 2014 im globalen Überblick

A. Becker, C. Lefebvre

Temperatur

Das Jahr 2014 war das wärmste Jahr seit Beginn regelmäßiger Messungen, wobei im Jahresverlauf mehrere Monate (Mai, Juni, August, September, Oktober und Dezember) die weltweit bisher wärmsten Einzelmonate waren. Die globale Jahresmitteltemperatur lag nach Angaben der WMO um $0,57 \pm 0,09$ K über dem Mittel des internationalen Referenzzeitraums 1961-1990, wobei sich dieser Wert aus dem Mittel der globalen Temperaturdatensätze des UK Met Office Hadley Centre und der Climate Research Unit der University of East Anglia, des National Climate Data Centre der NOAA und des Goddard Institute for Space Studies der NASA ergibt. Besonders bemerkenswert ist dabei, dass anders als in den bisher wärmsten Jahren, das Jahr 2014 nicht mit einer El Niño-Phase begann. Erst zum Jahresende hin entwickelten sich im tropischen Ostpazifik überdurchschnittliche Oberflächentemperaturen, die in den Grenzbereich eines El Niño-Ereignisses gerieten.

Nach der neuesten Version des Datensatzes der globalen Oberflächentemperatur der NOAA, dem NOAA GlobalTemp v4.0.0, in die der neu erstellte Datensatz der Meeresoberflächentemperaturen, ERSST.v4, eingeht (beide im Juni 2015 veröffentlicht), betrug der Anstieg der Globaltemperatur von 2000 bis 2014 pro Dekade $0,112$ K. Dadurch liegt auch dieser im Wertebereich, den der Weltklimarat 2013 für den langfristigen Trend von 1951-2012 mit $0,12$ [$0,08 - 0,14$] K pro Dekade veröffentlicht hat. Damit wird die Diskussion über die Bedeutung des sogenannten Hiatus der globalen Erwärmung mit lediglich $0,05$ K pro Dekade von 1998-2012 zunehmend hinfällig.

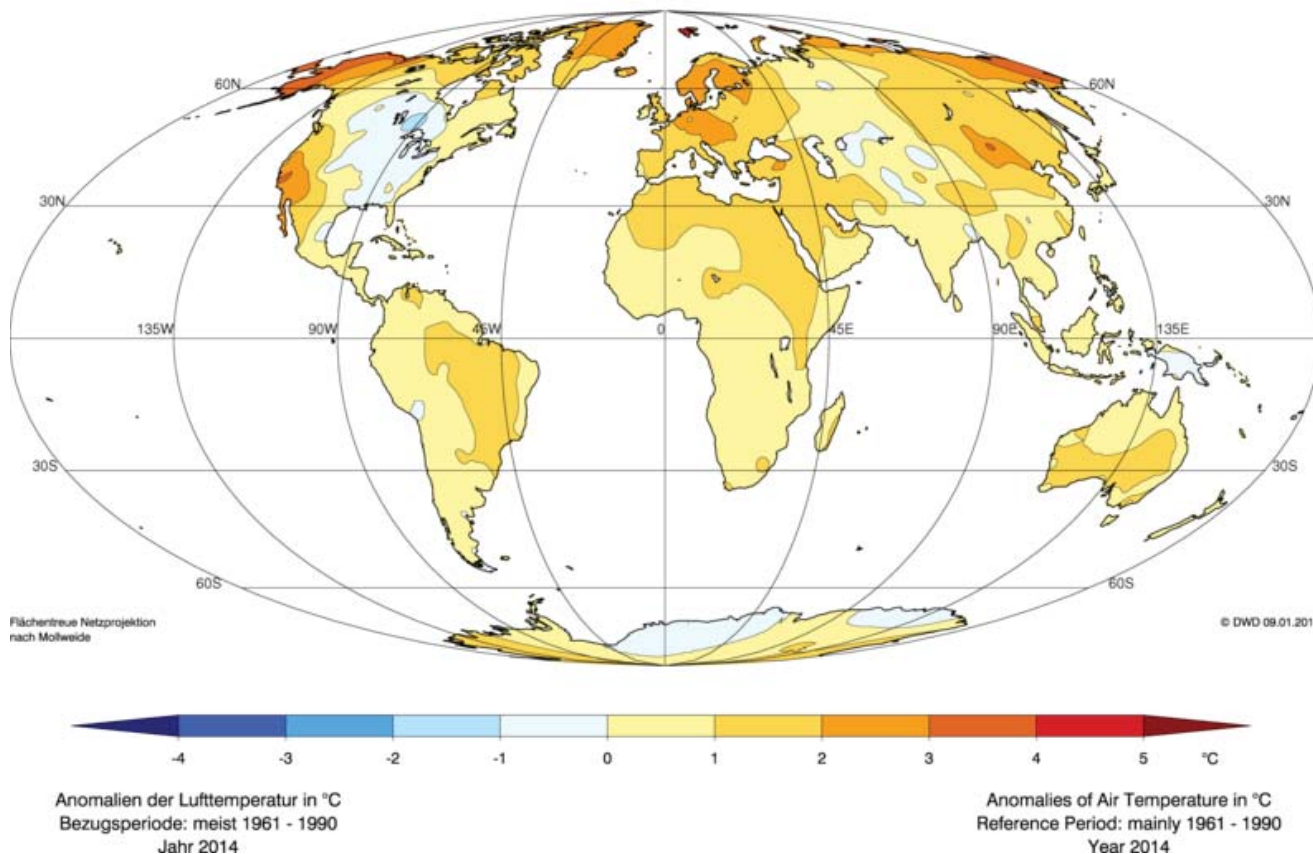


Abb. 1: Abweichungen der Jahresmitteltemperaturen 2014 vom Mittel des Zeitraums 1961-1990

Die regionale Verteilung der Anomalien der Jahresmitteltemperaturen (Abb. 1) zeigt, dass die höchsten positiven Abweichungen mit bis zu +4 K im Südwesten der USA, in Alaska, auf Spitzbergen, in Ostsibirien und in der Mongolei beobachtet wurden. Aber auch in Mittel- und Nordeuropa, auf Grönland und im Norden Sibiriens war es noch bis zu +3 K zu warm. In Europa verzeichneten 19 Länder das bisher wärmste Jahr. Dagegen blieben die Temperaturen im Osten der USA und Kanadas weiträumig unter dem Durchschnitt

Hier war besonders der Winter 2013/2014 ungewöhnlich kalt, im Bereich der Großen Seen sogar um bis zu -5 K. Aber auch im Frühling lagen die Temperaturen unter dem Durchschnitt, im zentralen Kanada sogar noch um -2 bis -3 K, was dazu führte, dass zwei Drittel der Großen Seen bis Anfang April zugefroren blieben. Die markanten Temperaturunterschiede zwischen dem Westen und Osten Nordamerikas wurden vor allem durch einen stabilen Höhentrog verursacht, mit dem laufend Kaltluft in den Osten des Kontinents und gleichzeitig milde Meeresluft nach Europa geführt wurde. Kanada verzeichnete das kälteste Jahr seit 1996. Im Osten der USA gehört 2014 in 6 Staaten zu den 10.-kältesten, während es im Südwesten der USA in 8 Staaten zu den 10.-wärmsten zählt. In Alaska, Kalifornien, Arizona und Nevada war es sogar das bisher wärmste Jahr, ebenso in Mexiko. Das Jahr 2014 war auch für Europa das bisher wärmste Jahr, so wie für 19 seiner Staaten, unter anderen Deutschland, Österreich, Frankreich, Belgien, Großbritannien und Schweden. Der Winter fiel mit Ausnahme der Iberischen Halbinsel und Irlands um mehr als +2 K zu mild aus. In Mitteleuropa war er verbreitet um +3 bis +4 K und in Skandinavien sogar um +4 bis +5 K zu warm. Auch der Frühling war in Europa fast durchweg um +2 bis +3 K wärmer als üblich. Noch höher waren jedoch die Abweichungen zu den Mittelwerten in Russland, wo der wärmste Frühling seit Beginn regelmäßiger Messungen 1936 beobachtet wurde. In West- und Mittelsibirien bewegten sich die Anomalien weiträumig zwischen +4 und +7 K, was dazu führte, dass am Fluss Ob das Eis im April so früh aufbrach wie es in den letzten 100 Jahren nicht geschehen war.

In Afrika waren der Norden und verbreitet auch der Osten nördlich des Äquators um +1 bis +2 K zu warm. Im Norden waren alle Jahreszeiten verbreitet um +1 bis +2 K zu warm. Herbst und Frühling regional auch um +2 bis +3 K.

Auch Australien verzeichnete Wärmerekorde. Besonders heiß war es um den Jahreswechsel 2013/2014 und im Januar, als der Kontinent, insbesondere die Osthälfte, mehrere Hitzewellen erlebte, bei denen die Temperaturen weiträumig 40°C und mehr erreichten. Teilweise lagen die Tagesmaxima um bis zu +12 K über den vieljährigen Mittelwerten. Der darauf folgende Herbst war weiträumig um +1 bis +2 K zu warm und der 3.-wärmste des Kontinents. Der Frühling, in dem die Temperaturen in der Südhälfte weitflächig um +2 bis +3 K über dem

Durchschnitt lagen, war der bisher wärmste und so traten schon früh Busch- und Waldbrände auf. Nach dem bisher wärmsten Jahr 2013 wurde 2014 das 3.-wärmste Jahr des Kontinents.

Für Südamerika war 2014 das zweitwärmste Jahr nach 2012. Hier waren Winter und Frühling vor allem in der Osthälfte überwiegend um +1 bis +2 K zu warm, der Frühling in zentralen Teilen des Kontinents um +2 bis +3 K.

Niederschlag

Die globale Niederschlagshöhe lag nach Aussagen des National Climate Data Centers der NOAA (USA) im Bereich des Mittelwerts des Referenzzeitraums 1961-1990 von 1.033 mm. So wurde auf Basis des Global Historical Climatology Networks (GHCN) der NOAA über Land das Jahressoll im Mittel nur um -2 mm unterschritten. Das Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie (WZN) stellt auf Basis seines Monitoring Produktes eine Unterschreitung um immerhin -16 mm fest. Dabei ist die Abweichung der globalen Mittel beider renommierter Datenzentren voneinander um mehr als 10 mm bemerkenswert, da sie historisch gesehen (seit 1900) nur selten vorkommt, zuletzt allerdings neben 2014 auch im außerordentlich nassen La Ninja Jahr 2010. Eine Ursache für Abweichungen kann im verstärkten Auftreten von extremen und kleinräumigen Niederschlagsereignissen liegen. Wie die Abb. 2 und 3 zeigen, gab es nämlich regional durchaus große Abweichungen zu den Mittelwerten.

Diese waren in Nordafrika besonders auffällig. Sehr ergiebiger Regen führte im Herbst zu Überschwemmungen in Äthiopien, dessen Niederschlag im Oktober teilweise das Vierfache des Solls überstieg. Marokko war vor allem im November betroffen. Sich sehr weit nach Süden verlagernde Tiefdruckgebiete und überdurchschnittlich hohe Wasseroberflächentemperaturen brachten neben der Iberischen Halbinsel, dem Nordwesten Afrikas und den Kanarischen Inseln ungewöhnlich viel Regen, der Sturzfluten und Überschwemmungen auslöste. In mehreren Regionen Marokkos fiel in wenigen Tagen hintereinander teilweise so viel Niederschlag wie sonst in einem Jahr. Mindestens 30 Menschen fanden den Tod. In Agadier (Al Massira) gab es mit 381 mm knapp das 13-fache des Monatsalls, das gerade mal 30 mm beträgt. Alleine in den 24 Stunden bis zum 29. November, 6 UTC gingen 117 mm Regen nieder.

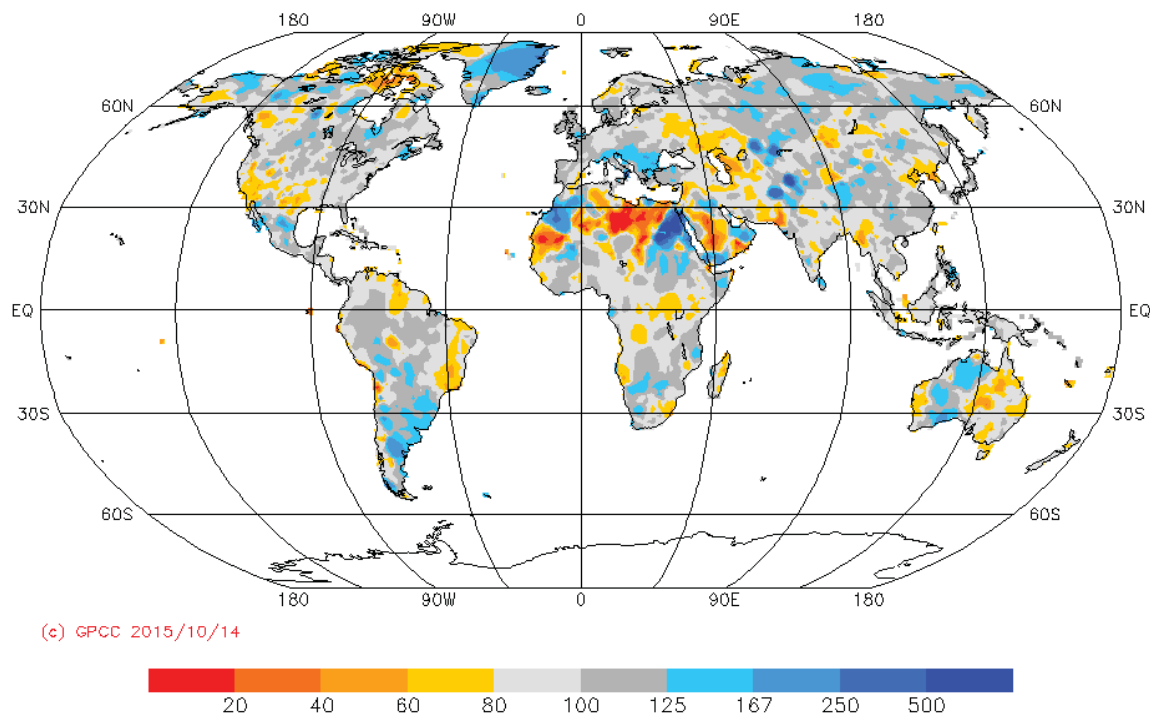


Abb. 2: Niederschlagshöhen des Jahres 2014 in Prozent vom Mittel des Zeitraums 1951-2000 (Analyse des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie)

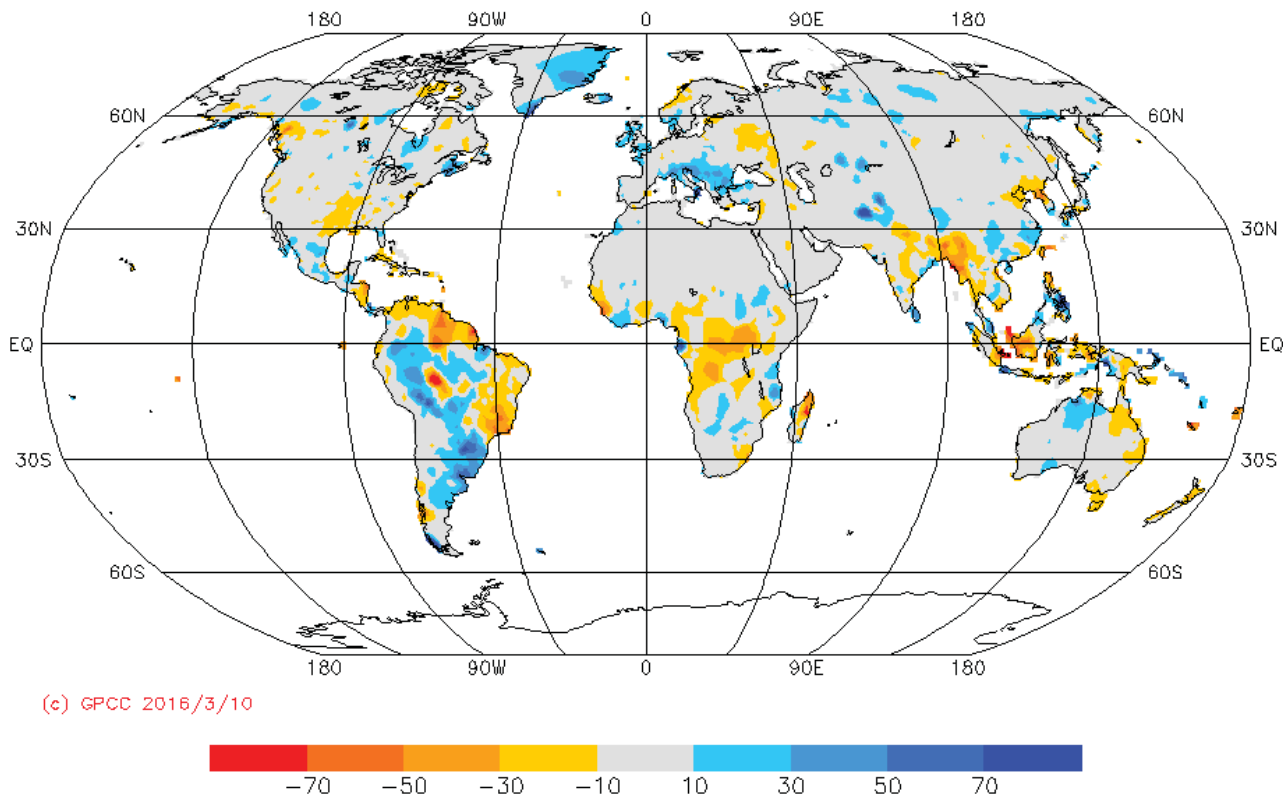


Abb. 3: Abweichungen der Niederschlagshöhen des Jahres 2014 vom Mittel des Zeitraums 1951-2000 (Analyse des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie) in mm pro Monat.

Jahresniederschläge, die die Mittelwerte weiträumig um die 50 % oder mehr überstiegen, wurden vor allem im Raum um den Norden Argentiniens, Paraguays, Boliviens und Südbrasilien verzeichnet. Erstmals seit 2003 verzeichnete Argentinien wieder einen überdurchschnittlichen Jahresniederschlag, was auf den ungewöhnlich niederschlagsreichen Zeitraum von Januar bis Oktober zurückzuführen war. Vom Süden Boliviens über Paraguay bis nach Südbrasilien fielen Mai und Juni mit mehr als 250 % der vieljährigen Mittelwerte ungewöhnlich nass aus. Dagegen war es in der Mitte und im Osten Brasiliens wie auch im äußersten Norden des Kontinents ungewöhnlich trocken. Gebietsweise gab es zum Ende des Jahres erheblichen Wassermangel, so auch im Raum São Paulo.

Von Jahresniederschlägen, die die Mittelwerte um 50 % und mehr überstiegen, wurde Südosteuropa betroffen. Hier fielen vor allem im Mai Starkniederschläge, die zu Überschwemmungen und Schlammlawinen in Bosnien und Herzegowina, Kroatien, Serbien, Rumänien, Bulgarien und der Slowakei führten. Und auch im September gab es dort noch einmal mehr als das Doppelte der Mittelwerte, in Tschechien mehr als das 3-fache und in der Türkei teilweise mehr als das 5-fache. In Frankreich fiel im Juli und August zusammen noch nie so viel Regen wie im Jahr 2014. Portugal verzeichnete das nasseste Jahr der letzten 25 Jahre und Großbritannien erlebte den nassesten Winter seit Beginn der Messreihe 1910. Im Januar und Februar verursachten eine Reihe kräftiger Tiefdruckgebiete über dem Nordostatlantik neben kräftigem Regen auch Sturm, hohen Wellengang mit signifikanten Wellenhöhen bis um 10-11 m und an den Küsten Westeuropas Sturmfluten, die hohe Schäden verursachten.

In Indien setzte der Südwestmonsun um etwa 5 Tage später als gewöhnlich ein und brachte 88 % der mittleren Niederschlagssumme. Durch Starkniederschläge im Nordosten Indiens und in Bangladesch im August und September sowie in Pakistan im September wurden Überschwemmungen ausgelöst, von denen insgesamt fast 4 Mio. Menschen betroffen waren. Mehr als 200.000 Menschen mussten zeitweise ihre Wohnorte verlassen.

Eine schwere Dürre herrschte dagegen im Westen der USA. Schon seit 2011 leidet insbesondere Kalifornien unter Trockenheit. Zwischen November 2013 und Ende Oktober 2014 fielen lediglich 59 % der erwarteten Niederschlagsmenge (Bezugsperiode 1961-1990). Schon Mitte Januar wurde der Dürrenotstand mit dem Gebot Wasser einzusparen ausgerufen. Im Februar betraf eine „außergewöhnliche Dürre“ (D4, höchste Skalenausprägung) ca. 25 % des Staatsgebietes, von Juli bis Oktober 2014 waren es 58 %. Aber auch in den mittelamerikanischen Staaten Honduras, das im Juli den Notstand ausrief, wie auch Guatemala, El Salvador und Nicaragua. Deutliche Niederschlagsdefizite gab es aber auch um das Kaspische Meer, im Nordosten Chinas und in der Osthälfte Australiens.

Nach Aussagen des Global Snow Lab an der Rutgers Universität der USA, lag die Schneebedeckung der Nordhalbkugel im Winter über dem vieljährigen Mittel, im Frühling war sie die 3.-niedrigste und im darauf folgenden Herbst die bisher höchste der 1966 beginnenden Zeitreihe. Auch Nordamerika verzeichnete im Herbst die bisher höchste Schneebedeckung. Mitte November führte ein Schneesturm im Bundesstaat New York zum Lake-Effekt, bei dem ungewöhnlicher Weise in 24 Stunden bis zu 127 cm Schnee fielen. Alles in allem fiel das Jahr durch seine hohe hydro-klimatische Intensität mit starken regionalen und saisonalen Anomalien und eher unauffälligen Jahresmitteln auf.

Tropische Wirbelstürme

Die Zahl der tropischen Wirbelstürme lag mit 78 weltweit unter dem Mittel von 89 des Zeitraums 1981-2010. So verhielt es sich auch mit der Anzahl im Nordatlantik. Hier gab es 8 benannte Stürme (im Mittel 12), von denen sich 6 zu Hurrikanen entwickelten. Eine größere Anzahl wurde hingegen im östlich Nordpazifik beobachtet, wo im Mittel 15 benannte Tropenstürme gezählt werden. Hier traten zwischen dem 22. Mai und dem 5. November 20 Tropenstürme auf, wovon ungewöhnlicherweise gleich zwei Hawaii bedrohten. Am 8. August überquerte Hurrikan ISELLE die Hauptinsel und löste hier örtlich mehr als 300 mm Regen und Sturm mit Böen bis um 100 km/h aus. Zeitgleich näherte sich von Osten Hurrikan JULIO, der aber nordöstlich an der Inselgruppe vorbeizog. Die Hawaii-Inseln im zentralen Pazifik werden nur sehr selten direkt von einem tropischen Sturm überquert. Zuletzt machte dies 1992 der Kategorie-4-Hurrikan INIKI. Im September zog dann Hurrikan ODILE direkt über die Kalifornische Halbinsel hinweg und brachte hier Starkniederschläge. Im Nordwestpazifik entwickelten sich im Jahresverlauf 22 benannte Wirbelstürme, womit der Mittelwert von 26 leicht unterschritten wurde. Davon erreichten 11 Taifunstärke. Hervorzuheben ist der Taifun RAMASSUN, der am 15. Juli 2014 mit Windgeschwindigkeiten (1-Minuten-Mittel) bis um 200 km/h zunächst den Norden der Philippinen überquerte, wo er u.a. in 6 Stunden 181 mm Regen (Wetterstation Legazpi) auslöste und mehr als 90 Tote hinterließ. Er zog weiter über das Südchinesische Meer und mit Windgeschwindigkeiten von bis zu 250 km/h (1-Minuten-Mittel) als Supertaifun über den Nordosten der Insel Hainan auf das südostchinesische Festland. Laut dem chinesischen Wetterdienst war er der stärkste Taifun seit 1973, der in Südchina auf Land traf. Insgesamt machten 2014 fünf Taifune Landgang auf dem chinesischen Festland, wodurch ein wirtschaftlicher Schaden von 10 Mrd. US\$ entstand. Über dem Nordindischen Ozean entwickelten sich drei tropische Zyklonen, womit der Mittelwert von vier im Zeitraum 1981-2010 leicht unterschritten wurde. Von ihnen gelangte HUDHUD mit Windgeschwindigkeiten von 170-180 km/h bei

Visakhapatnam in den Osten Indiens. Obwohl vorweg fast 400.000 Menschen in Sicherheit gebracht worden waren, kamen im Bundesstaat Andrah Pradesh noch mehr als 30 Personen ums Leben. Über dem Südwestindien entwickelten sich in der Saison 2013/2014 insgesamt 9 tropische Zyklonen, was dem vieljährigen Mittel entspricht. Auch über dem australischen Seegebiet wurde mit 11 tropischen Wirbelstürmen der vieljährige Mittelwert getroffen. Am stärksten war der Zyklon ITA, der in seinem Anfangsstadium als tropisches Tief Anfang April zunächst auf den Salomonen, einer Inselgruppe im Südpazifik nordöstlich von Australien, für Starkregen und Überschwemmungen sorgte. Am 11. April überquerte er mit der Stärke eines Kategorie-4-Hurrikans (Saffir-Simpson-Skala) Lizard Island, eine Insel nordnordwestlich von Cape Flattery, bevor er kurz darauf unweit dieses Kaps an Land ging. Von dort aus zog er bis zum 12. April im Küstenbereich südostwärts, um dann wieder auf das Wasser zurückzukehren. ITA löste entlang der Ostküste von Queensland innerhalb von 24 Stunden extreme Niederschläge von 100 bis 300 mm aus. Im Südwestpazifik blieb die Zahl der tropischen Wirbelstürme mit nur 5 in der Saison 2013/2014 deutlich unter dem vieljährigen Mittelwert von 12.

Meereis

Die Eisbedeckung des arktischen Meereises hat einen ausgeprägten Jahresgang mit der größten Ausdehnung im März und der geringsten im September. Die geringste Eisbedeckung wurde mit 5,02 Mio. km² am 17. September beobachtet. Sie war damit der des Vorjahres sehr ähnlich und verdrängte diese von Platz 6 der niedrigsten Eisausdehnung in der Zeitreihe der Satellitenbeobachtungen seit 1979. Demgegenüber erreichte die Meereisbedeckung in der Antarktis, die im September die größte Ausdehnung einnimmt, mit 20,11 Mio. km² nun schon im dritten Jahr in Folge einen neuen Spitzenwert.

Quellen:

BAMS, 2015: The State of the Climate in 2014, BAMS Vol.96, No. 7 <http://www.ncdc.noaa.gov/bams-state-of-the-climate/2014.php>

Becker, A., Haeseler, S., Lefebvre, C., Ziese, M., Bissolli, P., 2014: Anhaltend meridionale Strömung und hohe Wassertemperaturen von Mittelmeer und Ostatlantik sorgen für extreme Niederschlagsanomalien in Europa und Nordafrika. <http://www.dwd.de>

Haeseler, S., Lefebvre, C., 2014: Hitzewellen in Australien im Sommer 2013/2014. <http://www.dwd.de>

Haeseler, S., Lefebvre, C., 2014: Sturmflut an der europäischen Atlantikküste Anfang Februar 2014. <http://www.dwd.de>

Haeseler, S. 2014: Anhaltende Dürre in Kalifornien im Januar 2014. <http://www.dwd.de>

Haeseler, S. 2014: Hawaii wird im August 2014 innerhalb weniger Tage durch zwei Hurrikans, ISELLE und JULIO, gefährdet. <http://www.dwd.de>

Haeseler, S. 2014: Supertaifun RAMMASUN zieht im Juli 2014 über die Philippinen und Südchina. <http://www.dwd.de>

Haeseler, S. 2014: Tropischer Zyklon ITA trifft am 11. April 2014 auf die Nordostküste Australiens. <http://www.dwd.de>

NOAA National Centres for Environmental Information, 2015: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature Version 4 <http://www.ncdc.noaa.gov/news/extended-reconstructed-sea-surface-temperature-version-4>

Wittich, K.-P., Ziese, M., Becker, A., 2015: Selbst am Ende der Regenzeit: Keine Entspannung für Dürreperiode in Kalifornien. <http://www.dwd.de>

WMO, 2015: WMO statement of the global climate in 2014, WMO-No 1152 https://www.wmo.int/media/sites/default/files/1152_en.pdf

Erste Ansätze einer Phänologischen Klimatologie als Optimierungswerkzeug im Pflanzenbau

J. Peter und F. Böttcher

Neben den pedologischen Eigenschaften eines Standortes bestimmen die klimatischen Verhältnisse entscheidend die Eignung des Standortes für den Anbau von Kulturpflanzenarten im Garten- und Landbau und das Ertragspotenzial. Das Klima übt einen wesentlichen Einfluss auf das Vorhandensein und die Vielfalt von Arten und Vegetation in verschiedenen Gebieten aus. Umfang und Auftreten verschiedener Arten wirken im Gegenzug auf das Klima. (HEYER 1998) Extremereignisse waren und sind für den Landbau bedeutsam, in Hinblick auf die Eignung und Nutzungsmöglichkeiten (ESSL 2013). Zu den wichtigsten Extremereignissen zählen länger andauernde Trockenzeiten, Starkniederschlagsereignisse, Zeiten die durch Kälte oder Hitze geprägt sind sowie auftretende Stürme (ESSL 2013).

Vor dem Hintergrund der rezenten und projizierten Änderungen der klimatischen Randbedingungen stellt sich die Frage, ob es möglich ist, mittels einer geänderten klimatologischen Auswertemethodik, beispielsweise das Ertragspotenzial eines Standortes noch präziser zu erfassen und zu beschreiben, um im Rahmen der Anpassung an den Klimawandel technologische Optimierungsmöglichkeiten, die Landtechnik und moderne Pflanzenbausysteme sowie Fortentwicklungen in den Bereichen Düngung und Pflanzenschutz heute bieten, anwenden zu können. Es wird versucht, die Zusammenhänge zwischen Ertrag und klimatischen Randbedingungen im Raum Dresden einerseits über die Betrachtung der monatsbezogenen klimatologischen Auswertungen und andererseits über die klimatologischen Beobachtungen, die sich auf der Basis der phänologischen Jahreszeiten ableiten lassen, zu beschreiben.

Dazu wurde eine Auswahl von Klimaelementen und AuswerteprozEDUREN getroffen, denen im Kulturpflanzenbau besondere Bedeutung zugeschrieben werden. Die hier ausgewerteten meteorologischen Daten wurden an der DWD-Wetterwarte Dresden-Klotzsche gewonnen. Die landwirtschaftlichen Ertragsdaten stammen aus den um die Stadt Dresden gelegenen Landkreisen.

Bedeutung der Klimaelemente für den Kulturpflanzenanbau

Solarstrahlung und Temperatur

Die Pflanzen benötigen Energie für die Fotosynthese. Die Hauptenergiequelle der Pflanzen stellt die Sonne, mit der von ihr ausgehenden Solarstrahlung, dar und bildet damit die Grundlage der Fotosynthese. (HEYER 1998). Die Globalstrahlung setzt sich aus direkter und indirekter Strahlung zusammen, die die Erdoberfläche auf direktem

Weg erreicht. Diese Messgröße erlaubt es, Aussagen über die auf einer horizontalen Fläche der Erde ankommende Strahlungsenergie zu treffen. Diese kann in Wärme gewandelt werden (MALBERG 1994).

In niedrigen Pflanzenbeständen reduziert sich die Globalstrahlung. Die Strahlungsinterzeption beschreibt den Verlust der Strahlung. Diese Größe definiert nicht das Verhältnis der Blattfläche zur Bodenfläche, wie es beim Blattflächenindex üblich ist, sondern das Verhältnis zum Bestandsvolumen. Damit besteht die Möglichkeit den vielfältigen Blattanordnungen und -stellungen verschiedener Kulturen gerecht zu werden. Der Neigungswinkel der einfallenden Strahlung ist ein weiterer Einflussfaktor. Die Flussdichte der Strahlung nimmt von der Oberfläche des Bestandes bis zum Boden ab. Die Stärke des Rückgangs ist abhängig von der Bedeckung. Der überwiegende Teil der Strahlung, der auf die Bestandsfläche trifft, wird reflektiert, absorbiert oder transmittiert. Diese Vorgänge sind abhängig von der Wellenlänge. Bei grünen Flächen wird ein Maximum an Reflektion bei einer Wellenlänge von 550 nm erreicht. Nahezu 40 % der auftreffenden Strahlung werden bei dieser Wellenlänge reflektiert. Der für die Fotosynthese relevante Anteil der Strahlung beträgt etwa 28 bis 30 % der Globalstrahlung. Etwa 45 % aus dem Wellenlängen- und Energiebereich von 400 bis 700 nm sind für Pflanzen zur Fotosynthese nutzbar. Die spektrale Zusammensetzung der Solarstrahlung am Boden einer Vegetation und deren Oberfläche unterscheidet sich aufgrund der Strahlungsinterzeption. (HEYER 1998)

Eine hohe Sonneneinstrahlung in Kombination mit einer warmen, trockenen Witterung führt dazu, dass Pflanzen transpirieren und den daraus entstehenden Wasserdampf hauptsächlich über die Stomata an die Außenwelt abgeben. Die anschließende Verdunstung ermöglicht den Pflanzen eine Regulierung ihrer Temperatur. Das Aktivieren der sogenannten Verdunstungskühlung ist durch das Öffnen und Schließen der Stomata in einem Grenzbereich möglich. Zwischen Pflanzenarten und ihren Entwicklungsstufen treten Unterschiede in der physiologischen Funktion zur Regulierung der Pflanzentemperatur auf. (HÄCKEL 2008)

Ertragsbegrenzende Faktoren sind im landwirtschaftlichen und gärtnerischen Produktionsanbau von besonderer Bedeutung. Zu diesen Faktoren zählt das Lichtklima. Prozesse des generativen und vegetativen Wachstums sowie Assimilationsvorgänge sind abhängig vom Lichtklima. Das Temperaturklima ist ein weiterer Faktor. Im Nutzpflanzenbau sind Temperaturen, die 5°C überschreiten von wesentlicher Bedeutung. Die Zeit, in

der 5°C nicht unterschritten werden, ist als Vegetationszeit definiert. Bei sensiblen Pflanzen ist es möglich, dass die Vegetationszeit durch die Anzahl frostfreier Tage zu bestimmen ist. Die Tagestiefsttemperaturen haben im Pflanzenanbau zunächst größere Bedeutung, als die Tageshöchsttemperaturen. Die Länge der Vegetationszeit steht in direktem Zusammenhang mit der Anbauwürdigkeit von Kulturpflanzen. Steigende Temperaturen und die daraus entstehende Intensivierung biochemischer Reaktionen, wirken hingegen begünstigend auf das Wachstum und die Entwicklung. Vollzieht sich ein Temperaturanstieg von +10 K innerhalb eines Temperaturintervalls von 0°C bis 30°C, bewirkt dies eine Verdopplung der Reaktionsgeschwindigkeit. Der mit dem Temperaturanstieg verbundene Zuwachs steht direkt in Zusammenhang mit dem Bodenwasserhaushalt. Bei Wassermangel mit einhergehendem Temperaturanstieg besteht die Möglichkeit physiologischer Schäden, die ertragsmindernd wirken. Dies verdeutlicht die enge Verbundenheit der Klimaelemente miteinander. Eine individuelle Betrachtung von Faktoren ist zwar möglich, jedoch nicht aussagekräftig in Bezug auf den landwirtschaftlichen Anbau. Eine Phase, in der die Temperatur über einen längeren Zeitraum zwischen 0°C und 6°C liegen muss, damit der Eintritt in das generative Entwicklungsstadium bei Pflanzen erfolgt, wird Vernalisation genannt. (DIEPENBROCK et al. 2009)

Extremereignisse sind in der Agrarmeteorologie von besonderer Bedeutung. Eine Möglichkeit, um thermische Extremereignisse beschreiben zu können, sind die Ereignistage. Sie beschreiben das Vorkommen oder Ausbleiben von Wetterphänomenen. Sie werden bestimmt, indem Tage gezählt werden an denen die Temperatur über oder unter einem definierten Wert liegt. (HEYER 1998)

Niederschlag und Bodenfeuchte

Physikalische Vorgänge, beispielsweise das Gefrieren, Kondensieren, Verdunsten oder Schmelzen, ermöglicht es dem Wasser auf der Erdoberfläche die Aggregatzustände flüssig, fest oder gasförmig anzunehmen (HÄCKEL 2008). Nicht alle Niederschläge sind erfassbar. Der Begriff Interzeption beschreibt jene Niederschläge die nicht den Boden erreichen, da sie beispielsweise an Blattoberflächen oder anderen Teilen der Vegetation verbleiben, und an dieser Stelle verdunsten bevor sie messtechnisch zu erfassen sind (HÄCKEL 2008). Mit zunehmendem Blattflächenindex steigt die Interzeption. Die Hafer- und Kartoffelkultur verzeichnet beispielsweise besonders hohe Interzeptionsverluste, während bei der Weizenkultur vergleichsweise geringe Verluste auftreten (HÄCKEL 2008). Das Element Wasser stellt für die Fotosynthese neben der Solarstrahlung und dem Kohlenstoffdioxid einen tragenden Faktor dar (HEYER 1998). Lediglich ein Prozent des Wassers ist durch den Einbau in Kohlehydrate in Kombination mit Kohlenstoffdioxid an der Photosynthese beteiligt (DIEPENBROCK et al. 2009). Aus dem Boden aufgenommene Nährstoffe und Assimilate werden im Wasser transportiert. Neben den Merkmalen die

der Boden an einem bestimmten Standort aufweist, sind es der Witterungsverlauf, die Verdunstung sowie der Verbrauch an Wasser durch die vorhandene Vegetation, die den Wasserhaushalt prägen. Vegetation bewirkt eine Oberflächenvergrößerung. Der Pflanzenbestand auf Flächen bewirkt eine natürliche Regulierung des Wasserabflusses. Treten Extremwetterereignisse, beispielsweise Starkregen auf, vermeidet Vegetation Bodenabtrag. Areale, auf denen sich Vegetation befindet, produzieren mehr Wasserdampf als unbewachsene Flächen. Dieser entweicht in die Atmosphäre. Pflanzen geben Feuchtigkeit hauptsächlich über Stomata während der Transpiration ab. Neben dem Guttations- und dem Interzeptionswasser, leistet ein feuchter Boden einen Beitrag zur Verdunstung. Bevor Wasser ungehindert in die Atmosphäre verdunstet, sind Widerstände in der Atmosphäre, im Boden und im Bestand zu überwinden. In dichten Pflanzenbeständen ist die Verdunstungsrate rückläufig. Hierbei spielt die verminderte Strahlung in den unteren Regionen des Pflanzenbestandes eine wesentliche Rolle. Der Verbrauch von Wasser durch die Pflanzen ist in etwa proportional zu ihrer Grünfläche (HEYER 1998).

Niederschläge wirken in Abhängigkeit ihrer Höhe, Verteilung und Form unterschiedlich (DIEPENBROCK et al. 2009). Bei der Verteilung von Niederschlägen sind Starkregenerereignisse einerseits, sowie lang andauernde Niederschläge andererseits bedeutend. Daneben spielt natürlich auch die Niederschlagsphase (fest oder flüssig) eine Rolle. Im landwirtschaftlichen Produktionsanbau ist die Bodenfeuchte eine Größe mit großer Aussagekraft über den Bodenwasserhaushalt (HEYER 1998). Je nach Bodenart kann der Boden unterschiedliche Wassermengen speichern. Die Feldkapazität definiert die Wassermenge die der Boden gegen die Schwerkraft halten kann, ohne dass Wasser versickert (HÄCKEL 2008). Die für Pflanzen tatsächlich verfügbare Wassermenge ist geringer als die Feldkapazität und wird als nutzbare Feldkapazität definiert. Die Differenz zwischen dem Welkepunkt und der Feldkapazität entspricht der nutzbaren Feldkapazität. Wenn es den Pflanzen nicht mehr möglich ist, Wasser aus dem Boden über ihre Wurzeln aufzunehmen, ist der Welkepunkt erreicht. Zeigt die Bodenfeuchte Werte zwischen 60 und 80 %, entspricht dies einer optimalen Versorgungsgrundlage für Pflanzen. Ertrags- und Qualitätsmindernd wirken sich Bodenfeuchten aus, die unter 30 % nutzbarer Feldkapazität liegen. Überschreitet die nutzbare Feldkapazität über einen längeren Zeitraum 80 % kann dies ebenfalls zu physiologischen Schäden führen, die in der Folge ertrags- und qualitätsmindernd sind (HEYER 1998).

Phänologische Jahreszeiten

Insgesamt gibt es 10 phänologische Jahreszeiten. Der Übergang in eine phänologische Jahreszeit ist gleichgesetzt mit dem Übergang in eine neue Entwicklungsphase der Vegetation. Eine phänologische Jahreszeit wird durch eine Leitphase eröffnet und endet mit dem Einsetzen der folgenden phänologischen Jahreszeit. (DWD 2013) Die Un-

terteilung in die phänologischen Jahreszeiten ermöglicht es, zeitliche Abschnitte mit verschiedenen klimatischen Verhältnissen zu unterscheiden. Zu den nativen Hauptjahreszeiten des natürlichen Kalenders zählen der Vorfrühling, Erstfrühling, Vollfrühling, Frühsommer, Hochsommer, Spätsommer, Frühherbst, Vollherbst, Spätherbst und Winter. Der Beginn des Vorfrühlings wird durch die Blüte der Schneeglöckchen und Haselnusssträucher eingeleitet und endet mit der Blüte der Salweiden. Sobald es die Feuchtigkeit im Boden erlaubt, beginnen die Arbeiten auf den Feldern und das Sommergetreide wird ausgebracht. Der Erstfrühling wird hingegen durch die Blattentfaltung der Stachelbeeren signalisiert. In dieser Jahreszeit blühen erste Obstgehölze (bspw. Stachelbeeren und Johannisbeeren) und das Sommergetreide geht auf. Das Ende dieser Jahreszeit deutet die Blattentfaltung von Rotbuche, Linde und Ahorn an. Frühblühende Äpfel oder die Blüte von Fliederbäumen bringen den Vollfrühling. In dieser Jahreszeit beginnt das Schossen beim Wintergetreide und der Roggen bildet erste Ähren. Neben blühenden Gräsern kündigt die Blüte der Holundersträucher den Wechsel in den Frühsommer an. Bei den späteren Getreidearten bilden sich Ähren oder Rispen. Der Hochsommer wird durch die Blüte der Linde oder Kartoffel eingeleitet. In dieser Jahreszeit beginnt die Getreideernte. Eine Leitphase des Spätsommers ist der Blühbeginn des Heidekrauts. Mit dem Reifen der Holunderbeeren endet der Spätsommer und der Frühherbst beginnt. Die Reife der Rostkastanien ist eine Leitphase die den Beginn des Vollherbstes ankündigt. Zu Beginn dieser Jahreszeit wird das Wintergetreide ausgebracht. (SCHNELLE 1955) Diese geht zum Ende des Vollherbstes oder Beginn des Spätherbstes bereits auf. Dann verfärben sich auch die Blätter der Stieleiche und wenn diese Blätter dann fallen, steht der phänologische Winter in den Startlöchern, der dann wieder durch den Vorfrühling abgelöst wird, und auch als Vegetationsruhe bezeichnet wird.

Zusammenhang zwischen den Getreideerträgen und der Dauer phänologischer Jahreszeiten

Eine Untersuchung, ob ein Zusammenhang zwischen der Dauer phänologischer Jahreszeiten und ausgewählten Getreideerträgen besteht, wurde in verschiedenen Korrelationsanalysen untersucht. Beispielhaft sind jene Ergebnisse in Tab. 1 dargestellt, die die Beziehungen zwischen der Dauer der phänologischen Jahreszeiten vom Vorfrühling bis zum Hochsommer und den Getreideerträgen beschreiben. Aus den Analysen gingen schwach negative bis mittlere positive Korrelationen hervor. Zwischen der Dauer des Vorfrühlings und des Weizenertes gesamt bestand beispielsweise eine schwach positive Korrelation, belegt durch einen Korrelationskoeffizienten von 0,4. Ein naheliegender Rückschluss wäre die Existenz einer Beziehung zwischen einem hohen Weizenertes gesamt und einem lang andauernden Vorfrühling. Eine Betrachtung der einzelnen Größen der Korrelation, in diesem Fall der Entwicklung des Weizenertes gesamt sowie der Dauer des Vorfrühlings, lässt jedoch weitere Rückschlüsse zu. Auf Seiten des Ertra-

ges zeigte sich über den Zeitraum von 1981 bis 2010 im Raum Dresden, neben einigen Ausnahmen, eine positive Ertragsentwicklung. Ebenso ergab sich über den genannten Zeitraum eine Entwicklung, bezogen auf die mittlere Dauer des Vorfrühlings. Im dreißigjährigen Mittel dauerte dieser 35 Tage. In der ersten Dekade des Betrachtungszeitraumes zählte der Vorfrühling 30 Tage, in der zweiten 37 Tage und in der dritten 38 Tage. Aus diesen Daten ist zu schließen, dass die schwach positiven Korrelationskoeffizienten, die zunächst auf einen Ertragszuwachs in Zusammenhang mit einem lang andauernden Vorfrühling schließen lassen, tatsächlich den Zusammenhang zwischen dem positiven Ertragstrend und der Zunahme der Anzahl Tage im Vorfrühling widerspiegeln. Die Korrelationskoeffizienten, die die Beziehung zwischen den Getreideerträgen und der Dauer des Frühsommers beschreiben, festigen diese Schlussfolgerung. Koeffizienten zwischen 0,2 (Sommerweizen) und 0,5 (Roggen und Gerste) belegen schwach positive bis mittlere positive Korrelationen. Der Frühsommer dauerte in der ersten Dekade 15 Tage, in der zweiten 19 Tage und in dritten 21 Tage. Aus den phänologischen Beobachtungsdaten des dreißigjährigen Betrachtungszeitraumes erschloss sich für den Frühsommer eine mittlere Dauer von 18 Tagen. Die genannten Entwicklungen bestätigen einen Zusammenhang zwischen dem positiven Ertragstrend und den länger andauernden Vorfrühling sowie Frühsommer, welche durch positive Korrelationen belegt sind. Folglich belegen negative Korrelationskoeffizienten den Zusammenhang zwischen Ertragszunahme und einer Verringerung in der Anzahl der Tage einer phänologischen Jahreszeit im Betrachtungszeitraum. Beispielsweise sind die Beziehungen zwischen der Dauer des Erstfrühlings sowie des Hochsommers und den Ertragsdaten mit Koeffizienten zwischen -0,1 und -0,3 zu beschreiben. Aus den entsprechenden Korrelationsergebnissen wäre zunächst auf einen Zusammenhang zwischen einem hohen Getreideertrag und einem kurzen Erstfrühling beziehungsweise Hochsommer zu schließen. Tatsächlich zeichnete sich sowohl für den Erstfrühling als auch für den Hochsommer ein Rückgang in der Anzahl Tage, die diese Jahreszeit dauerte, ab. Der Erstfrühling, der im dreißigjährigen Mittel 28 Tage zählte, dauerte in der ersten sowie zweiten Dekade im Mittel 30 Tage und in der dritten 25 Tage. Der Hochsommer hingegen zählte in der ersten Dekade im Schnitt 51 Tage, in der zweiten 50 Tage und in der dritten 43 Tage. Im gesamten Jahresverlauf war der Hochsommer mit 48 Tagen nach dem Winter die längste Jahreszeit. Die schwach positiven bis schwach negativen Korrelationen im Bereich von -0,1 bis 0,1, zwischen der Dauer des Vollfrühlings und den Getreideerträgen begründen sich ebenfalls in der Anzahl Tage dieser Jahreszeit und dem positiven Ertragstrend. Diese phänologische Jahreszeit dauerte in der ersten Dekade 33 Tage, in der zweiten 28 Tage und in der dritten 32 Tage. Der Vollfrühling ist somit die einzige von den hier fünf aufgezeigten phänologischen Jahreszeiten, für die sich kein Trend bezogen auf die Zunahme oder Abnahme der Anzahl Tage ableiten ließ.

Getreideertrag	Phänologische Jahreszeit				
	Vorfrühling	Erstfrühling	Vollfrühling	Frühsommer	Hochsommer
Weizen (Gesamt)	0,4	-0,3	-0,1	0,4	-0,3
<i>Winterweizen</i>	0,3	-0,2	-0,1	0,4	-0,2
<i>Sommerweizen</i>	0,3	-0,2	0,1	0,2	-0,2
Roggen	0,4	-0,1	-0,1	0,5	-0,1
Gerste	0,4	-0,1	0,1	0,5	-0,1

Tab. 1: Korrelationsergebnisse zwischen Getreideerträgen und der Dauer vom Vorfrühling bis Hochsommer.

Vergleich der allgemeinen mit der phänologischen Klimatologie an ausgewählten Beispielen

Ein Vergleich der Mittelwerte meteorologischer Einflussgrößen in den phänologischen Jahreszeiten und in den einzelnen Monaten diente zur Darstellung und Herauskristallisierung von Unterschieden zwischen der allgemeinen und phänologischen Klimatologie. Aus einer Gegenüberstellung der Mittelwerte meteorologischer Einflussgrößen im März und Vorfrühling ging hervor, dass die Temperaturwerte, genauer die mittlere Lufttemperatur, die mittleren Tageshöchst- sowie Tagestiefsttemperaturen und die im Mittel niedrigste am Boden gemessene Temperatur, in einem Bereich zwischen 0,7 und 1,0 K voneinander abwichen. Der Vorfrühling war im Mittel wärmer als der März. Die mittlere Globalstrahlung war hingegen im Vorfrühling geringer als im März. Der Vorfrühling begann im Mittel am 25. Februar und endete am 31. März. Über die einzelnen Dekaden zeichnete sich jedoch die Tendenz eines früheren Einsetzens dieser phänologischen Jahreszeit ab. In der ersten Dekade begann der Vorfrühling im Schnitt am 05. März, in der zweiten bereits am 22. Februar und in dritten im Mittel einen weiteren Tag früher, genauer am 21. Februar. Entsprechend der Regeln der Winter- und Sommersonnenwende nimmt die mittlere Globalstrahlung ausgehend vom Dezember bis hin zum Juni zu und von diesem Punkt ausgehend wieder ab. Da in den Vorfrühling, entsprechend der zeitlichen Einordnung dieser phänologischen Jahreszeit, die Werte der mittleren Globalstrahlung aus dem Februar eingehen, ist die im Mittel niedrigere Globalstrahlung trotz der durchschnittlich höheren Temperaturen, logisch begründet.

Ein Vergleich der mittleren Temperaturgrößen im April und jenen im Erstfrühling verdeutlichte hingegen, dass die phänologische Jahreszeit im Schnitt etwas kühler war, als der April. Die mittlere Lufttemperatur lag beispielsweise im April bei 9,0°C und im Erstfrühling, welcher im dreißigjährigen Mittel vom 01. April bis 29. April dauerte, bei 8,9°C. Interessant ist die Entwicklung der Bodenfeuchte, kategorisiert nach der Anzahl Tage mit einer nutzbaren Feldkapazität gleich oder weniger 30 %, zwischen 30 und 80 % sowie 80 % und mehr, im April. Im Betrachtungszeitraum zeichnete sich für den April deutlich eine Zunahme

der Anzahl Tage ab, an denen die Bodenfeuchte einer nutzbaren Feldkapazität zwischen 30 % und 80 % entsprach. In der ersten Dekade entfielen 53,3 % der Tage des Aprils in diese Kategorie, in der zweiten 63,7 % der Tage und in der dritten 72,3 % der Tage. Gleichzeitig war ein Rückgang der Anzahl Tage zu bemerken, an denen die Bodenfeuchte einer nutzbaren Feldkapazität von 80 % und mehr entsprach, denn in der ersten Dekade entfielen 46,7 % der Tage des Aprils in diese Kategorie, in der zweiten 36,3 % der Tage und in der dritten 27,3 % der Tage. Im Erstfrühling zeichnete sich hingegen keine ähnliche Entwicklung ab. In der ersten Dekade entsprachen 56,2 % der Tage des Erstfrühlings einer nutzbaren Feldkapazität zwischen 30 und 80 %, in der zweiten 49,3 % der Tage und in der dritten 55,7 % der Tage. In die Kategorie 80 % und mehr nutzbare Feldkapazität waren in der ersten Dekade 43,8 % der Tage einzuordnen, in der zweiten 40,7 % der Tage und in der dritten 44,2 % der Tage.

Ein weiteres aussagekräftiges Beispiel im Vergleich der allgemeinen mit der phänologischen Klimatologie ging aus der Gegenüberstellung der Mittelwerte meteorologischer Einflussgrößen im Spätsommer und August hervor. Der Spätsommer dauerte im Mittel 24 Tage, begann am 05. August und endete am 28. August. Die Temperaturwerte differenzierten maximal um 0,1 K. Die zeitliche Übereinstimmung begründet die minimalen Abweichungen. Bei den mittleren Tagestiefsttemperaturen zeichnete sich jedoch eine interessante Entwicklung ab (Vgl. Abb. 1). Im August lagen diese im Schnitt bei 13,6°C und im Spätsommer bei mittleren 13,5°C. In der ersten Dekade betrug diese meteorologische Einflussgröße im August 13,2°C, in der zweiten 13,6°C und in der dritten 14,0°C. Aus diesen Daten ergab sich eine Abweichung zwischen der ersten und dritten Dekade von 0,8 K. Mit einer Abweichung von 1,9 K zwischen der ersten und dritten Dekade ist der Anstieg der mittleren Tagestiefsttemperaturen im Spätsommer des Betrachtungszeitraumes noch intensiver ausgeprägt. Die Entwicklung dieser Temperaturgröße verhielt sich in der phänologischen Jahreszeit wie folgt: In der ersten betrug die Tagestiefsttemperaturen im Schnitt 12,6°C, in der zweiten 13,4°C und in der dritten 14,5°C. Aus diesen Ergebnissen ist zu entnehmen, dass sowohl in der phänologischen als auch in der allgemei-

nen Klimatologie sich Veränderungen in Bezug auf die Intensität der klimatischen Einflussgrößen vollziehen. Die Stärke der Beziehung, zwischen den mittleren Tages-tiefsttemperaturen und der Dauer des Spätsommers, ist auf Basis der Ergebnisse aus Korrelationsanalysen mit einem Koeffizienten von 0,1 zu definieren. Demnach handelt es sich um eine schwach positive Korrelation. Die

Auswertung der phänologischen Beobachtungsdaten über die einzelnen Dekaden wies auf einer Verfrühung des Einsetzens dieser phänologischen Jahreszeit hin. In der ersten Dekade begann diese Jahreszeit im Mittel am 11. August, in der zweiten am 05. August und in der dritten am 29. Juli.

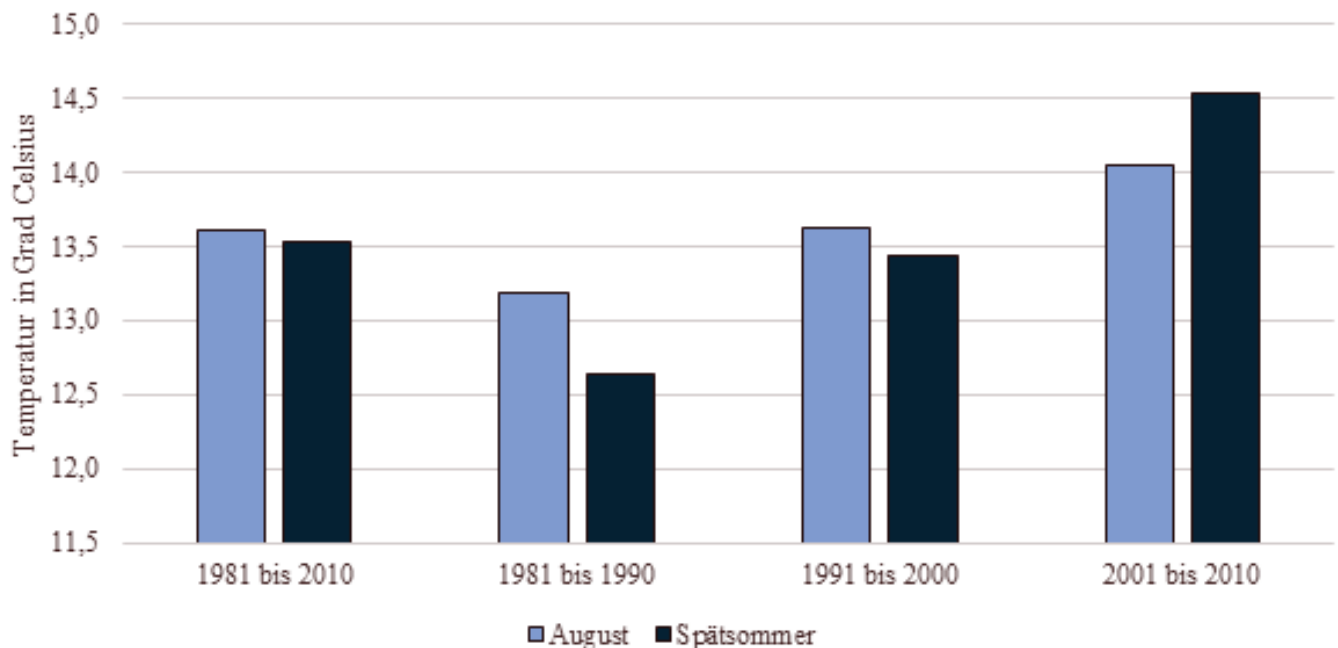


Abb. 1: Entwicklung der mittleren Tagestiefsttemperaturen in den Dekaden im Vergleich zum gesamten Betrachtungszeitraum.

Dem Winter kommt eine besondere Bedeutung zu, denn er umfasst den Zeitraum außerhalb der Vegetationszeit. Im Jahresverlauf ist er mit durchschnittlich 116 Tagen die längste phänologische Jahreszeit, begann im Mittel am 01. November und endete am 24. Februar. Entsprechend des großen Zeitraumes den diese Jahreszeit einnimmt, bot sich eine Gegenüberstellung dieser, separat mit den Monaten Dezember, Januar und Februar, an. Aus diesem Vergleich ging hervor, dass die mittleren Temperaturwerte in den einzelnen Monaten unterhalb der Mittelwerte des Winters lagen. Beispielsweise betrug die mittlere Lufttemperatur im Winter im Schnitt 1,7°C, im Dezember 1,1°C, im Januar 0,1°C und im Februar 0,9 °C. Die Abweichung der mittleren Lufttemperatur war zwischen dem Januar und Winter mit einer Temperaturdifferenz von 1,6 K die deutlichste. Diese Abweichungen der Temperaturwerte resultieren aus dem großen Zeitraum, den der Winter im Jahresverlauf einnimmt und der neben den Vergleichsmonaten auch den November umfasst. Dessen mittlere Lufttemperatur betrug im Betrachtungszeitraum 4,5°C.

Aus den phänologischen Beobachtungsdaten ging des Weiteren hervor, dass sich eine Verkürzung des Winters und damit eine Verlängerung der Vegetationszeit innerhalb des Betrachtungszeitraumes ergab. In der ersten Dekade dauerte der phänologische Winter im Mittel 121

Tage, in der zweiten 117 Tage und in der dritten 112 Tage. Diese Veränderung spiegelt sich in der meteorologischen Einflussgröße, der mittleren täglichen Globalstrahlung, wider. Im Mittel betrug diese im Winter der ersten Dekade 354,0 J/cm², in der zweiten 333,9 J/cm² und in der dritten 327,1 J/cm². Die Abnahme der Intensität dieser Größe steht in Zusammenhang mit dem späteren Einsetzen und dem früheren Ende des Winters. Beispielsweise endete der Winter im Mittel der ersten Dekade am 04. März, der zweiten am 21. Februar und der dritten am 20. Februar. Durch die Veränderungen der zeitlichen Rahmenbedingungen lag ein Großteil der Tage des Winters aufgrund der Wintersonnenwende im Bereich niedrigerer Globalstrahlung. Es zeichnete sich ebenfalls ein Rückgang der mittleren täglichen Globalstrahlung im Februar ab, denn in der ersten Dekade betrug diese Einflussgröße 540,6 J/cm², in der zweiten 535,2 J/cm² und in der dritten bei 511,7 J/cm².

Zusammenhänge zwischen der Dauer phänologischer Jahreszeiten und meteorologischen Einflussgrößen

Das eine Veränderung im Bereich phänologischen Klimatologie sich ereignet, geht aus der Auswertung der phänologischen Beobachtungsdaten hervor und wird maßgeblich bestätigt durch die sich verändernden zeitlichen Räume, die die phänologischen Jahreszeiten im Jahresverlauf einnehmen. Ergebnisse aus Korrelationsanalysen,

die den Zusammenhang zwischen der Dauer und der Intensität der meteorologischen Einflussgrößen darstellen, bestätigen des Weiteren einen Zusammenhang zwischen diesen Größen. Dass die Dauer des phänologischen Winters variiert, ist in den vorangegangenen Ausführungen erläutert wurden. Die mittlere Lufttemperatur dieser phänologischen Jahreszeit ist mit 1,7°C zu benennen und variierte um 6,7 K. Der Zusammenhang zwischen der Dauer des Winters und der mittleren Lufttemperatur ist mit einem Korrelationskoeffizienten von -0,8 für den Zeitraum von 1981 bis 2010 zu charakterisieren. Dieser stellt eine stark negative Korrelation dar. Demnach besteht ein Zusammenhang zwischen einem langen Winter und niedrigen mittleren Lufttemperaturen in dieser Jahreszeit. Im Kehrschluss zählte ein Winter mit einer hohen mittleren Lufttemperatur weniger Tage.

Aus den Ergebnissen der Korrelationsanalysen, die den

Zusammenhang zwischen der Dauer der phänologischen Jahreszeiten und den meteorologischen Einflussgrößen beschreiben, ging des Weiteren hervor, dass der Einfluss ausgehend vom Winter im Jahresverlauf abnimmt. Dies stellt Abb. 2 beispielhaft dar. Zwischen der mittleren Lufttemperatur und der Dauer des Spätsommers bestand keine Korrelation. Der stärkste Zusammenhang geht mit einem Korrelationskoeffizienten von -0,8, auf die Beziehung zwischen der mittleren Lufttemperatur im Winter und dessen Dauer zurück. Gefolgt wird dies von der Korrelation zwischen der Dauer des Vorfrühlings und der mittleren Lufttemperatur mit einem Koeffizienten von -0,7. Der Zusammenhang in den phänologischen Folgejahreszeiten, des Erst- und Vollfrühlings, ist hingegen mit einem Korrelationskoeffizienten von -0,6 belegt.

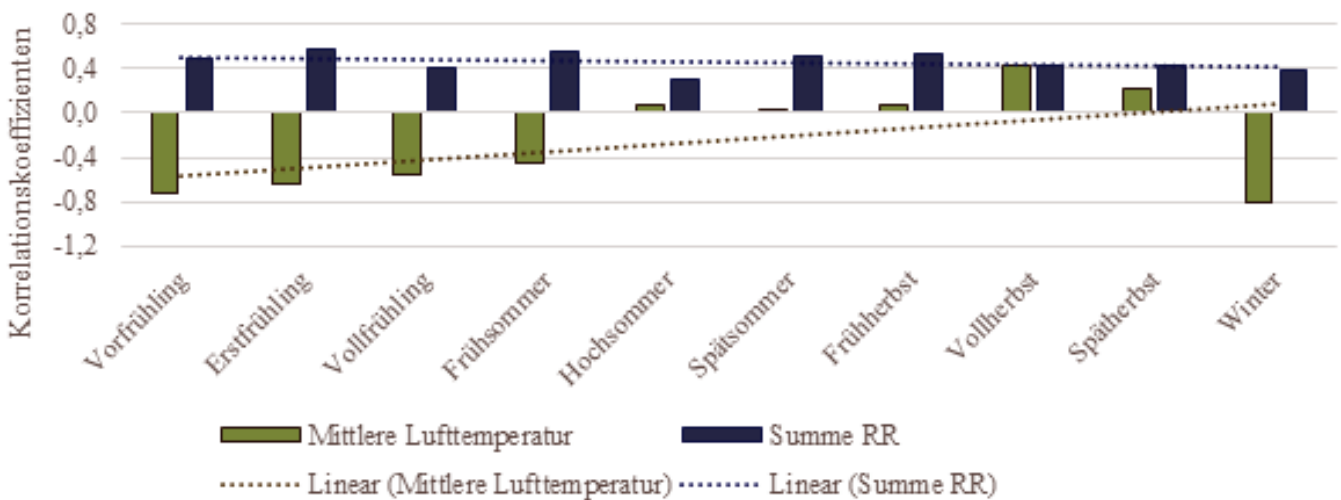


Abb. 2: Korrelationen zwischen der mittleren Lufttemperatur sowie Niederschlagssumme und der Dauer der phänologischen Jahreszeiten von 1981 bis 2010.

Aus den Ergebnissen, die den Zusammenhang zwischen der Dauer der phänologischen Jahreszeiten und den mittleren Lufttemperaturen beschreiben, ist zusammenfassend zu schließen, dass die Pflanzen der phänologischen Leitphasen zu Beginn der Vegetation am stärksten auf die Ausprägung der Temperaturwerte reagierten. Dies bestätigen die Ergebnisse einer Arbeit von Chmielewski et al. von 2003, aus denen hervor ging, dass je näher die Wachstumsphase an dem Temperaturoptimum einer Pflanze liegt, desto geringer ist der Einfluss der Temperatur auf das Wachstum dieser.

Abb. 2 verdeutlicht des Weiteren, dass die Veränderung der Intensität des Einflusses, sich im Wesentlichen auf Temperaturgrößen bezieht. Zwischen der Dauer der phänologischen Jahreszeiten und der mittleren Niederschlagssumme bestanden Korrelationen, die mit Koeffizienten zwischen 0,3 und 0,6 zu beschreiben sind. Zwischen der Dauer der phänologischen Jahreszeiten und den Niederschlagssummen handelt es sich um schwach bis stark positive Korrelationen. Am stärksten

war die Beziehung zwischen den Niederschlagssummen im Erstfrühling und dessen Dauer, bestätigt durch einen Korrelationskoeffizienten von 0,6. Zwischen der Dauer des Hochsommers und den in dieser Jahreszeit gefallen Niederschlägen belegt hingegen ein Korrelationskoeffizient von 0,3 die schwächste Beziehung.

Des Weiteren wurde der Zusammenhang zwischen der Dauer der phänologischen Jahreszeiten und der mittleren Globalstrahlung untersucht. Aus diesen Korrelationsanalysen gingen Koeffizienten hervor, die in einem Bereich von -0,6 (Erstfrühling und Vollfrühling) und 0,8 (Winter) schwankten. Zwischen der Dauer des Vollherbstes und der mittleren Globalstrahlung in dieser Jahreszeit bestand eine stark positive Korrelation, die durch einen Koeffizienten von 0,6 bestätigt ist. Mit einer hohen Anzahl der Tage, die ein Vollherbst zählte, stand demnach eine höhere mittlere Globalstrahlung in Verbindung. Aus der Auswertung der phänologischen Beobachtungsdaten ging tatsächlich hervor, dass sich über die Dekaden ein früheres Einsetzen des Vollherbstes abzeichnete. Dem-

nach begann dieser in der ersten Dekade im Mittel am 25. September, in der zweiten am 18. September und in der dritten 15. September. Mit dem früheren Einsetzen dieser Jahreszeit ging gleichzeitig eine Vergrößerung des Zeitraumes, den diese Jahreszeit im Jahresverlauf einnahm, einher. In der ersten Dekade zählte der Vollherbst im Mittel 24 Tage, in der zweiten 25 Tage und in der dritten 30 Tage. Sowohl das frühere Einsetzen als auch die Zunahme der Dauer dieser phänologischen Jahreszeit, begründen die stark positive Korrelation.

Zusammenfassung

Die Zusammenhänge die sich auf Basis der Korrelationsanalyse zwischen den Getreideerträgen und den meteorologischen Daten herauskristallisierten, werden zum Teil stark von dem positiven Ertragstrend im Zeitraum von 1981 bis 2010 beeinflusst, der technologisch bedingt ist. Dennoch zeigen die Ergebnisse, dass bei Nutzung phänologiebasierter klimatologischer Auswertungen die Ertragsentwicklung in Koppelung mit meteorologischen Daten besser beschrieben werden kann als bei Verwendung monatsbezogener Auswertungen. Insofern deutet dies darauf hin, dass eine fruchtartsspezifische phänologische Klimatologie eine geeignete Grundlage für eine agrarmeteorologische Optimierung des Pflanzenbaus sein kann.

Literatur:

CHMIELEWSKI, F.-M.; MÜLLER, A. & BRUNS, E. 2003: Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961–2000. *Agricultural and Forest Meteorology* (121) 2004, S. 69 - 78.

DIEPENBROCK, W.; ELLMER, F. & LÉON, J. 2009: Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. 2. Auflage, Eugen Ulmer KG. 366 S.

DWD 2013: Phänologie – Klima und Pflanzen. 4. Auflage; DWD. Faltblatt. Online verfügbar unter: http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU2/KU21/phaenologie/phaeno_faltblatt_download,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/phaeno_faltblatt_download.pdf [Zugriff am 21.10.2014; 10.12 Uhr]

ESSL, F. & RABITSCH, W. (Hrsg.) 2013: Biodiversität und Klimawandel – Auswertungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 458 S.

HÄCKEL, H. 2008: Meteorologie. 6. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 447 S.

HEYER, E. (Begründer) 1998: Witterung und Klima. Hupfer, P. & Kuttler, W. (Hrsg.). 10. Auflage, Teubner, Stuttgart Leipzig. 413 S.

MALBERG, H. 1994: Meteorologie und Klimatologie – Eine Einführung. 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 322 S.

Schnelle, F. 1955: Pflanzen – Phänologie. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig. 299 S.

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

AO	Arctic Oscillation
CMSAF	Climate Monitoring Satellite Application Facility
CPC	Climate Prediction Center
DU	Dobson Unit
DWD	Deutscher Wetterdienst
ECA&D	European Climate Assessment & Dataset
EM	European-Modell
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
GME	Globalmodell
GPCC	Global Precipitation Climatology Centre
KSB	Klimastatusbericht
NAO	nordatlantische Oszillation
NCEP	National Centers for Climate Prediction (USA)
nFK	nutzbare Feldkapazität
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
RA	Regional Association (der WMO)
RCC	Regional Climate Centre (der WMO)
SYNOP	Bodenwettermeldung von einer ortsfesten Landstation
UTC	Universal Time Coordinated
WMO	World Meteorological Organization
WZN	Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie

Autorenverzeichnis

Becker, Andreas	Deutscher Wetterdienst Frankfurter Str. 135 63067 Offenbach	Andreas.Becker@dwd.de
Böttcher, Falk	Deutscher Wetterdienst Kärnerstraße 68 04288 Leipzig	Falk.Boettcher@dwd.de
Deutschländer, Thomas	Deutscher Wetterdienst Frankfurter Str. 135 63067 Offenbach	Thomas.Deutschlaender@dwd.de
Friedrich, Karsten	Deutscher Wetterdienst Frankfurter Str. 135 63067 Offenbach	Karsten.Friedrich@dwd.de
Imbery, Florian	Deutscher Wetterdienst Frankfurter Str. 135 63067 Offenbach	Florian.Imbery@dwd.de
Köhler, Ulf	Deutscher Wetterdienst Albin-Schwaiger-Weg 10 82383 Hohenpeißenberg	Ulf.Koehler@dwd.de
Lefebvre, Christiana	Deutscher Wetterdienst Bernhard-Nocht-Str. 76 20359 Hamburg	Christiana.Lefebvre@dwd.de
Löpmeier, Franz-Josef	Deutscher Wetterdienst Bundesallee 50 38116 Braunschweig	Franz-Josef.Loepmeier@dwd.de
Mächel, Hermann	Deutscher Wetterdienst Frankfurter Str. 135 63067 Offenbach	Hermann.Maechel@dwd.de
Peter, Julia	Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden Pillnitzer Platz 2 01326 Dresden	peter.julia17@googlemail.com
Pietzsch, Saskia	Deutscher Wetterdienst Frankfurter str. 135 63067 Offenbach	Saskia.Pietzsch@dwd.de
Riecke, Wolfgang	Deutscher Wetterdienst Bernhard-Nocht-Str. 78 20359 Hamburg	Wolfgang.Riecke@dwd.de
Schmitt, Hans-Helmut	Deutscher Wetterdienst Kreuzweg 25 65366 Geisenheim	Hans-Helmut.Schmitt@dwd.de
Steinbrecht, Wolfgang	Deutscher Wetterdienst Albin-Schwaiger-Weg 10 82383 Hohenpeißenberg	Wolfgang.Steinbrecht@dwd.de

Wegener, Mareen

Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Str. 135
63067 Offenbach

Mareen.Wegener@dwd.de

Zimmermann, Kirsten

Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Str. 135
63067 Offenbach

Kirsten.Zimmermann@dwd.de

