



Klimastatusbericht 2017

- **Aktuelle Ergebnisse des Klimamonitorings**
- **Limitierende Wettersituationen für die Landwirtschaft im Jahr 2017**

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)

Titelbild: Landwirtschaft (Quelle: DWD)

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,

nach dem neuen globalen Temperaturrekord im Jahr 2016 wurden im Jahr 2017 erneut sehr hohe Temperaturen beobachtet. Aufgrund der etwas unterschiedlichen Datengrundlage und der verschiedenen Berechnungsverfahren erreichte die globale Mitteltemperatur für das Jahr 2017 je nach Datenzentrum den 2. oder 3. Platz. Für Deutschland ergab sich ein Gebietsmittel von 9,6 °C. Damit erreichte das Jahr 2017 den 6. Platz in der Rangfolge der wärmsten Jahre seit 1881, den es sich aber mit den Jahren 2002 und 2011 teilen muss. Während der überdurchschnittlichen Temperaturen im März konnte sich die Vegetation früh entwickeln. Ein Kälteeinbruch in der dritten Aprildekade führte jedoch zu erheblichen Schäden im Obst- und Weinbau. Die zweite Jahreshälfte war sehr regenreich. Dauerniederschläge Ende Juli hatten Überschwemmungen in der Mitte Deutschlands zur Folge. Trotz der positiven Temperaturanomalie im November und Dezember gab es kurze Phasen mit Schnee bis ins Flachland.

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

In einem Sonderbericht werden die Spätfröste, die besondere Verteilung der Niederschläge und die Folgen in der Landwirtschaft im Jahr 2017 näher untersucht.

Freuen Sie sich also auf eine interessante Ausgabe des Klimastatusberichtes.

Ihr

Klaus-Jürgen Schreiber
Leiter Abteilung Klimaüberwachung

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Die Witterung in Deutschland 2017	5
Extremwertkarte	18
Das Strahlungsjahr 2017	19
Das Klima der deutschen Küstengebiete 2017	20
Objektive Wetterlagenklassen 2017	26
Die agrarmeteorologische Situation im Jahr 2017	33
Wetterrückblick Weinjahr 2017	44
Ergebnisse von Messungen in der freien Atmosphäre	46
Ozon in der Stratosphäre	52
Limitierende Wettersituationen für die Landwirtschaft im Jahr 2017	55
Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	67
Autorenverzeichnis	68

Die Witterung in Deutschland 2017

K. Friedrich, F. Imbery

Mit einer Mitteltemperatur von 9,6 °C war das Jahr 2017 wieder ein sehr warmes Jahr. Die Jahre 2002 und 2011 erreichten die gleiche Mitteltemperatur und belegen gemeinsam mit 2017 die Plätze 6 bis 8. Zum aktuellen Vergleichszeitraum 1981-2010 ergibt sich eine Abweichung von +0,7 K und gegenüber der international gültigen Klimareferenzperiode 1961-1990 eine Abweichung von +1,4 K (Abb. 1). Das Jahr begann recht kühl. Der Januar war 1,7 K zu kalt (Bezugszeitraum Klimareferenzperiode 1961-1990). Der Februar (+2,5 K) und der März (+3,7 K) waren deutlich wärmer als normal. Der April erreichte das vieljährige Mittel. Mit Ausnahme des Septembers waren alle weiteren Monate wärmer als normal mit Abweichungen von +1,1 K bis +2,4 K. Alle Jahreszeiten waren wärmer als normal. In dem sehr warmen März konnte sich die Vegetation gut entwickeln. Ein Kälteeinbruch in der dritten Aprildekade führte zu erheblichen Schäden im Obst- und Weinbau. Im Juni wurden einige neue Hitzerekorde für den Monat registriert. Sonst wird der Sommer nicht als außergewöhnlich in Erinnerung bleiben. Auch ging er 2017 nicht in die Verlängerung. Trotz der positiven Temperaturanomale im November und Dezember gab es kurze Phasen mit Schnee bis ins Flachland.

Im Vergleich zu 1961-1990 waren insgesamt 9 Monate des Jahres zu warm und nur 2 zu kalt (Januar und September). Der April erreichte das vieljährige Mittel der Vergleichsperiode. Gegenüber dem Vergleichszeitraum 1981-2010 waren dagegen 3 Monate zu kalt (Januar, April und September) und 9 zu warm.

Für die gesamte Zeitreihe (1881-2017) ergibt sich ein Temperaturanstieg von 1,4 K.

Hinsichtlich des Niederschlags war das Jahr als Ganzes gesehen zu feucht (Abb. 2). Mit 858,7 mm erreichte es 104,9 % (1981-2010) bzw. 108,8 % (1961-1990) der vieljährigen mittleren Jahressummen und war damit im Vergleich zu beiden Bezugsperioden um 39,9 mm bzw. 69,8 mm zu nass. Als 26.-nassestes oder 112.-trockenstes Jahr seit 1881 und als 25.-nassestes oder 93.-trockenstes seit 1901 ordnet es sich zu den nasser Jahren der Klimazeitreihen ein. Nach 6 Jahren die zu trocken ausfielen (2011-2016) war 2017 wieder ein etwas nasserer Jahr.

Bei der Betrachtung der Einzelmonate sind erhebliche Unterschiede erkennbar. Im Vergleich zum vieljährigen Zeitraum 1961-1990 waren 4 Monate trockener und entsprechend 8 Monate nasser als normal. Gegenüber dem Referenzzeitraum 1981-2010 waren 6 Monate trockener bzw. nasser als normal. Die erste Jahreshälfte fiel deutlich trockener aus als die zweite. Im Juli wurden die

meisten Niederschläge beobachtet. Mit 132,4 mm wurde im Juli das Niederschlagsoll um 70,6 % übertroffen (Bezugszeitraum Klimareferenzperiode 1961-1990). Der trockenste Monat war der April mit lediglich 41,4 mm und einem Niederschlagsdefizit von 28,9 %.

Insgesamt brachte das Jahr 2017 im Deutschlandmittel 1596,1 Sonnenstunden und lag damit geringfügig über der vieljährigen mittleren Jahressumme 1961-1990 (Abb. 3). Der Überschuss betrug +52,1 Stunden oder +3,4 %. Gegenüber dem aktuellen Vergleichszeitraum 1981-2010 ergibt sich ein geringes Defizit von 4,5 Stunden oder 0,3 %. Damit ordnet sich das Jahr als 33.-sonnenscheinreichstes Jahr seit 1951 in die vorliegende Klimazeitreihe ein.

Der höchste Sonnenscheinüberschuss wurde mit +67,4 % im Januar beobachtet (Bezugszeitraum Klimareferenzperiode 1961-1990), eine Abweichung von +29,4 Stunden. Im Dezember schien die Sonne nur an 27,8 Stunden, dies entspricht einem Defizit von 26,8 %. Nach den Monaten Juni (241,2 Stunden) und Mai (223,9 Stunden) war der August (206,5 Stunden) der 3.-sonnenscheinreichste Monat des Jahres 2017.

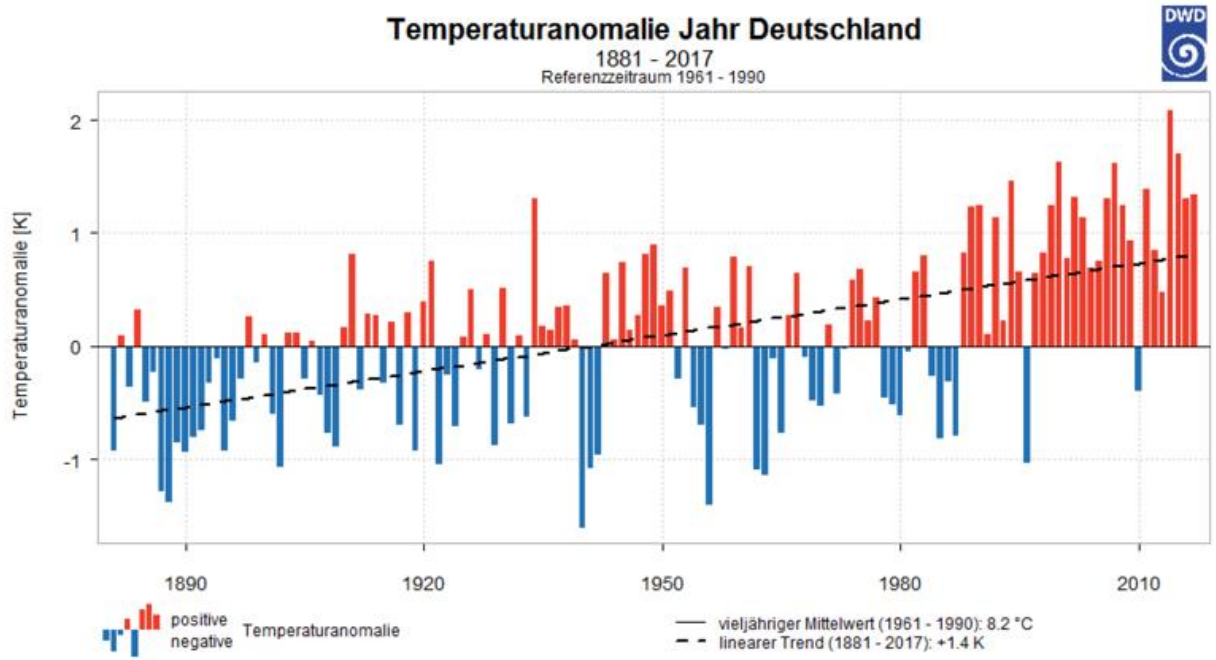


Abb. 1: Temperaturanomalie der Gebietsmittel für Deutschland seit 1881

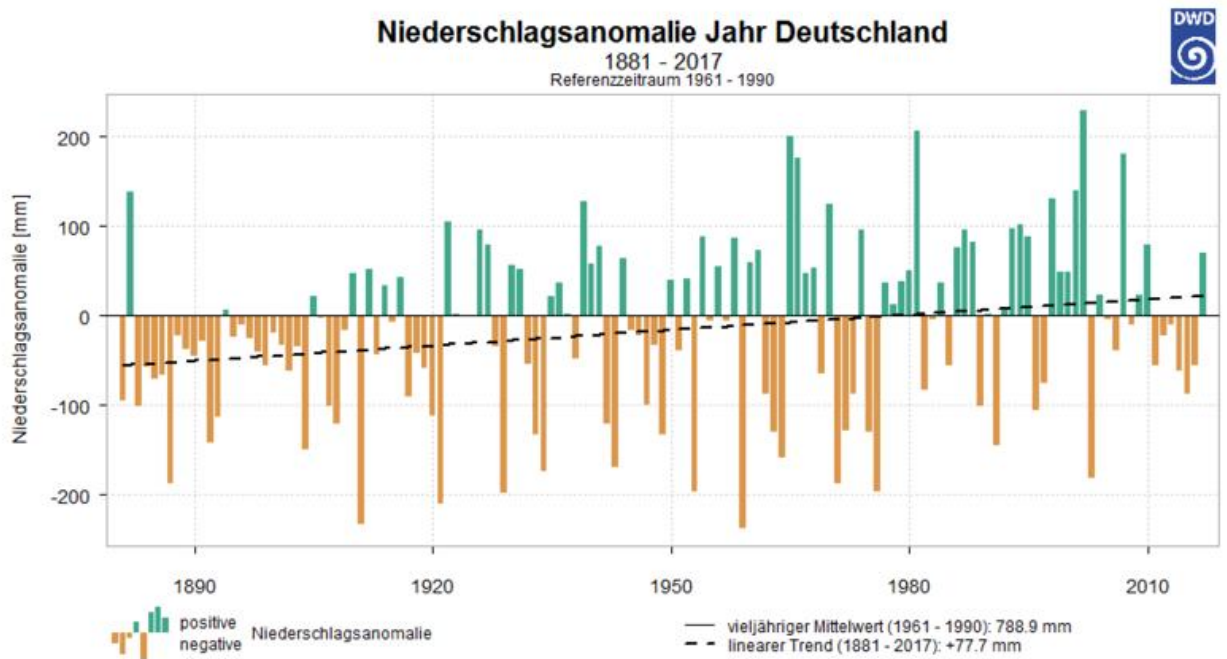


Abb. 2: Niederschlagsabweichung der Gebietsmittel für Deutschland seit 1881

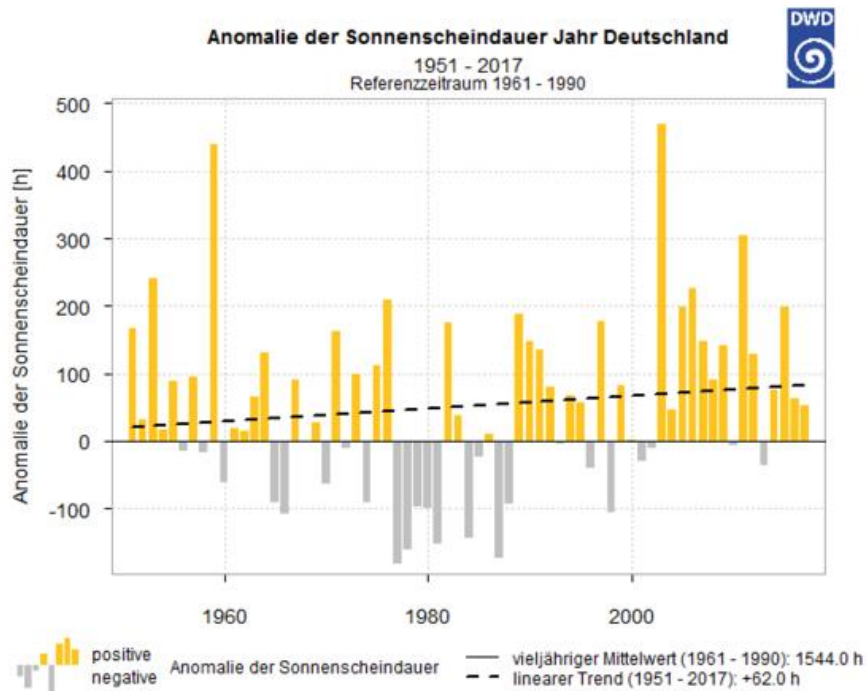


Abb. 3: Abweichung der Sonnenscheindauer vom Gebietsmittel für Deutschland seit 1951

Das Thermopluviogramm (Abb. 4) zeigt Abweichungen der Lufttemperatur und der Niederschlagshöhe vom klimatologischen Mittel für die Einzelmonate, die Jahreszeiten und das Jahr 2017 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. 4 wird deutlich, wie warm mit Ausnahme vom Januar und September alle Monate, die Jahreszeiten und das Jahr 2017 ausfielen.

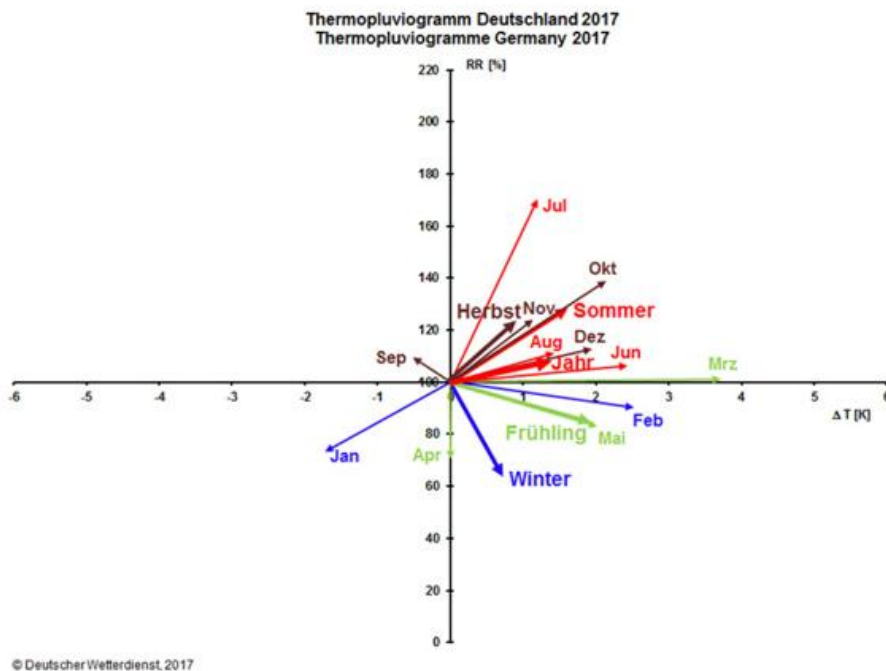


Abb. 4: Thermopluviogramm für Deutschland 2017 (Bezugszeitraum 1961-1990)

Der Witterungsverlauf des Jahres lässt sich folgendermaßen beschreiben:

Der **Januar 2017** war ein recht kalter, relativ trockener und sonnenscheinreicher Wintermonat. Meist war Deutschland unter dem Einfluss von Hochdruckgebieten über Nordosteuropa, die kalte Polarluft bis nach Deutschland heranströmen ließen. Am Monatsanfang, am Anfang der zweiten Monatsdekade und am Monatsende wurde diese Situation durch Tiefdruckgebiete unterbrochen. Nach dem fast schneefreien Dezember schneite es am Monatsbeginn vor allem in den östlichen Mittelgebirgen und in Süddeutschland. Mit Beginn der zweiten Monatsdekade zog auch in den westlichen Mittelgebirgen der Winter ein. In den Höhenlagen Süddeutschlands konnte die Schneedecke weiter anwachsen. Der Tiefdruckeinfluss zum Monatsende brachte Regen und Tauwetter auch in höhere Lagen. In den vom Hochdruck geprägten Witterungsphasen lagen die Temperaturen vielerorts unter dem Gefrierpunkt. In diesen Zeitabschnitten wurde aber auch viel Sonnenschein registriert. Die Summe des Niederschlags lag deutlich unter dem Monatssoll.

Der **Februar 2017** war ein deutlich zu warmer und etwas zu trockener Monat. Während in der ersten Monatshälfte Deutschland noch unter Hochdruckeinfluss lag, brachte ab der zweiten Monatshälfte eine westliche Strömung zum Teil ergiebige Niederschläge. Insbesondere in den südlichen und westlichen Landesteilen gab es hohe positive Abweichungen von den vieljährigen Temperaturmitteln mit teilweise nur 80 % der mittleren Niederschlagsmengen des Februars. In den nördlichen Bundesländern gab es einen leichten Niederschlagsüberschuss. Baden-Württemberg und Bayern hatten überdurchschnittlich viele Sonnenscheinstunden, während in allen anderen Bundesländern die Sonne durchschnittlich oder zu wenig schien.

Der **Winter 2016/2017** (meteorologischer Winter: Dezember bis Februar) war leicht zu mild, deutlich zu trocken und sehr sonnenscheinreich. Lediglich der Januar 2017 war kälter als die vieljährigen Mittelwerte. Die höchsten Anomalien wurden im Norden beobachtet ($> +1$ K, Referenzzeitraum 1961-1990). Im Süden, besonders in Teilen Baden-Württembergs, lagen die Anomalien unter dem vieljährigen Mittel. In allen drei Monaten reichten die Niederschlagssummen nicht an die vieljährigen Monatssummen heran. Nur im Nordosten wurde das Niederschlagssoll erreicht. Im Südwesten (Rheinland-Pfalz, Hessen, Baden-Württemberg, Bayern) wurden großflächig weniger als 50 % des vieljährigen Mittels registriert. Der Dezember 2016 und der Januar 2017 hatten überdurchschnittlich viele Sonnenstunden, während der Februar etwas unter dem vieljährigen Mittel lag. Der Grund lag in dominierenden Hochdruckwetterlagen; lediglich in der zweiten Januardekade und der zweiten Monatshälfte des Februars geriet Deutschland in westliche Strömungen, die feuchtere Luft heranführten.

Der **März 2017** war ein ausgesprochen milder Monat. Mit einem Monatsmittel von $7,2$ °C und fast sommerlichen Temperaturen in der letzten Märzwoche besonders im Süden und Westen des Landes, war dies der wärmste März seit 1881. Besonders warm fiel der März 2017 in dem Gebiet von Stuttgart bis zum Bodensee und Allgäu sowie in einem Streifen von der Mosel und Ahr bis zur Saale aus. Hier wurden gebietsweise Monatsmittel erreicht, die mehr als 4 K über dem vieljährigen Mittel 1961-1990 lagen. Bei durchschnittlichen Niederschlagssummen wurden die vieljährigen Mittelwerte der Sonnenscheinstunden in ganz Deutschland übertroffen.

Der **April 2017** präsentierte sich in zwei unterschiedlichen Phasen. Am Monatsanfang setzte sich die trockene und warme Witterung des Vormonats mit überdurchschnittlichen Temperaturen und geringen Niederschlägen fort. Ab der Monatsmitte stellte sich die Witterung um und die Temperaturen fielen auf Werte unter das vieljährige Mittel. Besonders in den Nächten kam es teils zu erheblichem Frost, der verbreitet die schon sehr weit fortgeschrittene Obstblüte traf. Insgesamt entsprach das beobachtete Temperaturmittel dem vieljährigen Mittelwert des Zeitraums 1961-1990, wobei es regional nur geringe Unterschiede in der Temperaturanomalie gab. Anders war es beim Niederschlag. Der Monat April war insgesamt zu trocken. Die höchsten Niederschlagsmengen wurden im Nordosten und im Südwesten beobachtet. Dabei wurden die vieljährigen Summen teils deutlich übertroffen. Besonders wenig Niederschlag wurde im Saarland und in Rheinland-Pfalz beobachtet. Dort war es der zweit- bzw. dritttrockenste Aprilmonat seit 1881. Aber auch in Nordrhein-Westfalen und in Hessen sind weniger als die Hälfte des normalen Niederschlags gefallen. Die Sonnenscheindauer blieb etwas unter dem vieljährigen Mittel. Der Südwesten konnte besonders viele Sonnenstunden verzeichnen.

Der **Mai 2017** wies einen wechselhaften Witterungsverlauf mit einer zu warmen Bilanz auf. Während der Monatsanfang teilweise noch frostige Temperaturen aufwies, gab es insbesondere in den letzten Maitagen großräumig eine mehrere Tage andauernde Periode mit hochsommerlichen Temperaturen bis zu 34 °C. So wurden am 29.5. an 135 Stationen des Deutschen Wetterdienstes neue Monatsrekorde für den Mai gemessen und in der darauffolgenden Nacht sank an 5 Stationen die Temperatur nicht unter 20 °C. Unter Hochdruckeinfluss gelangte warme, teils feuchte, teils trockene Luft aus Südwesteuropa nach Deutschland. So gab es im Laufe des Monats gebietsweise starke Gewitter und teilweise Starkregenereignisse. Trotzdem wies der Mai 2017 ein leichtes Niederschlagsdefizit mit überdurchschnittlich vielen Sonnenscheinstunden auf.

Während März und Mai 2017 ausgesprochen warme Monate waren, erreichte der April eher durchschnittliche Mitteltemperaturen, mit erheblichen Nachtfrösten in der zweiten Monatshälfte. Die aufgrund der milden Märztemperaturen schon sehr weit fortgeschrittene Obstblüte wurde von diesen großräumig stark getroffen. Der Mai 2017 schloss mit hochsommerlichen Temperaturen bis zu 34 °C ab. Im März fielen durchschnittliche Niederschlagssummen, während der April und der Mai zu trocken waren. Insgesamt wies das **Frühjahr 2017** einen deutlichen Sonnenscheinüberschuss auf.

Der **Juni 2017** war ein sehr warmer Sommermonat. Die Temperaturen fielen nur selten unter die vieljährigen Mittelwerte. Oft wurden Anomalien von +3 K und mehr beobachtet. In der zweiten Monatshälfte ereignete sich vor allem in der Südhälfte die erste große Hitzewelle mit Maximumtemperaturen über 30 °C (Heißer Tag) und Minimumtemperaturen von mehr als 20 °C (Tropennacht). Bis kurz vor Monatsende war der Niederschlag meist konvektiv geprägt und ereignete sich vorwiegend in lokalen Gewittern. Eine Unwetterfront zog zum Anfang der dritten Monatsdekade über den Norden Deutschlands. Am Ende des Monats gelangte Deutschland unter Tiefdruckeinfluss. Ergiebige Niederschläge erreichten Bayern, Berlin/Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Aufgrund der hohen Niederschlagsmengen in kurzer Zeit kam es zu Überschwemmungen vor allem in und nördlich von Berlin. Während im Nordosten Deutschlands das Niederschlagsoll deutlich überschritten wurde, war es im Westen und Süden vielerorts zu trocken. Teilweise erreichte dort die Niederschlagssumme des Monats nur 50 % des vieljährigen Mittels. Geringe Bodenfeuchte und eine erhöhte Waldbrandgefahr wurden gemeldet. Viele Sonnenstunden wurden besonders im Süden registriert. Der Norden erreichte nicht ganz das Monatssoll.

Der **Juli 2017** war mit großen regionalen Unterschieden nur leicht wärmer als die vieljährigen Julimittel. In der ersten Julihälfte lag Mitteleuropa großräumig unter Hochdruckeinfluss, mit sehr sommerlichen Temperaturen insbesondere im Süden Deutschlands. Im letzten Monatsdrittel dominierte kühlere Luft, die sich durch Tief „Alfred“ in Verbindung mit intensivem Dauerregen vorübergehend in ganz Deutschland durchsetzen konnte. Insgesamt war der Juli ein sehr nasser Monat mit etwas zu wenig Sonnenschein.

Insgesamt war der **August 2017** in Deutschland recht warm, allerdings mit einem kühleren Norden und zum Teil heißen Süden. Hier gab es auch zum Teil heftige Gewitter, die von schweren Stürmen begleitet wurden. In ganz Deutschland gab es ca. 10 % mehr Niederschläge als die vieljährigen Mittelwerte bei einem leichten Überschuss an Sonnenstunden.

Der **Sommer 2017** war geprägt von großen Unterschieden zwischen dem mäßig warmen Norden Deutschlands

und dem teilweise sehr heißen Süden. Nach einem sehr warmen Juni und bei den Mittelwerten unauffälligen Julitemperaturen war der August zumindest in der Südhälfte sehr warm bis heiß. Nach trockenem Beginn gab es Ende Juni intensive Niederschläge im Norden und Osten. Dabei ragten besonders die extremen Niederschläge des Tiefdruckgebiets „Rasmund“ am 29. Juni hauptsächlich in Brandenburg und Berlin heraus. Berlin/Tegel meldete am 29. Juni eine Rekordniederschlagsmenge von 197 l/m². Ende Juli dominierte wiederum großräumig kühlere Luft, die vielerorts mit intensivem Dauerregen verbunden war. Tief „Alfred“ suchte vom 24. bis zum 26. Juli vor allem das südliche Niedersachsen und Thüringen heim mit gebietsweisen Überschwemmungen. Der August lag nur leicht über dem vieljährigen Niederschlagsoll. Insgesamt schien im Sommer 2017 die Sonne häufiger als im vieljährigen Mittel, daraus resultiert ein insgesamt warmer Sommer, mit reichlichen Niederschlägen bei ausreichend Sonnenschein.

Der **September 2017** startete recht kühl. Im Monatsverlauf wurde besonders im Süden Deutschlands nur an einzelnen Tagen der vieljährige Mittelwert überschritten. Im Norden lag das Temperaturiveau etwas höher. In der letzten Monatsdekade stiegen die Temperaturen an und es konnten zum Monatsausgang noch einige Sommertage beobachtet werden. Insgesamt war der September 2017 in Deutschland kälter als das vieljährige Mittel, nur im Norden wurden positive Temperaturanomalien beobachtet. Im Süden z.B. in Bayern und Teilen Baden-Württembergs lagen die Temperaturen um etwa 1 K unter dem vieljährigen Mittel 1961-1990. Der September begann am Alpenrand sehr regenreich. In der Mitte des Monats kam es in der Mitte Deutschlands zu ergiebigen Niederschlägen. Auch in anderen Regionen wurde immer wieder Niederschlag registriert. Die Niederschlagsverteilung war recht unterschiedlich. Im Westen und am Alpenrand wurde mehr Niederschlag als normal registriert, im Osten und Süden Baden-Württembergs weniger. Die Summe der Sonnenscheindauer blieb fast überall unter dem vieljährigen Mittelwert.

Der **Oktober 2017** war ein deutlich zu warmer Herbstmonat. Besonders in der Monatsmitte stiegen die Temperaturen und es wurden noch einige Sommertage (Temperaturmaximum ≥ 25 °C) beobachtet. Bei relativ trüben Bedingungen lag die Niederschlagssumme über den vieljährigen Mittelwerten, allerdings mit zum Teil deutlichen regionalen Über- und Unterschreitungen. Im Süden Deutschlands dominierte meist Hochdruckeinfluss. Den Norden dagegen überquerten häufig die Ausläufer atlantischer Tiefdruckgebiete. Sturmtief „Xavier“ und „Herwart“ sorgten am Anfang und zum Ende Oktober 2017 besonders über Nord- und Mitteldeutschland gebietsweise für Böen bis zu Orkanstärke.

Der **November 2017** verlief mild, niederschlagsreich und sonnenscheinarm. In der ersten Monatshälfte war

insbesondere der Süden Deutschlands von starken Niederschlägen geprägt. Ab der Monatsmitte wurden deutschlandweit mildere Temperaturen registriert. Das Novemberende war deutlich kühler als normal, mit Schneefall in den Mittelgebirgen und den Alpen. Fast über ganz Deutschland war es wärmer als normal (1961-1990), nur ganz im Süden Deutschlands lagen die Temperaturen unter dem vieljährigen Mittel. Der meiste Niederschlag wurde im Schwarzwald und am Alpenrand beobachtet. Bei relativ wenigen Sonnenscheinstunden lag die Niederschlagssumme deutlich über den vieljährigen mittleren Monatssummen.

Während der September 2017 etwas kühler als die vieljährigen Mittelwerte war, lagen der Oktober deutlich und der November etwas über den vieljährigen Mittelwerten. Längere Phasen, die deutlich kühler waren als normal, gab es deutschlandweit nur in der zweiten Septemberhälfte und im auslaufenden November. Daraus resultiert deutschlandweit für den gesamten **Herbst 2017** eine leichte positive Abweichung von den vieljährigen Mitteln. Die Niederschlagssumme für Deutschland lag über den üblichen Werten, die Sonnenscheindauer deutlich unter den langjährigen Strahlungswerten.

Der **Dezember 2017** war insgesamt mild, niederschlagsreich und sonnenscheinarm. In den ersten beiden Monatsdekaden schwankte die Temperatur um das vieljährige Mittel, danach lagen die Temperaturen meist über dem vieljährigen Mittel. Nördlich der Mittelgebirge und östlich der Weser lag die Monatsmitteltemperatur bei mehr als 2 K über dem vieljährigen Mittel 1961-1990. Nur im Bereich der Alpen und in Teilen des Bayrischen Waldes wurden Temperaturen unter dem vieljährigen Mittel beobachtet. Im Westen und im Gebiet der Donau zwischen Donauwörth und Passau wurden die höchsten Niederschlagsanomalien beobachtet. In Rheinland-Pfalz wurden etwa 40 % mehr Niederschlag registriert. Im Nordosten war es trockener als normal. In den Hochlagen, besonders im Bayrischen Wald und im Alpenraum, wurde viel Schnee beobachtet, der aber zum Jahresende in den niedrigeren Lagen wieder taute. In Nordrhein-Westfalen wurden teilweise nur 25 % der sonst üblichen Sonnenscheindauer beobachtet. In Teilen von Ostdeutschland und im Südosten wurde das Monatssoll erreicht oder überschritten.

In den Tab. 1-4 sind die Anzahl der Tage, an denen bestimmte klimatische Bedingungen herrschten, die Gebietsmittelwerte der Temperatur, der Niederschlagshöhe, 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 1961-1990 angegeben.

Bei den Tagen mit klimatischen Besonderheiten spiegeln sich Charakteristika des Jahres wieder. Die Anzahl der Eistage (Temperaturmaximum unter 0 °C) ist deutlich unter den vieljährigen Mittelwerten. Die Anzahl der Frosttage (Temperaturminimum unter 0 °C) liegt etwas unter dem vieljährigen Mittel. Die Wintermonate Dezember 2016 und Februar 2017 waren vergleichsweise mild. Zwar fiel die Minimumtemperatur in diesen Monaten oft unter die Null-Grad-Marke, aber die Maximumtemperatur blieb meist darüber. Im Januar, der im Vergleich zum vieljährigen Mittel zu kalt ausfiel, konnten einige Eistage beobachtet werden. In Bayern und Thüringen wurden die meisten Eistage registriert. Über ganz Deutschland wurden aber nur etwa 63 % der sonst üblichen Eistage beobachtet. Die Anzahl der registrierten Frosttage lag bei etwa 84 % des vieljährigen Mittels. Der milde Winter ist auch an der geringen Anzahl von Schneedeckentagen zu erkennen. Hier wurden etwa 70 % der sonst üblichen Anzahl von Schneedeckentagen registriert. Eine sehr hohe Abweichung zum vieljährigen Mittel wurde bei der Anzahl der Heißen Tage im Süden Deutschlands festgestellt (2 - 2,8-fache). Bei den Sommertagen lag die Anzahl bei etwa dem 1,4-fachen. Die Anzahl der Heißen Tage lag deutschlandweit 1,6-mal höher als normal.

Die Anzahl der Tage mit einer Niederschlagssumme von mindestens 10 mm erreichte in den meisten Bundesländern das vieljährige Mittel. Deutschlandweit summierte sich die Anzahl der Tage auf etwa 115 %. Auch bei der Zahl der Tage mit einer Niederschlagssumme von mindestens 20 mm und mindestens 30 mm wurden die vieljährigen Mittel teils deutlich überschritten. Nur in Sachsen, Bayern und Rheinland-Pfalz wurden die vieljährigen Mittel der Tage mit 20 bzw. 30 mm nicht erreicht.

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 einer Schneedecke	
	2017 (Tage)	Proz. von 1961-90	2017 (Tage)	Proz. von 1961-90	2017 (Tage)	Proz. von 1961-90	2017 (Tage)	Proz. von 1961-90	2017 (Tage)	Proz. von 1961-90	2017 (Tage)	Proz. von 1961-90	2017 (Tage)	Proz. von 1961-90	2017 (Tage)	Proz. von 1961-90
Hamburg	7,8	37,9	46,7	66,2	19,1	90,2	0,0	0,0	26,1	142,8	5,7	183,1	1,2	185,7	9,1	29,4
Bremen	6,8	37,8	42,3	61,3	17,6	86,2	0,8	27,3	20,9	125,7	3,8	130,5	1,0	149,6	13,0	48,4
Berlin	13,6	55,9	66,2	81,8	41,3	115,0	6,4	91,5	18,0	152,2	4,6	191,7	2,3	351,5	18,0	48,1
Schleswig-Holstein	6,7	31,9	49,1	64,5	10,5	70,0	0,0	0,7	28,7	139,4	6,9	188,1	2,3	307,5	7,4	22,0
Niedersachsen	9,9	48,4	52,9	70,4	24,6	110,2	2,3	70,3	23,7	131,4	4,7	141,5	1,7	215,7	16,3	50,9
Nordrhein-Westfalen	8,5	49,3	56,1	79,6	34,2	136,6	5,8	144,0	23,6	98,9	4,8	94,0	1,3	104,5	19,2	62,0
Rheinland-Pfalz	13,5	62,2	69,3	82,1	43,8	151,3	10,7	213,5	22,8	102,4	4,4	91,7	1,1	79,5	28,9	77,3
Saarland	11,8	62,1	69,2	86,2	47,4	158,9	11,1	231,7	28,8	100,1	7,4	106,7	1,8	90,6	23,1	77,0
Baden-Württemberg	22,0	81,9	95,7	94,3	54,2	174,5	13,3	279,7	29,9	99,6	7,9	97,1	2,9	106,3	45,7	78,0
Hessen	15,7	61,4	78,4	87,3	41,5	149,7	7,5	170,2	24,6	115,0	6,0	130,4	2,1	165,9	32,1	73,0
Bayern	26,7	77,4	100,4	88,2	51,6	175,2	10,0	256,5	30,4	107,6	7,6	99,4	2,4	94,2	54,5	76,8
Mecklenburg-Vorpommern	10,9	41,4	64,2	78,2	19,2	97,2	0,7	26,7	18,8	147,4	5,1	222,5	2,6	458,9	19,4	48,2
Brandenburg	15,4	59,2	75,5	86,8	40,1	115,9	5,6	86,8	17,0	144,9	4,1	178,3	1,9	305,1	26,6	68,1
Sachsen-Anhalt	13,7	55,1	72,8	86,2	41,5	130,4	6,2	107,8	14,7	123,4	4,0	157,6	1,8	247,9	21,4	56,6
Sachsen	21,4	67,6	83,9	88,7	43,7	139,8	7,2	131,2	19,5	113,1	3,6	92,3	1,0	85,0	49,9	90,4
Thüringen	22,6	66,4	85,9	84,2	38,2	149,4	5,5	144,1	21,7	120,4	5,3	139,9	1,8	170,7	45,6	78,9
Deutschland	16,6	63,4	76,2	84,0	39,0	142,7	6,8	160,9	24,2	114,2	5,7	116,5	2,0	137,8	32,8	69,5

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

Mitteltemperatur

Land	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni		Juli		August		September		Oktober		November		Dezember		Frühling		Sommer		Herbst		Winter		Jahr	
	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90	2017	Abw. von 1961-90		
Hamburg	0,5	0,0	2,8	1,6	7,2	3,3	7,5	0,0	14,0	1,6	16,7	1,0	17,1	0,1	17,1	0,3	13,8	0,1	12,0	2,2	6,2	1,0	4,1	2,1	9,6	1,6	17,0	0,5	10,7	1,1	2,5	1,3	9,9	1,1
Bremen	0,4	-0,5	3,3	1,9	7,5	3,6	7,7	0,1	14,3	1,9	17,1	1,6	17,5	0,7	17,2	0,5	13,8	0,1	12,3	2,5	6,4	1,2	4,2	2,0	9,8	1,8	17,2	0,8	10,8	1,2	2,6	1,1	10,1	1,2
Berlin	-1,0	-0,6	2,2	1,6	7,5	3,5	8,3	-0,1	15,2	1,6	18,3	1,2	18,8	0,5	19,0	1,2	13,9	-0,2	11,6	2,0	5,9	1,2	3,6	2,4	10,3	1,6	18,7	0,9	10,5	1,0	1,4	0,9	10,3	1,2
Schleswig-Holstein	0,9	0,6	2,5	1,8	6,3	3,2	7,0	0,4	13,2	1,7	16,1	1,1	16,5	0,2	16,7	0,5	13,6	0,4	11,9	2,4	6,2	1,2	4,0	2,2	8,8	1,7	16,4	0,6	10,6	1,4	2,6	1,7	9,6	1,3
Niedersachsen	-0,2	-0,8	3,2	2,1	7,5	3,8	7,5	0,0	14,3	2,0	17,1	1,7	17,5	0,8	17,1	0,8	13,4	-0,1	12,0	2,4	6,2	1,3	3,9	2,0	9,8	1,9	17,2	1,0	10,5	1,2	2,3	1,1	10,0	1,4
Nordrhein-Westfalen	-0,4	-1,5	4,5	2,7	8,3	3,8	7,6	-0,3	14,8	2,4	18,1	2,7	18,2	1,3	17,4	0,8	13,3	-0,3	12,1	2,3	6,0	0,9	3,8	1,5	10,3	2,0	17,9	1,6	10,4	0,9	2,8	0,9	10,3	1,3
Rheinland-Pfalz	-2,0	-2,2	4,1	3,0	8,1	3,9	8,0	0,2	14,7	2,5	18,6	3,3	18,8	1,7	17,9	1,3	12,7	-0,8	11,1	1,9	5,1	1,0	2,9	1,6	10,3	2,2	18,4	2,1	9,7	0,8	1,3	0,4	10,0	1,4
Saarland	-1,7	-2,2	4,3	2,7	8,4	3,8	8,4	0,2	15,1	2,6	18,8	3,2	19,1	1,6	18,1	1,2	12,7	-1,0	11,0	1,6	5,2	0,8	3,0	1,5	10,6	2,2	18,7	2,0	9,6	0,4	1,4	0,2	10,2	1,3
Baden-Württemberg	-3,6	-2,9	3,4	2,9	7,4	3,8	7,5	0,1	13,9	2,0	18,6	3,5	18,6	1,5	18,4	2,0	12,3	-1,0	10,4	1,7	4,2	0,7	1,7	1,4	9,6	2,0	18,5	2,3	9,0	0,5	0,2	0,2	9,4	1,3
Hessen	-2,5	-2,1	3,4	2,8	7,5	3,7	7,5	0,0	14,2	2,1	17,8	2,6	18,2	1,3	17,6	1,2	12,6	-0,6	10,9	2,0	4,9	1,1	2,7	1,9	9,7	1,9	17,9	1,7	9,5	0,9	0,8	0,5	9,6	1,4
Bayern	-4,9	-3,0	2,4	3,0	6,7	3,8	7,0	0,0	13,7	2,0	18,2	3,3	18,2	1,6	18,2	2,2	11,6	-1,2	10,0	1,9	3,8	1,0	0,9	1,5	9,2	2,0	18,2	2,4	8,5	0,6	-0,8	0,2	8,8	1,3
Mecklenburg-Vorpommern	-0,3	0,3	1,7	1,7	6,2	3,4	7,1	0,4	13,4	1,5	16,5	1,1	16,9	0,1	17,6	1,0	13,6	0,3	11,5	2,2	5,8	1,3	3,6	2,5	8,9	1,8	17,0	0,7	10,3	1,3	1,7	1,5	9,5	1,3
Brandenburg	-1,4	-0,6	2,0	1,9	7,0	3,5	7,8	0,0	14,6	1,5	17,9	1,4	18,4	0,5	18,5	1,1	13,6	-0,2	11,5	2,2	5,7	1,3	3,4	2,5	9,8	1,7	18,3	1,0	10,2	1,0	1,1	1,0	9,9	1,2
Sachsen-Anhalt	-1,4	-1,1	2,6	2,2	7,4	3,7	7,8	0,0	14,7	1,9	17,8	1,7	18,5	0,9	18,3	1,1	13,6	-0,1	11,8	2,4	5,8	1,3	3,5	2,3	10,0	1,9	18,2	1,3	10,4	1,2	1,4	1,0	10,0	1,3
Sachsen	-3,2	-2,0	2,2	2,5	6,8	3,6	7,1	-0,2	14,1	1,8	17,8	2,2	18,4	1,2	18,3	1,5	12,7	-0,7	11,1	2,1	5,0	1,2	2,4	2,1	9,3	1,7	18,2	1,7	9,6	0,9	0,3	0,7	9,4	1,3
Thüringen	-3,1	-1,8	2,3	2,7	6,7	3,9	6,9	0,1	13,8	2,1	17,2	2,3	17,9	1,5	17,6	1,6	12,2	-0,6	10,7	2,3	4,6	1,3	2,2	2,2	9,2	2,1	17,6	1,8	9,2	1,0	0,2	0,8	9,1	1,5
Deutschland	-2,1	-1,6	2,9	2,5	7,2	3,7	7,4	0,0	14,1	2,0	17,8	2,4	18,1	1,2	17,9	1,4	12,8	-0,5	11,1	2,1	5,1	1,1	2,7	1,9	9,6	1,9	17,9	1,6	9,7	0,9	1,0	0,8	9,6	1,4

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

Niederschlagshöhe

Land	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni		Juli		August		September		Oktober		November		Dezember		Frühling		Sommer		Herbst		Winter		Jahr	
	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90	2017	Proz. von 1961-90		
Hamburg	62,9	102,5	57,5	137,9	69,3	125,9	49,3	99,3	70,4	120,7	127,5	181,6	107,7	139,6	61,8	87,5	70,0	102,8	117,5	196,1	81,2	120,7	79,8	113,4	189,0	115,9	297,0	136,3	268,6	137,5	176,5	101,2	95,9	127,4
Bremen	68,2	114,9	50,7	126,3	64,4	126,6	31,6	66,0	34,6	57,8	114,1	156,0	106,8	142,2	72,2	102,1	79,9	130,2	88,2	151,1	72,2	109,9	84,5	132,2	130,6	82,3	293,1	133,8	240,3	129,6	154,5	93,9	867,5	119,4
Berlin	37,8	89,3	30,1	85,6	49,0	133,2	26,1	64,8	27,2	50,0	185,7	265,7	157,4	285,4	60,5	102,5	33,0	72,4	81,9	234,4	67,9	141,9	40,3	75,6	102,3	77,8	403,5	221,5	182,8	142,4	115,7	86,6	796,9	139,1
Schleswig-Holstein	49,8	77,5	57,0	137,1	56,6	107,6	50,6	103,2	54,5	102,0	128,3	186,0	100,9	126,0	81,8	111,8	96,3	127,8	142,0	193,9	91,0	109,5	89,7	122,5	161,7	104,3	311,1	140,0	329,4	142,2	156,8	87,2	998,6	128,7
Niedersachsen	50,5	97,6	51,4	116,2	56,3	102,8	33,7	64,8	48,2	78,7	101,6	133,0	138,0	189,8	72,4	102,9	82,7	137,8	83,2	149,6	78,2	117,7	83,8	119,7	138,3	82,3	312,0	142,2	244,1	134,1	147,3	85,1	890,0	119,4
Nordrhein-Westfalen	51,1	66,5	65,9	114,6	59,6	83,8	22,8	36,9	49,8	69,2	54,0	64,1	134,1	162,8	85,3	117,1	91,3	136,1	67,0	107,5	84,2	107,0	110,1	124,8	132,2	64,5	273,4	114,2	242,5	116,5	143,7	64,5	875,3	100,0
Rheinland-Pfalz	35,8	53,7	46,0	80,4	46,3	72,9	9,1	15,9	57,9	82,5	54,9	72,0	124,1	172,5	76,8	110,0	75,3	125,7	42,5	67,0	88,0	117,1	111,3	146,3	113,3	59,4	255,8	117,4	205,8	103,7	92,6	46,4	769,0	95,1
Saarland	41,9	48,8	67,3	93,9	69,4	87,7	5,2	8,2	57,7	73,1	65,6	81,6	128,4	176,0	63,7	87,1	86,6	129,0	44,9	98,6	132,5	139,4	144,2	146,5	132,3	59,7	257,8	114,3	267,0	110,7	120,0	47,0	910,5	96,4
Baden-Württemberg	43,5	58,1	46,8	69,0	67,7	96,4	57,7	74,3	83,0	86,8	81,1	75,8	134,1	147,9	97,7	103,6	87,1	96,1	85,2	96,3	119,2	145,6	94,0	114,3	208,5	85,6	312,9	107,2	251,5	114,6	96,3	43,0	957,1	97,7
Hessen	35,2	55,7	41,1	79,0	51,4	83,5	20,0	34,0	72,9	103,4	64,0	80,1	159,2	218,9	97,0	139,4	62,7	109,2	53,1	90,0	85,9	120,4	93,5	121,1	144,3	75,6	320,3	144,1	201,7	107,5	91,1	47,2	836,0	105,4
Bayern	46,5	70,0	41,0	70,8	68,1	109,1	72,3	103,3	78,2	86,6	85,4	76,4	138,0	136,3	113,2	111,8	75,3	104,2	77,7	126,4	86,5	123,5	85,8	113,7	218,6	98,1	336,8	107,1	239,6	117,6	101,6	50,8	968,1	102,9
Mecklenburg-Vorpommern	43,9	97,0	36,0	114,6	47,2	115,0	49,0	117,1	57,1	111,3	128,7	205,5	125,2	190,9	51,6	87,9	44,5	87,5	112,1	266,7	61,2	117,6	45,2	86,8	153,2	114,1	305,4	163,4	217,8	150,3	132,4	101,7	801,5	134,8
Brandenburg	36,8	91,2	34,9	107,2	46,8	128,7	29,3	71,6	38,2	71,1	128,9	197,0	127,8	237,8	64,6	110,1	33,9	75,9	79,1	215,1	60,5	133,8	40,2	80,6	114,3	87,2	319,3	180,6	173,5	136,9	116,6	94,9	719,1	129,0
Sachsen	36,2	93,6	32,0	96,3	41,0	103,2	23,6	54,5	49,5	95,4	90,7	144,4	114,9	220,2	63,1	107,0	35,1	84,4	53,7	150,8	55,7	129,9	39,8	85,3	114,1	84,6	268,6	154,4	144,5	120,4	93,3	78,3	835,2	116,0
Sachsen-Anhalt	44,3	90,7	35,0	82,2	56,7	121,4	43,7	76,2	32,4	48,5	83,7	109,6	109,6	159,1	93,6	121,4	41,4	75,1	89,7	190,2	64,1	122,5	53,1	88,2	132,8	77,7	266,9	129,1	195,1	126,2	125,9	82,8	747,3	106,8
Thüringen	35,7	70,0	36,0	81,3	53,2	102,5	26,7	45,8	57,7	87,7	75,2	96,9	159,7	255,2	89,3	126,9	47,1	92,4	71,2	149,2	70,8	125,9	60,6	95,5	137,6	78,2	324,1	154,2	189,0	122,0	92,0	57,7	785,0	111,9
Deutschland	45,2	74,3	44,6	90,3	57,0	100,8	41,4	71,1	59,6	83,8	89,3	106,5	132,4	170,7	86,6	110,9	66,3	108,4	76,7	137,4	81,5	122,8	79,1	112,7	157,9	84,9	307,3	128,4	224,6	122,5	116,3	64,4	858,7	108,8

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

Sonnenscheindauer

Land	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr																	
	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90	Proz. von 2017 1961-90																	
Hamburg	58,1	49,6	77,5	134,6	133,7	157,1	100,4	214,1	100,4	221,2	102,5	181,9	90,3	180,4	94,8	124,3	89,6	85,6	88,7	34,4	70,0	23,3	74,3	505,8	107,5	593,5	96,0	244,3	85,9	148,0	110,7	1474,5	97,8	
Bremen	61,2	156,2	50,9	75,3	141,4	139,3	157,8	102,0	205,9	100,2	210,1	103,1	186,6	97,1	180,6	93,5	115,6	85,3	85,8	88,0	38,0	75,0	19,7	58,9	505,0	109,4	577,3	96,0	239,4	84,4	158,9	113,7	1453,6	98,6
Berlin	58,2	137,0	64,5	91,5	129,1	107,2	146,6	91,0	224,4	99,5	232,3	102,6	210,2	94,0	222,0	103,6	147,0	94,2	79,0	72,3	47,0	93,8	34,6	99,2	500,0	98,6	664,5	100,0	273,0	86,6	175,0	118,8	1594,8	97,6
Schleswig-Holstein	57,6	146,5	43,8	67,8	131,3	125,6	163,0	99,1	229,3	102,9	215,5	95,8	188,6	89,9	190,2	90,4	124,9	87,2	85,3	87,1	43,6	86,5	25,9	74,9	523,6	106,5	594,3	92,1	253,8	87,1	134,0	97,0	1499,0	95,7
Niedersachsen	59,7	155,9	51,9	78,7	141,3	138,3	153,1	101,1	204,4	101,4	204,9	102,5	179,4	93,7	182,5	95,2	113,4	84,1	82,9	84,1	32,5	66,7	19,1	60,7	498,9	109,6	566,7	97,2	228,8	81,1	162,9	120,4	1425,0	97,9
Nordrhein-Westfalen	78,8	189,3	61,5	85,0	149,3	144,6	148,0	100,1	213,5	112,5	204,8	111,5	181,6	96,9	170,1	93,1	116,8	86,5	86,5	81,0	36,1	68,7	11,5	31,1	510,9	115,9	556,5	100,5	239,4	81,3	212,5	140,9	1458,6	101,3
Rheinland-Pfalz	78,5	194,0	63,2	86,5	159,4	144,4	188,6	124,7	228,5	118,4	252,0	131,4	203,6	97,2	187,1	96,8	126,8	84,1	101,1	96,5	41,1	78,1	15,9	41,8	574,5	128,9	642,7	108,1	269,0	87,3	205,0	135,1	1643,9	109,1
Saarland	74,4	188,5	57,3	75,5	160,6	141,2	204,2	131,8	240,8	121,1	271,6	133,4	213,1	94,3	184,9	91,7	129,2	81,8	99,2	93,4	38,8	72,8	14,5	36,6	605,6	129,6	665,6	106,1	267,3	84,2	200,2	129,3	1688,6	107,5
Baden-Württemberg	82,9	170,0	87,1	114,3	177,4	151,6	178,2	118,2	228,1	120,6	277,1	137,5	214,5	93,8	219,2	106,4	134,6	81,0	132,3	113,3	44,7	72,7	38,7	87,0	563,6	127,7	710,8	111,7	311,6	90,5	265,1	166,5	1814,6	113,9
Hessen	80,2	224,2	67,7	98,0	148,0	138,7	160,9	106,1	211,1	109,0	226,3	118,0	188,3	92,2	193,6	102,0	108,2	76,1	87,0	87,5	30,0	69,4	14,0	44,1	520,0	115,0	608,2	103,8	225,2	79,0	201,5	147,7	1515,4	102,8
Bayern	87,8	177,0	89,8	115,5	158,6	133,3	144,3	94,0	237,5	122,7	273,8	137,1	213,8	96,7	232,7	115,1	115,5	72,0	114,4	97,0	41,3	72,6	39,8	91,1	540,4	118,0	720,2	115,6	271,1	80,9	245,8	143,8	1749,2	109,6
Mecklenburg-Vorpommern	53,7	131,3	54,6	81,1	127,8	112,4	150,0	89,7	233,9	98,3	231,4	96,0	188,1	84,5	212,9	98,1	135,3	87,6	78,0	74,4	40,1	76,8	26,1	71,4	511,4	99,1	632,4	93,6	253,4	81,3	150,5	104,5	1531,7	92,9
Brandenburg	59,1	135,2	65,2	92,8	132,5	110,5	146,6	90,2	230,4	102,7	237,4	105,4	201,9	90,4	221,7	104,1	137,8	88,5	85,1	77,7	43,0	85,2	32,9	90,7	509,4	100,5	661,0	99,9	265,9	84,3	180,2	120,3	1593,4	97,5
Sachsen-Anhalt	63,1	148,6	61,8	91,3	142,3	130,1	145,5	95,7	220,6	107,0	232,9	113,7	185,9	89,8	206,6	104,2	123,1	85,6	90,8	87,1	39,6	78,4	29,8	83,8	508,4	108,8	625,3	102,5	253,5	84,9	190,7	131,2	1541,8	101,3
Sachsen	73,3	147,9	71,2	101,3	136,5	124,4	126,9	84,9	230,6	114,8	261,3	130,2	196,4	93,7	225,2	113,3	116,8	79,0	94,6	80,3	38,7	72,2	38,3	93,4	494,0	107,4	682,9	112,1	250,1	78,3	228,1	142,0	1609,9	103,9
Thüringen	78,5	194,0	67,0	97,1	141,7	134,3	132,9	90,2	210,7	107,9	236,3	121,8	179,2	87,4	211,7	110,1	102,0	71,3	88,7	82,9	33,3	68,5	26,5	73,4	485,3	108,3	627,2	106,0	224,0	75,0	219,5	148,5	1508,4	101,5
Deutschland	73,0	167,4	68,7	96,1	148,4	133,4	153,2	99,6	223,9	111,1	241,2	118,7	196,2	93,1	206,5	103,5	121,1	81,0	97,1	89,5	38,9	73,7	27,8	73,1	525,5	112,6	643,9	105,0	257,1	82,7	206,2	134,9	1596,1	103,4

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

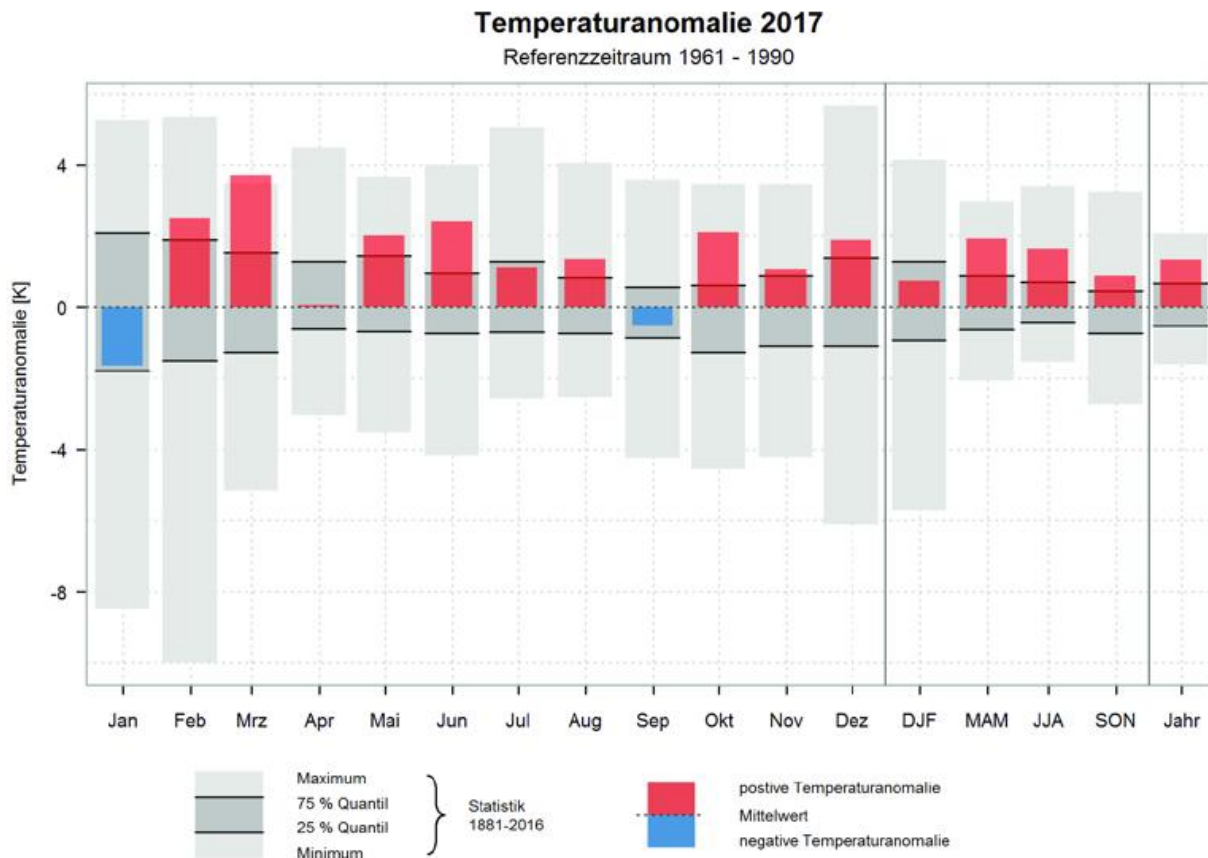


Abb. 5: Anomalien/Abweichungen von Monats- und Quartalsmitteln der Lufttemperatur des Jahres 2017 gegenüber den Mittelwerten der int. Referenzperiode 1961-1990. Der so genannte Interquartilsabstand, also der Bereich in den im Mittel 50 % der jeweiligen Werte fallen („Normalbereich“), ist dunkelgrau hinterlegt. Der größere, hellgraue Bereich gibt den Gesamtbereich aller jeweils beobachteten Mittelwerte, vom höchsten bis zum niedrigsten Wert, vom Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen bis zum Jahr 2016.

Die Abb. 5 zeigt die im Jahr 2017 beobachteten Temperaturanomalien (rot wärmer als normal, blau kälter als normal) für die Einzelmonate, die Jahreszeiten und das Jahr im Vergleich zu den bisher registrierten Werten des Zeitraums 1961-1990. Der hellere Grauton beschreibt die bisherige Spannweite der beobachteten Minima und Maxima für die entsprechende Periode. Der Bereich in dem die meisten der bisher beobachteten Anomalien fällt, ist dunkelgrau eingefärbt (50 % aller Beobachtungen). In dieser Abbildung wird deutlich, dass nur der Januar und der September kälter waren als die vieljährigen Mittelwerte. Die Anomalien der anderen Monate bewegen sich im positiven Bereich und haben sogar das 75% Quantil überschritten, d.h. sie gehören zu den deutlich wärmeren Monaten. Die Anomalie im März liegt sogar über den bisher beobachteten Werten, ein neuer Temperaturrekord wurde registriert. Auch die Jahreszeiten und das Jahr zeigen ein ähnliches Verhalten.

prozentuale Niederschlagsanomalie 2017

Referenzzeitraum 1961 - 1990

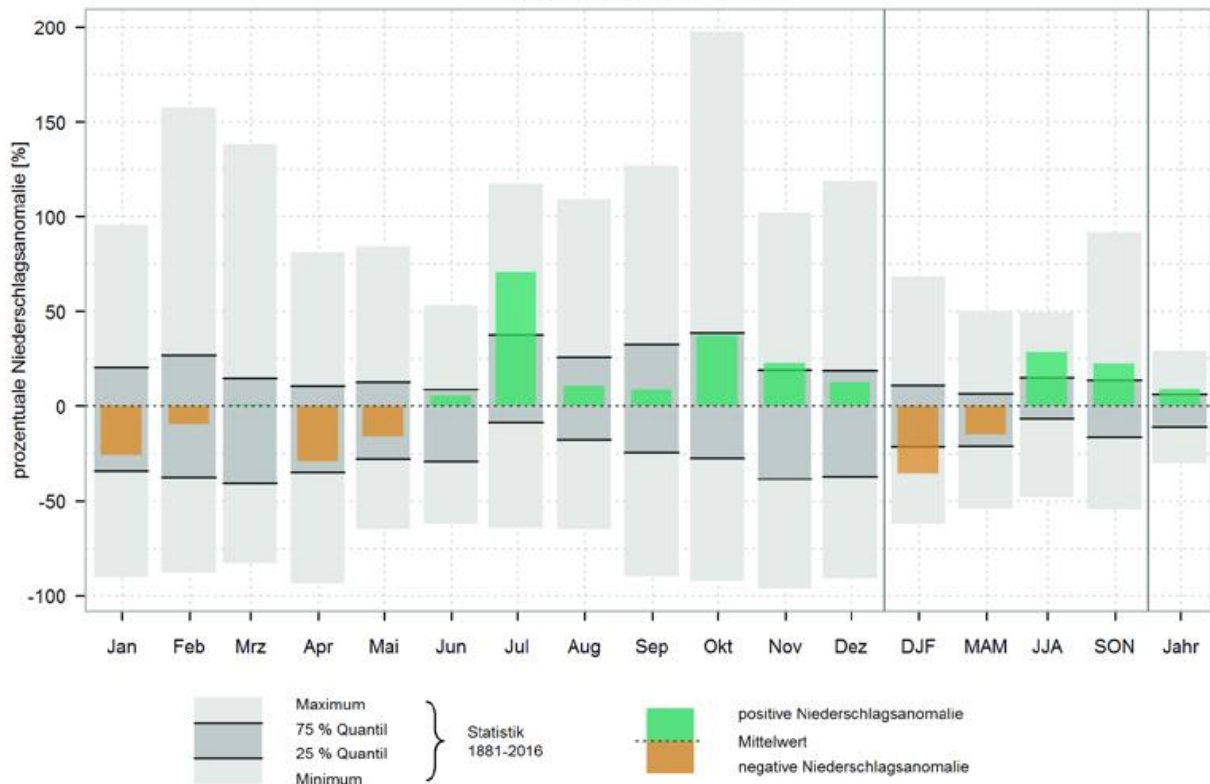


Abb. 6: Anomalien/Abweichungen von Monats- und Quartalsmitteln des Niederschlags des Jahres 2017 gegenüber den Mittelwerten der int. Referenzperiode 1961-1990. Der so genannte Interquartilsabstand, also der Bereich in den im Mittel 50 % der jeweiligen Werte fallen („Normalbereich“), ist dunkelgrau hinterlegt. Der größere, hellgraue Bereich gibt den Gesamtbereich aller jeweils beobachteten Mittelwerte an, vom höchsten bis zum niedrigsten Wert, vom Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen bis zum Jahr 2016.

Die prozentuale Abweichung der Niederschläge für die Einzelmonate, die Jahreszeiten und das Jahr wird in der Abb. 6 gezeigt. Die Monate Januar, Februar, April und Mai waren zu trocken. Die Monate der zweiten Jahreshälfte brachten mehr Niederschlag. Besonders viel Niederschlag wurde im Juli gemessen. In Niedersachsen wurden im Umland des Harzes Überschwemmungen registriert. Der Winter und der Frühling waren zu trocken, der Sommer und der Herbst zu nass. In Summe lag der beobachtete Niederschlag im Gesamtjahr etwas über dem vieljährigen Mittel.

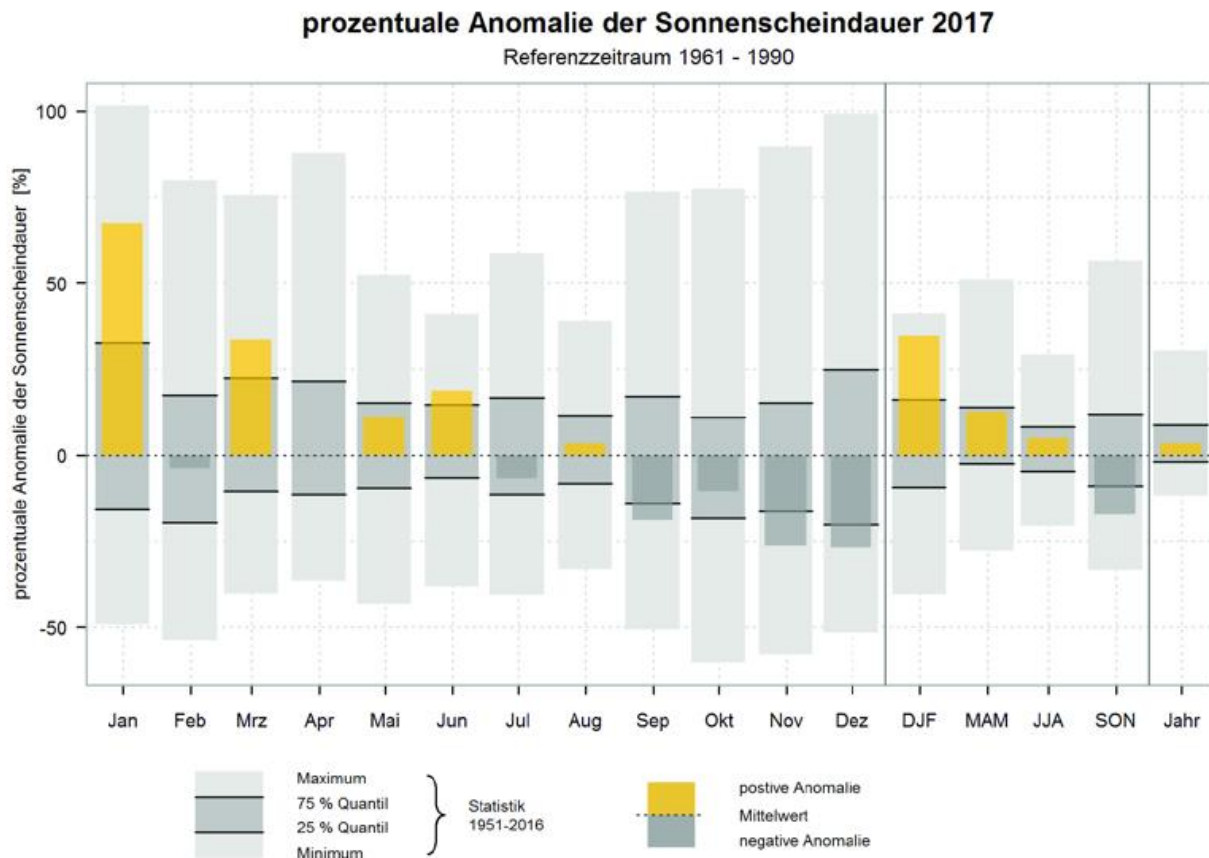
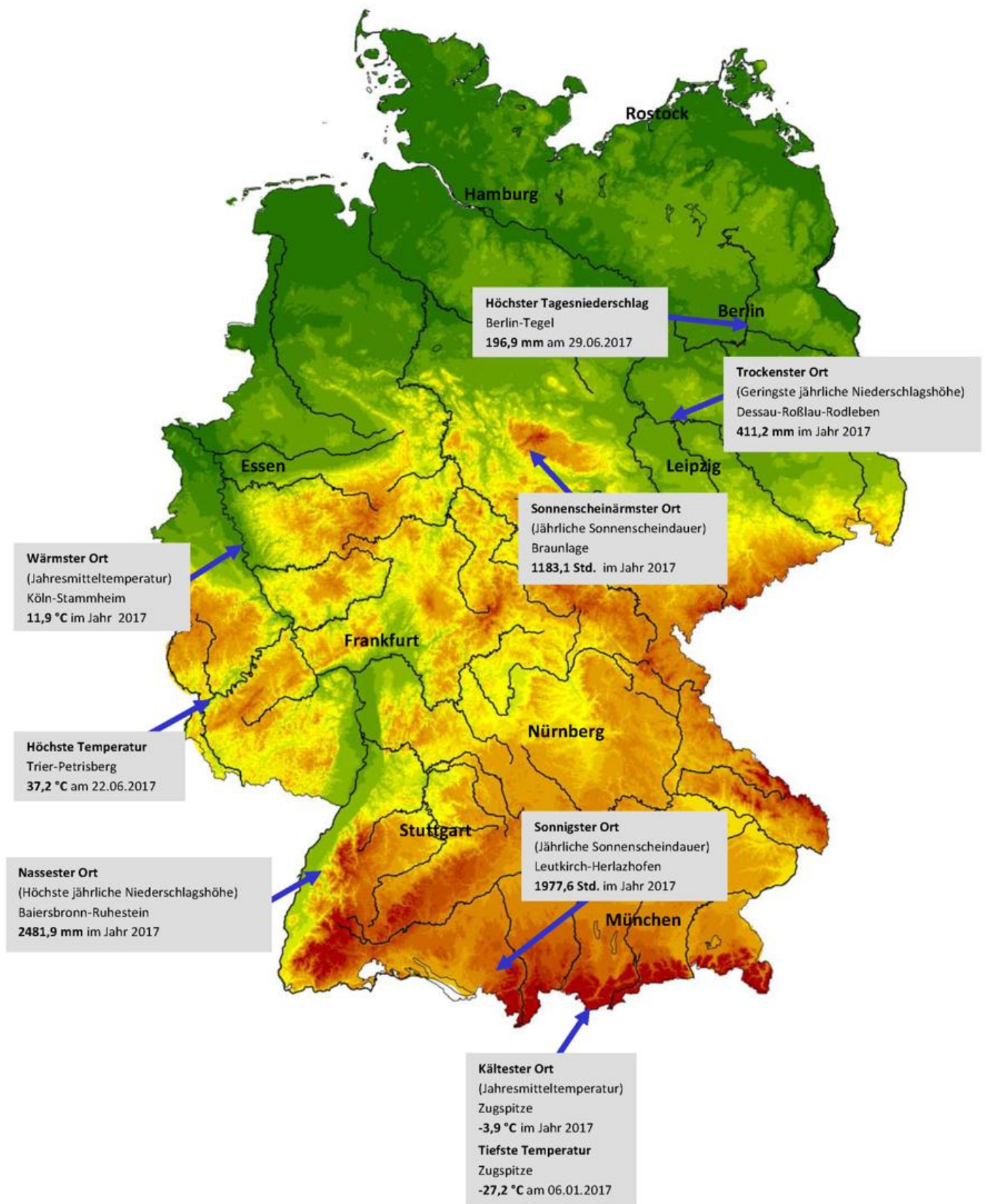


Abb. 7: Anomalien/Abweichungen von Monats- und Quartalsmitteln der Sonnenscheindauer des Jahres 2017 gegenüber den Mittelwerten der int. Referenzperiode 1961-1990. Der so genannte Interquartilsabstand, also der Bereich in den im Mittel 50 % der jeweiligen Werte fallen („Normalbereich“), ist dunkelgrau hinterlegt. Der größere, hellgraue Bereich gibt den Gesamtbereich aller jeweils beobachteten Mittelwerte an, vom höchsten bis zum niedrigsten Wert, vom Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen bis 2016.

Während in der ersten Jahreshälfte recht häufig die Sonne schien (Abb. 7), war die zweite Jahreshälfte etwas trüber. Prozentual gesehen hat der Januar die höchste Abweichung. Damit erreichte auch der Winter einen deutlichen Sonnenscheinüberschuss. September, Oktober und November waren sehr trüb. Das wird auch bei der Bilanz für den Herbst deutlich. Insgesamt ergibt sich aber ein leichter Sonnenscheinüberschuss.

Extremwertkarte



Das Strahlungsjahr 2017

M. Gerber

Das solare Strahlungsangebot lag 2017 mit 1078 kWh/m^2 – ähnlich wie im Vorjahr – über den langjährigen Mittelwerten. Das deutschlandweite Flächenmittel aus dem Zeitraum 1981-2010 von 1054 kWh/m^2 wurde um 2,3 % überschritten.

Im Norden wurden die langjährigen Mittelwerte erreicht oder knapp unterschritten. Wenig Strahlung im deutschlandweiten Vergleich erfuhr der Osten von Nordrhein-Westfalen mit Werten verbreitet unter 950 kWh/m^2 , örtlich unter 901 kWh/m^2 . Die Osthälfte von Norddeutschland und das Emsland erreichten Werten bis 1050 kWh/m^2 . An den Küsten von Nord- und Ostsee, die auch im langjährigen Mittel bevorzugt sind, gab es regional höhere Werte.

Der Süden Deutschlands profitierte 2017 von Strahlungswerten zwischen 1051 und 1250 kWh/m^2 , die über den

langjährigen Mittelwerten liegen. Die Spitzenwerte der solaren Strahlung über 1250 kWh/m^2 wurden in Bodenseenähe und in Hochlagen der Alpen verzeichnet. Verbreitet positive Abweichungen bis zu 6 % gab es im westlichen Nordrhein-Westfalen, in der Südhälfte der Mittelgebirge, in Sachsen und südlich von Mosel und Main.

Das Jahr startete strahlungsreich im Januar mit 117 % des Monatssolls des deutschlandweiten Mittels der Globalstrahlung, wohingegen der Februar nur 93 % des langjährigen Mittels brachte. Das Frühjahr mit 106 % des Solls und der Sommer mit 103 % bewirkten ein Plus bei der Strahlung. Die Monate September und Oktober mit weniger Strahlung und die sehr strahlungsarmen Monate November und Dezember änderten die leicht positive Jahresbilanz 2017 nicht.

Jahressummen 2017



Abb. 1: Globalstrahlungskarte 2017

Das Klima der deutschen Küstengebiete 2017

C. Lefebvre

Mit Jahresmitteltemperaturen zwischen 9 und 11 °C und Abweichungen von 1 bis 2 K zum Mittel des Klimareferenzzeitraumes 1961-1990 war 2017 in den deutschen Küstengebieten ähnlich warm wie die beiden Vorjahre.

In allen Monaten wurde ein überdurchschnittliches Temperaturniveau verzeichnet. Im Jahresverlauf war der Januar meist der kälteste, der August der wärmste Monat. Die höchsten Abweichungen zu den Monatsmitteln traten im März auf, in dem die Temperaturen um 2,5 bis 3,5 K über den Mittelwerten lagen. Sehr mild war auch der Oktober mit Anomalien von 2 bis 3 K. Im Juli und September erreichten die Abweichungen dagegen nur bis zu 1 K, wobei sie vereinzelt sogar leicht negativ waren. Auffällig ist das überdurchschnittliche Temperaturniveau im letzten Jahresviertel (vgl. Abb. 1).

Gleich nach Jahresbeginn löste am 3./4. **Januar** das Sturmtief „Axel“ eine Sturmflut an Nord- und Ostsee aus. Nach einer kurzen Kältewelle verursachten vom 11. bis 14. Januar weitere kräftige Tiefdruckgebiete, die über den Norden Europas zogen, eine Serie von drei Sturmfluten an der Nordsee und nachfolgend Schneefall, bevor sich Hochdruckeinfluss durchsetzte. An der Nordsee und an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste trat in 11 bis 20 Nächten Luftfrost auf, was in etwa den vieljährigen Vergleichswerten entspricht oder leicht darunter liegt. An der Küste Mecklenburg-Vorpommerns, wo sich verbreitet eine bis zu 14 Tage andauernde Schneedecke hielt, wurden 20 bis 26 Nächte mit Luftfrost gezählt und damit bis zu 6 mehr als üblich. Im **Februar** sorgte Hochdruckeinfluss vom 7. bis 14. für frostiges Wetter. An der Nordsee und an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste wurden meist 9 Frosttage (Minimum der Lufttemperatur unter 0 °C) verzeichnet, an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns 13 bis 15. Dabei blieb an 3 bis 6 Tagen auch tagsüber die Temperatur unter dem Gefrierpunkt. Ab Monatsmitte herrschte dann eine kräftige westliche Strömung, mit der feuchte, milde Luftmassen herangeführt wurden. Nachts gab es nun keinen Forst mehr. Mit Monatsmitteltemperaturen von 1 bis 4 °C fiel der Februar um 1 bis 2 K zu mild aus. Der **März** war im Flächenmittel von Deutschland der bisher wärmste März seit Beginn regelmäßiger Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881. Im Küstenraum war der März mit Monatsmitteltemperaturen zwischen 5 und 8 °C zwar auch deutlich zu warm (um 2,5 bis 3,5 K), aber nicht so warm wie in den Jahren 1990 und 2007. Am 31. März wurden vielfach 20 bis 22 °C gemessen, womit an den Küsten gebietsweise neue Rekordwerte für März aufgestellt wurden. Der **April** fiel mit Monatsmittelwerten zwischen 6 und 8,5 °C um bis zu 1,5 K zu mild aus. Im **Mai** stiegen die Tagestemperaturen bei Zufuhr subtropischer Luftmassen auf Höchstwerte von 25 bis 30 °C, auf

Helgoland bis 20 °C an. Insgesamt fiel der Mai zu trocken und mit Monatsmitteltemperaturen zwischen 11 und 14 °C um 1 bis 2 K zu warm aus. Die Zahl der Sommertage (Maximum der Lufttemperatur von 25 °C und darüber) lag mit bis zu 5 über dem Durchschnitt. Um 1 bis 2 K zu warm war auch der **Juni**, in dem ebenfalls bis zu 5 Sommertage gezählt wurden. Während in der zweiten Monatsdekade überwiegend trockenes und sonniges Wetter herrschte, waren die erste und dritte durch wechselhaftes und überdurchschnittlich nasses Wetter geprägt. Auch der **Juli** fiel – mit Ausnahme von Nordfriesland – zu nass aus, wobei sich die Temperaturen im Bereich der vieljährigen Mittel bewegten. Mit maximal 3 Sommertagen blieb deren Anzahl unter dem Durchschnitt. Und auch der **August** ließ trotz leicht überdurchschnittlicher Temperaturen verbreitet kein Gefühl von Sommer aufkommen. Nur an der Küste Mecklenburg Vorpommerns blieben die Niederschläge unter dem Durchschnitt und die Anzahl der Sommertage lag mit bis zu 7 (am Kleinen Haff sogar 10) meist leicht über den Mittelwerten. Insgesamt fehlte es in diesem Sommer an einem sich über eine Woche oder länger erstreckenden Abschnitt mit trockenem Wetter und Hitze. Der **September** war dann schon herbstlich geprägt. Er war bei Mitteltemperaturen zwischen 13 und 16 °C zwar geringfügig zu warm, aber Tageshöchsttemperaturen von 20 °C und mehr waren die Ausnahme. Insbesondere an der Nordsee und der westlichen Ostsee wurde mehr Niederschlag verzeichnet als üblich. Bereits am 13. September gab es mit Tief „Sebastian“ ungewöhnlich früh den ersten Herbststurm. Böen bis Orkanstärke verursachten große Schäden. Im **Oktober** setzte sich das stürmische Wetter fort. Am 5. Oktober zog das Sturmtief „Xavier“ über Norddeutschland hinweg. Am 28./29. folgte dann „Herwart“ mit Böen bis Orkanstärke. Sowohl „Xavier“ als auch „Herwart“ hinterließen in Deutschland und den Nachbarländern zahlreiche Schäden und auch Todesopfer. Dabei war der Oktober mit Mitteltemperaturen zwischen 11 und 14 °C zwar um 1,5 bis 3,5 K zu warm, aber auch viel zu nass. Im **November** lag das Temperaturniveau um 1 bis 2 K über dem Durchschnitt. Es gab die ersten Nachtfröste, aber weniger als üblich. Und auch im **Dezember** blieb die Anzahl der Frosttage mit meist nur bis zu 5 sowie 9 bis 13 östlich von Rügen deutlich unter dem Durchschnitt. Die Monatsmitteltemperaturen lagen mit 3 bis 6 °C um 1,5 bis 2,5 K über dem vieljährigen Mittel. Mit Tageshöchstwerten von 8 bis 12 °C, den höchsten des Monats, klang das Jahr ungewöhnlich mild aus. Einen Hauch von Winter verbreitete eine Schneedecke von wenigen Zentimetern Dicke, die sich gebietsweise am 10./11. und am 17. bildete, aber nur jeweils 1 bis 2 Tage liegen blieb.

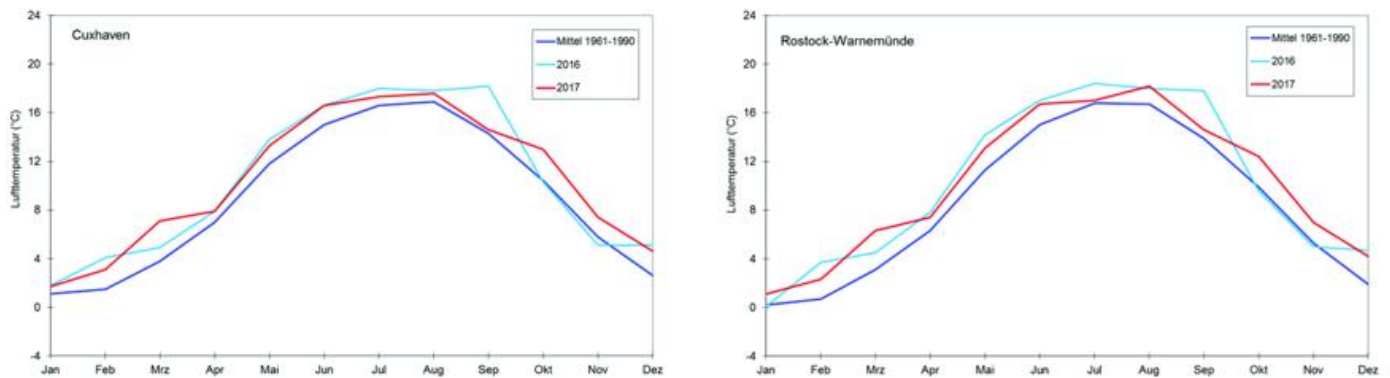


Abb. 1: Jahresgang der Lufttemperatur in Cuxhaven und Rostock-Warnemünde

Das überdurchschnittliche Temperaturniveau des gesamten Jahres spiegelt sich – anders als im Vorjahr – nicht in der Anzahl der Sommertage (Maximum der Lufttemperatur von 25 °C und darüber), sondern nur in der geringen Anzahl an Frosttagen (Minimum der Lufttemperatur unter 0 °C) und Eistagen (Maximum der Lufttemperatur unter 0 °C) wider. An der Nordsee trat nur an 20 bis 30 Tagen, auf Helgoland an 14 Tagen Nachtfrost auf. Das ist nicht einmal halb so viel wie im Mittel. An der Ostsee trat verbreitet an 35 bis 45 Tagen Nachtfrost auf, östlich von Rügen an 60 bis 70 Tagen. Hier wurden die Durchschnittswerte vielfach um rund 20 Tage unterschritten. Dauerfrost gab es meist nur an 1 bis 10 Tagen, während im Durchschnitt zwischen 10 und 30 solcher Eistage im Jahr erwartet werden. Die Zahl der Sommertage (Maximum der Lufttemperatur von 25 °C und mehr) lag unter 20 und war allgemein geringer als im Vorjahr. Im Bereich der Mündungsgebiete von Elbe und Weser sowie an den Nord- und Ostseeküsten Schleswig-Holsteins traten bis zu 6 Sommertage weniger auf als üblich. Weiter östlich wurden an der Ostseeküste zwischen Boltenhagen und Rostock dagegen bis zu 5 Sommertage mehr verzeichnet als gewöhnlich. Heiße Tage (Maximum der Lufttemperatur von 30 °C und mehr) gab es im Insel- und Küstenbereich von Nordsee und westlicher Ostsee nicht. Ihre Anzahl nahm nach Osten hin zu, wo sie mit 1 bis 2 die Mittelwerte erreichten.

Während das Vorjahr zu trocken ausfiel, brachte 2017 durchweg überdurchschnittliche Niederschläge. An der Nordsee fielen 800 bis 1100 mm, an der Ostsee 600 bis 900 mm. Damit wurden die Mittelwerte um 10 bis 50 % überschritten. Auch die Zahl der Tage mit Niederschlagshöhen von mindestens 1 mm bzw. 10 mm lag meist über den Vergleichswerten. Tagesniederschläge von mindestens 1 mm wurden an 120 bis 160 Tagen verzeichnet. Das sind rund 10 bis 20 Tage mehr als üblich.

Zu den verbreitet sehr niederschlagsreichen Monaten zählten der Juni und Juli sowie der Oktober (vgl. Abb. 2), an der Nordsee auch der September. Insbesondere Ende Juni und in der letzten Julidekade kam es im Bereich von

Tiefausläufern und Gewittern örtlich zu Tagesniederschlägen von 20 bis um 50 mm. Im Oktober sorgte Sturmtief XAVIER am 5. für Tagesniederschläge dieser Größenordnung. Im Juni lagen die Niederschlagshöhen um 40 bis 100 % über den Mittelwerten. Auch der Juli war meist ähnlich niederschlagsreich. Der meiste Niederschlag fiel im Oktober. An der Ostseeküste wurde mit 100 bis 120 mm das 2- bis 3-fache der Monatsmittel registriert. Mehr Niederschlag fiel mit rund 130 bis 160 mm an verschiedenen Küstenabschnitten der Nordsee und auf Helgoland, wo der Oktober generell feuchter und daher die prozentualen Abweichungen mit maximal 70 bis 80 % geringer waren. Im Nordseeraum fielen nahezu alle Monate der 2. Jahreshälfte zu nass aus. Das hohe Niederschlagsaufkommen beschränkte im Herbst die Bodenbefahrbarkeit der Äcker, so dass gebietsweise die Ernte nicht beendet und das Einbringen von Wintersaaten nicht erfolgen konnte.

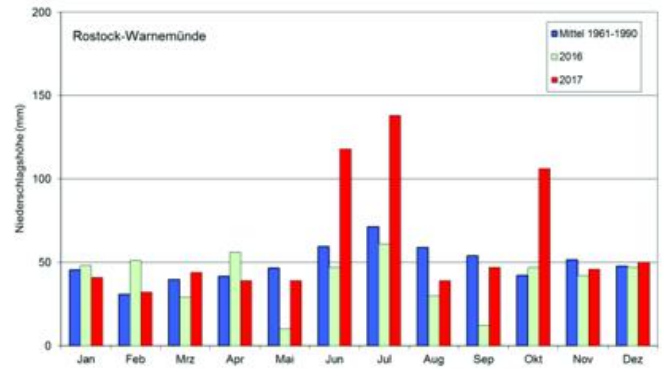
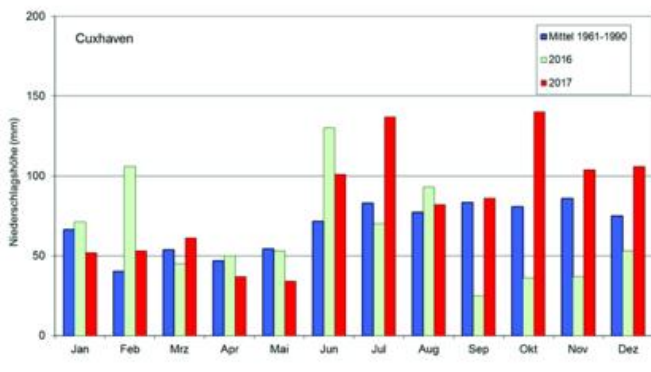


Abb. 2: Jahresgang der Niederschlagshöhe in Cuxhaven und Rostock-Warnemünde

Eine geschlossene Schneedecke wurde gebietsweise im Januar, Februar und Dezember beobachtet. Der Schnee blieb nur im Januar und Februar in Vorpommern für längere Zeit liegen, wobei die Schneehöhen meist unterhalb von 10 cm lagen.

Während die Sonnenscheindauer für das gesamte Gebiet der Bundesrepublik leicht über dem Durchschnitt lag, blieb sie an den deutschen Küsten mit 1400 und 1700 Stunden vielfach darunter. Meist wurden die vieljährigen Jahresmittel damit um bis zu 10 % unterschritten, an der Nordsee regional aber auch bis zu 10 % überschritten. Am sonnenscheinärmsten war im Jahresverlauf der ohnehin sonnenscheinarme Dezember. Meist zeigte sich die Sonne weniger als 40 Stunden (vgl. Abb. 3), an der Nordsee mit 20 bis 30 Stunden meist nur zu 50 bis 75 % der sonst üblichen Zeit.

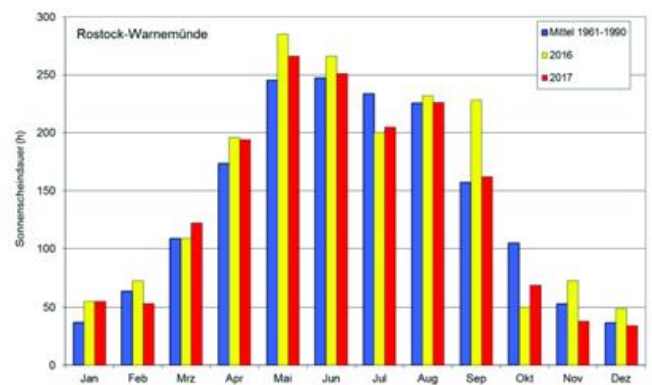
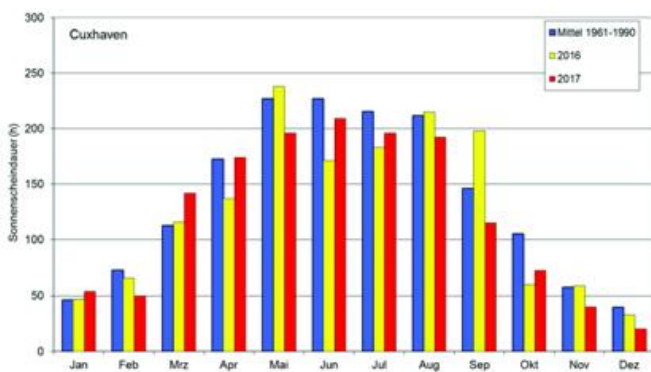


Abb. 3: Jahresgang der Sonnenscheindauer in Cuxhaven und Rostock-Warnemünde

Nord- und Ostsee waren ähnlich warm wie im Vorjahr. Die Oberflächentemperatur der Nordsee betrug im Jahresmittel 10,8 °C und lag damit um 1 K über dem Mittelwert des Zeitraums 1971 bis 1993 (Abb. 4).

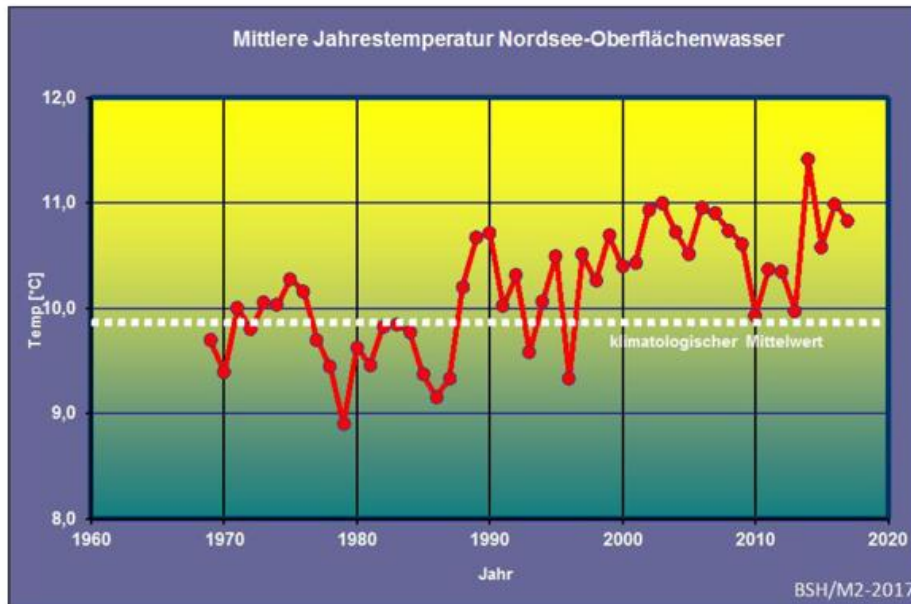


Abb. 4: Mittlere jährliche Wasseroberflächentemperatur der Nordsee, 1969-2017 (Quelle: BSH)

Für die mittlere Oberflächentemperatur der westlichen Ostsee werden die Messungen bei Boltenhagen herangezogen. Hier lag das Jahresmittel der Wasseroberflächentemperatur wie im Vorjahr mit 10,9 °C um 0,7 K über dem Mittel der Jahre 2002 bis 2005. Die monatliche Höchsttemperatur wurde mit 18,7 °C im August gemessen (Abb.5). Die milde Witterung im März bewirkte eine rasche Erwärmung der Gewässer, während die milde Herbstwitterung ab Oktober die jahreszeitliche Abkühlung verlangsamte.

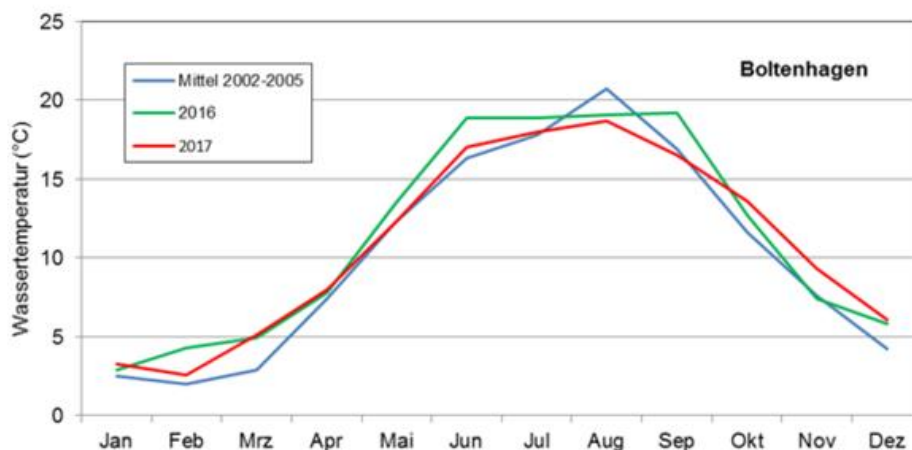


Abb. 5: Jahresgang der Wassertemperatur bei Boltenhagen

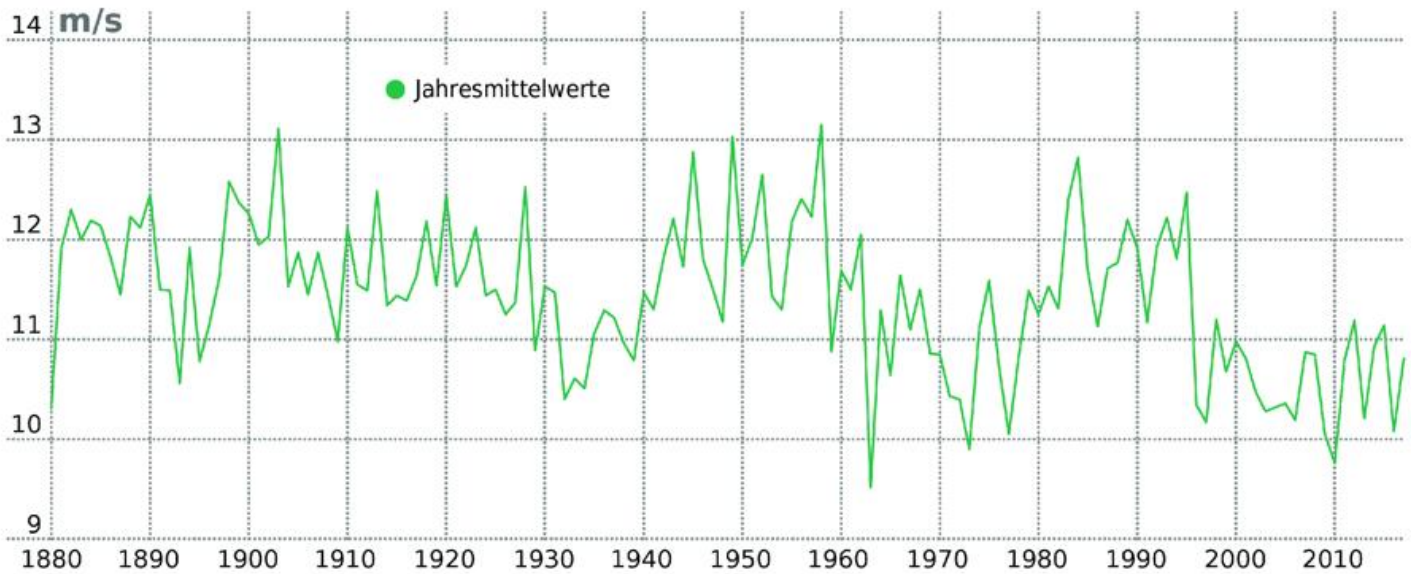


Abb. 6: Jahreswerte des geostrophischen Windes über der Deutschen Bucht

Gleich zu Jahresbeginn, am 3./4. Januar, wurden durch Sturmtief „Axel“ im deutschen Küstenraum Böen bis 12 Bft ausgelöst. Sowohl an der Nordsee als auch an der Ostsee kam es zu einer Sturmflut, die u.a. Dünenabbrüche zur Folge hatte. An der Ostsee war es mit Wasserständen von mehr als 1,50 m über dem mittleren Wasserstand sogar eine schwere Sturmflut. In der zweiten Kalenderwoche kam es dann an der Nordseeküste innerhalb von fünf Tagen zu einer Serie von drei Sturmfluten. Mit Sturmtief „Sebastian“ am 13. September begann die Herbst-/Wintersaison der Stürme 2017 ungewöhnlich früh. „Sebastian“ verursachte an der Nordsee ebenfalls eine Sturmflut, während es an der Ostsee am Morgen des 14. zu Niedrigwasser kam. Im Oktober folgten zwei weitere schwere Stürme: am 5. „Xavier“ und am 28./29. „Herwart“. Während „Xavier“ vor allem an der Nordsee Böen von mehr als 10 Bft auslöste, rief „Herwart“ Böen bis Orkanstärke (12 Bft) an Nord- und Ostsee hervor. An der Nordsee traten am 29. Oktober sogar verbreitet Böen der Stärke 11 und 12 Bft auf, womit „Herwart“ für den Küstenbereich als stärkster Sturm des Jahres bezeichnet werden kann. Wiederum kam es zu Sturmfluten an Nord- und Ostsee, wobei im Elbe- und Wesergebiet an einzelnen Orten schwere Sturmfluten (Pegel von 2,5 bis 3,5 m über dem mittleren Hochwasser) auftraten. Ausführliche Beschreibungen und eine klimatologische Einordnung der Stürme sind im Internetauftritt des DWD unter [„Besondere meteorologische Ereignisse“](#) zu finden.

Die Kältewelle, die im Februar mit einem Hochdruckgebiet über Skandinavien und Osteuropa verbunden war, schlug sich in einem um 10 % erhöhten Aufkommen an Ostwinden nieder. Sie wehten zu knapp 30 % der Zeit. Ähnlich häufig kam in dem ungewöhnlich warmen März der Wind aus Südwest, wobei das Vorkommen an Ostwinden um 10 % geringer war. Das überdurchschnittliche Temperaturniveau im letzten Vierteljahr war mit einer erhöhten Häufigkeit an Winden aus Süd bis Nordwest und

einem nur geringen Anteil an Nord- bis Südostwinden gekoppelt. Insbesondere im Oktober erreichten westliche Winde (SW bis NW), die gewöhnlich zu rund der Hälfte der Zeit wehen, einen Anteil von 75 bis 80 %.

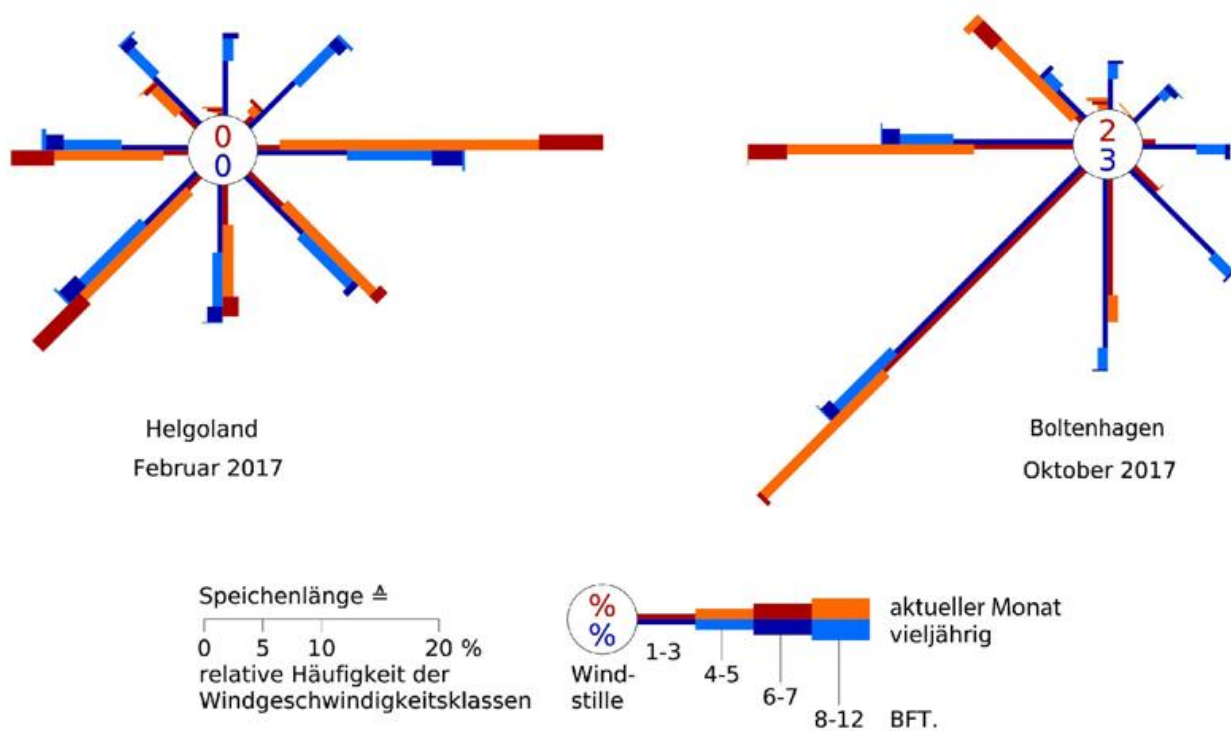


Abb. 7: Windverteilungen an den Stationen Helgoland (links) im Februar 2017 und Boltenhagen (rechts) im Oktober 2017 (orange) wie auch im vieljährigen Mittel (blau) (CL/CR: Prozentualer Anteil der Windstillen 2017 und vieljährig).

Quellen und weiterführende Informationen:

- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH): Sturmfluten
https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Wasserstand_und_Gezeiten/Sturmfluten/sturmfluten_node.html
- Deutscher Wetterdienst (DWD): Besondere meteorologische Ereignisse - Stürme
https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/stuerme/download_tabelle.html
- Deutscher Wetterdienst (DWD), Climate Data Center (CDC)
<http://www.dwd.de/cdc>
- Deutscher Wetterdienst: Deutscher Klimaatlas
https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html
- Deutscher Wetterdienst: Die Witterung in den deutschen Küstengebieten
<https://www.dwd.de/DE/leistungen/witterungskueste/witterungskueste.html>

Objektive Wetterlagenklassen 2017

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. Danach kam das operationelle erweiterte Globalmodell (GME) zum Einsatz, das über eine vergleichbare räumliche Auflösung wie das EM verfügte; die Modellgitterpunkte sind lediglich anders strukturiert. Seit dem 20.01.2015 wird die operationelle ICON- Vorhersage genutzt. 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 30-jährige 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 2017

Folgende Wetterlagen sind im Jahr 2017 aufgetreten (in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit):

Rang	Wetterlage	Anzahl	in %	Rang	Wetterlage	Anzahl	in %
1	NWAAF	49	13,42	16	NOAZT	7	1,92
2	NWAAT	37	10,14	17	XXAZF	7	1,92
3	NWAZT	36	9,86	18	XXZZT	6	1,64
4	SWAAF	33	9,04	19	SWZZT	6	1,64
5	SWZAF	27	7,40	20	SWZAT	5	1,37
6	SWAZT	21	5,75	21	SOAAT	4	1,10
7	SWZZF	18	4,93	22	SOZAT	3	0,82
8	SWAAT	15	4,11	23	NWZAF	3	0,82
9	XXAAT	12	3,29	24	NWZZT	3	0,82
10	XXZZF	12	3,29	25	SOZZT	3	0,82
11	XXAZT	11	3,01	26	NOAAF	2	0,55
12	NOAAT	10	2,74	27	SOZZF	2	0,55
13	XXAAF	10	2,74	28	XXZAT	1	0,27
14	SWAZF	10	2,74	29	NWZAT	1	0,27
15	NWAZF	10	2,74	30	NWZZF	1	0,27

Die Wetterlagenklassen NOAZF, SOAAF, SOAZT, SOAZF, NOZAT, NOZAF, SOZAF, XXZAF, NOZZT und NOZZF sind im Jahr 2017 nicht vorgekommen.

Auch in diesem Jahr traten wieder besonders oft die hochreichend antizyklonalen Lagen NWAAF, NWAAT und SWAAF sowie die in der Höhe zyklonale Lage NWAZT auf. Die Wetterlagen NWAAF und NWAAT wurden 2017 deutlich häufiger registriert als im Referenzzeitraum 1981 - 2010. Recht zahlreich vertreten waren Südwestlagen sowohl mit antizyklonaler als auch zyklonaler Höhenströmung, gefolgt von hochreichend antizyklonalen und zyklonalen Lagen ohne vorherrschende Anströmrichtung, wobei die Wetterlage XXZZF 2017 häufiger beobachtet wurde als in der Referenzperiode 1981 - 2010. Die 7 Wetterlagen NWAAF, NWAAT, NWAZT, SWAAF, SWZAF, SWAZT und SWZZF stellten zusammen 61 % aller Lagen dar.

**Relative Häufigkeitsverteilung der objektiven Wetterlagenklassen 2017
im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981-2010**

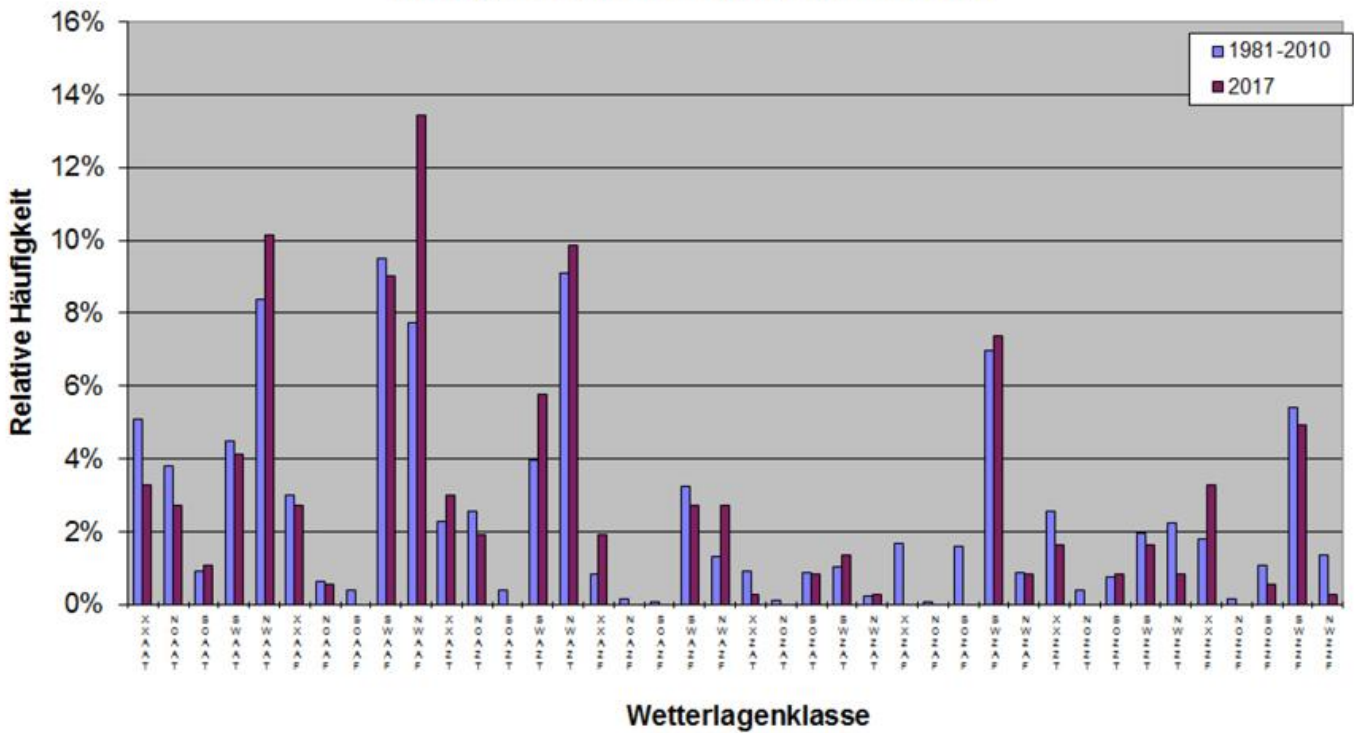


Abb. 1: Relative Häufigkeitsverteilung der objektiven Wetterlagenklassen 2017 im Vergleich zum 30-jährigen Zeitraum 1981-2010

Häufigkeit von Wetterlagengruppen 2017

Bei den Häufigkeiten der Wetterlagengruppen (Abb. 2 und 3) ist auffällig, dass 2017 deutlich mehr Nordwestlagen auftraten als in der Referenzperiode 1981 - 2010. Südwestlagen dagegen, die nach den Nordwestlagen den zweiten Platz in der Häufigkeitsverteilung der Anströmrichtungen belegten, waren annähernd genauso verteilt wie in der Referenzperiode. Südostlagen waren 2017 sehr selten. Die antizyklonalen und zyklonalen Lagen waren ähnlich verteilt wie in der Referenzperiode, wobei antizyklonale Lagen 2017 zahlreicher auftraten als im Zeitraum 1981 - 2010. Die Anzahl von trockenen und feuchten Lagen wich nur geringfügig von den jeweiligen Referenzwerten ab.

Relative Häufigkeitsverteilung der Anströmrichtungen der objektiven Wetterlagenklassifikation 2017 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981-2010

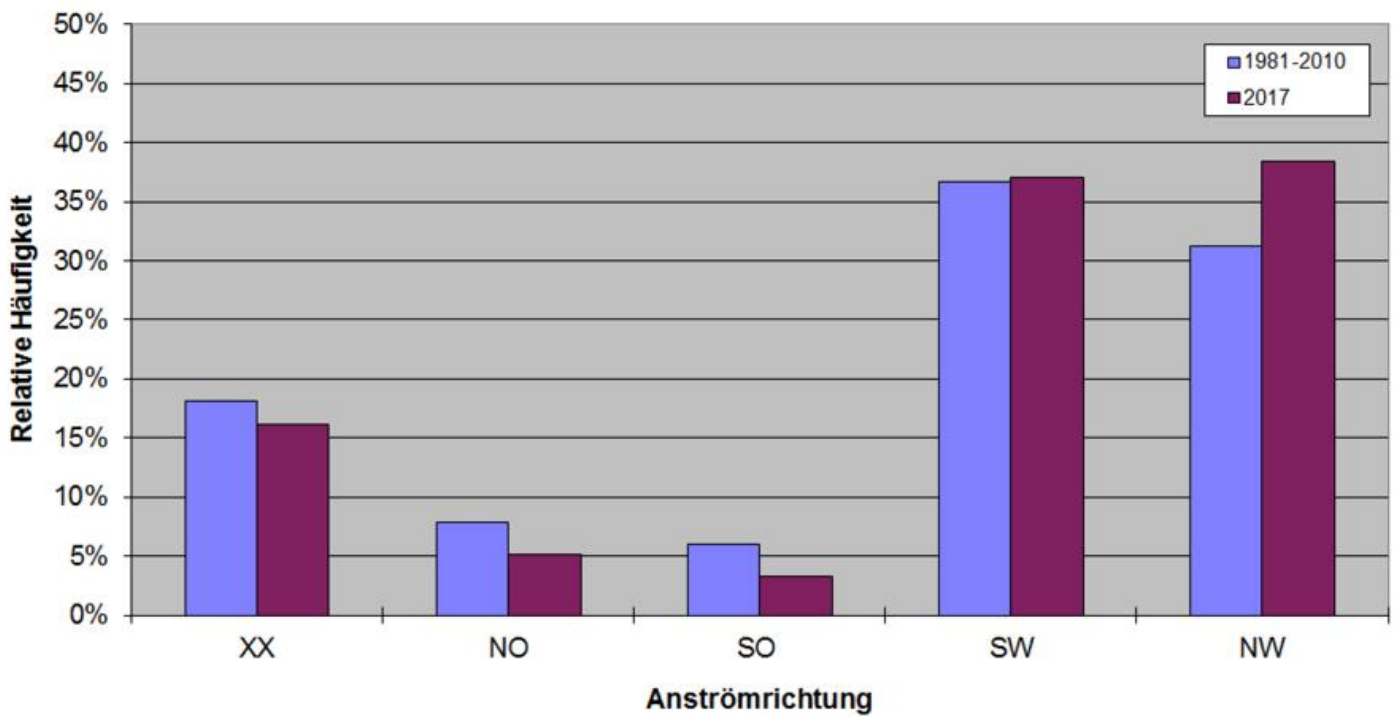


Abb. 2: Relative Häufigkeitsverteilung der Anströmrichtungen der objektiven Wetterlagenklassifikation 2017 im Vergleich zum 30-jährigen Zeitraum 1981-2010

Relative Häufigkeitsverteilung der Zyklonalität und Feuchte der objektiven Wetterlagenklassifikation 2017 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981-2010

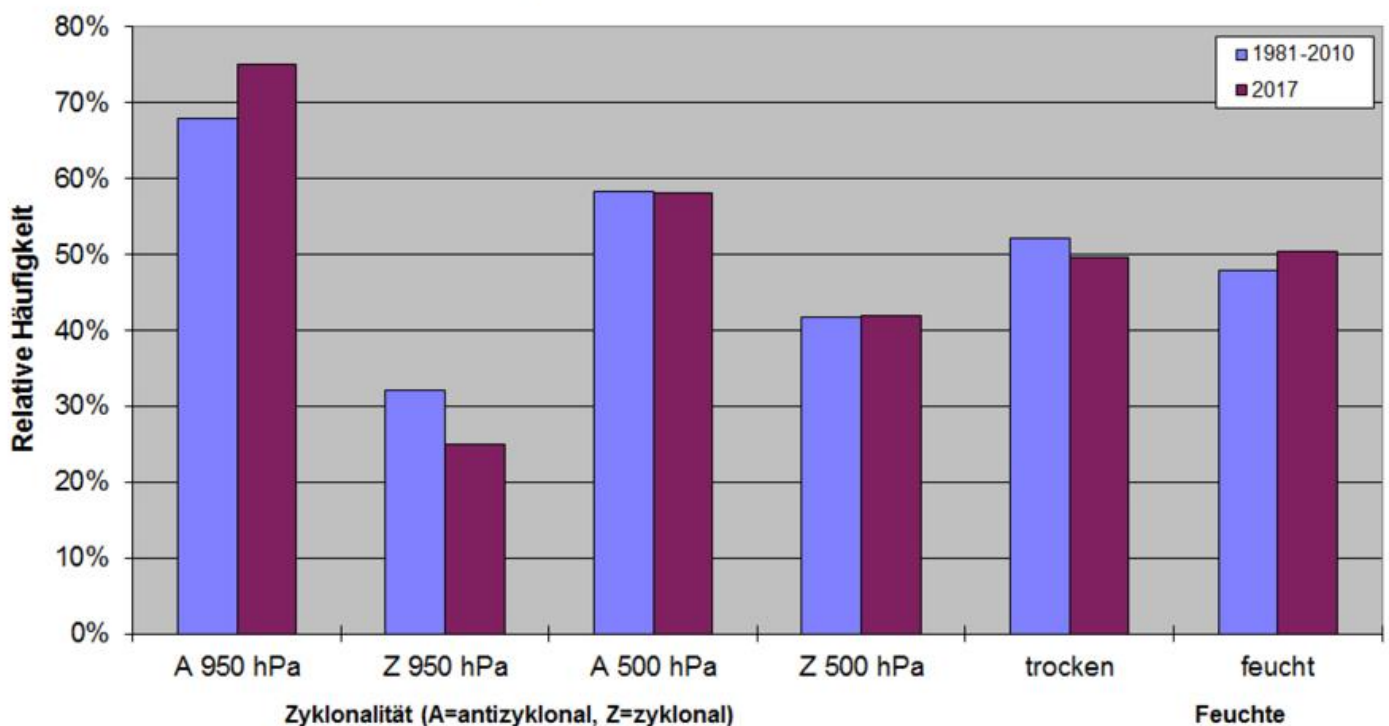


Abb. 3: Relative Häufigkeitsverteilung der Zyklonalitäts- und Feuchteklassen der objektiven Wetterlagenklassifikation 2017 im Vergleich zum 30-jährigen Zeitraum 1981-2010

Jahresverlauf der Wetterlagen und Zusammenhang mit Temperatur/Niederschlag

WLK/Monat	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
XX	5	7	5	6	10	2	3	1	11	1	6	2	59
NO	8	2	1	3	2	1	0	0	0	0	0	2	19
SO	3	3	0	1	2	0	0	0	1	0	2	0	12
SW	5	8	11	5	11	14	14	22	13	10	8	14	135
NW	10	8	14	15	6	13	14	8	5	20	14	13	140
A 950 hPa	22	16	27	25	20	23	21	25	22	27	19	27	274
Z 950 hPa	9	12	4	5	11	7	10	6	8	4	11	4	91
A 500 hPa	18	15	24	17	21	22	20	21	6	21	15	12	212
Z 500 hPa	13	13	7	13	10	8	11	10	24	10	15	19	153
trocken	28	11	16	21	15	3	10	9	17	15	16	20	181
feucht	3	17	15	9	16	27	21	22	13	16	14	11	184
Temperatur	-1,7	2,5	3,7	0,0	2,0	2,4	1,2	1,4	0,5	2,1	1,1	1,9	1,4
Niederschlag	74	90	101	71	84	106	171	111	109	138	123	113	109

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 2017. 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 bestimmten im August das Wettergeschehen, waren aber auch im Juni, Juli und Dezember noch recht zahlreich vertreten. Nordwestlagen traten im Oktober sehr häufig auf, aber auch im März, April, Juli und November waren Nordwestlagen an etlichen Tagen wetterbestimmend. Die Häufigkeit der Lagen mit Ostkomponente war insgesamt sehr gering. Wetterlagen mit uneinheitlicher Anströmrichtung wurden nur im September an mehr als 10 Tagen registriert.

• **Zyklonalität**

In 950 hPa wurden antizyklonale Lagen in allen Monaten häufiger als zyklonale Lagen beobachtet. Besonders deutlich dominierten sie im März, Oktober und Dezember. In 500 hPa überwog auch der antizyklonale Einfluss. Insbesondere der außergewöhnlich warme März (wärmster März seit Messbeginn 1881) und der sehr warme Juni wurden hochreichend antizyklonal beeinflusst. Lediglich im September und Dezember übertrafen die zyklonalen Lagen die antizyklonalen.

• **Feuchte**

Im Jahr 2017 herrschten trockene Lagen vor. Allerdings

wurden im sehr niederschlagsreichen Juni, Juli sowie im August mehr feuchte als trockene Lagen beobachtet.

• **Temperatur**

Die Jahresmitteltemperatur für 2017 lag 1,4 K über dem Mittel der internationalen klimatologischen Referenzperiode 1961-1990. Nur im Januar lag die Mitteltemperatur deutlich unter dem langjährigen Mittelwert.

• **Niederschlag**

Im Jahr 2017 waren 4 Monate trockener und 8 Monate niederschlagsreicher als im Zeitraum 1961-1990. So lag die Niederschlagssumme 2017 auch 9% über der Niederschlagsmenge der Referenzperiode 1961 - 1990.

Ein klarer Zusammenhang zwischen Witterungsanomalien und vorherrschenden Wetterlagen ließ sich auch 2017 nicht immer feststellen, da Zyklonalität, Anströmrichtung und Feuchte oft gegensätzliche Tendenzen hervorbringen.

Langzeittrends 1980-2017

Bei der Anströmrichtung (Abb. 4) sind Trends hinsichtlich der Zunahme von Südwestlagen und Lagen ohne vorherrschende Anströmrichtung weiterhin vorhanden, wurden aber nicht gestärkt.

Bei den Feuchteklassen (Abb. 5) sind keine Trends erkennbar.

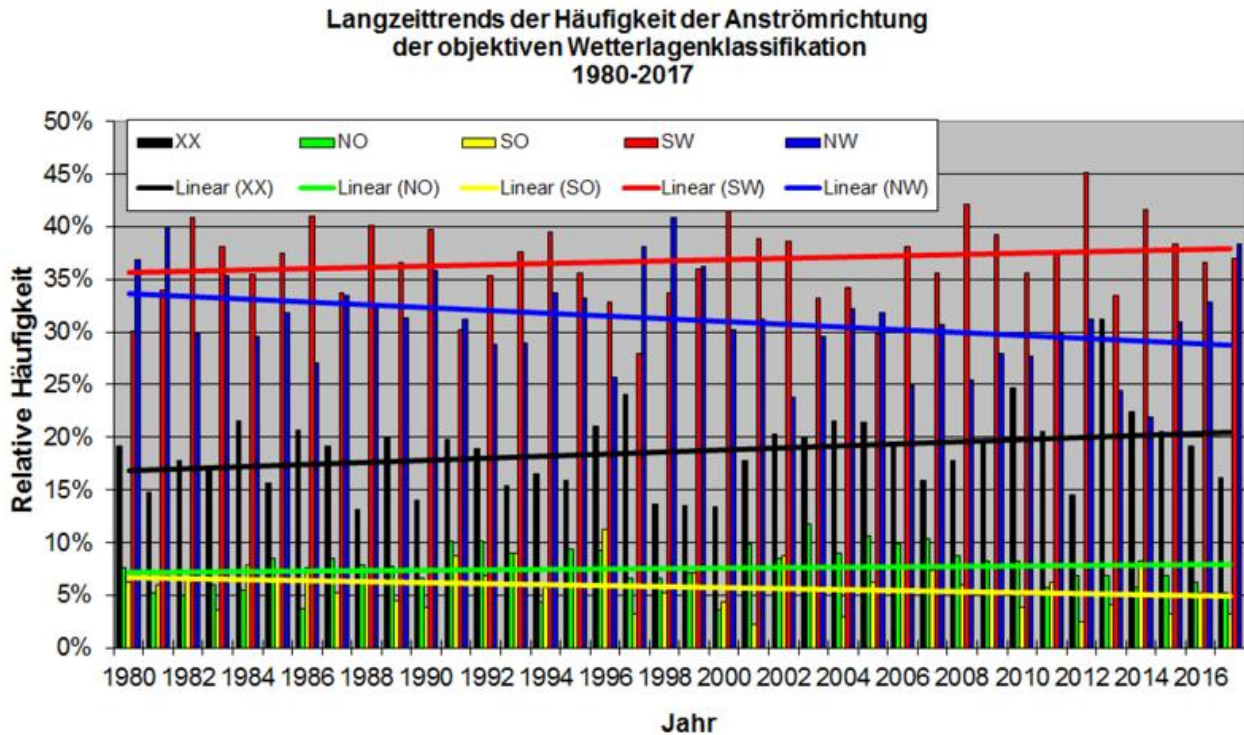


Abb. 4: Langzeittrends der Häufigkeit der Anströmrichtungen der objektiven Wetterlagenklassifikation 1980-2017

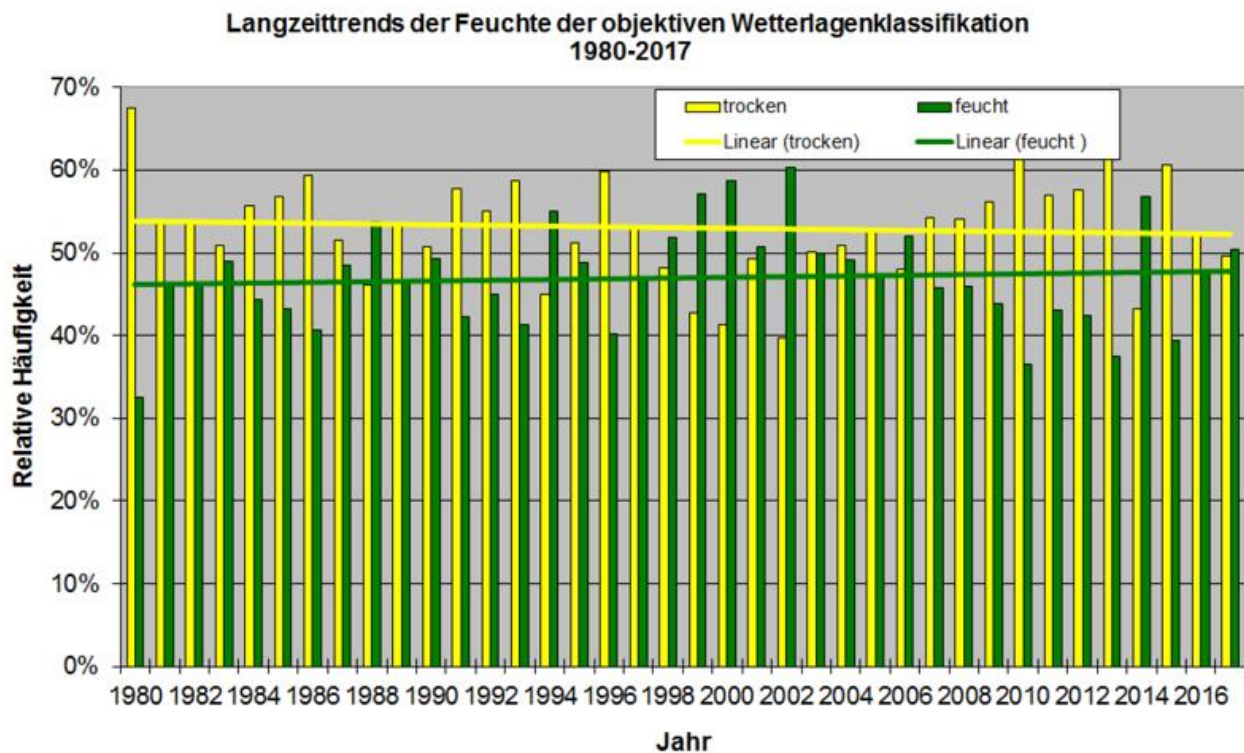


Abb. 5: Langzeittrends der Feuchte der objektiven Wetterlagenklassifikation 1980-2017

Bei der Zyklonalität (Abb. 6 und 7) sind sowohl in 500 hPa als auch in 950 hPa keine langfristigen Tendenzen feststellbar.

Langzeittrends der Häufigkeit der Zyklonalität in 500 hPa der objektiven Wetterlagenklassifikation 1980-2017

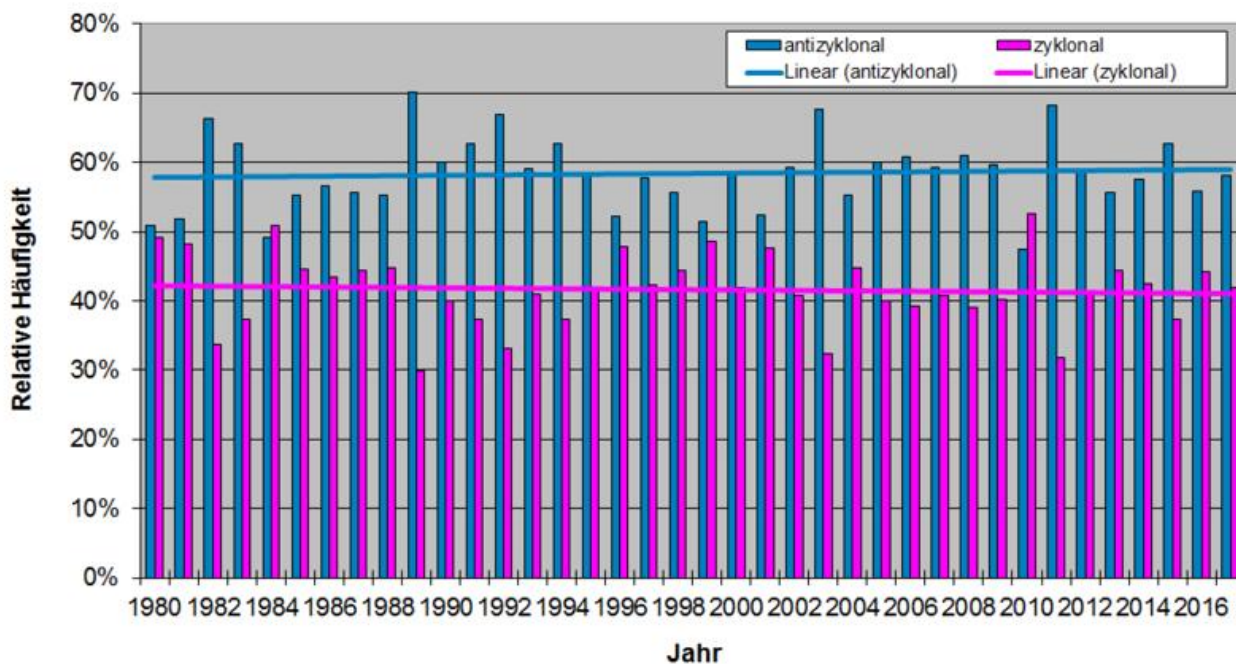


Abb. 6: Langzeittrends der Häufigkeit der Zyklonalität in 500 hPa der objektiven Wetterlagenklassifikation 1980-2017

Langzeittrends der Häufigkeit der Zyklonalität in 950 hPa der objektiven Wetterlagenklassifikation 1980-2017

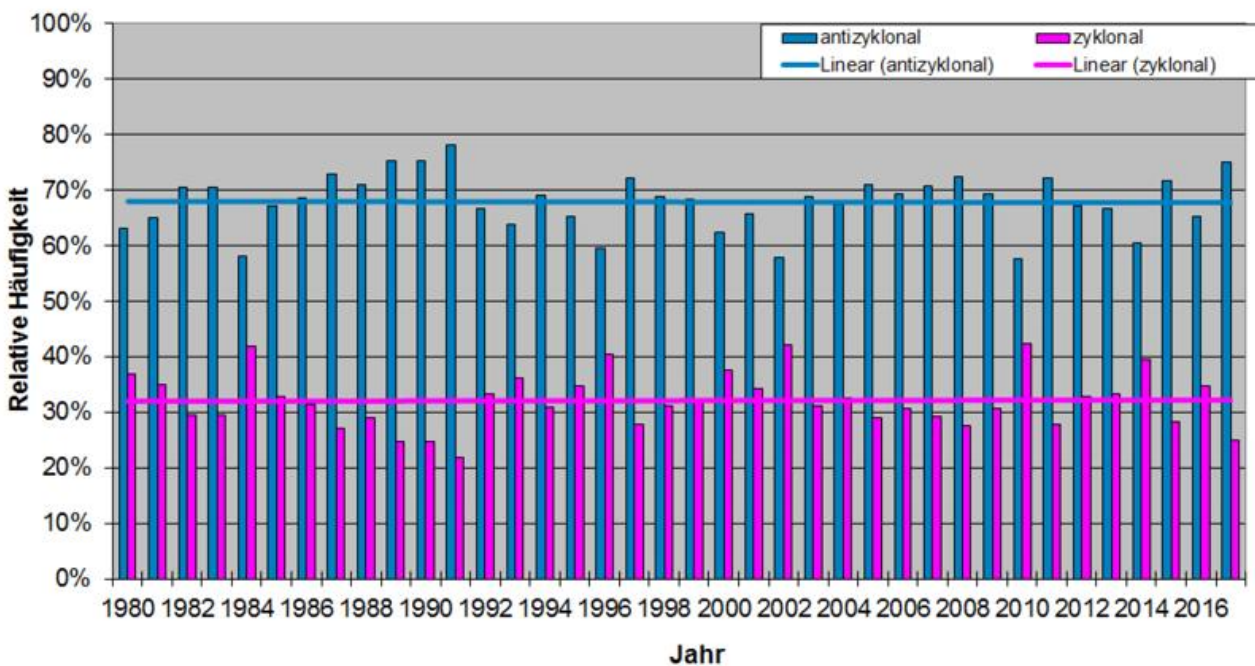


Abb. 7: Langzeittrends der Häufigkeit der Zyklonalität in 950 hPa der objektiven Wetterlagenklassifikation 1980-2017

Die agrarmeteorologische Situation im Jahr 2017

S. Pietzsch, M. Wegener, J. Fildebrandt

Das Jahr startete trocken und frostig, so dass Zwischenfrüchte abfroren und Eiswein gelesen werden konnte. Die niedrige Bodenfeuchtesituation entspannte sich im Februar und allmählich erwachte die Natur. Im Gegensatz zum Vorjahr und auch zum langjährigen Mittel, war der Frühling sonniger, um einiges wärmer und deutlich zu trocken. Die Niederschlagssituation war allerdings regional differenziert zu betrachten, da der Süden recht viel davon abbekam, der Südwesten und Osten hingegen unter Trockenheit litten. Als markantes Ereignis blieben die Kaltlufteinbrüche im April in Erinnerung, die zu vielen Frostschäden vor allem im Obst- und Weinbau führten. Warm, nass und ausreichend sonnig zeigte sich dann der Sommer, wobei die Wetterelemente zeitlich und räumlich sehr unregelmäßig verteilt waren. Der Start war sehr trocken, vor allem im Juli aber wurde es richtig nass. Die Temperaturen waren im Norden niedrig, im Süden hingegen teils sehr hoch. Den Landwirten machten insbe-

sondere die ergiebigen, unwetterartigen Niederschläge zu schaffen, die immer wieder zu Ernteverzögerungen führten und Pflanzenkrankheiten begünstigten. Im Gegensatz zum Vorjahr war der darauffolgende Herbst durchweg zu nass. Dies führte dazu, dass die Böden durchfeuchteten und häufig nicht befahrbar waren - anstehende Feldarbeiten wurden somit verzögert. Daneben konnten sich pilzliche Schaderreger vermehrt ausbreiten und erzwangen eine frühzeitige Weinlese. Bis zum Jahresende blieb es mild, nass und trüb mit schlechter Bodenbefahrbarkeit und einer nicht zur Ruhe kommenden Pflanzenwelt.

Starker Hochdruckeinfluss ließ die Winterruhe der Pflanzenwelt auch im **Januar** andauern. Bis zu 2 Wochen herrschte Dauerfrost. Nur zum Monatsanfang und in den letzten Januartagen sorgten wieder Tiefdruckgebiete mit teils kräftigen Niederschlägen - häufig als Schnee - für Unterbrechung. Ansonsten bildete sich in vielen Regionen eine Schneedecke von 10 bis teils 70 cm aus. Während in den schneefreien Regionen Frosteindringtiefen von 10 bis teils 50 cm auftraten, war der Boden unter Schnee nur wenige Zentimeter gefroren oder frostfrei. Die letzten Zwischenfruchtbestände froren vielfach ab. In den Weinbaugebieten konnte erneut Eiswein gelesen werden. Es blieb weiterhin zu trocken und zum milden Monatswechsel blühten weitere Haselsträucher.

Der **Februar** startete mild. Es dominierte eine kräftige westliche Strömung mit vielen niederschlagsreichen Tiefausläufern. Vor allem in der 1. Monathälfte trat noch leichter Nachtfrost auf, es gab auch noch einige Tage mit Dauerfrost. Mancherorts konnten, vorzugsweise bei leichten Böden bzw. an trockenen Standorten, die Felder und Wiesen befahren werden, sodass eine Gülleausbringung möglich war. Vielerorts war dies jedoch nicht gegeben. Anfangs tauten die Böden nicht überall auf bzw. sie waren in der aufgetauten Schicht wassergesättigt und später verhinderten die häufigen Niederschläge ein Befahren der landwirtschaftlichen Flächen. Neben der Haselblüte erwachten in der letzten Februardekade vielerorts Schneeglöckchen (Abb. 2) und Erlen, womit der Vorfrühling eingeläutet war.

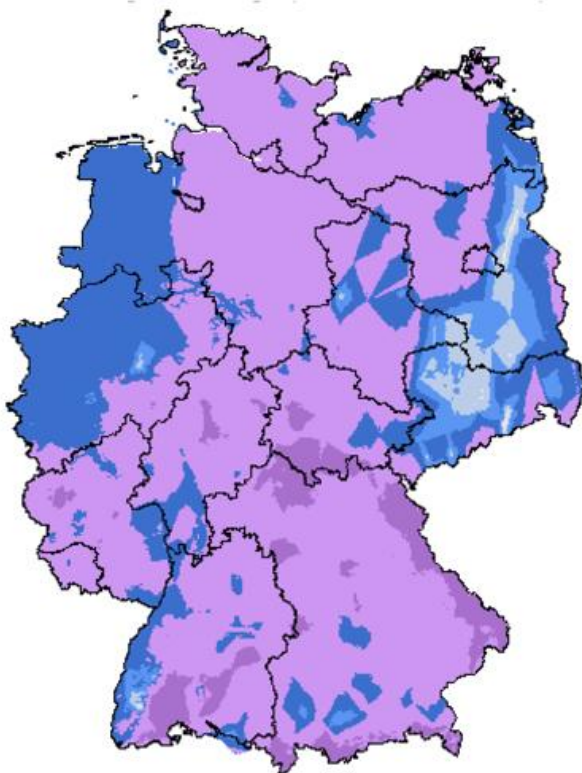


Abb. 1: Mittägliche Frosteindringtiefe für einen unbewachsenen Boden am 6. Januar 2017

Abb. 1: Auch wenn der Winter 2016/2017 mild begann und endete, gab es doch ein paar frostige Phasen. So wie am 6. Januar, als der Boden flächendeckend gefroren war. Die mittäglichen Frosteindringtiefen lagen an diesem Tag verbreitet zwischen 10 und 20 cm.

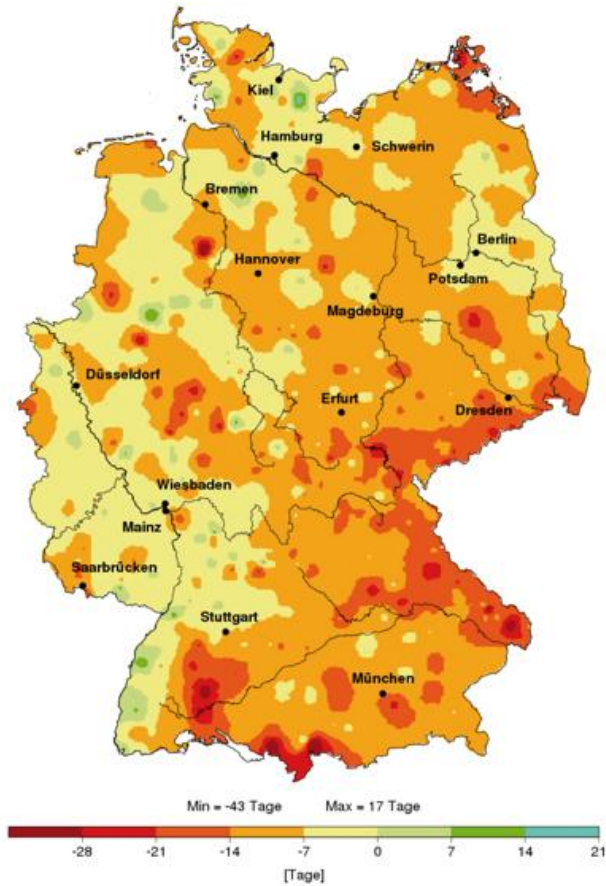


Abb. 2: Abweichung (Tage) des Beginns der Schneeglöckchenblüte 2017 vom langjährigen Mittel

Im **März** wechselten sich Hochs und Tiefs immer ab. Häufig herrschten frühlinghafte, in der letzten Monatsdekade sogar sommerliche Temperaturen vor. Dies ergab den wärmsten März seit Beginn regelmäßiger Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881. Trotz des tagsüber oft sonnigen Wetters wurde es in den klaren Nächten kühl. Verbreitet gab es auch am Monatsende noch Frost. Trotzdem regte sich die Vegetation. Zum Monatsbeginn blühten landesweit Hasel, Schneeglöckchen, Huflattich und Erlen. Besonders ab Monatsmitte beschleunigte sich das Wachstum, durch die Zunahme der Temperaturen und auch der Tageslänge. Ab da gab es Tagesmitteltemperaturen über 5 Grad – das Gras ergrünte. Zum Monatsende blühten überall die Forsythien. Für den Phänologen bedeutet das den Übergang vom Vorfrühling zum Erstfrühling. Nicht nur die Pflanzenentwicklung nahm einen rasanten Verlauf. Das Frühlingswetter lockte im Monatsverlauf die Rapsschädlinge aus ihrem Versteck. Die Böden trockneten weiter ab und die Frühjahrspflanzung kam gut voran. Zum Monatsende war schon die Aussaat von Sommergerste und Rüben größtenteils beendet.

Abb. 3 zeigt die recht niedrigen Bodenfeuchten Anfang Dezember (links), die vielerorts bei nur 50 bis 60 % nutzbarer Feldkapazität (nFK) lagen. Gegen Ende des Winters konnten die Böden durch die einsetzenden Niederschläge größtenteils wieder mit Wasser aufgefüllt werden (rechts).

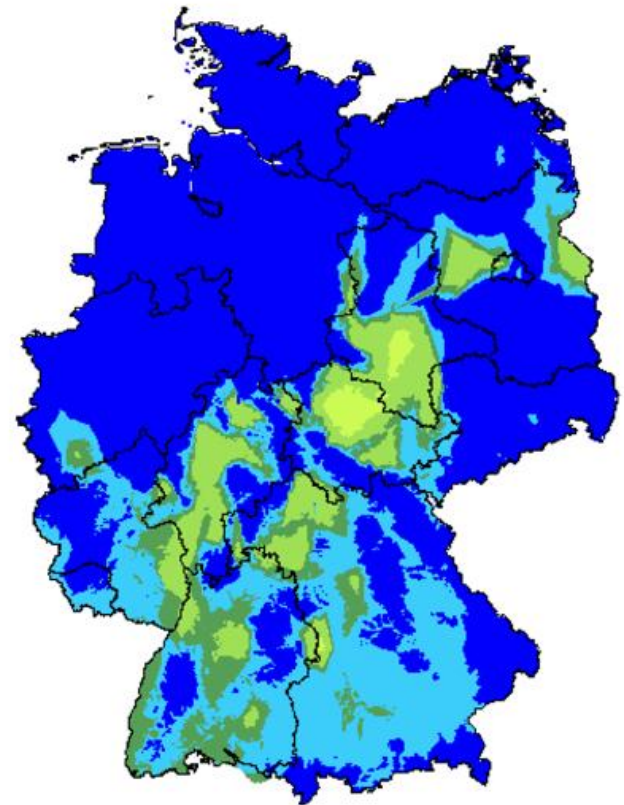
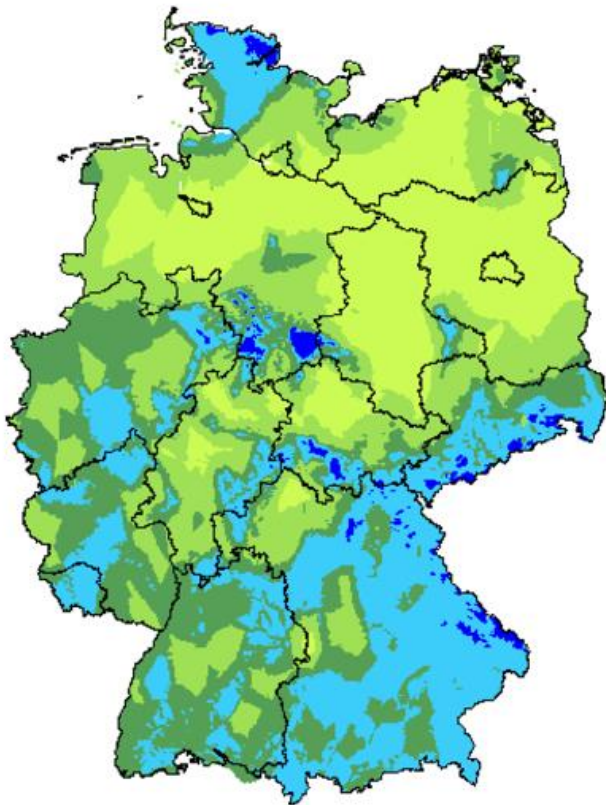


Abb. 3: Bodenfeuchte in 0-60 cm (% nFK) unter Gras und sandigem Lehm am 8. Dez 2016 und am 23. Feb 2017

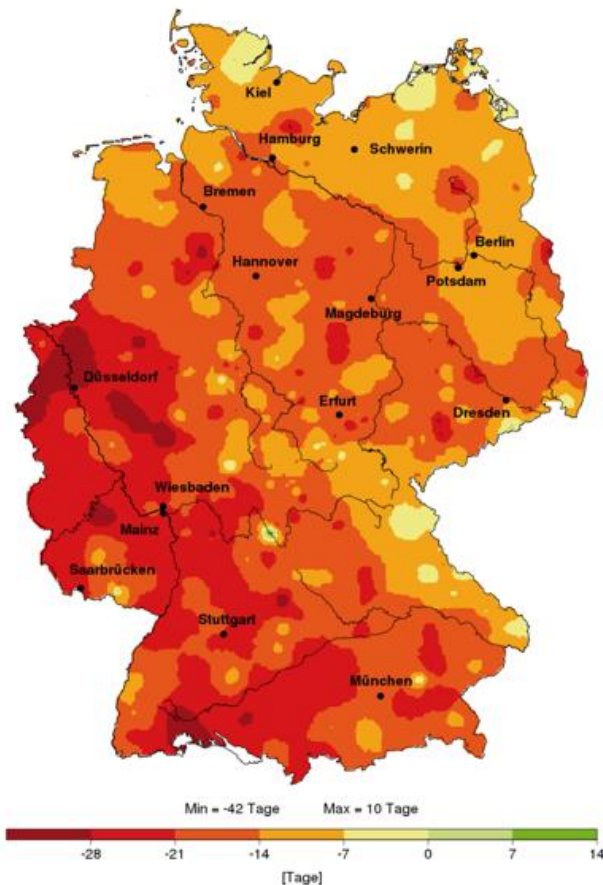


Abb. 4 Start der Apfelblüte 2017 im Vergleich zum langjährigen Mittel (Abweichung in Tagen)

Abb. 4: Die Apfelblüte begann regional im Westen und Südwesten bis zu 4 Wochen früher als im langjährigen Mittel.

Unterm Strich zeigte sich der **April** trocken mit durchschnittlicher Temperatur und Sonnenscheindauer. Im Detail aber war die Witterung für Natur und Landwirtschaft eine Herausforderung. Im ersten trockenen und warmen Monatsdrittel entwickelt sich die bereits verfrühte Vegetation schnell weiter. Die Apfelblüte beispielsweise startete rund 10 Tage früher als im Mittel der Jahre seit 1992. Anstehende Feldarbeiten konnten meist problemlos ausgeführt werden – vielerorts wurden Kartoffeln gelegt und Zuckerrüben gedreht. Spannend wurde es dann ab dem zweiten Monatsdrittel, als einfließende Kaltluft zu mehreren Nachtfrost führte. Zum einen verlangsamte sich die phänologische Entwicklung – die Apfelblüte büßte wieder einige Tage des Vorsprungs ein und auch das Wachstum anderer Pflanzen kam ins Stocken. Das große Problem aber war, dass durch das schlechte Timing der frostigen Witterung die bis dahin teils schon weit entwickelten landwirtschaftlichen Kulturen, wie auch Obst und Wein vielerorts stark durch die Spätfröste beschädigt wurden. Im Winterraps beispielsweise waren Knospen- und Blütenverluste zu verzeichnen und Obst wie Erdbeeren und Weinreben wurden erheblich geschä-

digt. Mancherorts konnte durch rechtzeitig eingeleitete Frostschutzmaßnahmen wie Beregnung und Abdeckung mit Folien Schlimmeres verhindert werden und der positive Aspekt der eisigen Temperaturen war, dass sich der Befall mit Pilzen und Schadinsekten stark in Grenzen hielt.

Wie schon in den Vorjahren endete auch in 2017 mit dem **Mai** ein zu trockener Frühling. Die Niederschläge waren in dem letzten Monat der Jahreszeit allerdings sehr unregelmäßig verteilt. Wohingegen der äußerste Süden Deutschlands mit ausreichenden Niederschlägen versorgt wurde, litten besonders der äußerste Westen und der Osten unter Trockenheit. Dies wirkte sich entsprechend auf die landwirtschaftlichen Arbeiten aus. Im Süden waren Silageschnitte zunächst nur schwer möglich und die Gefährdung durch Pilzkrankheiten erhöht. Im Westen dagegen konnte vielerorts problemlos die Heuwerbung erfolgen, dafür stieg die Waldbrandgefahr an. Zum sommerlich heißen Monatsende war die Waldbrandgefahr dann bundesweit erhöht und erreichte in Brandenburg vielerorts die höchste Gefahrenstufe. Auch wenn es zu Monatsbeginn vereinzelt noch einmal sehr frostig war,

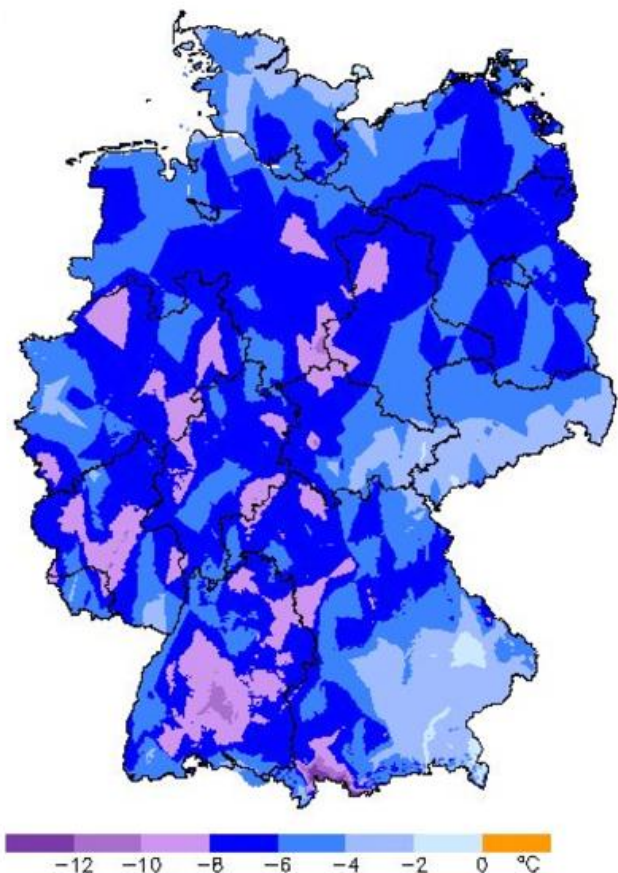


Abb. 5: Tiefsttemperaturen (°C) am Erdboden in der Nacht zum 20. April 2017

Abb. 5 zeigt die Tiefsttemperaturen am Erdboden, die in der Nacht zum 20. April 2017 flächendeckend im Frostbereich lagen und stellenweise im Süden und Südwesten sogar die -10 Grad Marke unterschritten.

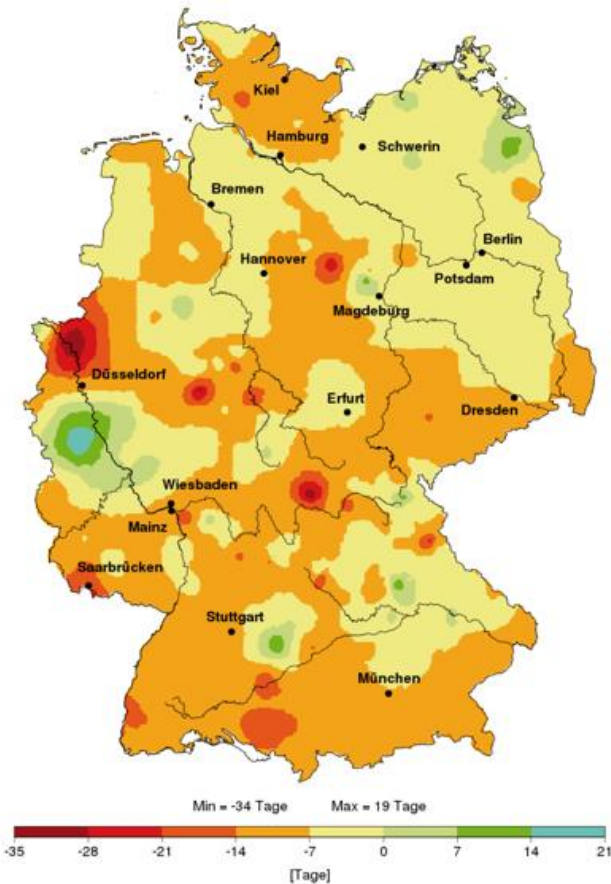


Abb. 6: Abweichung (Tage) des Beginns des Ährenschiebens beim Winterroggen 2017 vom langjährigen Mittel

konnte die spätere Erwärmung mit einzelnen Hitzerekorden der Natur zu einem Wachstumsschub verhelfen. Der Blühbeginn des schwarzen Holunders, der für den Start des phänologischen Frühlommers steht, setzte stellenweise im Südwesten schon in der ersten Monatshälfte ein, erfolgte aber verbreitet erst gegen Monatsende, so dass die Phase kurz vor Abschluss deutschlandweit in etwa im Mittel der Jahre seit 1992 lag.

Hochdruckeinfluss hielt im **Juni** Tiefdruckgebiete weitgehend fern. Mit Südwestwinden gelangte sehr warme und trockene, kurzzeitig auch mal feuchte Luft zu uns. Nur im Westen und Norden war es zeitweise kühler. Diesen außergewöhnlich warmen, sonnenscheinreichen Monat nutzte der Landwirt für den 1., teils bereits 2. Heuschnitt. Außerdem reifte die Wintergerste rasch ab, so dass sie verbreitet das Gelbreife-Stadium erreichte. Zum Monatsende erfolgte der offizielle Erntestart. Obwohl die Kulturen, sofern sie nicht beregnet wurden, während des Hochdrucks unter Trockenheit litten, entwickelten sie sich in der Regel im weiteren Verlauf gut. Zwischendurch entlud sich die Hitze durch heftige Gewitter, die von Starkregen und schweren Sturmböen begleitet wurden. Folglich traten örtlich ins Lager gehendes Getreide und Hagelschäden am Blattapparat von Kartoffeln, Zuckerrüben und Mais auf. Allmählich begann das Monitoring der Blattkrankheiten. Im Norden verursachte der Starkregen sogar Bodenerosion. Am Monatsende kam

schließlich Dauerregen, der die Trockenheit und extreme Waldbrandgefahr beendete. Mit blühender Sommerlinde ab Monatsmitte und reifer Johannisbeere am Monatsende ging es ca. 1 Woche früher als normal in den phänologischen Hochsommer.

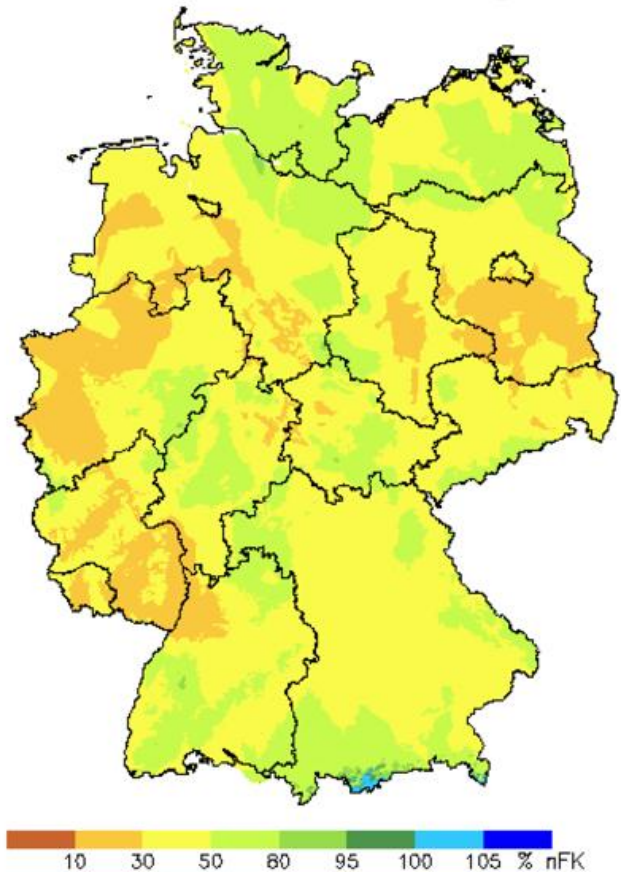


Abb. 7: Bodenfeuchte in 0-60 cm (% nFK) unter Winterweizen und lehmigem Sand am 31. Mai 2017

Abb. 7 zeigt die Bodenfeuchteverteilung zum Ende des Frühlings 2017. Im äußersten Süden und Norden lagen die Werte vielerorts zwischen 50 und 80 % nFK, in Teilen Ost- und Westdeutschlands hingegen bewegten sich die Bodenfeuchten zwischen nur 10 und 30 % nFK.

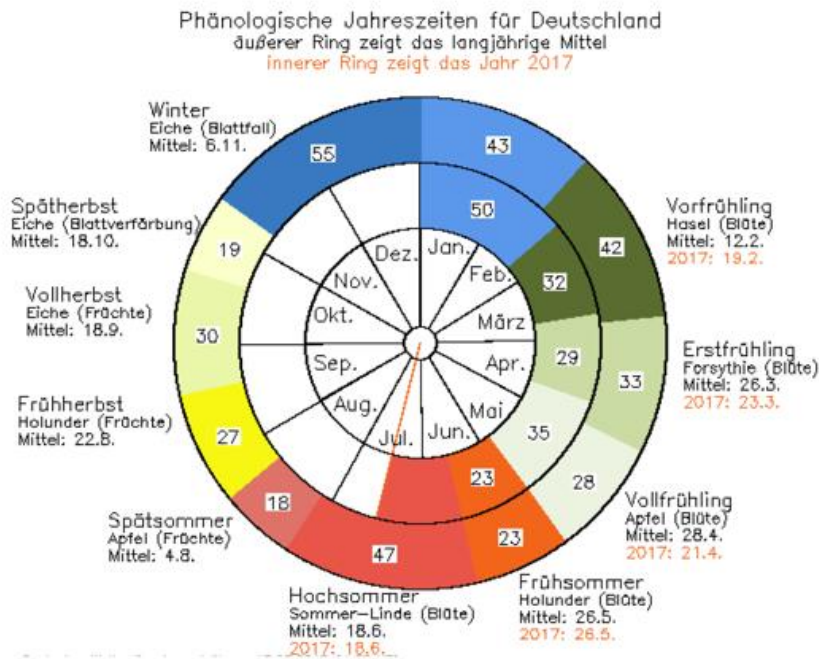


Abb. 8 zeigt die Zeitspannen der phänologischen Jahreszeiten 2017 im Vergleich zum langjährigen Mittel. Wohingegen der Erstfrühling mit der Forsythienblüte und der Vollfrühling mit der Apfelblüte 2017 noch einige Tage Verfrüfung aufwiesen, startete der Fröhsommer mit der Holunderblüte (zum Ende des meteorologischen Frühlings) gleichauf mit dem Mittelwert am 26. Mai.

Abb. 8: Zeitspannen phänologischer Jahreszeiten im Deutschlandmittel 2017 (innerer Kreis) im Vergleich zum langjährigen Mittel (äußerer Kreis) Stand: 17.07.2017

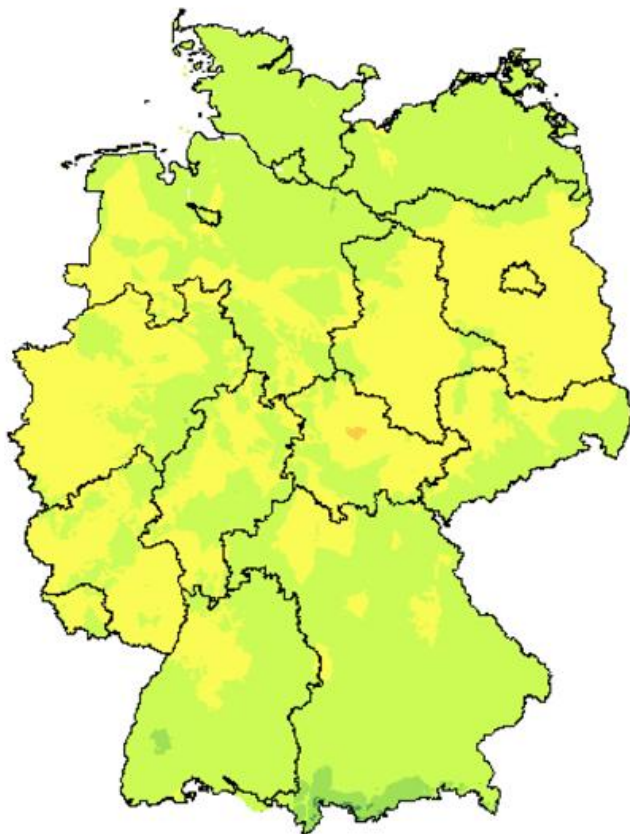


Abb. 9: Bodenfeuchte in 0-60 cm (% nFK) unter Gras und sandigem Lehm am 21. Juni 2017

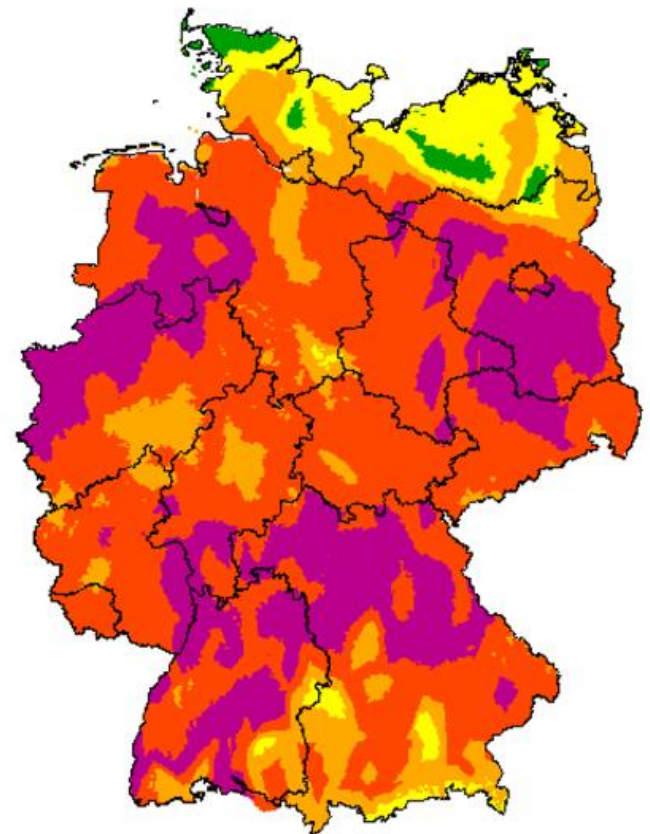


Abb. 10: Waldbrandgefahrenindex (von 1 = sehr geringe bis 5 = sehr hohe Gefahr) am 22. Juni 2017

Abb. 9 zeigt die niedrige Bodenfeuchte am 21. Juni, die vor allem in der Mitte Deutschlands verbreitet unter 50 % nFK lag.

Abb. 10 zeigt den Waldbrandgefahrenindex WBI am 22. Juni, der verbreitet die zweithöchste Stufe (4 = hohe Gefahr) und vielerorts die höchste Stufe (5 = sehr hohe Gefahr) erreichte.

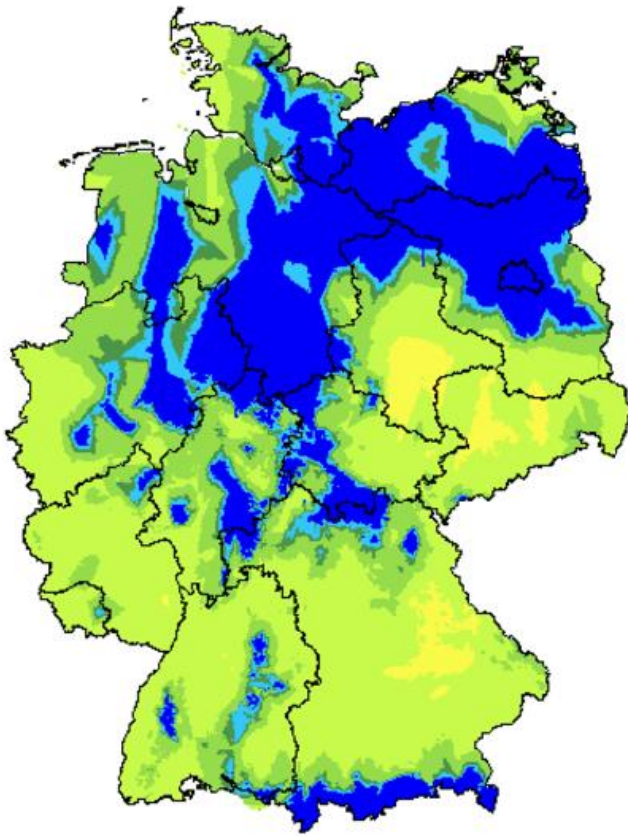


Abb. 11: Bodenfeuchte in 0-60 cm (% nFK) unter Gras und sandigem Lehm am 26. Juli 2017

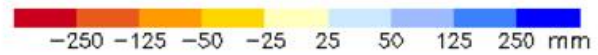
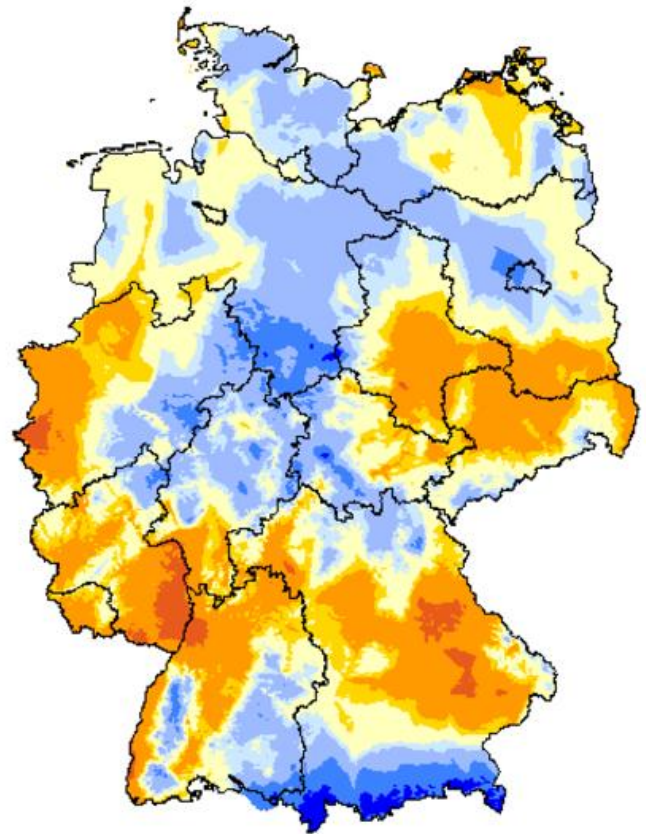


Abb. 12: Klimatische Wasserbilanz (Differenz von Niederschlag und Verdunstung in mm) im Sommer 2017

Abb. 11 zeigt die hohe Bodenfeuchte am 26. Juli, die vor allem im Norden Deutschlands verbreitet über 100 % nFK lag.

Abb. 12 zeigt die klimatische Wasserbilanz im Sommer (Juni bis August). Sie berechnet sich aus der Niederschlagssumme abzüglich der Summe der potentiellen Verdunstung über Gras. In der Nordhälfte Deutschlands und im äußersten Süden war diese vielerorts deutlich im positiven Bereich zwischen 50 und 125 mm. Im äußersten Westen, Südwesten, Osten und Südosten hingegen deutlich negativ mit Werten zwischen -50 und -125 mm.

Das **Juli**-Wetter im Zwiespalt: Der Süden und Westen wurden oft von sommerlichen Hochdruckphasen mit heftigem Gewitterende gespeist. Der Nordosten verblieb meist in mäßig warmer oder kühler Luft – dabei war der intensive Dauerregen im letzten Monatsdrittel ein brisantes Thema, der sich auch im Rest des Landes durchsetzen konnte. Nachdem die Ernte von Wintergerste verbreitet in der 1. Dekade endete, kam es aufgrund der häufigen Niederschläge im weiteren Monatsverlauf immer wieder zu Ernteverzögerungen bei der weiteren Getreideernte, entweder durch zu hohe Kornfeuchten oder schlechte Befahrbarkeit. Vielerorts gingen die Bestände bei Stark- oder Dauerregen und Windböen wieder ins Lager, sodass sich die Erntebedingungen zusätzlich verschlechterten. In der 2. Dekade setzte der Blühbeginn beim Mais ein und der Winterweizen wurde vermehrt gelbreif. Zum Monatsende hin startete die Ernte von Winterweizen und -raps.

Zuckerrüben, Kartoffeln und Mais entwickelten sich unter den Wetterbedingungen gut – der Infektionsdruck durch pilzliche Schaderreger war erhöht, hielt sich aber noch in Grenzen. Bei Getreide- und Kartoffelbeständen, welche durch Überschwemmungen mehrere Tage überflutet waren, war ein Totalausfall zu befürchten. Im **August** hielten die Temperaturunterschiede zwischen dem kühlen Norden und heißen Süden an – insgesamt fiel der Monat aber doch meist zu warm aus. Auch dieses Mal gab es regional viel Regen – insbesondere in Süddeutschland traten heftige Gewitter mit Sturmböen auf. Bei der Ernte von Winterweizen und Wintererbsen kam es aufgrund des unbeständigen Wetterablaufs weiter zu Unterbrechungen. In einigen Regionen gab es außerdem beim Winterweizen Probleme mit Pilzen und Auswuchs. Die Erträge und Qualitäten schwankten je nach Standort stark. Einzelne Bestände waren selbst zum Monatsende noch nicht

geerntet, da die Flächen nicht befahrbar waren. In den Kartoffelbeständen trat nun verbreitet die Krautfäule auf und auch in den Zuckerrübenbeständen kam es zu einer deutlichen Zunahme der Blattkrankheiten. In der letzten Monatsdekade, nur vereinzelt etwas früher, startete die Bestellung von Wintertraps, dessen Auflaufen am Monatsende beobachtet wurde. Die Möglichkeit für einen Heuschnitt bot sich nur selten. Der Mais wechselte vor allem nach Monatsmitte in das Milchreife-Stadium. Zum Monatsende hin wurden reife Holunderbeeren beobachtet, womit phänologisch der Sommer beendet war und der Frühherbst startete.

Nach heißem September 2016 folgte ein herbstlicher **September** 2017. Tiefdruckgebiete bestimmten mit kühler Luft das Wetter in den ersten zwei Dekaden – der erste Herbststurm „Sebastian“ sowie der erste Frost traten auf. Für Zwischenhochs mit Wärme und Sonne war wenig Platz. Zum Monatsende hin nahm zwar Hochdruckeinfluss zu, ein Altweibersommer blieb jedoch aus. Der zu kühle und trübe September mit meist leicht überdurchschnittlichen Niederschlägen erfreute sich keiner großen Beliebtheit bei den Landwirten. In der 1. Monatshälfte war der Wintertraps verbreitet, teils aber ungleichmäßig aufgelaufen. Einzig positiv: Der Zuflug des Rapserrdflöhs und Kohltriebrüsslers war gedämpft. Die Kartoffelernte setzte sich fort, zur Monatsmitte begann die Zuckerrübenkampagne. In der letzten Monatsdekade startete die Silomaisernt. Die durch den Herbststurm abgeknickten Maisbestände mussten jedoch vor der vollständigen Abreife geerntet werden. Nicht nur bei der Ernte gab es durch den vielen Regen Befahrbarkeitsprobleme, sondern auch bei der Saatbettbereitung und Bestellung der Wintergerste – zum Monatswechsel lief diese auf. Im Weinbau setzte die Weinlese sehr zeitig ein – lokal wurde sie recht zügig beendet, bevor noch mehr Regen die Fäulnis explodieren ließ. Mit dem Erreichen der Fruchtreife der Stieleiche begann ab der 2. Monatshälfte verbreitet der phänologische Vollherbst.

Im Süden dominierte meist Hochdruckeinfluss, den Norden überquerten Tiefdruckgebiete – teils mit Sturm- und Orkanböen durch „Xavier“. Besondere Wärme mit nochmals Sommertagen herrschte von der 2. bis zur 3. Dekade, bevor Herbststurm „Herwart“ eine Abkühlung brachte. Demnach fiel der meist sonnenscheinnormale **Oktober** nicht nur niederschlagsreich im Norden sowie äußersten Süden, sondern auch insgesamt zu mild aus. Die Feldarbeiten mussten örtlich wegen eingeschränkter Befahrbarkeit unterbrochen werden bzw. in manchen Regionen war sie nur an wenigen Oktobertagen möglich. Damit konnte gebietsweise die Aussaat von Wintergetreide nicht abgeschlossen werden. Noch stehende Maisbestände knickten bei den Stürmen vielfach ab, Bäume stürzten um. Wenn möglich, wurde die Ernte von Zuckerrüben, Kartoffeln und Silomais fortgeführt. Witterungsbedingt wurde im Wintertraps ein ansteigender Stängelfäule-Befall registriert. Während die Bedingungen

für Schnecken günstig waren, wurde in der Regel kein erhöhtes Aufkommen von Blattläusen oder Rapserrdflöhen festgestellt. Mit dem starken Laubfall der Rotbuche, Stieleiche und spätreifender Apfelbäume ging die Vegetationsperiode zu Ende, zum Monatswechsel startete damit oft der phänologische Winter. Vegetationsruhe kehrte jedoch noch nicht ein.

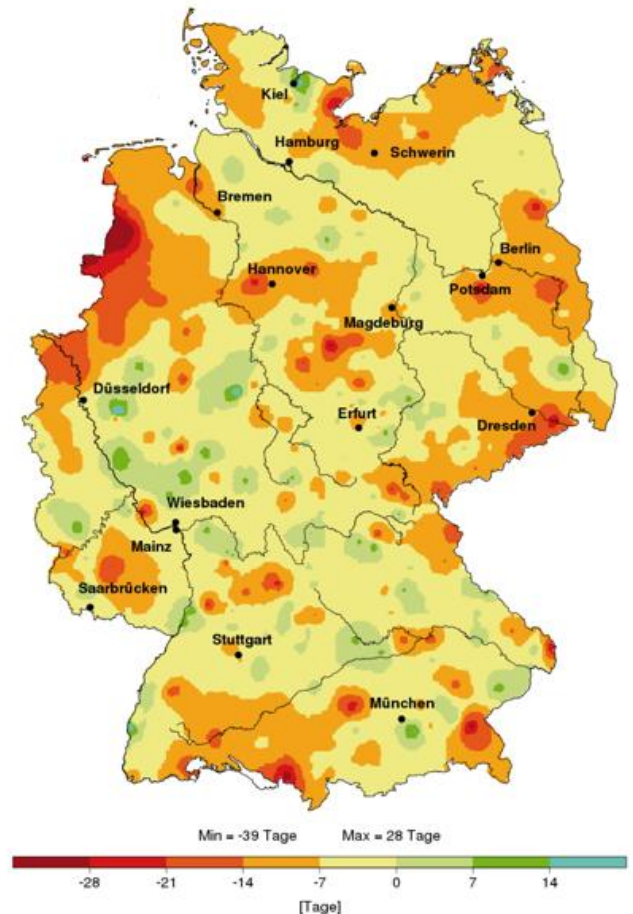


Abb. 13: Abweichung (Tage) des Beginns der Fruchtreife der Rosskastanie 2017 vom langjährigen Mittel

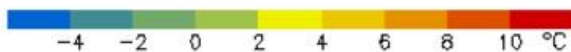
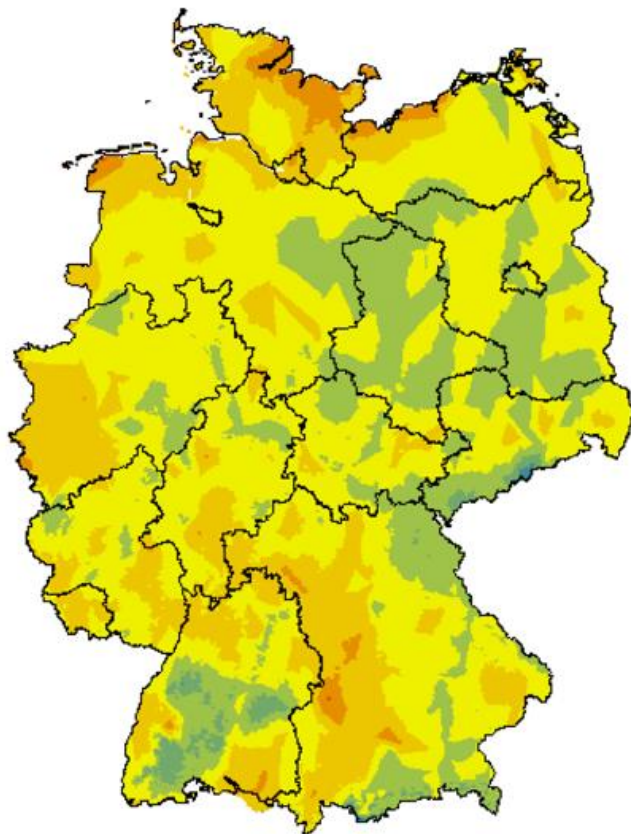


Abb. 14: Tiefstwerte der Lufttemperaturen am Erdboden (in °C) in der Nacht zum 18. September 2017

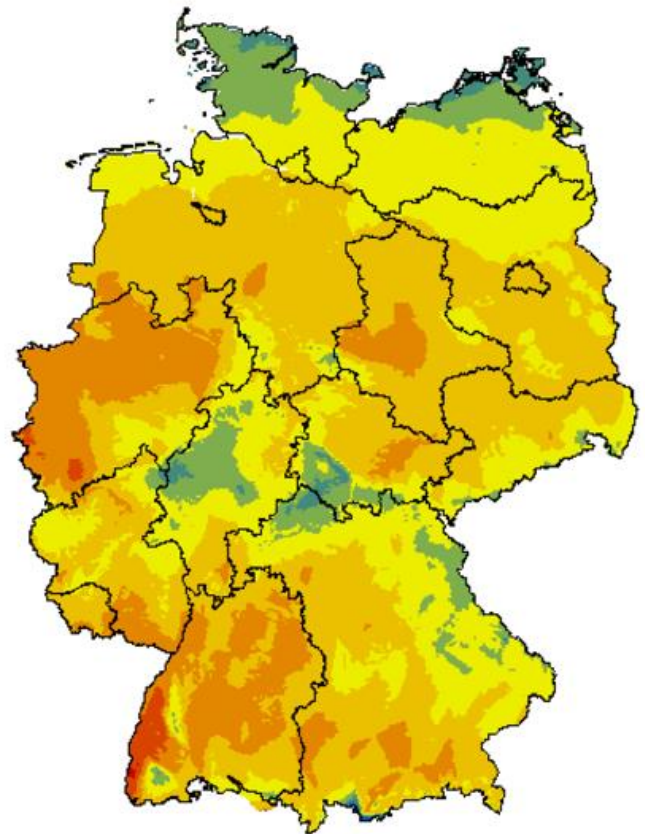


Abb.15: Höchstwerte der Lufttemperaturen (in °C) am 16. Oktober 2017

Abb. 14 zeigt die Tiefstwerte der Lufttemperaturen am Erdboden in der Nacht zum 18. September, die vereinzelt schon in den leichten Frostbereich fielen. Dies war vor allem in den Höhenlagen Baden-Württembergs und dem Erzgebirge der Fall.

In Abb. 15 sind die Höchstwerte der Lufttemperaturen am 16. Oktober 2017 dargestellt. Diese erreichten noch einmal verbreitet über 20 °C, im äußersten Südwesten Deutschlands wurden sogar über 26 °C erreicht.

Tiefdruckgebiete zogen über Deutschland hinweg, den Süden erreichten sie selten, wirkten sich dort aber mit milder Luft und stärkeren Niederschlägen intensiver aus. Nur ab und zu floss kältere Luft ein, mit erstem Schnee im Bergland. Im Süden gab es oft Hochdruckwetter, typisch mit Nebel und Hochnebel. In den weniger klaren Nächten trat gelegentlich leichter bis mäßiger, über Schnee vereinzelt auch strenger Frost auf. Der **November** war meist wieder niederschlagsreich und wie der Oktober eindeutig zu mild, dieses Mal aber sonnenscheinarm. Wenn die Möglichkeit bestand, was nicht immer und überall der Fall war, wurden die landwirtschaftlichen Arbeiten, wie die Zuckerrübenemte, das Ziehen der Winterfurche und die Aussaat von Winterweizen fortgesetzt bzw. endgültig abgeschlossen. Wegen der häufigen Regenfälle - besonders in der 2. Monatshälfte - konnten die Landwirte wiederholt kaum ihre Felder befahren. Nach mehreren Anläufen kamen zum kalten Novemberende die Wachstumsprozesse in der Natur letztendlich zum Erliegen, und die Vegetationsruhe kehrte ein. Der Monat bot für die Winterungen, auch für die spät gesäten, insgesamt gute Entwicklungsbedingungen ohne schädigende Einwirkungen. Massive Frostereignisse blieben auch aus.

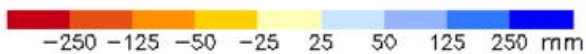
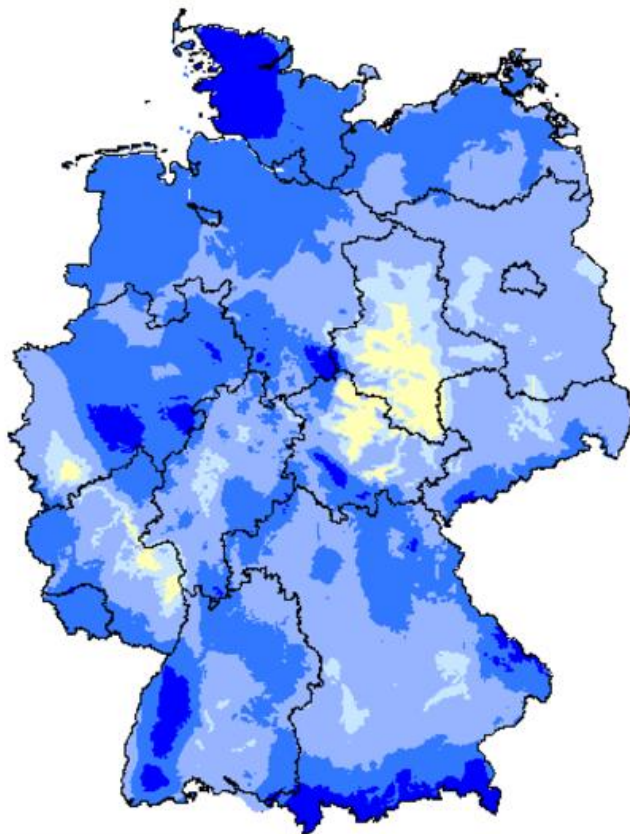


Abb.16: Klimatische Wasserbilanz (Differenz von Niederschlag und Verdunstung in mm) im Herbst 2017

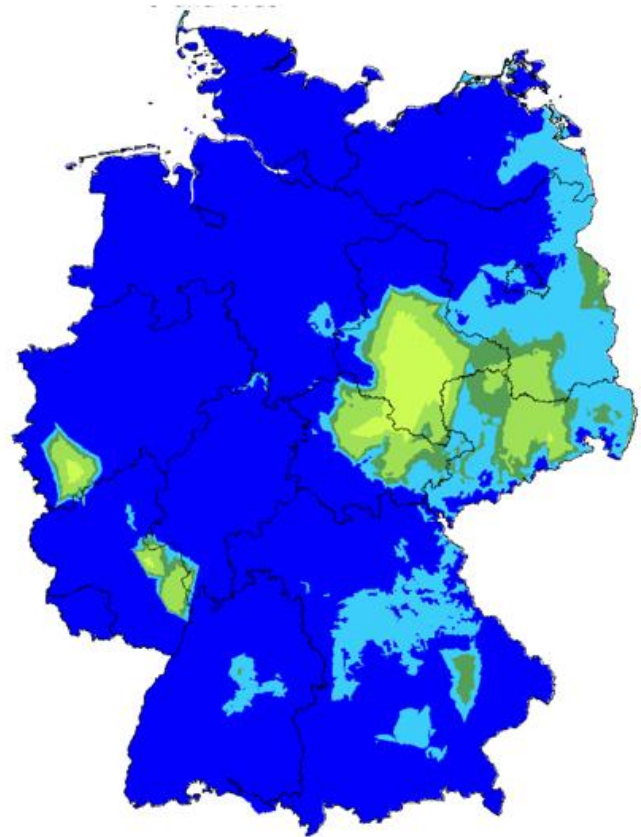


Abb.17: Hohe Bodenfeuchte am 14. Dezember 2017

Abb. 16 zeigt die klimatische Wasserbilanz (in mm) im Herbst 2017 (September bis November). Sie berechnet sich aus der Niederschlagssumme abzüglich der Summe der potentiellen Verdunstung über Gras. Als Resultat aus den ergiebigen Niederschlägen, war diese verbreitet positiv, vielerorts mit Werten zwischen 125 und 250 mm. Lediglich in Teilen von Sachsen-Anhalt und Thüringen, sowie punktuell in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen, schwankte die Bilanz zwischen nur -25 und 25 mm.

Abb. 17 zeigt die hohen Bodenfeuchten am 14. Dezember. Bis auf wenige Ausnahmen, insbesondere Teile Ostdeutschlands, lagen die Bodenfeuchten bei über 100 % nutzbarer Feldkapazität (nFK). Die Werte gelten für einen sandigen Lehm unter Gras in 0-60 cm Tiefe.

Die überwiegend westliche Wetterlage, die im November herrschte, dauerte auch im Dezember an. Sie brachte meist nasskaltes und wolkenreiches Wetter mit vielen Niederschlägen. Diese fielen im Flachland nur gelegentlich, im Bergland überwiegend als Schnee. Damit bildete sich in der Adventszeit – insbesondere an den Adventswochenenden – gebietsweise eine geschlossene Schneedecke aus. Die Winterungen konnten während der zeitweise kälteren Phasen mit Nachtfrösten abgehärtet werden und vorübergehend konnte der Frost wenige Zentimeter in die Böden eindringen. Die Zwischenfruchtbestände waren jedoch noch nicht abgefroren. An Weihnachten kam deutlich mildere Luft heran, starkes Tauwetter setzte ein und vereinzelt blühten sogar die ersten Haselsträucher und Schneeglöckchen. Trotzdem herrschte im Großen und Ganzen Winterruhe vor. Feld-

arbeiten waren aufgrund der hohen Bodenfeuchte kaum möglich – erste Pfützen bildeten sich auf den Feldern. Aus diesem Grund konnten mancherorts nicht die letzten Zuckerrüben geerntet und abtransportiert werden. Nur im mitteldeutschen Trockengebiet sah die Situation anders aus, dort waren die Bodenwasservorräte auch bis zum Monatsende nicht gefüllt.

Bodenfeuchte und Mikroklima

Trotz einer längeren Frostperiode im Januar war der Winter 2016/17 insgesamt zu mild. Im Gegensatz zum Vorjahr und auch zum langjährigen Mittel war der Frühling 2017 sonniger, um einiges wärmer und deutlich zu trocken. Als markantes Ereignis bleiben die Kaltlufteinbrüche im April in Erinnerung, die zu vielen Frostschäden vor allem im Obst- und Weinbau führten. Die Monate Mai und Juni waren deutlich zu trocken und Dürre, Trockenheit und Waldbrandgefahr waren die bestimmenden Themen. Warm, nass und ausreichend sonnig zeigte sich der Sommer 2017, wobei die Wetterelemente zeitlich und räumlich sehr unregelmäßig verteilt waren. Der Sommer startete trocken und wurde vor allem im Juli richtig nass mit lokalen Überschwemmungen. Von August bis Oktober setzten sich die insgesamt feuchten Bedingungen weiter fort. Die Temperaturen lagen mit Ausnahme des Januars und Aprils im gesamten Jahr über den langjährigen Mittelwerten.

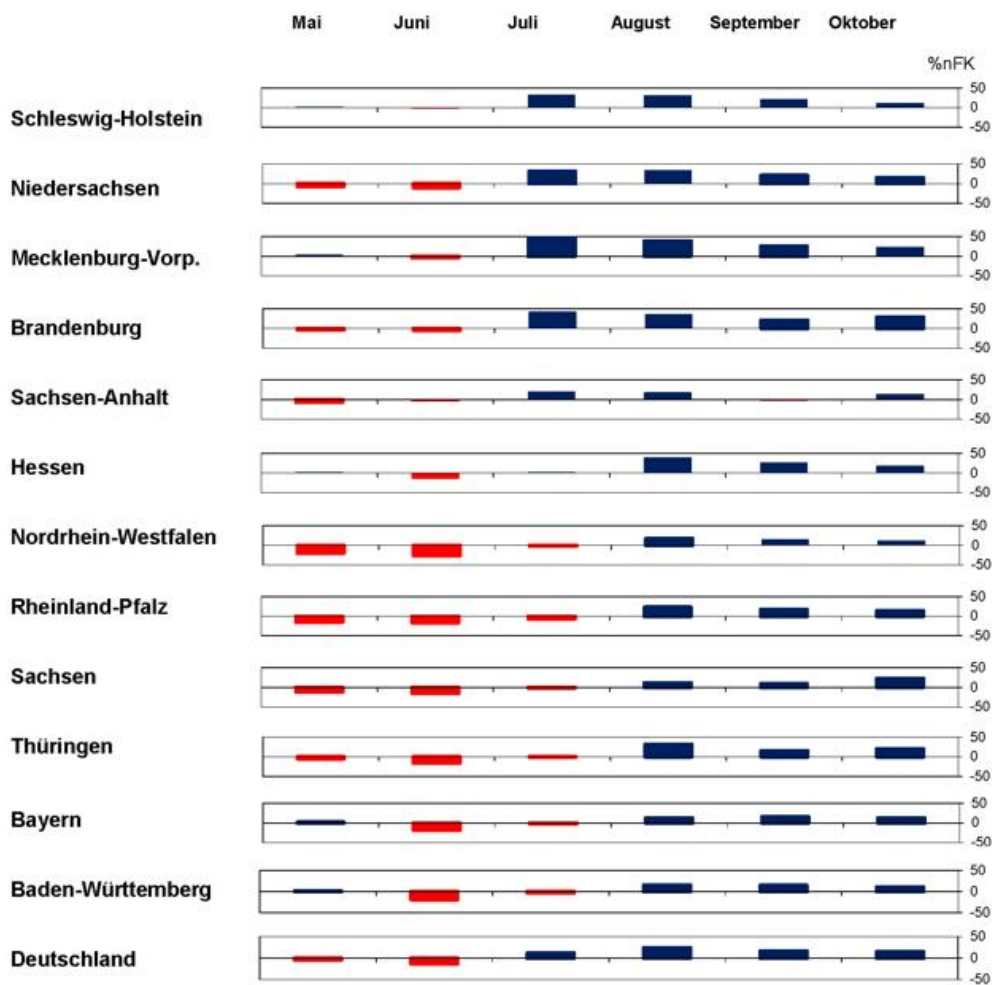


Abb. 18: Monatliche Abweichungen der Bodenfeuchte von Wintergetreide auf leichten Standorten in % nFK im Jahr 2017 vom langjährigen Mittelwert 1962-2006 (rot = zu trocken, blau = zu feucht)

Die Bodenfeuchtesituation während der Vegetationszeit 2017

Die Frühjahrsmonate starteten deutlich zu trocken in die neue Vegetationsperiode. Auch der erste Sommermonat hatte erhebliche Niederschlagsdefizite, was sich anschaulich in den negativen Abweichungen der Bodenfeuchte widerspiegelte. Der Juli wies in punkto extreme Niederschläge sowohl die eher kleinräumigen und intensiven Starkregen, als auch die extremen unwetterartigen Dauerregen in Mitteldeutschland auf. Im Juli gab es in den nördlichen Bundesländern starke positive Abweichungen der Bodenfeuchte. Von August bis Oktober blieben die Abweichungen der Bodenfeuchte im positiven Bereich.

Mikroklima 2017

Das Jahr 2017 gehört zu den acht wärmsten Jahren seit Beginn regelmäßiger Temperaturmessungen 1881. Mit 9,6 °C war das Jahr 2017 um 1,4 K wärmer als der Wert der international gültigen Referenzperiode 1961 bis 1990. Bezogen auf die spätere Vergleichsperiode 1981 bis 2010 betrug die Abweichung +0,7 K. Nur der Januar und der April haben leicht negative Abweichungen bei den Bodentemperaturen aufzuweisen, sonst waren die Abweichungen deutlich positiv.

Besondere Situation 2017

In einem Sonderbericht (ab S. 54) wird die „Limitierende Wettersituationen für die Landwirtschaft im Jahr 2017“ erörtert.

Wetterrückblick Weinjahr 2017

H. H. Schmitt

Später Frost und frühe Lese / Rückblick auf ein Jahr voller Wetterkapriolen

Kalendarisch ist das Jahr zwar noch nicht zu Ende, doch die Weinbauern ziehen schon eine erste Bilanz: Und die fällt zwiespältig aus. Denn auch in diesem Jahr hat sich wieder gezeigt, dass die Herausforderungen für die Winzer nicht geringer werden. Die Klimaerwärmung eröffnet Chancen, birgt aber auch viele Risiken. Und gerade von letzteren gab es in 2017 wieder eine ganze Menge.

Wir wollen unseren Rückblick auf das Weinjahr im Rheingau (Abb. 19) - der tendenziell auch für die meisten anderen deutschen Weinanbaugebiete gelten kann mit einer Grafik untermauern. Darin sind Temperaturverlauf und Verteilung der Regenmengen dargestellt, wie sie an der Wetterstation in Geisenheim/Rheingau gemessen wurden. Ergänzt wird die Grafik durch die phänologischen Daten aus dem Eltviller Sonnenberg, ein mit Riesling bestockter Weinberg, der dem Weinbauamt Eltville als Referenzweinberg dient und von dem Beobachtungsdaten seit 1955 vorliegen. In der Grafik werden die Werte des Jahres 2017 den vieljährigen Mittelwerten gegenüber gestellt.

Zum Jahresablauf: Das Jahr 2017 fing kalt an. Bei Tiefstwerten bis minus 10 Grad Celsius kam ein Hauch von Winter auf und die - wenigen verbliebenen - Klimawandel-Skeptiker bekamen kurzfristig Rückenwind. Sogar eine späte Eisweinlese wurde nochmals möglich. Doch schon bald kehrte sich das Bild um: Februar, März und auch die ersten Apriltage waren viel zu warm. Die Natur erwachte früh. Viel zu früh, wie sich bald zeigen sollte. Anfang April betrug der Vorsprung gegenüber einem „Durchschnittsjahr“ (von einem „Normaljahr“ kann man mittlerweile kaum mehr reden) 14 bis 16 Tage.

Als in den Nächten zum 20. und - etwas schwächer - zum 24. April Spätfröste auftraten, waren teilweise heftige Schäden die Folge. Schwerpunkt waren jene Lagen, die aufgrund ihrer geschützten, meist niedrigen Höhenlage besonders weit entwickelt, sprich besonders empfindlich und aufgrund ihrer geringen Hangneigung zugleich kaltluftgefährdet waren.

Ein Teil der Ertragserwartungen war damit schon zunichte gemacht, bevor das Weinjahr richtig begonnen hatte. Dabei war es gar nicht extrem kalt: So wurden in der Nacht zum 20. April an der Wetterstation Geisenheim minus 1,1, am 24. sogar „nur“ plus 0,2 °C gemessen. Für die schon weit entwickelten Rebenknospen war das aber vielfach schon zu viel, zumal die Temperaturen in 70 cm Höhe, dem Niveau, in dem sich die Fruchtruten der

Reben befinden, ohnehin deutlich niedriger lagen, als die in der offiziellen Messhöhe (2m) registrierten Werte. Dass die Böden aufgrund geringer Niederschläge schon relativ trocken waren, blieb da für die Winzer nur noch eine Randnotiz. Für die Agrarmeteorologen war die Trockenheit aber ein weiterer Grund für die Frostschäden: Ein trockener Boden leitet die Wärme schlechter als ein feuchter, so dass die „Bodenheizung“ im Frühjahr weitgehend ausfiel.

Nach den Frösten herrschte erst einmal Schockstarre bei den Winzern und auch bei den Weinreben. Bei deutlich unterdurchschnittlichen Temperaturen, die bis Mitte Mai anhielten, kam die Rebentwicklung in den frostgeschädigten Anlagen kaum, in den übrigen nur schleppend voran. In der Folge spreizte sich die phänologische Entwicklung innerhalb von knapp drei Wochen weit auf: In manchen Lagen, ja sogar innerhalb einzelner Weinberge gab es große Unterschiede zwischen den Entwicklungsstadien. Zwar trieben in den frostgeschädigten Lagen nach und nach die Reserveknospen (der Winzer spricht von „Bei-Augen“) aus - doch war das kaum mehr als Kosmetik fürs Auge. Für die Erträge waren die Bei-Augen kaum relevant, und selbst wenn sich noch eine Blüte entwickelte, wurden die Trauben aufgrund der mehrwöchigen Zeitverzögerung meist nicht mehr reif.

Ab Mitte Mai wurde es wieder sommerlich, die Rebentwicklung in den vom Spätfrösten verschonten Anlagen nahm zügig Fahrt auf. Anfang Juni setzte die Blüte ein - rund 10 Tage früher als im Durchschnitt. Sie nahm einen raschen Verlauf, die Befruchtung der kleinen Blüten erfolgte zu nahezu 100 Prozent (Verrieselungen, d.h. Nichtbefruchtung wurden kaum beobachtet). Dabei ist gerade diese Verrieselung - in Maßen - ein Qualitätskriterium, insbesondere bei der Königsrebsorte „Riesling“ - Nomen est Omen.

Mitte Juni wurde im Wetterfax für den Weinbau, das die Abteilung Agrarmeteorologie gemeinsam mit der Hochschule Geisenheim und dem Weinbauamt Eltville herausgibt, daher schon davor gewarnt, dass wegen der Vielzahl der befruchteten Beeren „zum Herbst hin kompakte Trauben weit verbreitet sein werden und Quetschprobleme, Fäulnis und Qualitätseinbußen ... vorprogrammiert sind“.

Wegen der in der Folge sehr schnellen Rebentwicklung konnten die (Gegen-)Maßnahmen zur Auflockerung der Traubenstruktur wie Entblätterung der Traubenzone

(Stress für die Reben, die dann einen Teil ihrer Früchte abstoßen) oder der Einsatz von Bioregulatoren (Wachstumshormone, die das Gleiche auf chemischer Basis bezwecken) kaum einmal umgesetzt werden. Auch für das zu einem späteren Zeitpunkt empfohlene Traubenteilen (hierbei werden die noch wenig entwickelten Trauben in der Mitte durchgeschnitten und die Resttraube kann sich nochmals „strecken“) konnten sich nicht viele Winzer erwärmen. Zu groß ist noch immer die Sorge, dass dann bei einem evtl. Hagelschlag keine „Reservetrauben“ mehr verfügbar sind.

Schon zum Monatswechsel Juli/August wurde bei den ersten Standorten der Reifebeginn beobachtet - wie schon die Blüte mit einem zeitlichen Vorsprung von 10 Tagen. Dann ereignete sich in der Nacht zum 1. August ein verheerendes Unwetter: Mit Hagel und Sturmböen zog ein Gewitter über den Rheingau. Neben Windbruch waren genau die oben schon angesprochenen Traubenschäden durch den Hagel das größte Problem - eine Eintrittspforte für die Botrytis (Grauschimmel) war geöffnet. Weil aber in den Folgetagen weitere kräftige Regengüsse über dem Rheingau niedergingen (von Anfang August bis Mitte September fielen örtlich bis zu 150 Liter Regen), trockneten die geschädigten Beeren nicht ein, sondern die Fäulnis wurde massiv vorangetrieben. Neben den Hagelschäden waren es vielfach einzelne Beeren, die zu dicht gepackt waren und sich gegenseitig zerdrückten und zu faulen begannen. Zu allem Übel kam noch Wespenfraß hinzu - in Jahren mit früher Traubenreife (der Klimawandel lässt grüßen!) stellen die süßer werdenden Trauben

für die dann noch hoch aktiven Wespen eine besondere Leckerei dar. Die angefressenen Trauben faulen natürlich auch gerne weiter.

Die Folgen stellten die Winzer vor schwierige Entscheidungen: Die frühe Fäulnis erzwang entweder eine frühe Lese, um nicht noch weitere Ertragsverluste zu riskieren. Dass diese Trauben dann keine Spitzenweine bringen würden, war klar. Denn nur Trauben, die lange reifen, können auch hochwertige Qualitäten bringen. Zwischen Blüte und Lese (Ernte) sollten mindestens 100 Tage Reifezeit liegen, damit neben Zucker (das ist in Zeiten der Klimaerwärmung nicht mehr das Problem) auch Aromastoffe produziert und in die Beeren eingelagert werden können. In Spitzenjahren liegt die Reifezeit bei 120 bis 130 Tagen.

Die andere Alternative - das „oder“ zum obigen „entweder“: Wer seine Trauben länger hängen lassen wollte, musste eine - zeitaufwändige - negative Selektion vornehmen und die faulen Trauben herausschneiden, dies zum Teil in mehrfacher Wiederholung. Im Ergebnis gab es dann qualitativ hochwertige Weine, allerdings lag die Menge deutlich unter den Erwartungen. Gerade aber für die Spitzenweingüter, die im nationalen wie internationalen Wettbewerb stehen, war das aber unerlässlich, eben solche Spitzenweine anbieten zu können. Hier lautet die Devise: Klasse statt Masse! Denn wer einmal in den meinungsmachenden Weinführern durchgefallen ist, braucht Jahre, um sich von diesem „Imageschaden“ zu erholen. Dann doch lieber weniger Menge, aber höhere Qualität.

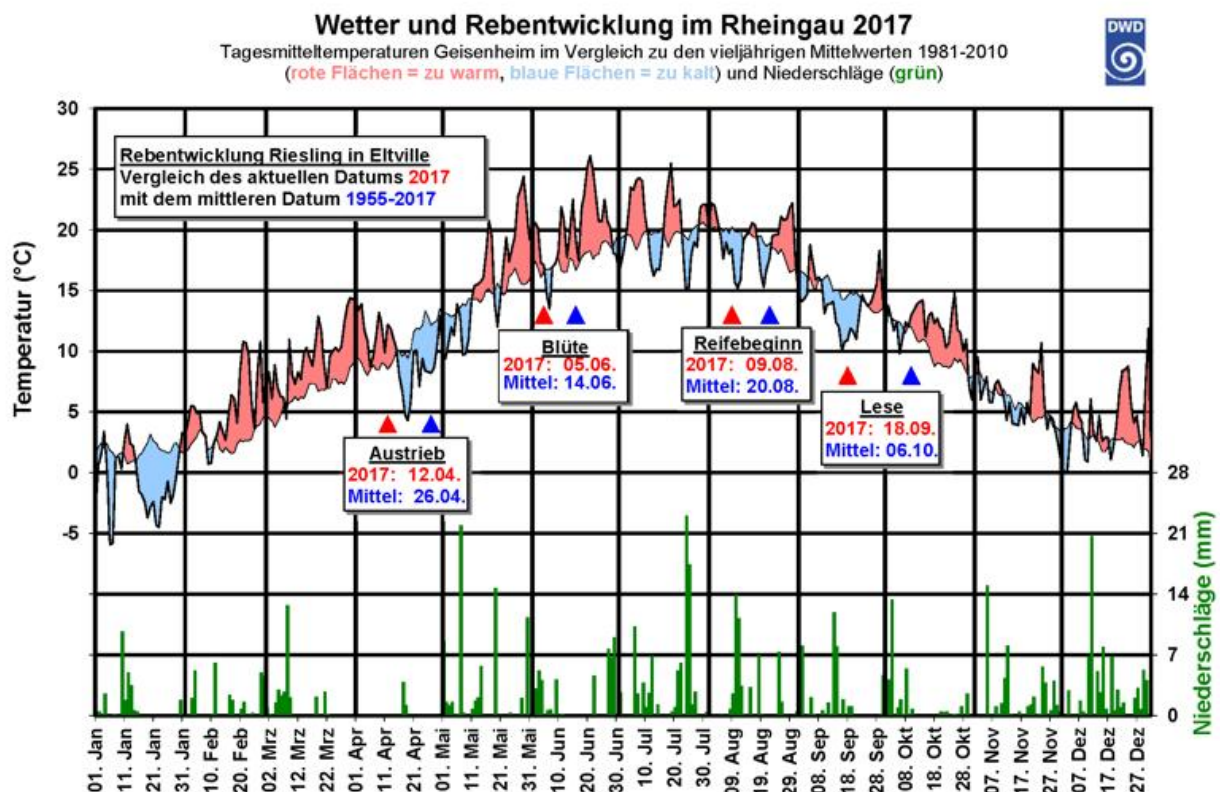


Abb. 19: Wetter und Rebentwicklung im Rheingau 2017

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 2017 dargestellt.

Insbesondere in der oberen Troposphäre sind die Strömungsmuster der beiden Stationen nahezu identisch. Im Januar waren für beide Stationen Nordlagen wetterbestimmend, was sowohl durch die mittlere Luftversetzung über Schleswig und Stuttgart als auch durch die Meridional Komponentendarstellung verdeutlicht wird. Im Februar dagegen dominierten Westlagen, was wiederum die Zonal darstellung sehr gut zeigt, wobei in den unteren Troposphärenschichten noch eine Südkomponente wirksam war. Im März und April herrschte in der Troposphäre eine Nordwestströmung vor, die über Stuttgart auch im Mai erhalten blieb, während über Schleswig die Strömung auf West drehte. Für die Monate Juni und Juli ergab sich im Mittel über beiden Stationen eine Luftversetzung aus Westen. Das Wettergeschehen im August wurde von Südwestlagen bestimmt, was insbesondere dem Süden Deutschlands einen sehr warmen August bescherte. Der Einfluss der Südwestlagen blieb über Schleswig, wie die Darstellung der mittleren Luftversetzung zeigt, auch im September erhalten, während über Stuttgart die Strömung auf West wechselte. In den Monaten Oktober, November und Dezember setzte sich wieder über ganz Deutschland die Westdrift durch, wobei die Anströmrichtung in den höheren Troposphärenschichten auf Nordwest drehte.

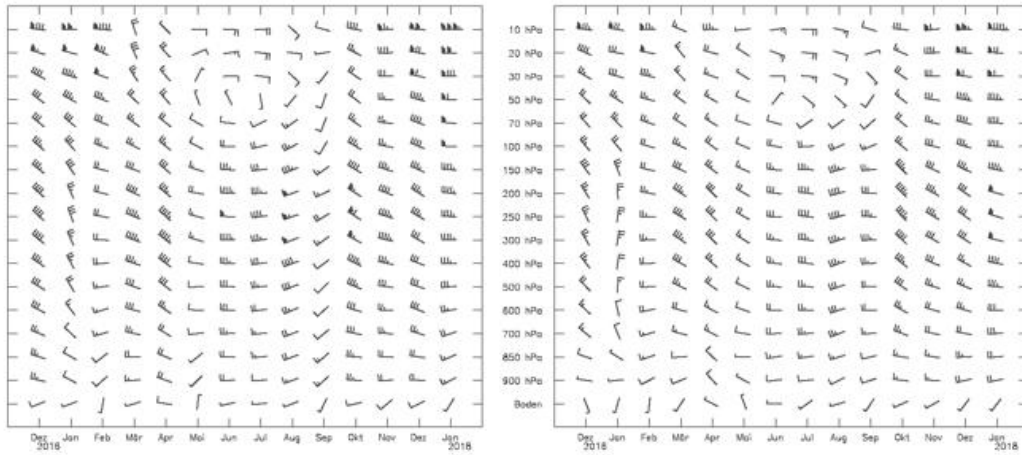
In der Stratosphäre dominierte von Januar bis April eine Nordwestströmung, die kalte Luftmassen heranzuführte. Die sommerliche Ostwindzirkulation setzte 2017 erst relativ spät ein und blieb über Schleswig von Mai bis August und über Stuttgart von Juni bis August beständig. Im September drehte die Stratosphärenströmung wieder auf Nordwest bis West. Wie die Darstellung der mittleren Luftversetzung zeigt, blieb diese Strömung bis zum Jahresende stabil.

Jährlicher Gang des Höhenwindes nach monatlichen Mittelwerten

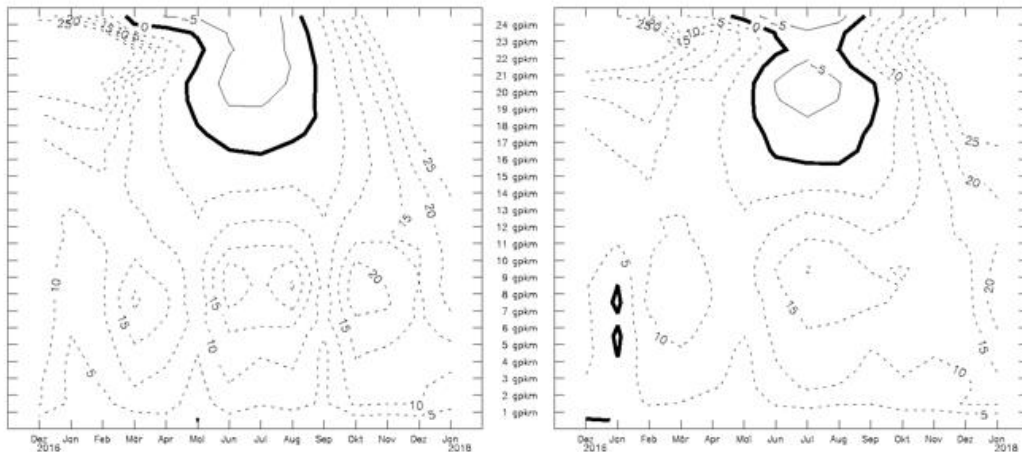
Schleswig

00 und 12 Uhr UTC
Mittlere Luftversetzung

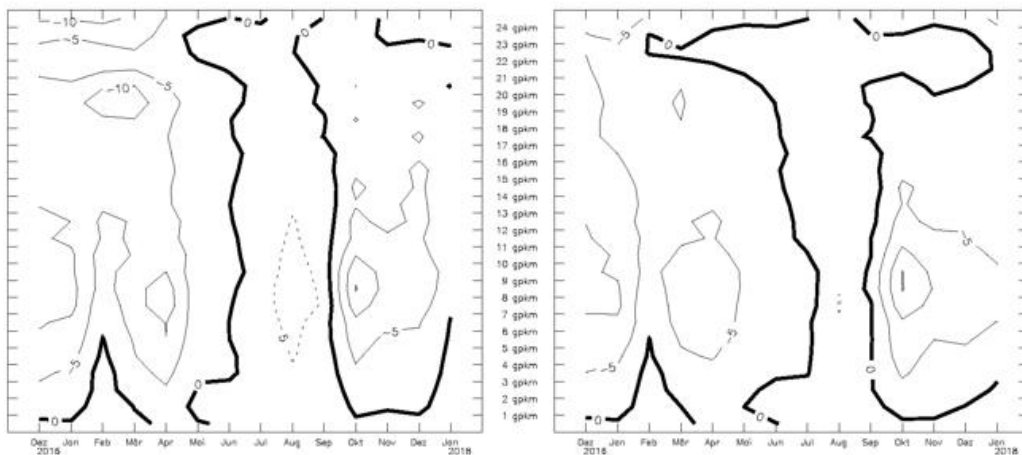
Stuttgart



Zonalkomponenten



Meridionalen Komponenten



Bei den Zonalkomponenten bedeuten positive Werte (gestrichelte Linien) Westkomponenten und negative Werte (durchgezogene Linien) Ostkomponenten. Bei den Meridionalen Komponenten bedeuten positive Werte (gestrichelte Linien) Südkomponenten und negative Werte (durchgezogene Linien) Nordkomponenten. Angaben der Zonal- und Meridionalen Komponenten in m/s; Angabe der Luftversetzung in Knoten. Ein ganzer Fiederstrich entspricht 5 Knoten (1 kn=0,514 m/s).

Abb. 1: Jährlicher Gang des Höhenwindes, Schleswig und Stuttgart 2017

Station	Druckfläche (hPa)	Beginn (Tag)	Ende (Tag)	Dauer (Tage)
SCHLESWIG (WEWA)	20	124*	241*	118*
GREIFSWALD (WEWA)	20	127*	239*	1113*
BERGEN (BW)	20	124*	237*	114*
LINDENBERG (OBS)	20	136	240*	105*
ESSEN-BREDENEY (AWST)	20	136*	236*	101*
MEININGEN (WEWA)	20	138*	240*	103*
IDAR-OBERSTEIN (BW)	20	147	239*	93*
STUTT GART(SCHNARRENBURG AWST)	20	147*	241*	95*
	50	165*	239*	75*
KÜMMERSBRUCK (BW)	20	148	247	100
OBERSCHLEISSHEIM	20	139*	243*	105*
	50	181	244	64

Tab. 1: Beginn und Ende der sommerlichen Ostwindzirkulation in der Stratosphäre an 10 Radiosondenstationen für das Jahr 2017 (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 1993 bis 2017.

Die stratosphärische Ostwindzirkulation setzte in 20 hPa über den norddeutschen Stationen Anfang Mai, an den anderen Stationen in der zweiten Maihälfte ein. Die sommerliche Stratosphärenzirkulation blieb an allen Stationen bis Ende August/Anfang September beständig.

In 30 hPa wurde die Ostwindzirkulation über Stuttgart, wie Abb. 2 zeigt, von Anfang Juni bis Ende August registriert. Damit war die Ostwindperiode 2017 ähnlich kurz wie 2016 und deutlich kürzer als 2014 und 2015.

In 50 hPa bildete sich eine östliche Stratosphärenströmung nur an den Stationen Stuttgart und Oberschleißheim aus. Sie setzte über Stuttgart Mitte und über Oberschleißheim erst Ende Juni ein. Damit war die Ostwindperiode in 50 hPa über diesen beiden Stationen mit 74 und 64 Tagen sehr kurz.

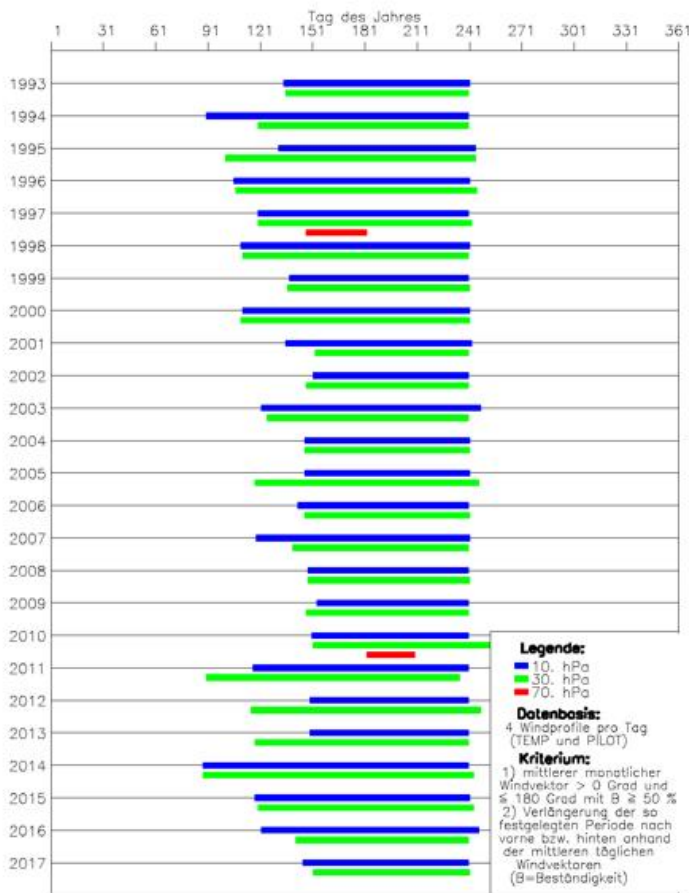


Abb. 2: Beginn und Ende der sommerlichen Ostwindzirkulation in der Stratosphäre, Stuttgart 1993-2017

Lufttemperatur

Monatsmittelwerte der Lufttemperatur

Abb. 3 zeigt die Abweichungen der mittleren Lufttemperatur bis 2017 gegenüber dem Referenzzeitraum 1961-1990 im Mittel über 7 Radiosondenstationen in 500 hPa und in 50 hPa seit 1977. Betrachtet werden die vier Jahreszeiten.

Das Diagramm für den Frühling zeigt in der mittleren Troposphäre 2017 eine deutlich positive Temperaturabweichung gegenüber dem Referenzzeitraum. Der Sommer 2017 war im Mittel etwas wärmer als der Sommer 2016, was auch die 500-hPa-Kurve widerspiegelt. Im Herbst waren überwiegend Nordwestlagen wetterwirksam, die in der mittleren Troposphäre Kaltluft heranführten. So zeigt das Herbstdiagramm weiterhin eine abfallende 500-hPa-Kurve, die 2017 sogar die Null-Linie unterschritten hat. Im Winter wurde dann aber wieder ein leichter Temperaturanstieg verzeichnet. Die Stratosphäre blieb in allen Jahreszeiten zu kühl, allerdings zeigt das Herbstdiagramm einen leichten Temperaturanstieg gegenüber 2016.

Als Ergänzung zu diesen Betrachtungen zeigt Abb. 4 den Gang des vertikalen Temperaturgradienten 2017 für die Stationen Schleswig und Stuttgart. Gut zu erkennen ist die Drängungszone der Linien mit gleichem Temperaturgradienten im Bereich der Tropopause, während in der sich anschließenden Stratosphäre Isothermie herrschte. Der Temperaturgradient in der Troposphäre zeigt an beiden Stationen keine Auffälligkeiten.

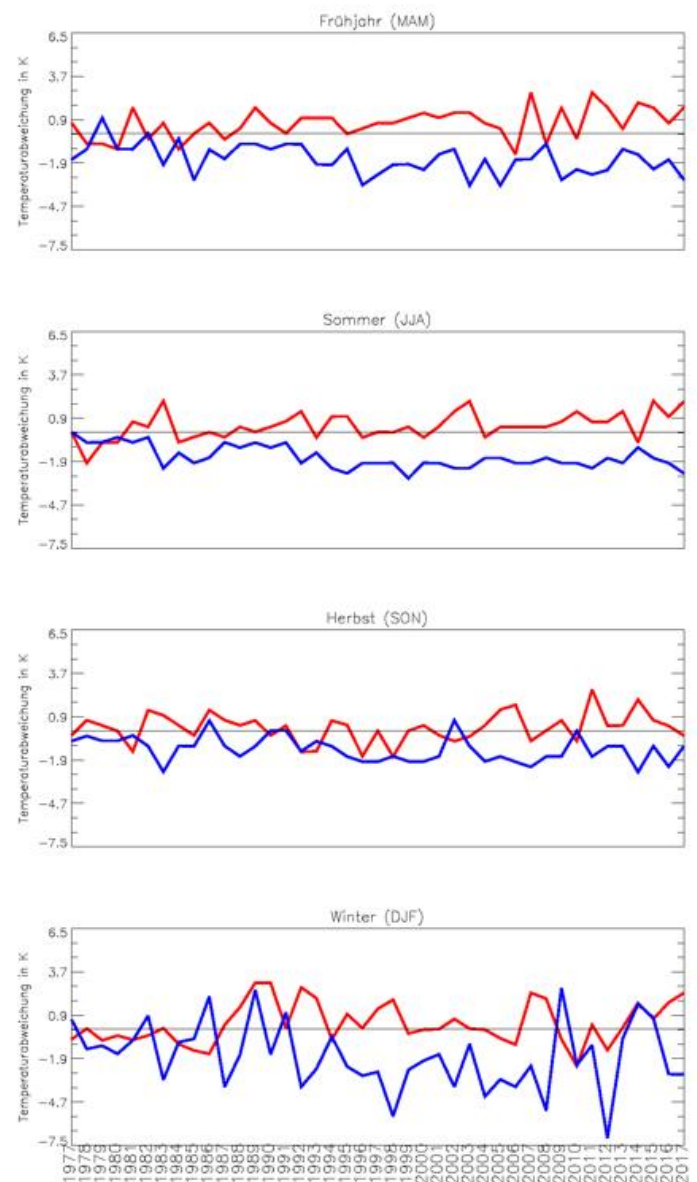
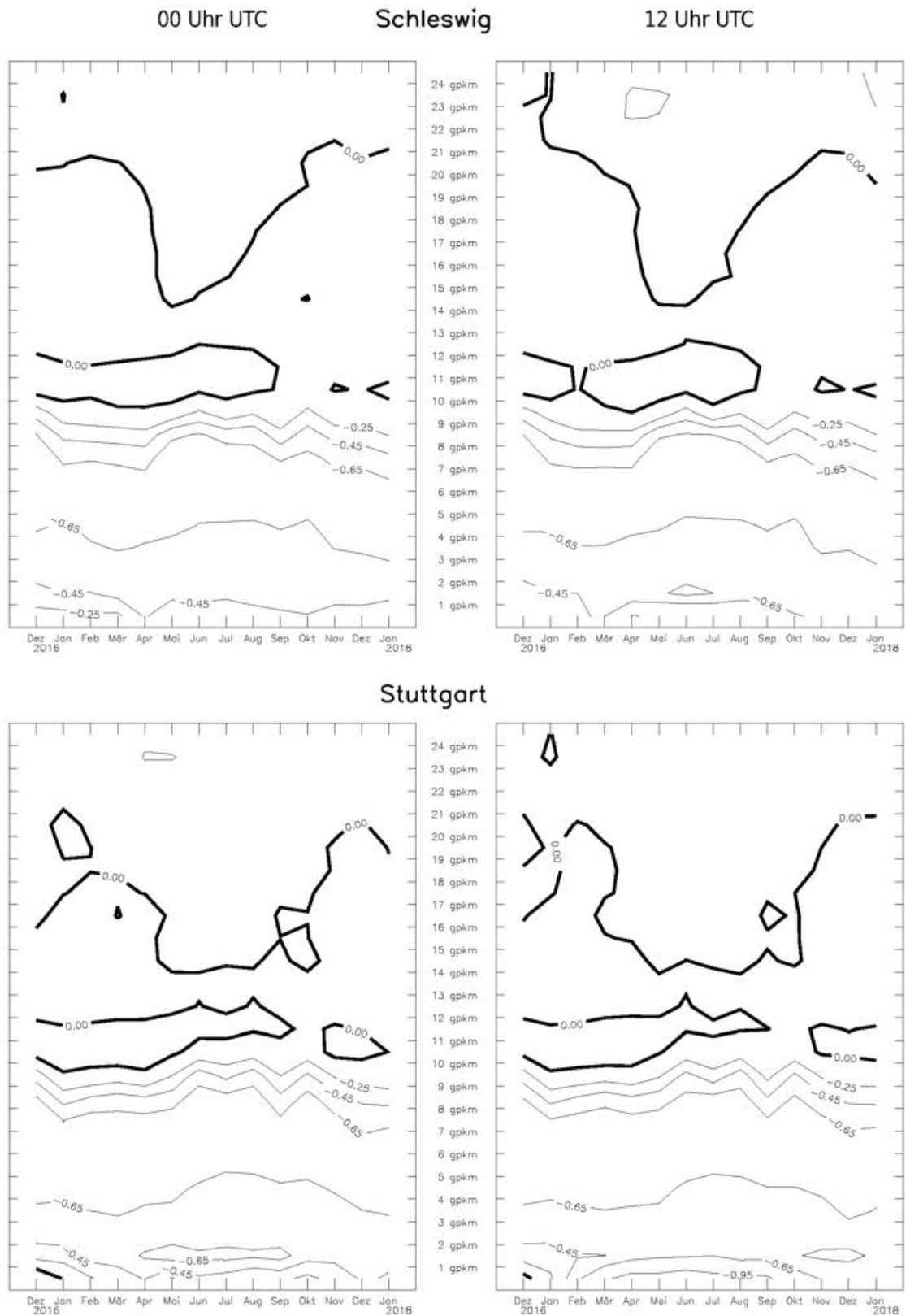


Abb. 3: Abweichungen der mittleren Lufttemperatur 2017 vom Referenzzeitraum 1961-1990 für die Jahreszeiten in 500 hPa (rot) und 50 hPa (blau) (Mittelwerte über 7 Stationen)

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 2017

Temperaturminima in der Stratosphäre

Im Jahr 2017 erreichte das stratosphärische Temperaturminimum an fast allen Stationen Ende Januar und an Weihnachten Werte von -80 °C und darunter. Die Ausnahme bildete Oberschleißheim, wo ein Temperaturminimum von -80 °C in der Stratosphäre nicht erreicht wurde. Über Schleswig und Greifswald blieb die Stratosphäre bis Anfang Februar sehr kalt. Am Observatorium Lindenberg wurde nochmals eine stratosphärische Abkühlung auf -80 °C am 20. Februar registriert. In einer Höhe zwischen 25 und 27 km wurden extreme Werte über dem Norden Deutschlands gemessen (Schleswig (-88 °C), Greifswald (-86 °C), Bergen (-86 °C)). Tab. 2 zeigt eine Zusammenfassung der stratosphärischen Temperaturminima des Winters 2017.

Station	Monat	Tag	Termin	Temperatur (C°)	Geopotential (gpm)
SCHLESWIG	Jan	26	0	-84	24321
	Jan	26	12	-86	25220
	Feb	1	0	-82	24990
	Feb	2	12	-82	25056
	Dez	25	0	-81	22785
	Dez	24	12	-88	26222
GREIFSWALD	Jan	28	0	-82	24638
	Jan	26	12	-84	24715
	Feb	1	0	-81	25031
	Feb	2	12	-80	25268
	Dez	13	0	-82	23997
	Dez	24	12	-86	25981
BERGEN	Jan	27	0	-85	25691
	Jan	26	12	-86	26210
	Dez	24	0	-83	26301
	Dez	24	12	-85	25109
LINDENBERG	Jan	28	0	-81	24691
	Jan	26	12	-82	24618
	Feb	20	12	-80	23273
	Dez	24	0	-82	27376
	Dez	24	12	-83	29363
ESSEN-BREDENEY	Jan	26	0	-81	24672
	Jan	27	12	-81	25790
	Dez	26	0	-81	26056
MEININGEN	Dez	25	12	-80	24019
	Jan	28	0	-80	24726
	Jan	26	12	-82	25370
	Dez	26	0	-80	25964
IDAR-OBERSTEIN	Dez	25	12	-81	25266
	Jan	27	0	-80	25572
	Jan	26	12	-83	25908
	Dez	24	0	-80	27280
STUTT GART (SCHNARRENBURG)	Dez	24	12	-82	27045
	Jan	27	0	-80	26171
	Jan	26	12	-80	25460
	Dez	25	12	-80	26041
KÜMMERSBRUCK	Jan	26	12	-81	25768
	Dez	26	0	-80	26195
	Dez	24	12	-81	28250

Tab. 2: Extreme Temperaturminima in der Stratosphäre nach Radiosondenmessungen 2017

Ozon in der Stratosphäre

W. Steinbrecht, U. Köhler

Eine nachhaltige Erholung der Ozonschicht lässt auch 2017 noch auf sich warten. Mit 312,9 D.U. lag das Gesamt ozon-Jahresmittel auch 2017, wie schon in drei der letzten acht Jahre, deutlich unter dem Durchschnitt. Neben den nach wie vor hohen Konzentrationen ozonzerstörender Stoffe in der Stratosphäre (Chlor und Brom, nur 10 bis 15% Rückgang seit dem Maximum Ende der 1990er Jahre) spielten drei natürliche Faktoren in diesem Jahr eine wichtige Rolle (siehe Abb. 1):

- Nach dem außergewöhnlichen Verhalten der quasi-zweijährigen Oszillation (QBO) in 2016 (siehe KSB 2016) verblieb die QBO auch im 1. Halbjahr 2017 erst einmal in der Westphase und sorgte so für niedriges Gesamt ozon (magenta Linie in Abb. 1). Da das Jahresmittel überwiegend durch diese niedrigen Werte dominiert wurde, fielen die normalen Werte im Herbst und frühen Winter (September, November, Dezember, siehe Abb. 2), nach dem Umschwenken der QBO auf die Ostphase, nicht mehr ins Gewicht.
- Auch die überwiegend positive Phase der Arktischen Oszillation (AO, blaue Linie in Abb. 1) mit entsprechender Zirkulation in der Nordhemisphäre sorgte für niedrige Gesamt ozonwerte in den mittleren Breiten und damit auch über dem Hohen Peißenberg.
- Der dritte Grund für das beobachtete Ozondefizit ist das gegenwärtige Minimum der solaren Aktivität im 11-jährigen Sonnenzyklus. Die schwächere Sonnenaktivität geht einher mit deutlich reduzierter kurzweiliger UV-Strahlung. Diese wiederum führt zu einer Verringerung der natürlichen Ozonproduktion im Rahmen des Chapman-Mechanismus in der tropischen Stratosphäre und damit gelangt über die Brewer-Dobson-Zirkulation auch weniger Ozon in die höheren Breiten und zum Hohenpeißenberg (orange Linie in Abb. 1).

Erfreulich für das Gesamt ozon im Jahr 2017 war die Tatsache, dass die stratosphärische Aerosolbelastung (z.B. durch Vulkanausbrüche) seit Jahren sehr gering ist (grüne Linie in Abb. 1) und dass darüber hinaus im Winter 2016/2017 über der Arktis kein außergewöhnlich stabiler und kalter Polarwirbel aufgetreten war. Ein ausgeprägter Polarwirbel würde derzeit zu deutlichem chemisch induzierten Ozonabbau führen, wie z.B. im Jahr 2011. Auch hoher Aerosolgehalt würde derzeit noch sicher zu niedrigen Gesamt ozonsäulen führen (wie z.B. 1993). Mit solchen negativen Einflüssen wären wohl in 2017 noch niedrigere Gesamt ozonwerte gemessen worden, die eventuell sogar die Minima aus den Jahren 1992/93 und 2011 unterschritten hätten.

Die Frage, warum bisher noch keine deutliche Erholung der weltweiten Gesamt ozonsäulen zu beobachten ist, wurde vor kurzem auch in einer viel beachteten Veröffentlichung von Ball et al. thematisiert (Evidence for a continuous decline in lower stratospheric ozone offsetting ozone layer recovery, Atmos. Chem. Phys., 18, 1379–1394, 2018). Quintessenz dieser Veröffentlichung ist, dass derzeit in der unteren Stratosphäre speziell in den Tropen/Subtropen aber auch in den Mittleren und Höheren Breiten, eher noch ein weiterer Rückgang des Ozongehalts zu beobachten sei. Dieser Rückgang werde durch Zunahmen des troposphärischen Ozons kompensiert und führe zu mehr oder weniger gleichbleibenden Gesamt ozonsäulen, nicht zu den eigentlich erwarteten Zunahmen. Die Hohenpeißenberger Ozonmessungen bestätigen diese Theorie aber derzeit nicht. Zum einen zeigen sowohl das Gesamt ozon als auch das Ozon in 20 km Höhe seit Ende der 1990er Jahre leicht zunehmende Trends, die mit der Erwartung aus dem langsamen Rückgang des Chlorgehalts zusammenpassen (siehe rote Trendlinie in Abb. 1, gestrichelte Trendlinie für 20 km Höhe in Abb. 3, magenta Kurve des invertierten Chlorgehalts in Abb. 3). Im Gegensatz zur Ball'schen Theorie ist am Hohenpeißenberg auch keine Zunahme des troposphärischen Ozons seit Ende der 1990er Jahre zu beobachten (gestrichelte Trendlinie für 5 km Höhe in Abb. 3). Die Messungen am Hohenpeißenberg können also die Ergebnisse der vielbeachteten Ball-Publikation zumindest derzeit nicht verifizieren.

Fazit: Auch im Jahr 2017 haben natürliche Einflussfaktoren wie QBO, Arktische Oszillation und solarer Zyklus dafür gesorgt, dass die Ozonschichtdicke fast im gesamten Zeitraum, bis auf drei Monate zum Jahresende, deutlich reduziert war. Auf Grund der immer noch hohen Konzentrationen der ozonzerstörenden Substanzen ist der Zustand der Ozonschicht weiterhin bedenklich. Dank des Montrealer Protokolls (vor 30 Jahren unterzeichnet) und dessen Nachfolgabkommen sind aber die Weichen für eine Besserung gestellt. Erste positive Anzeichen wie der langsam beginnende Rückgang des Chlors in der Stratosphäre (siehe Abb. 3) und das Ende der bis ca. 1995 beobachteten starken Abnahme der stratosphärischen Ozonwerte können zweifelsfrei konstatiert werden. Der Patient Ozonschicht liegt zwar immer noch auf der Intensivstation, sein Zustand hat sich jedoch stabilisiert und scheint nicht mehr lebensbedrohlich zu sein. Die erwartete Erholung wird sich aber über einen längeren Zeitraum von mehreren Jahrzehnten hinziehen. Genaue Messungen zur Überwachung der Ozonschicht müssen deswegen fortgesetzt werden. Sonst kann die Erholung nicht statistisch signifikant belegt werden, unerwartete Entwicklungen und Gefahren können nicht erkannt werden.

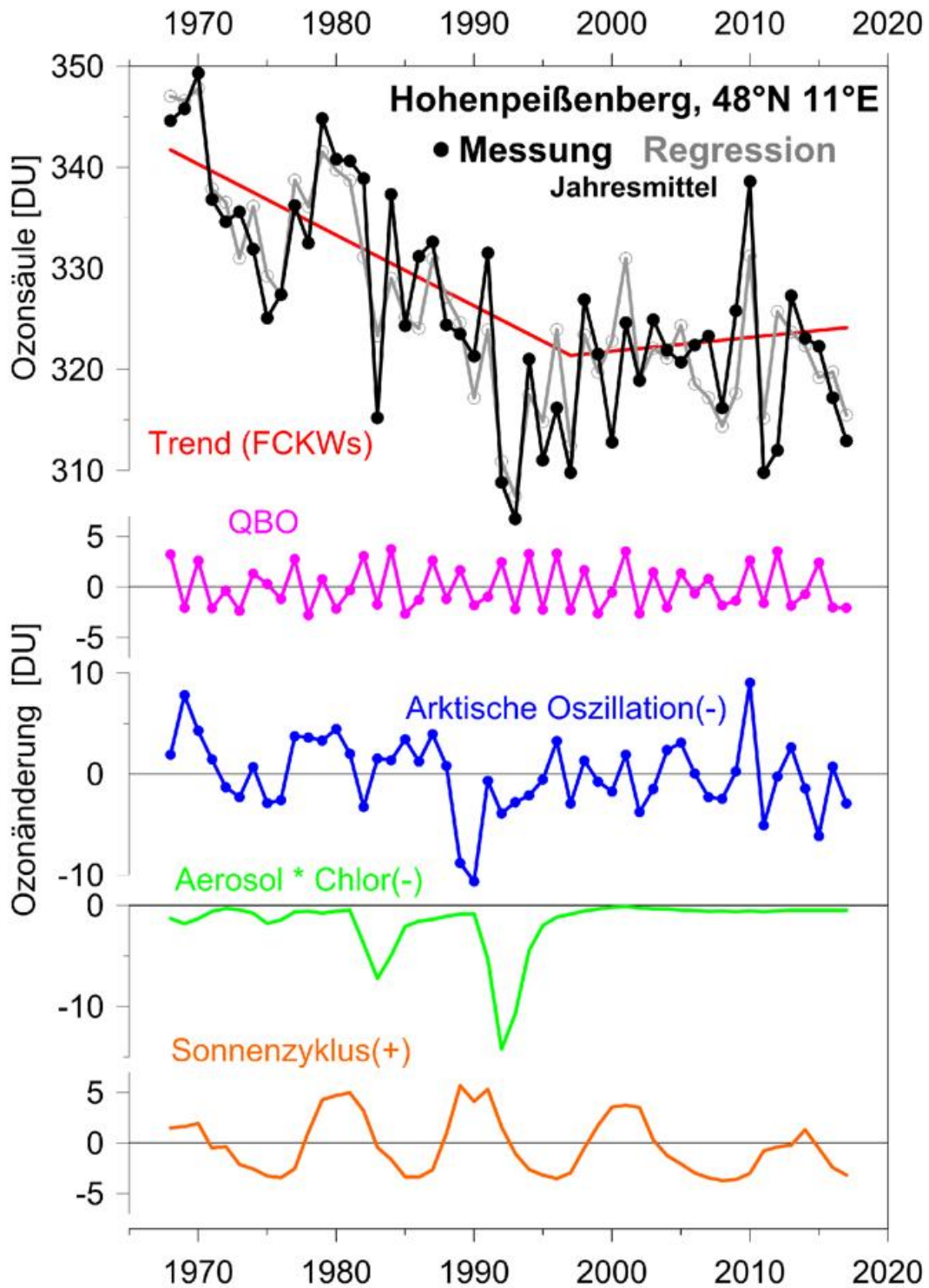


Abb. 1: **Oben:** Jahresmittel der Gesamtozonsäule aus Messungen am Hohenpeißenberg (schwarz), sowie Rekonstruktion der Jahresmittel durch multiple lineare Regression (grau). **Unten:** Ozon-Schwankungen gemäß der multiplen linearen Regression: Trend der Belastung mit ozonzerstörenden Substanzen (FCKW, rot), Schwankungen durch quasi-zweijährige Oszillation der Winde am Äquator (QBO, magenta), durch meteorologische Schwankungen im Rahmen der Arktischen Oszillation (AO, blau), durch chlor-gewichtete Aerosolbelastung der Stratosphäre nach Vulkanausbrüchen (grün), sowie durch Sonnenaktivität im 11-jährigen Zyklus (orange). Die Kurven für den Trend FCKW, AO-Index und Aerosol/Chlor sind invers aufgetragen.

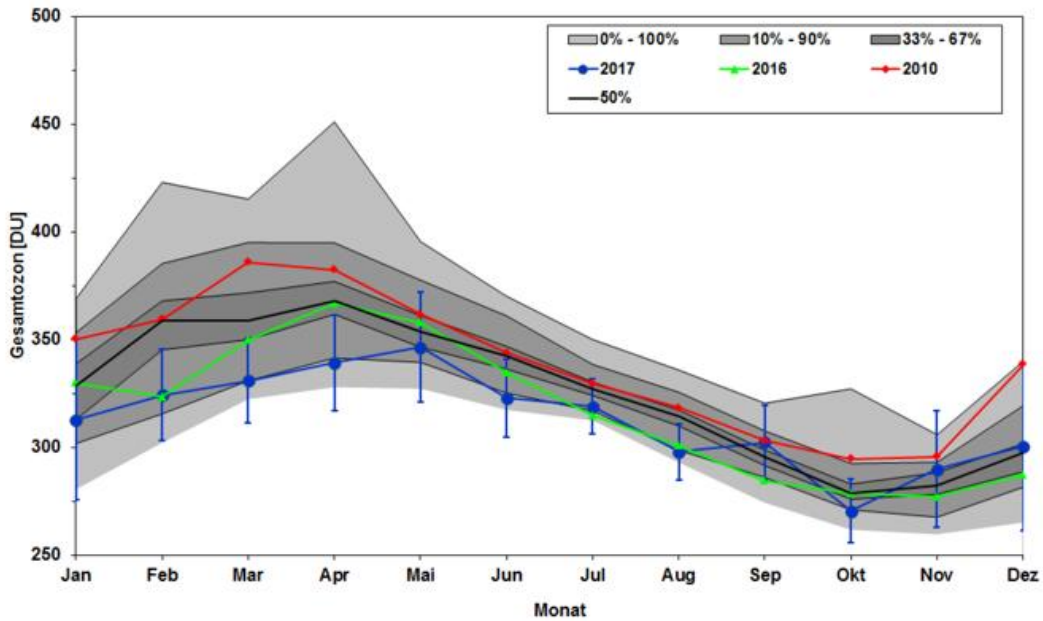


Abb. 2: Monatsmittel der Gesamtozonsäule am Hohenpeißenberg für die Jahre 2017 (blau) und 2016 (grün) sowie das Jahr 2010 (rot) mit einem sehr hohen Jahresmittelwert. Die schattierten Bereiche geben die Perzentile der langjährigen Verteilung der Monatsmittel seit 1968 an.

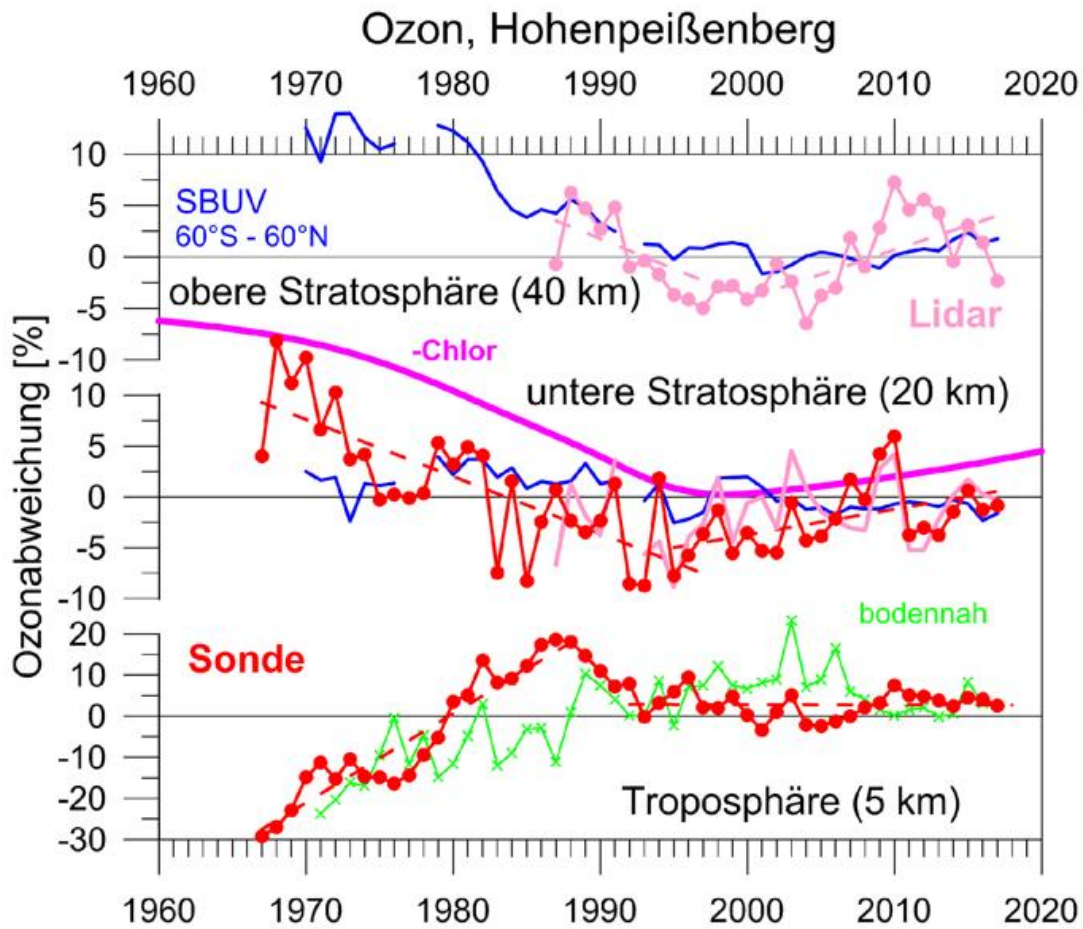


Abb. 3: Jahresmittel der Ozonwerte am Hohenpeißenberg für verschiedene Höhenschichten der Atmosphäre (rot: Ozonsonde, rosa: Ozonlidar, grün: bodennahes Ozon), sowie globale Entwicklung anhand von Satellitendaten (blaue Kurven). Die magenta-farbige Kurve stellt schematisch den Einfluss der Chlorbelastung der Stratosphäre dar. Der maximale Chlorgehalt wurde Ende der 1990er Jahre erreicht und damit auch die niedrigsten Ozonwerte in der Stratosphäre. Dank des Montrealer Protokolls geht seither der Chlorgehalt langsam zurück, wobei die stratosphärischen Ozonwerte in 40 und 20 km Höhe mit mehr oder weniger ausgeprägter Erholungstendenz folgen.

Limitierende Wettersituationen für die Landwirtschaft im Jahr 2017

W. Janssen, C. Frühauf, T. Junghänel

Dem Normalbürger bleibt vom Jahr 2017 sicherlich in Erinnerung, dass der Sommer in weiten Teilen Deutschlands recht verregnet war. Die Landwirte haben allerdings ein differenziertes Bild und eine andere Wahrnehmung, da ihr finanzieller Erlös auch vom Wetter mitbestimmt wird und somit ungünstige Witterungsabschnitte besonders gut in Erinnerung bleiben.

Spätfröste

Nach einem unproblematischen Winter mit etwas zu kalten Temperaturen im Januar wurde es Mitte Februar und besonders der März überdurchschnittlich warm. Der bisher wärmste in Deutschland registrierte März war 3,7 K wärmer als das langjährige Mittel und beschleunigte die Pflanzenentwicklung, so dass die Obstblüte im Mittel 12 Tage früher einsetzte. Ab dem 20. April setzte sich eine ungewöhnlich kalte Witterung durch, die verbreitet zu Frostschäden bei den bereits blühenden Obstkulturen führte.

Um dieses Ereignis in Bezug zu vergangenen Jahren zu bewerten wurde eine spezielle Analyse mit Hilfe phä-

nologischer Daten und den Temperaturwerten von 188 Stationen durchgeführt, die eine vollständige Datenreihe ab 1961 haben und unter 800 Höhenmeter liegen. Die phänologischen Daten wurden dazu genutzt ein Zeitfenster zu definieren, an dem die Obstbäume blühen. Als Starttermin wurde der Blühbeginn der Süßkirsche und als Endtermin das Blühende der Apfelblüte ausgewählt. Im Mittel über alle Jahre ergibt sich eine durchschnittliche Zeitspanne von 28 Tagen die jährlich zwischen 19 Tagen im Jahre 1986 bis zu 40 Tagen im Jahre 2017 variieren kann und in jedem Jahr zu unterschiedlichen Zeiten anfängt. Eine Frostgefährdung lag per Definition vor, wenn zum Beginn des Zeitraums -5 °C und zum Ende 0 °C in 2 m Höhe unterschritten wurden. Durch den variablen Schwellenwert wurde dem Umstand Rechnung getragen, dass die Blüten mit der Blühdauer immer empfindlicher werden. Das Ergebnis dieser Auswertung ist in Abb. 1 dargestellt und zeigt sehr schön, dass das Jahr 2017 seit 1961 das größte Gefährdungspotential aufwies. Sowohl die Anzahl der Stationen als auch die Anzahl aller Tage mit Frostgefährdung an diesen Stationen war im Jahr 2017 am höchsten.

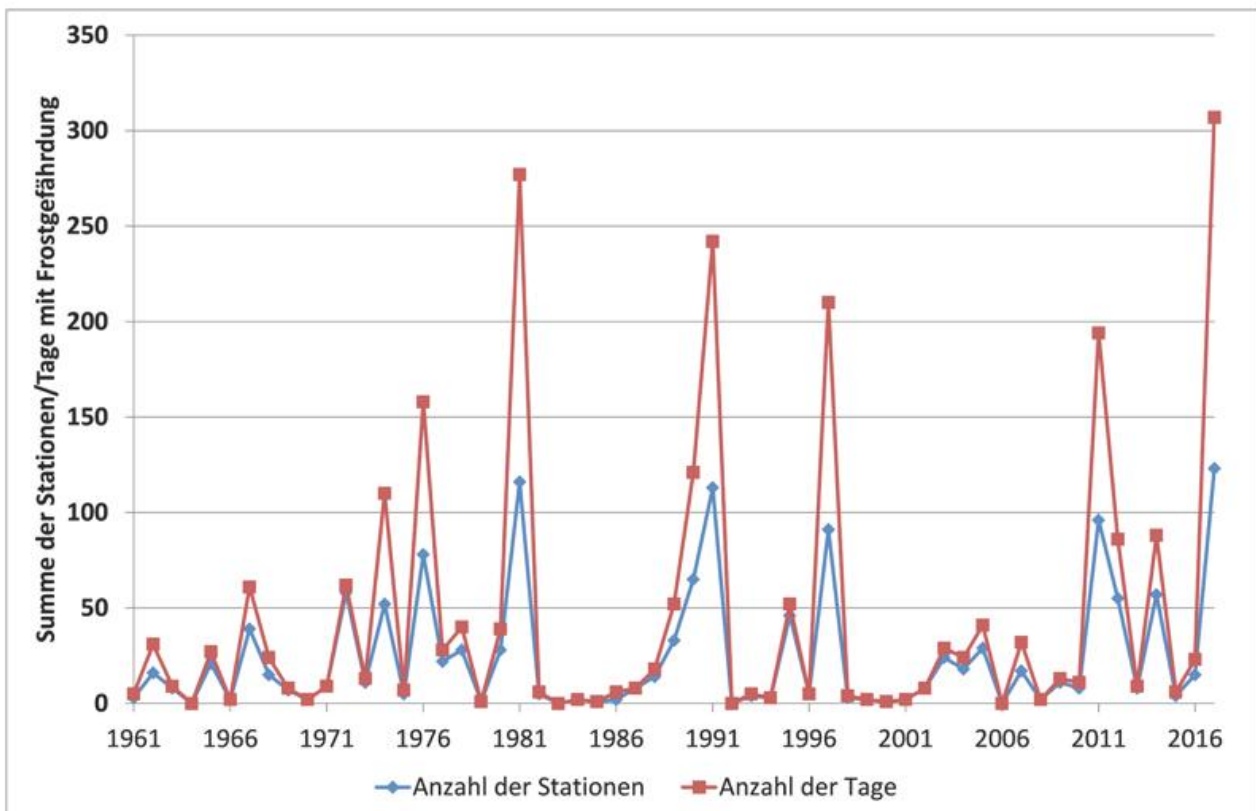


Abb.1: zeigt das jährliche Frostgefährdungspotential seit 1961 für ein Zeitfenster Beginn der Süßkirschenblüte bis zum Ende der Apfelblüte. Es werden einmal die Anzahl der Stationen ausgegeben, an denen eine Gefährdung vorlag (blaue Kurve) und zum anderen alle Tage an den betroffenen Stationen mit Frostgefährdung aufsummiert (rote Kurve).

Betrachtet man die Einzeljahre im Detail, so fällt zum einen auf, dass Jahre wie 1996, 2006 oder 2013 mit späterem Blühbeginn lediglich eine geringe Frostgefährdung aufweisen. Der Umkehrschluss, dass die Jahre mit sehr frühem Blühbeginn wie 2002, 2014 oder 2017 immer das höchste Gefährdungspotential aufweisen, lässt sich allerdings nicht direkt bestätigen, da es nicht in jedem Jahr zu einem Frostereignis kommen muss. Ab dem Jahre 1989 ist ein markanter Sprung zu früheren Terminen bei den phänologischen Frühjahrsphasen zu beobachten und vier der fünf Jahre mit höchstem Gefährdungspotential wurden nach 1989 beobachtet, was zusammen mit einem steigenden Trend in den Kurven von Abb. 1 den Schluss nahelegt, dass das Risiko für Spätfröste zugenommen hat.

Um eine räumliche Vorstellung zu bekommen, wo das Gefährdungspotential in diesem Jahr am höchsten war, wurde mit den gleichen Kriterien aber allen 498 in diesem Jahr zur Verfügung stehenden Stationen die gleiche Auswertung durchgeführt und die Anzahl der Tage mit Frostgefährdung an jeder Station räumlich in Abb. 2 dargestellt. Bis auf Schleswig Holstein, Mecklenburg Vorpommern und Thüringen war fast jedes Bundesland mehr oder weniger stark vom Spätfrost betroffen. Die Auswertung wurde mit den Stationen des Deutschen Wetterdienstes durchgeführt, die aufgrund ihrer Lage eher das Umfeld repräsentieren sollen und in der Regel nicht in exponierten Lagen aufgestellt sind. Somit ist nicht auszuschließen, dass lokal noch ungünstigere Bedingungen als dargestellt aufgetreten sind.

Um die zukünftige Entwicklung abschätzen zu können, wurde im Rahmen einer Studie für das Landwirtschaftsministerium (Gömann et al., 2015) die durch den Klimawandel zu erwartenden Veränderungen bei den agrarrelevanten Extremwetterlagen untersucht. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass die Daten der Klimaprojektionen nur als Mittel über min. 10 Jahre (besser über 30 Jahre) betrachtet werden müssen. Aussagen nur für das Jahr 2027 sind deshalb nicht möglich. Um Änderungstendenzen zu erkennen, wurden die vorliegenden Auswertungen der Klimaprojektionen für zwei zusätzliche Zeiträume (2012-2022 und 2022-2032) näher untersucht. Diese geben die mittleren Zustände für die Jahre 2017 und 2027 (jeweils ± 5 Jahre) wieder. Tab. 1 zeigt an wie vielen Tagen die Schwellenwerte ($T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$, $< -2^{\circ}\text{C}$ und $< -4^{\circ}\text{C}$) im Zeitraum April bis Mai (Obstblüte) unterschritten werden.

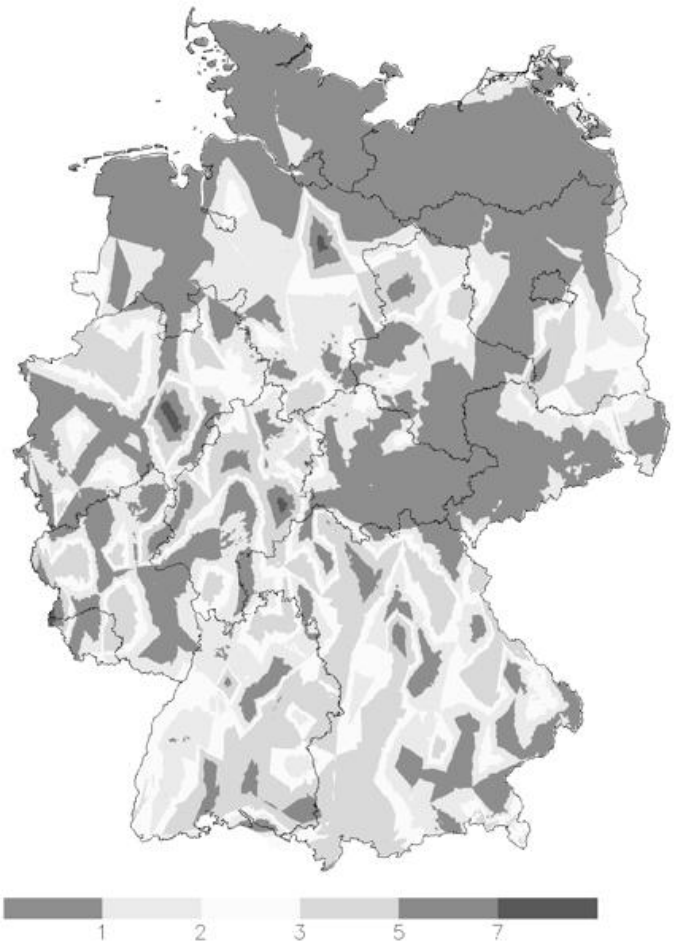


Abb. 2: Anzahl der Tage mit Frostgefährdung im Jahr 2017 in dem Zeitfenster Beginn der Süßkirschenblüte bis zum Ende der Apfelblüte.

	1961-1990	1971-2000	1981-2010	2012-2022	2022-2032
$T_{\min} < 0 \text{ °C}$	5,45	5,49	4,91	3,95	3,81
$T_{\min} < -2 \text{ °C}$	1,59	1,67	1,63	0,96	0,99
$T_{\min} < -4 \text{ °C}$	0,33	0,37	0,42	0,16	0,18

Tab. 1: Anzahl der Tage für den Zeitraum 1.4.-31.5. an denen die Minimumtemperatur in 2 m Höhe 0 °C, -2 °C und -4 °C unterschreitet, Deutschlandmittel für Vergangenheit (30-Jahreszeitraum) und Zukunft (11-Jahreszeitraum)

Im Mittel geht die Anzahl der Spätfrost-Ereignisse im betrachteten Zeitraum durch den Klimawandel zurück, wobei für die Vergangenheit auch eine zwischenzeitliche Zunahme zu beobachten war. Für die hier besonders interessanten Zeiträume 2012-2022 und 2022-2032 sind nur geringfügige Änderungen im Mittelwert zu erkennen. Hieraus keine Änderungen in der Spätfrostgefährdung zu schlussfolgern, wäre jedoch voreilig. Durch die steigenden Temperaturen verschiebt sich die phänologische Entwicklung. Durch den früheren Vegetationsbeginn setzt auch die Obstblüte früher ein. Abb. 3 zeigt das mittlere Auftreten von Spätfrost ($T_{\min} < 0 \text{ °C}$) aufgeschlüsselt nach einzelnen Dekaden in den Monaten April und Mai.

Verschiebt sich die Obstblüte in eine frühere Dekade, führt dies zu einer deutlichen Zunahme der Spätfrostgefährdung. Eine Verschiebung von der ersten Mai-Dekade (Dekade 13) in die letzte April-Dekade (Dekade 12) zeigt diesen Effekt besonders anschaulich. Einzelne Jahre können zusätzlich eine höhere Spätfrostgefährdung als der in Abb. 3 angegebene Mittelwert aufweisen.

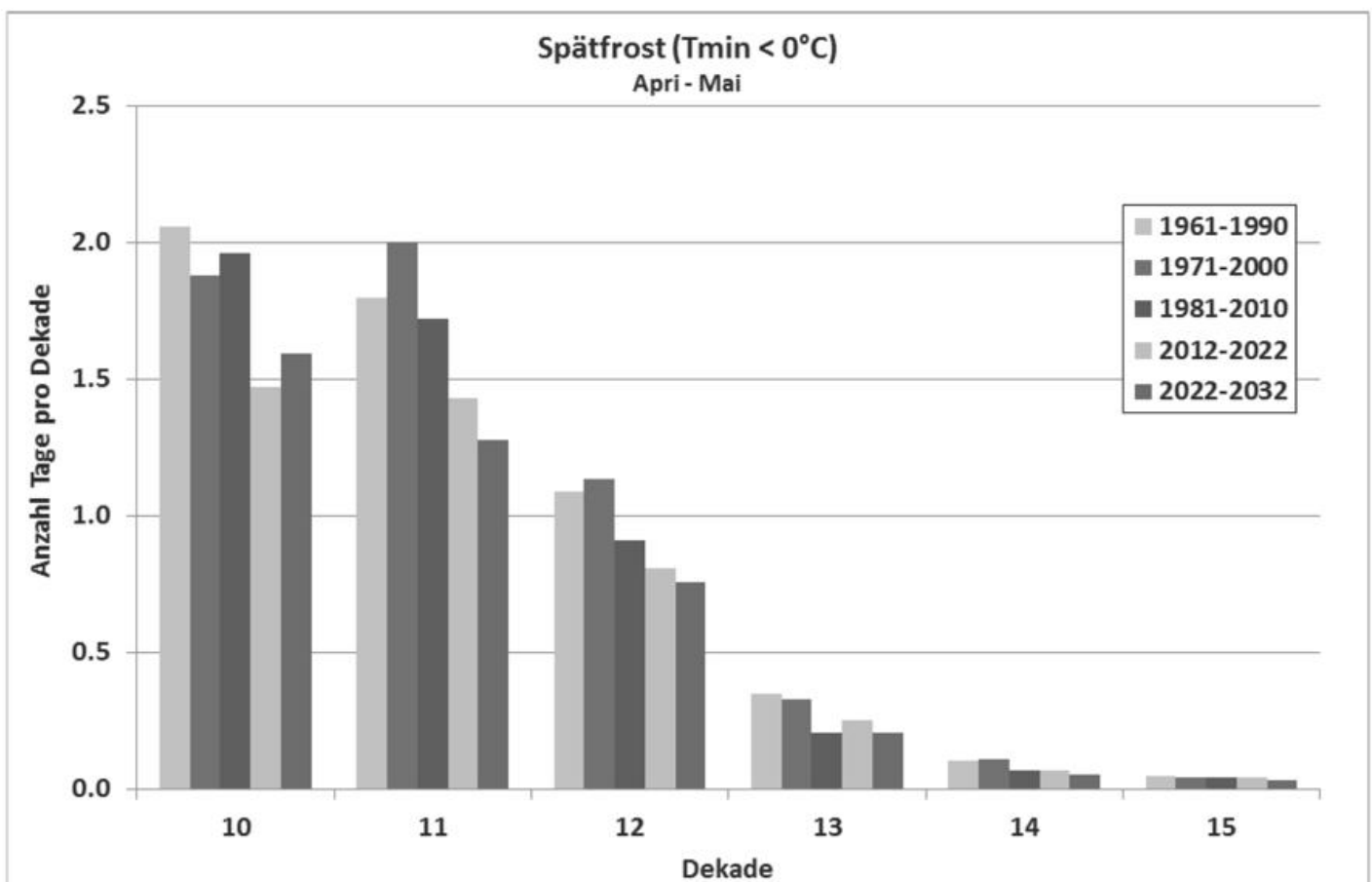


Abb. 3: Anzahl der Tage pro Dekade für den Zeitraum 1.4.-31.5. an denen die Minimumtemperatur in 2 m Höhe 0 °C unterschreitet, Deutschlandmittel für Vergangenheit (30-Jahreszeitraum) und Zukunft (11-Jahreszeitraum)

Niederschlag

Der Niederschlag ist recht komplex in seiner Wirkung auf die Landwirtschaft. Ohne ihn läuft gar nichts. Wenn es jedoch zu viel regnet und er womöglich noch in Kombination mit Hagel oder starken Windböen auftritt, so kann sich dies sehr nachteilig auf viele Kulturen auswirken.

Abb. 4 zeigt wie häufig im Vergleich zu anderen Jahren Starkniederschlagsereignisse im Jahr 2017 beobachtet wurden. Zu diesem Zweck wurden die 188 Stationen mit vollständigen Zeitreihen dahingehend untersucht, an wie vielen Tagen verschiedene Niederschlagsschwellen im Zeitraum 1.1. bis 15.8. überschritten wurden.

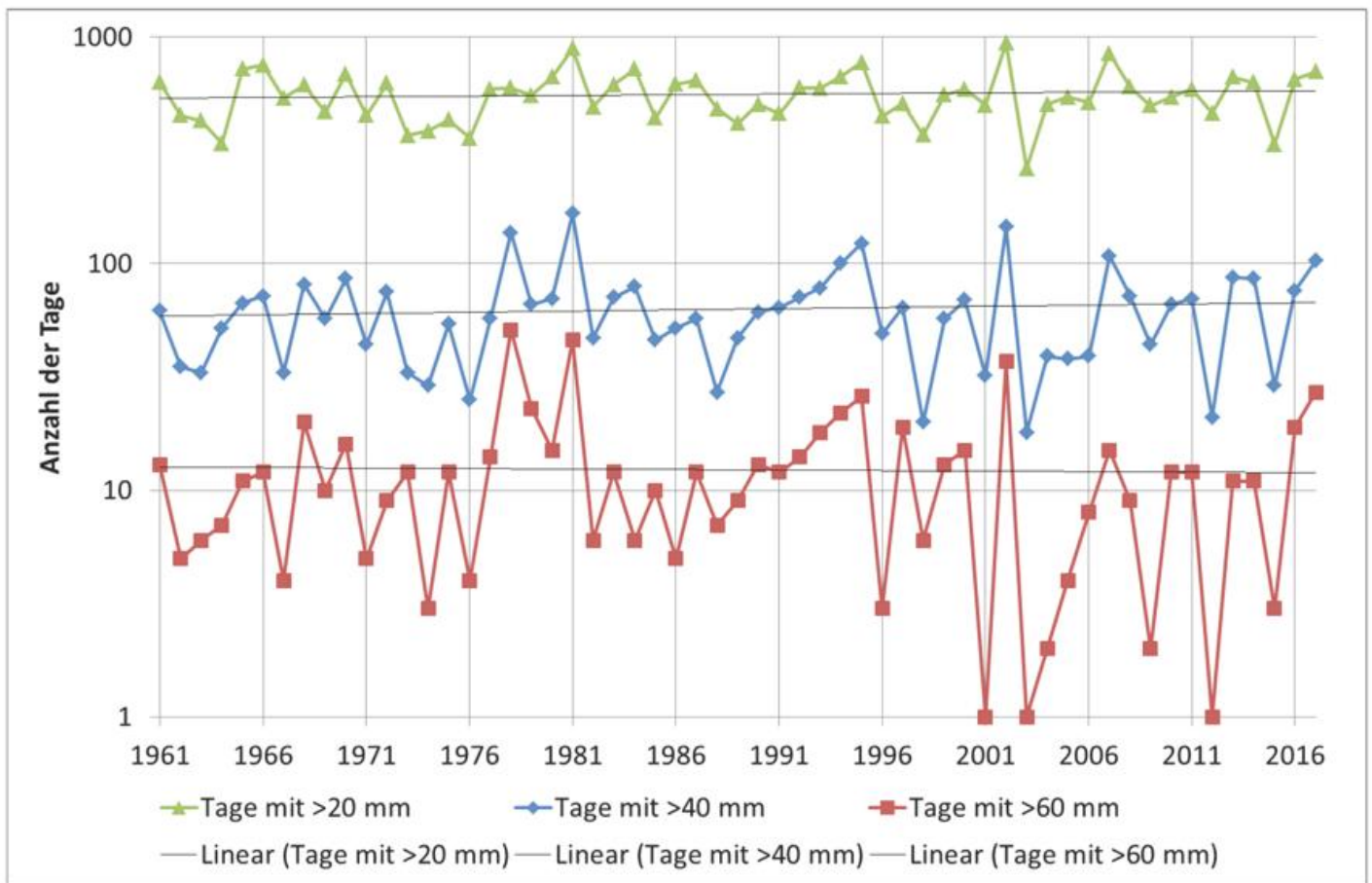


Abb. 4: Anzahl der Tage mit Überschreitung verschiedener Tagesniederschlagsschwellen, jeweils im Zeitraum 1.1. bis 15.8. jeden Jahres (188 Stationen)

Die Ergebnisse für den kompletten Zeitraum zeigen für 2017 eine überdurchschnittlich hohe Anzahl an Tagen mit hohen Niederschlägen, diese sind allerdings nicht herausragend hoch. Berücksichtigt werden muss, dass es sich hierbei um eine gesamtdeutsche Betrachtung handelt. Regionale Aussagen sind so nicht möglich und natürlich gibt diese Analyse auch keinen Hinweis, wie diese Ereignisse in dem Zeitraum verteilt waren und wie hoch die Tagesniederschläge tatsächlich waren. Normalerweise ist ein Nord - Süd und ein West - Ost Gefälle bei der Häufigkeit von Starkniederschlagsereignissen zu beobachten, wobei die geringste Anzahl im Nordosten zu

beobachten ist. Erwähnenswert ist weiterhin, dass die in Abb. 4 ebenfalls eingezeichneten Trendlinien nahezu horizontal verlaufen und somit zukünftig mit ähnlichen jährlich stark schwankenden Ereignissen zu rechnen ist.

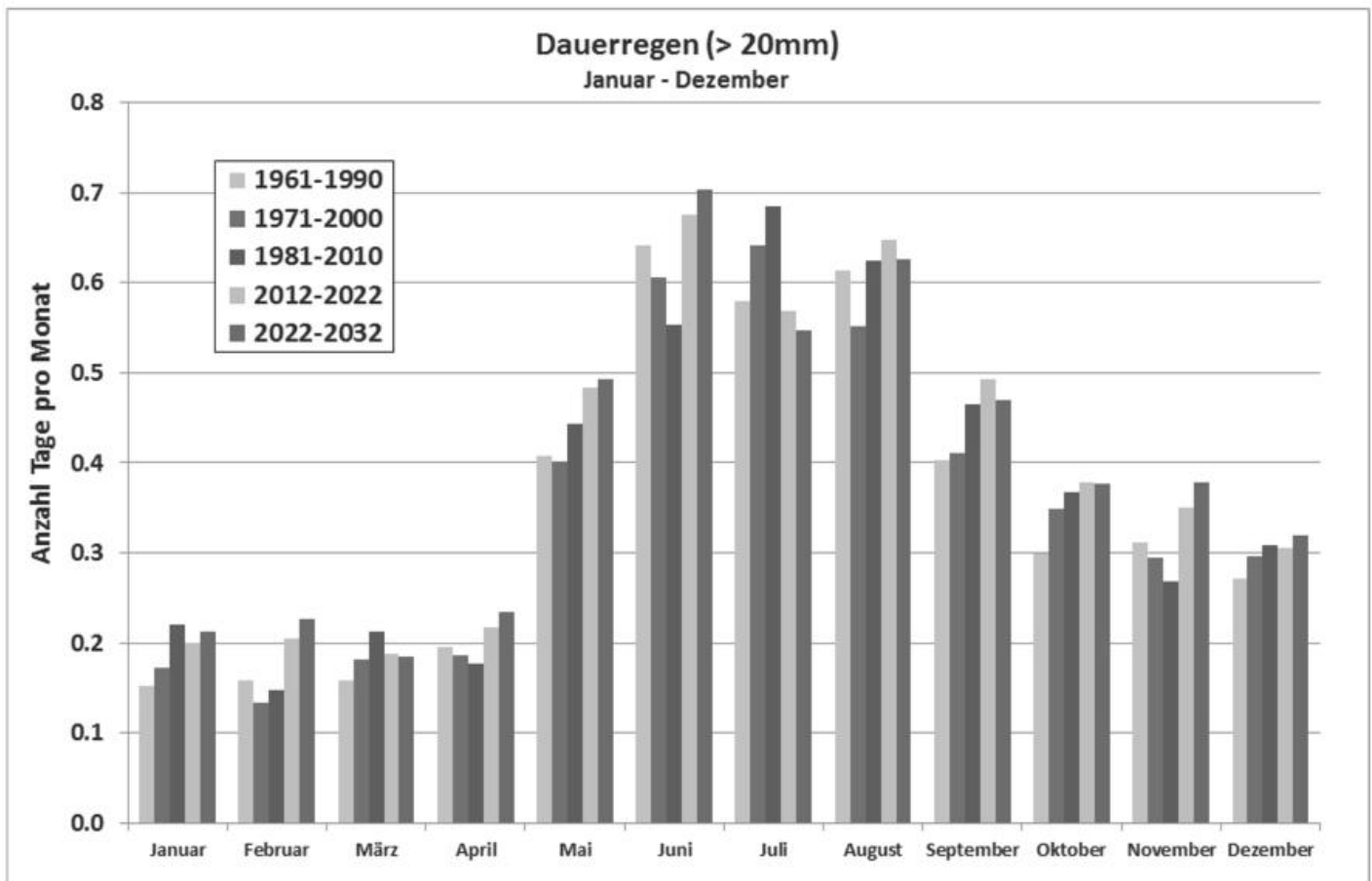


Abb. 5: Anzahl der Tage mit Starkregen (RR > 20 mm), Deutschlandmittel für Vergangenheit (30-Jahreszeitraum), Gegenwart und Zukunft (11-Jahreszeitraum) (Gömann et al. 2015, verändert)

Die mittlere jährliche Verteilung des Deutschlandmittels der Starkniederschläge zeigt ein Maximum in den Sommermonaten (Abb. 5), da sie häufig an das Auftreten von konvektiven Niederschlägen (Schauer, Gewitter) gebunden sind. Die Monate Juni und Juli zeigen in der Vergangenheit eine unterschiedliche Entwicklung. Während die Häufigkeit im Juni abgenommen hat, erfolgte im Juli eine Zunahme. Die Daten aus den Klimaprojektionen zeigen jedoch ein gegenläufiges Verhalten.

Fasst man die Monatswerte für die einzelnen Jahreszeiten zusammen, so ist eine deutliche Zunahme der Starkniederschläge im Frühling, Herbst und Winter zu erkennen (Tab. 2). Im Sommer steigen die Werte etwas an, jedoch sind immer auch Zeiträume mit einer kleinen Abnahme aufgetreten.

	1961-1990	1971-2000	1981-2010	2012-2022	2022-2032
Frühling	0,76	0,77	0,83	0,89	0,91
Sommer	1,84	1,80	1,86	1,89	1,88
Herbst	1,01	1,06	1,10	1,22	1,23
Winter	0,58	0,60	0,68	0,71	0,76

Tab. 2: Anzahl der Tage pro Jahreszeit mit Starkregen (RR > 20 mm), Deutschlandmittel für Vergangenheit (30-Jahreszeitraum), Gegenwart und Zukunft (11-Jahreszeitraum)

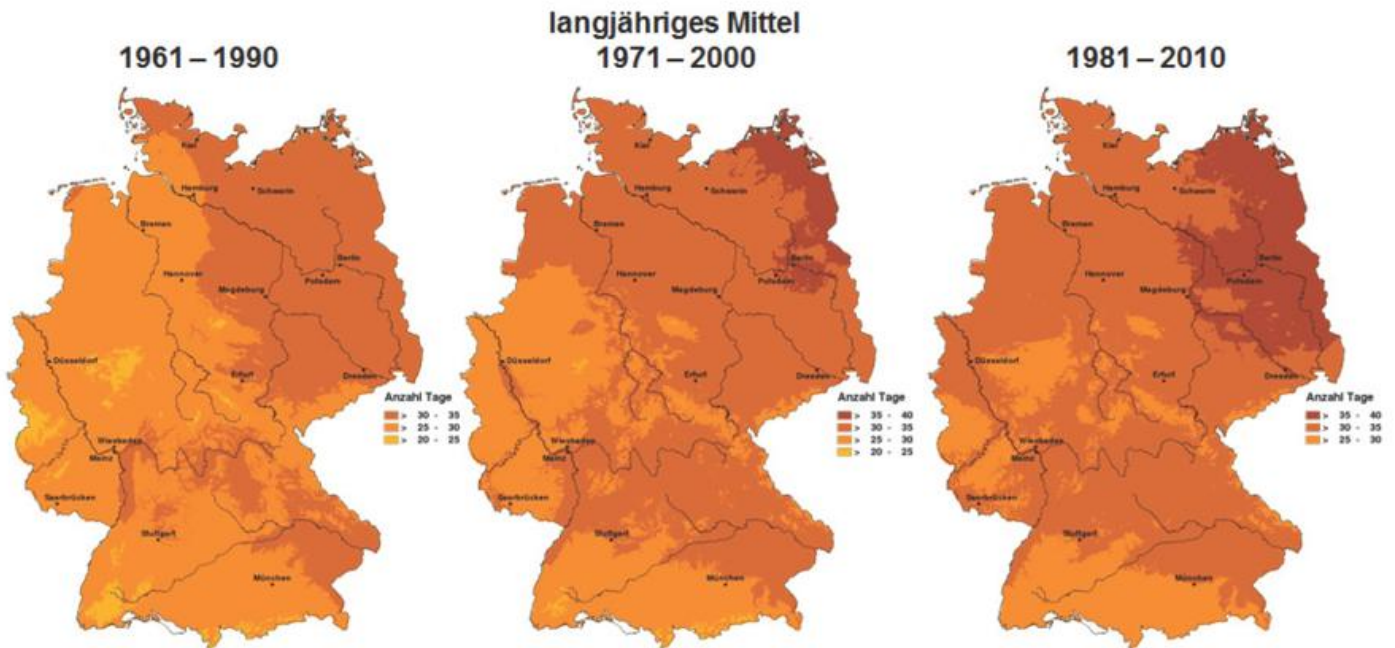


Abb. 6: Regionales Auftreten der Tage ohne Niederschlag ($RR < 0,1$ mm) im Zeitraum 15. März bis 15. Mai, 30-jährigen Mittelwerte 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010 (Gömann et al., 2015)

Im Zeitraum Mitte März bis Mitte Mai ist die Verfügbarkeit des Düngers für Wintergetreide besonders wichtig, da in diesem Zeitraum der größte Biomassezuwachs erfolgt. Ist der Oberboden zu trocken, können die Nährstoffe nicht gelöst werden und stehen somit den Pflanzen nicht zur Verfügung. Einen Hinweis darauf, wie häufig diese Bedingungen auftreten, gibt die Anzahl der niederschlagsfreien Tage. Abb. 6 zeigt die regionale Verteilung der mittleren Anzahl dieser Tage für 30-jährige Zeiträume. Niederschlagsfreie Tage treten im Nordosten Deutschlands häufiger als im Südwesten auf. Deutlich ist in den zurückliegenden Zeiträumen eine Tendenz zur Zunahme dieser Tage zu erkennen.

Die Ergebnisse der Klimaprojektionen zeigen eine große Schwankungsbreite. Von einer Verschärfung der Situation, über keine Änderung bis zu einer Entspannung und besseren Verfügbarkeit des Düngers ist alles vertreten (Gömann et al., 2015). Eine fundierte Prognose für die Zukunft ist für den Frühling jedoch nicht möglich, da die Klimamodelle nicht in der Lage sind, den Trend der Frühjahrsniederschläge in der Vergangenheit korrekt zu simulieren (vgl. Abb. 13 zur Bodenfeuchte). In den übrigen Jahreszeiten stimmen die Simulationen der Niederschläge gut mit den Beobachtungen überein.

Auch zum Zeitpunkt der Ernte kann permanenter Niederschlag dazu führen, dass sich die Ernte verzögert oder bei ungünstigen Bedingungen geemtet werden muss. Dadurch fallen z.B. zusätzliche Trocknungskosten beim Getreide an, was für die ohnehin knapp bemessene Gewinnmarge des Landwirtes verheerend sein kann.

Der Sommer 2017 war recht verregnet. Aus diesem Grund sollen die Erntebedingungen von Winterweizen im Vergleich zu anderen Jahren näher untersucht werden. Hierzu wurde die Zeitspanne 14 Tage ab dem 6. Tag nach Gelbreife untersucht. Da sich die Qualität des Getreides über die Zeit nach Erntefähigkeit verschlechtert, wurden nur diese 14 Tage betrachtet. In diesem Zeitraum wurde ausgezählt, wie häufig Tagesniederschläge mit Niederschlagsmengen über 2 mm auftraten. Die Anzahl der Stationen wurde erfasst und zusätzlich alle Tage an den betroffenen Stationen ausgezählt, an denen die Bedingung erfüllt war. Der Schwellenwert wurde auf 5 mm gesetzt, da unter diesen Bedingungen die Körner nicht die für die Lagerung nötige Trockenheit erreichen können. Die phänologische Phase Gelbreife des Winterweizens wurde für jede der 188 Stationen in jedem Jahr individuell bestimmt.

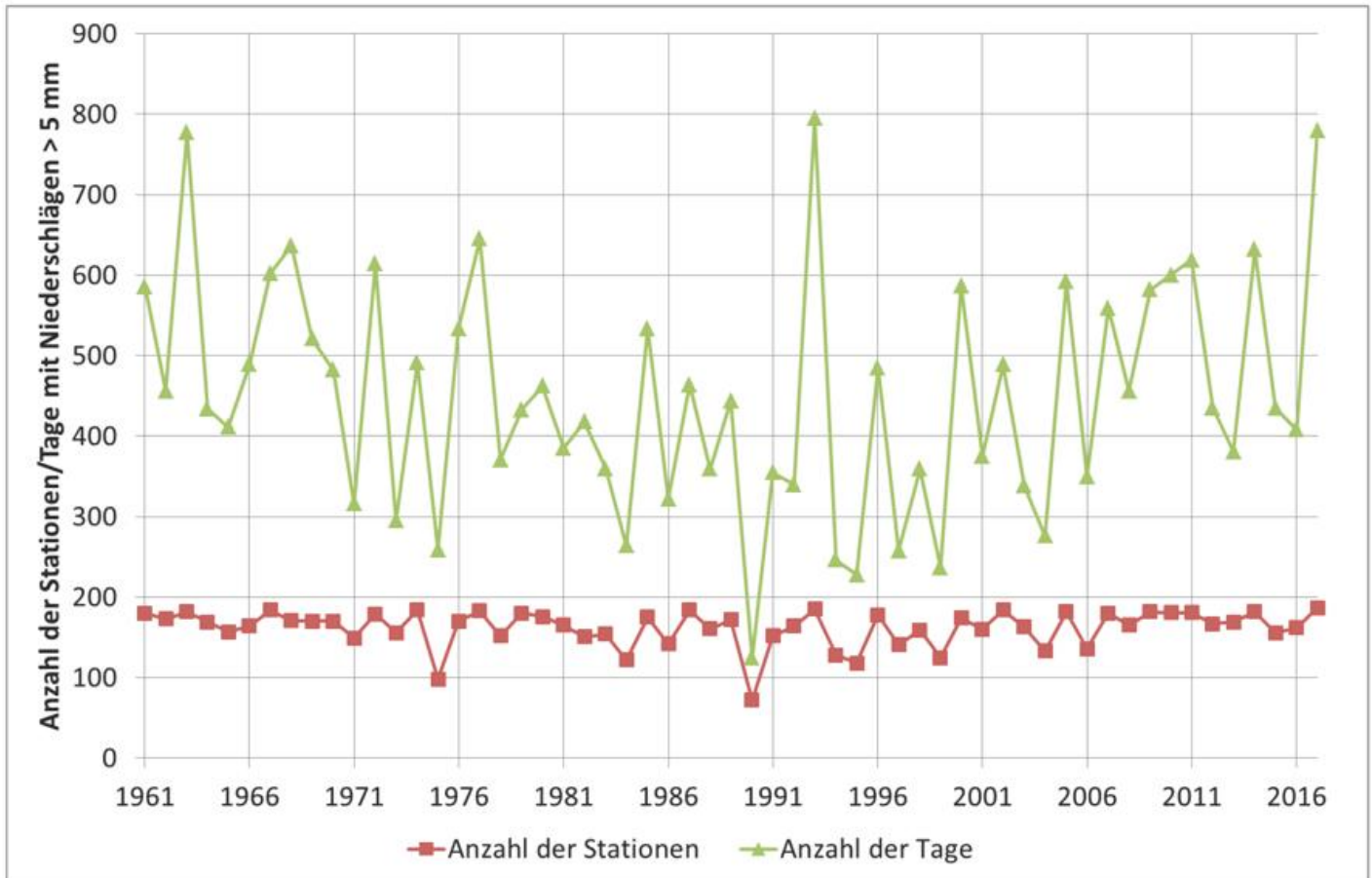


Abb. 7: Jährliche Anzahl der Stationen (rote Kurve) und Anzahl der Tage (grüne Kurve) an den Stationen mit Niederschlägen über 5 mm in dem Zeitfenster +6 bis +20 Tage nach der Gelbreife vom Winterweizen. Es wurden 188 deutsche Stationen in der Analyse berücksichtigt.

Das Ergebnis in Abb. 7 zeigt schon sehr anschaulich, dass im Jahr 2017 schlechte Erntebedingungen herrschten. Nur in den Jahren 1993 und 1963 wurden vergleichbar schlechte Bedingungen analysiert.

Ein linearer Trend bei der Anzahl der Tage mit schlechten Erntebedingungen lässt sich nicht ausmachen. Vielmehr hat es den Anschein, dass die Anzahl ab 1961 bis ca. 1990 abgenommen hat, um danach wieder anzusteigen.

Eine räumliche Verteilung der ungünstigen Erntetage in 2017 für Winterweizen ist in Abb. 8 dargestellt. Demnach lagen die ungünstigsten Gebiete mit über 5 von 14 Tagen in weiten Teilen von Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Brandenburg. Im Rahmen des Extremwetterprojektes (Gömann et al. 2015) wurden zur Abschätzung der Erntebedingungen die Häufigkeit von Niederschlagsmengen über 5 mm untersucht. Abb. 9 zeigt für den Monat Juli die mittlere regionale Verteilung für die Vergangenheit. In einzelnen Regionen hat die Anzahl an Tagen mit Dauerregen zugenommen. Die Klimaprojektionen gehen jedoch Größtenteils von einem Rückgang und besseren Erntebedingungen aus.

Bei solchen Betrachtungen sollte allerdings immer berücksichtigt werden, dass ungünstige Erntebedingungen für Getreide in der Regel gut für den Aufwuchs von Mais

und Zuckerrüben sind. Eine schlechtere Ernte bei Getreide bedeutet in der Regel auch finanzielle Mindererträge, da die Preise auf dem Weltmarkt generiert werden. Bei Obstbauern müssen geringere Erträge nicht unmittelbar zu finanziellen Einbußen führen, da der Markt regionaler organisiert ist und dadurch mehr Spielräume für Preis Anpassungen bestehen.

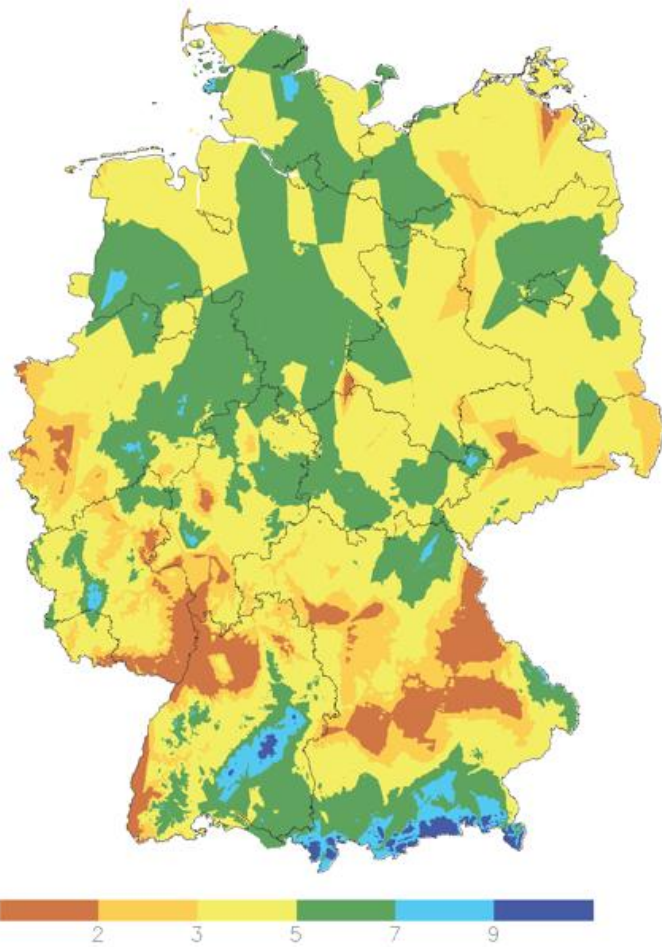


Abb. 8: Anzahl der Tage mit ungünstigen Bedingungen zum Ernte von Wintergetreide im Jahre 2017. Untersucht wurde das zweiwöchige Zeitfenster +6 - +20 Tage nach Gelbreife.

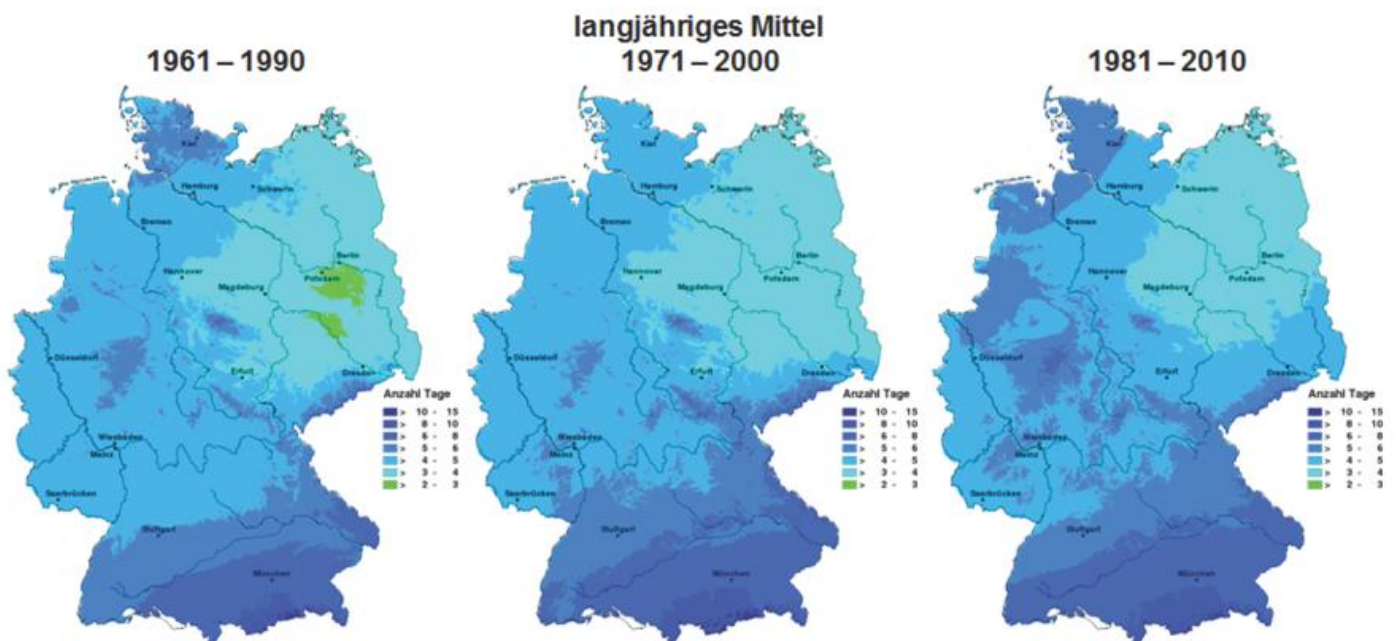


Abb. 9: Anzahl der Tage mit Dauerregen > 5mm, Monat Juli (Gömann et al., 2015)

Trockenheit

Trotz des feuchten Sommers wird schnell vergessen, dass es eine recht trockene Phase im Frühjahr gab, die sich negativ auf das Pflanzenwachstum ausgewirkt hat. Die Trockenheit lässt sich am Besten in Form der Bodenfeuchte darstellen, da sie letztlich das für die Pflanzen zur Verfügung stehende Wasserangebot beschreibt. Für die Berechnung der Bodenfeuchte muss neben dem Niederschlag die reale Pflanzen- und Bodenverdunstung berücksichtigt werden. Eine Pflanze hat optimale Wachstumsbedingungen, wenn die Verdunstung nicht aufgrund von Wassermangel im Boden reduziert werden muss. Im Allgemeinen gelten Werte von 50 % des im Boden für die Pflanze verfügbaren Wassers (% nFK) als Grenze, unter die die Bodenfeuchte möglichst nicht sinken sollte.

Anhand des Bodenfeuchteverlaufs unter der wichtigsten Anbaukultur Winterweizen soll ein typischer Jahresgang der Bodenfeuchte als Mittel für ganz Deutschland gezeigt und in Bezug zu 2017 gesetzt werden (Abb. 10).

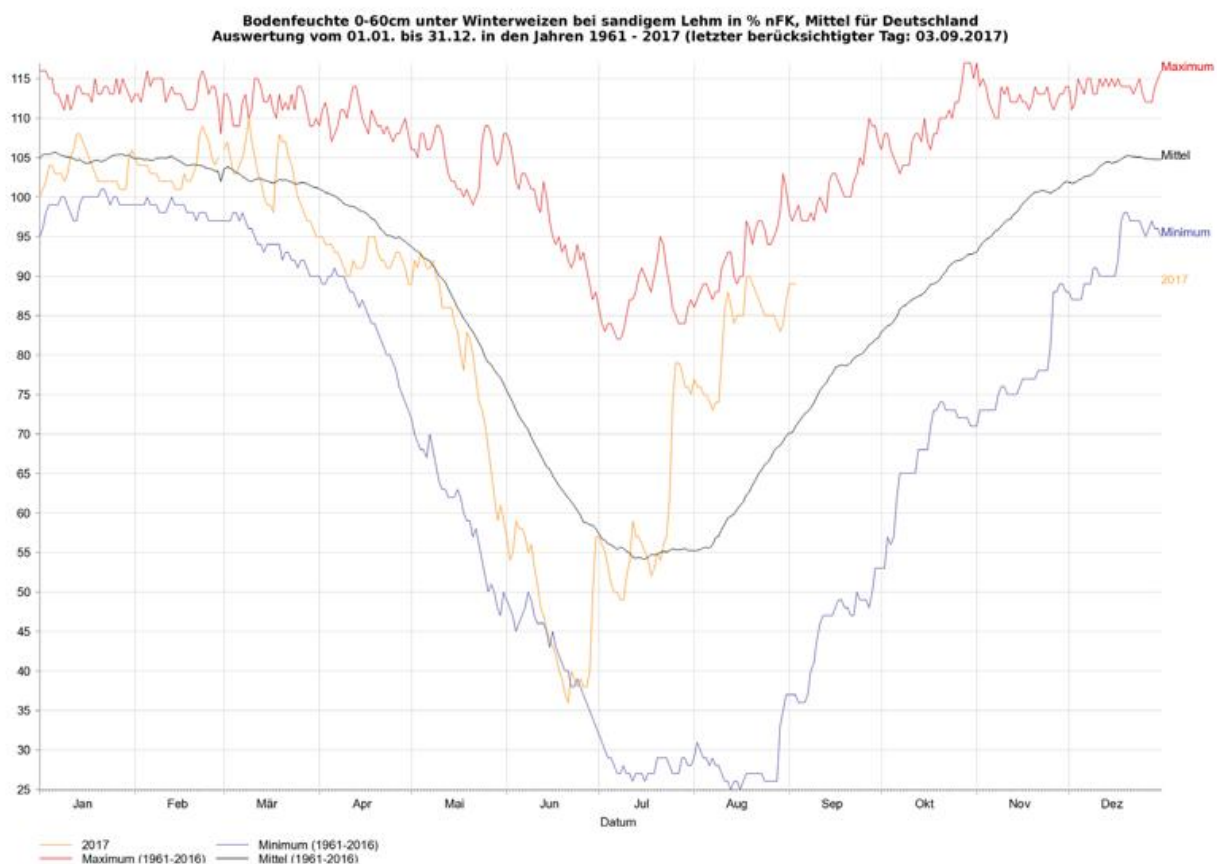


Abb. 10: Durchschnittlicher Verlauf der Bodenfeuchte unter Winterweizen und sandigem Lehm über das Jahr in Deutschland. Die schwarze Kurve zeigt das Mittel, die rote das Maximum, die blaue das Minimum und die orangene das Jahr 2017.

Normalerweise, wie auch im Jahr 2017, ist der Boden zum Jahresanfang gut mit Wasser gefüllt und sinkt erst ab April mit Einsetzen der Vegetation unterhalb von 100 % nFK. Mit Einsetzen des Schossens gegen Ende April verbraucht der Winterweizen mehr Wasser und die Bodenfeuchte sinkt allmählich ab. Mit Einsetzen des Ährenschiebens gegen Ende Mai bis zur Blüte ist der Wasserverbrauch des Winterweizens am höchsten, um dann wieder bis zur Gelbreife Mitte Juli abzufallen. Nachfolgend wird von der Pflanze so gut wie nichts mehr aktiv verdunstet. Die jetzt fallenden Niederschläge beeinflussen die Abreife und die Kornfeuchte. Nach der Ernte wird der Boden bis zum Winter langsam wieder aufgefüllt. Aus dem Bodenfeuchteverlauf des Jahres 2017 wird deutlich, dass bis Mitte Mai die Wasserverfügbarkeit im Boden durchschnittlich war. Bis Ende Juni fallen dann die Bodenfeuchtwerte stark auf unter 40 % nFK ab. Dies lässt darauf schließen, dass in dieser Zeit zu wenig Niederschlag gefallen ist.

Um zu bewerten, ob dieses Jahr ein besonderes Jahr war, wurde wieder anhand der seit 1961 vollständig vorliegenden Stationen eine Auswertung mit Hilfe der phänologischen Daten durchgeführt. In einem Zeitfenster -5 Tage bis +14 Tage um das Ährenschieben des Winterweizens wurde die Bodenfeuchten aller Stationen jährlich ausgewertet und die Tage gezählt, an denen die Grenze

von 50 % nFK unterschritten wurden. Das Ergebnis ist in Abb. 11 dargestellt und zeigt, dass das Jahr 2017 bezüglich der Trockenheit kein außergewöhnliches Jahr war, denn in den Jahren 2011 und 2015 wurden extremere Ereignisse beobachtet.

Wie das Jahr 2015 zeigt, muss ein trockenes Jahr nicht zwangsläufig zu einem Minderertrag bei der Ernte führen, sondern es spielen weitere Wetterfaktoren wie der Witterungsverlauf im Winter, Häufigkeit und Schwere von Hagelereignissen, Wind in Kombination mit Niederschlag sowie Wetterbedingungen zur Erntezeit eine zusätzlich zu berücksichtigende Rolle.

Eine räumliche Verteilung der Trockenheit in 2017 um den Termin des Ährenschiebens von Winterweizen wird in Abb. 12 gezeigt. Danach war Brandenburg im Jahr 2017 besonders stark von dem Wassermangel betroffen, was sich allerdings in den durchschnittlichen Erträgen nicht widerspiegelt, was daran liegen kann, dass diese Trockenheit gerade in dieser Region häufiger beobachtet wird und somit eher das geringere Ertragspotential mit erklären mag.

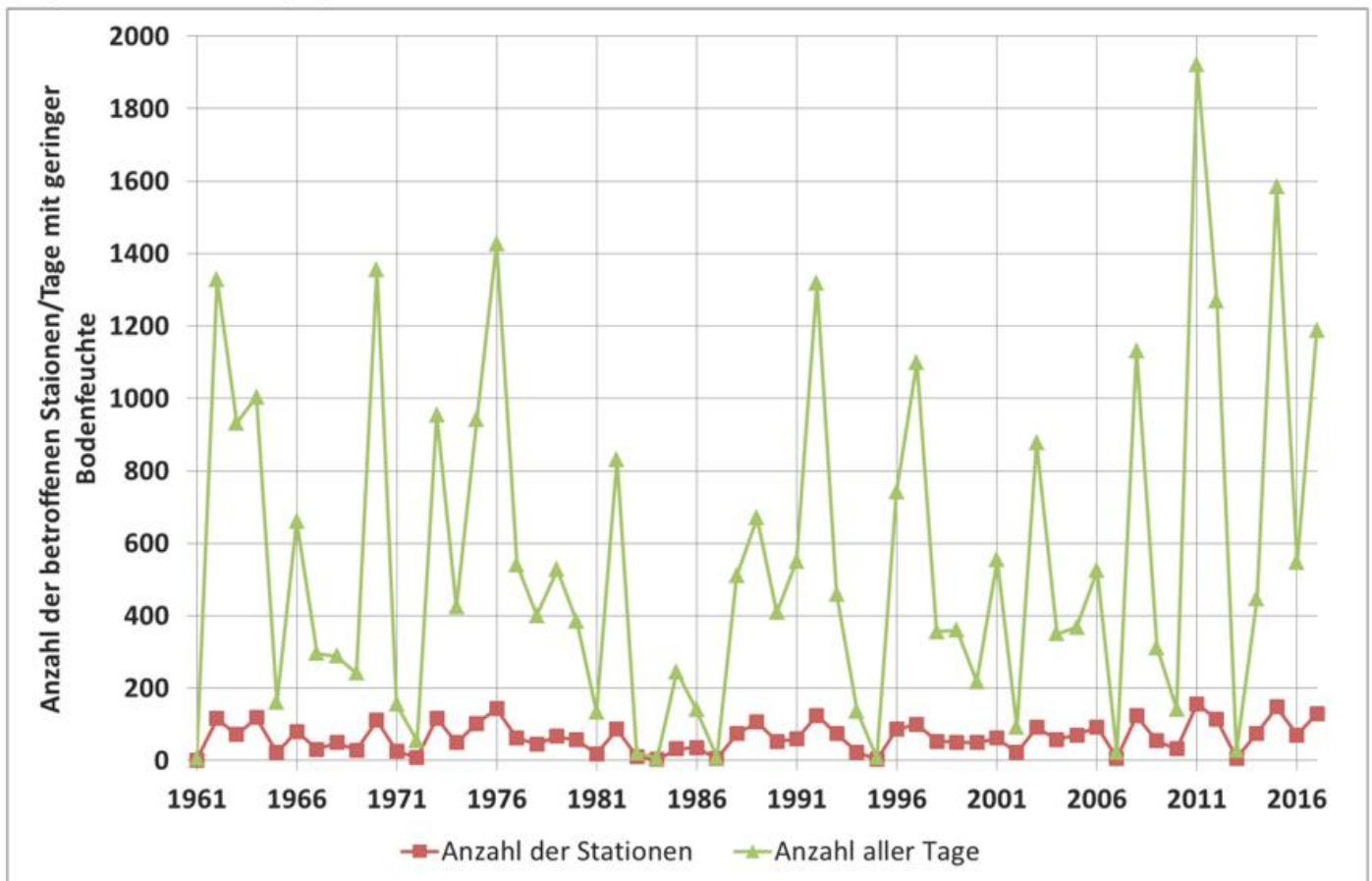


Abb. 11: Jährliche Anzahl der Stationen (rote Kurve) und Anzahl der Tage (grüne Kurve) mit Bodenfeuchten unter 50 % nFK um das Zeitfenster -5 Tage bis +14 Tage um das Ährenschieben von Winterweizen. Es wurden 188 deutsche Stationen in der Analyse berücksichtigt.

2017

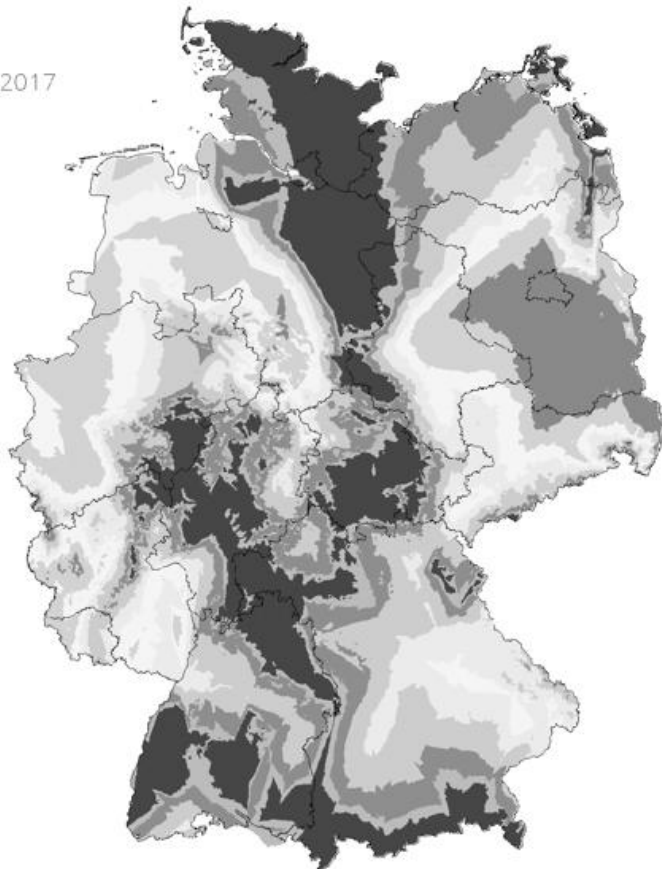


Abb. 12: Anzahl der Tage mit Bodenfeuchten unter 50 % nFK in einem Zeitfenster von -5 Tage bis + 14 Tage um das Ährenschieben von Winterweizen im Jahre 2017.

Im Abschnitt zum Niederschlag wurde schon darauf hingewiesen, dass die Klimamodelle die Entwicklung der Frühjahrsniederschläge nicht korrekt modellieren. Die Beobachtungen zeigen einen Rückgang der Niederschläge (Frühjahrstrockenheit), die von den Modellen jedoch nicht wiedergegeben werden. Die mit Hilfe der Klimaprojektionsdaten berechneten Bodenfeuchten werden im Frühjahr aus diesem Grund ebenfalls überschätzen. Besonders ausgeprägt ist dies beim Monat April zu sehen (Abb. 13). So ist in der Vergangenheit eine Abnahme der Bodenfeuchte in der Schicht 0-60 cm zu beobachten, die auf eine Zunahme der Frühjahrstrockenheit hin deutet. In diesem Zeitraum ist besonders die Bodenfeuchte in den obersten Zentimetern wichtig, da das Saatgut nach der Aussaat zum Auskeimen Feuchtigkeit benötigt. Für die Vergangenheit und die Zukunft zeigen die Klimaprojektionen keine Änderungen in der modellierten Bodenfeuchte. Die Frühjahrstrockenheit wird somit in der Vergangenheit nicht korrekt wiedergegeben. Aus diesem Grund müssen für das Frühjahr die Prognosen für die Zukunft angezweifelt werden.

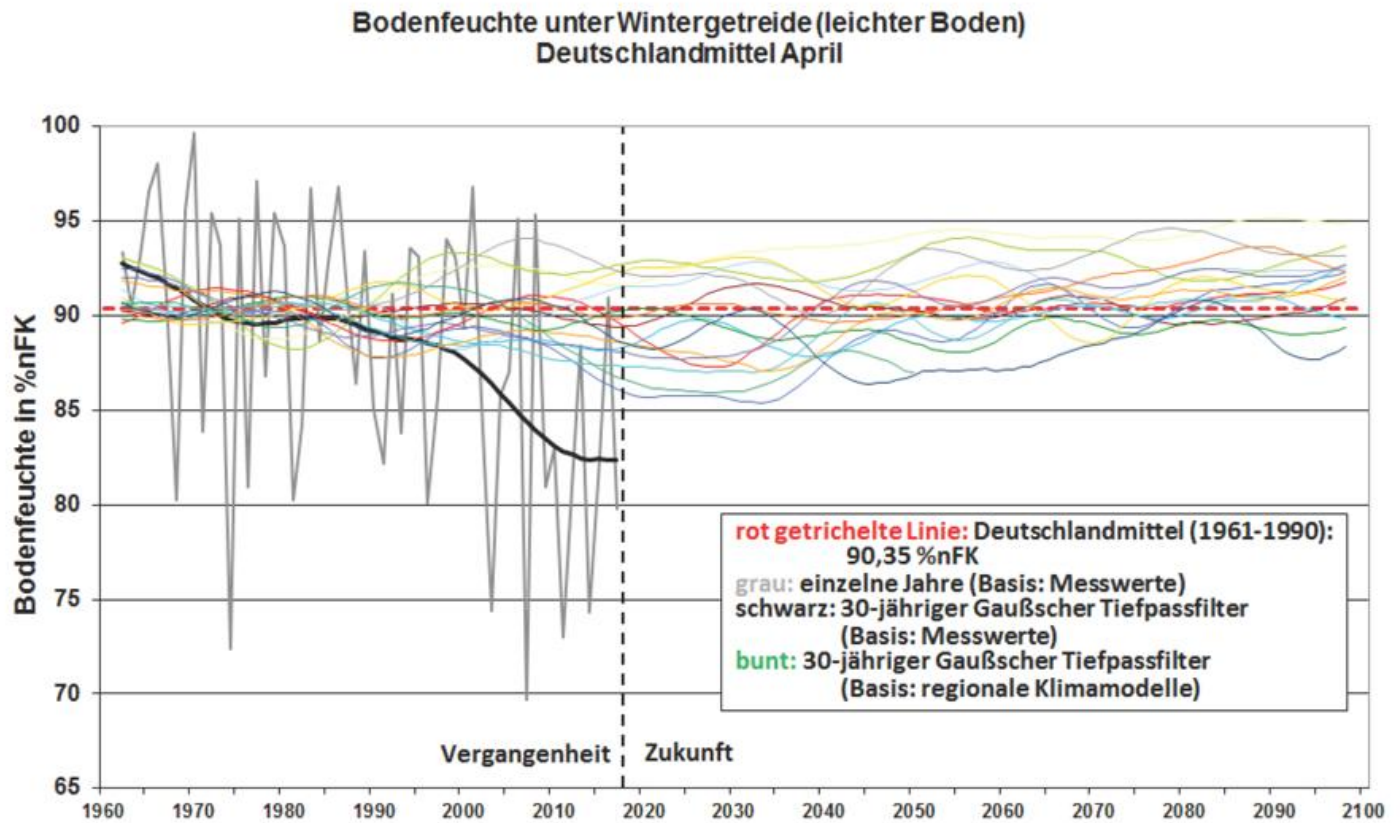


Abb. 13: Beobachtete und erwartete mittelfristige Entwicklung des Deutschlandmittels der Bodenfeuchte unter Wintergetreide (leichter Boden, Schicht: 0-60 cm) für den Monat April (www.deutscher-klimaatlas.de)

Anders sieht es für den Sommer aus, denn hier sind die Klimaprojektionen verlässlicher. In den Sommermonaten muss mit der Zunahme der Anzahl an Tagen gerechnet werden, an denen der Bodenfeuchte-Grenzwert von 50 % nFK unterschritten wird.

Literatur:

Gömann, H., Bender, A., Bolte, A., Dirksmeyer, W., Englert, H., Feil, J.-H., Frühauf, C., Hauschild, M., Krenzel, S., Lilienthal, H., Löpmeier, F.-J., Müller, J., Mushoff, O., Natkhin, M., Offermann, F., Seidel, P., Schmidt, M., Seintsch, B., Steidl, J., Strohm, K., Zimmer, Y., 2015: Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Abschlussbericht: Stand 3.6.2015. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 312 p, Thünen Rep 30, doi:10.3220/REP1434012425000

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

AO	Arctic Oscillation
CMSAF	Climate Monitoring Satellite Application Facility
CPC	Climate Prediction Center
DKK	Deutsches Klima-Konsortium
DU	Dobson Unit
DWD	Deutscher Wetterdienst
ECA&D	European Climate Assessment & Dataset
EM	European-Modell
ENSO	El Niño und die Southern Oscillation
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
GCOS	Global Climate Observing System
GME	Globalmodell
GPCC	Global Precipitation Climatology Centre
ICON	ICOsahedral Nonhydrostatic model
KMZ	Kurz- und Mittelstreckenzugvögel
KSB	Klimastatusbericht
LZ	Langstreckenzugvögel
NAO	Nordatlantische Oszillation
NCEP	National Centers for Climate Prediction (USA)
nFK	nutzbare Feldkapazität
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
QBO	Quasi-Biennial-Oszillation
RA	Regional Association (der WMO)
RCC	Regional Climate Centre (der WMO)
SYNOP	Bodenwettermeldung von einer ortsfesten Landstation
UTC	Universal Time Coordinated
VA	Zugvogelarten
WMO	World Meteorological Organization
WZN	Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie

Autorenverzeichnis

Fildebrandt, Jens	Deutscher Wetterdienst Bundesallee 50 38116 Braunschweig	Jens.Fildebrandt@dwd.de
Friedrich, Karsten	Deutscher Wetterdienst Frankfurter Str. 135 63067 Offenbach	Karsten.Friedrich@dwd.de
Frühauf, Cathleen	Deutscher Wetterdienst Bundesallee 33 38116 Braunschweig	Cathleen.Fruehauf@dwd.de
Gerber, Marie	Deutscher Wetterdienst Bernhard-Nocht-Str. 76 20359 Hamburg	Marie.Gerber@dwd.de
Imbery, Florian	Deutscher Wetterdienst Frankfurter Str. 135 63067 Offenbach	Florian.Imbery@dwd.de
Janssen, Wolfgang	Deutscher Wetterdienst Frankfurter Str. 135 63067 Offenbach	Wolfgang.Janssen@dwd.de
Junghänel, Thomas	Deutscher Wetterdienst Frankfurter Str. 135 63067 Offenbach	Thomas.Junghaenel@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
Pietzsch, Saskia	Deutscher Wetterdienst Frankfurter Str. 135 63067 Offenbach	Saskia.Pietzsch@dwd.de
Schmitt, Hans Helmut	Deutscher Wetterdienst Frankfurter Str. 135 63067 Offenbach	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

