

Klimatologische Einschätzung des Sommer 2015

Autoren: Paul Becker, Florian Imbery, Karsten Friedrich, Monika Rauthe,
Andreas Matzarakis, Angelika Grätz, Wolfgang Janssen

Stand: 13.10.2015

Der Sommer 2015 war, nach 2003 und 1947, der drittwärmste Sommer in Deutschland seit 1881. Er wird vielen aufgrund seiner intensiven Hitzewellen im Juli und August, unterbrochen durch deutlich abkühlende Phasen, in Erinnerung bleiben. Am 5. Juli und 7. August wurde im fränkischen Kitzingen mit 40,3°C ein neuer Hitzerekord für Deutschland gemessen.

Die hohen Temperaturen in Verbindung mit den geringen Niederschlägen sorgten für sehr trockene Bedingungen in der Landwirtschaft und niedrige Wasserstände in vielen Flüssen.

Gleichzeitig wurden 2015 auch weltweit die bisher wärmsten Sommermonate gemessen ([link](#)); Forscher der US-Wetterbehörde NOAA gehen jetzt schon davon aus, dass 2015 mit hoher Wahrscheinlichkeit das wärmste Jahr seit Beginn der systematischen Messungen im Jahr 1880 wird ([link](#)).

Viele Hitzewellen, aber nicht so intensiv wie 2003

Der meteorologische Sommer (Juni, Juli und August) 2015 zeichnete sich durch eine starke Variabilität aus. Dem Zustrom heißer afrikanischer Luftmassen an der Vorderseite von Tiefdruckgebieten folgte kühlere Luft vom Nordatlantik. Einzige Konstante waren die geringen Niederschläge vor allem über dem Süden und Nordosten Deutschlands. Der Austausch der unterschiedlichen Luftmassen verlief meist relativ geräuschlos. Vereinzelt wurde er von Schauern und Gewittern begleitet, auch einige Tornados wurden beobachtet.

Extreme Hitzeperioden prägten den Sommer 2015. Die erste Junihälfte war meist durch überdurchschnittliche Temperaturen geprägt, die zweite durch unterdurchschnittliche Temperaturen. Die Mitteltemperatur für den Juni lag nur etwas über dem vieljährigen Mittelwert. Am Monatsende begann die erste große Hitzewelle des Jahres. Sie erreichte ihren Höhepunkt am ersten Juliwochenende, mit einem neuen Temperaturrekord, der am 5. Juli an der Station Kitzingen mit 40,3°C gemessen wurde. Nach etwa 10 Tagen fielen die Temperaturen wieder auf normale bzw. unterdurchschnittliche Werte, bevor dann ab Mitte Juli die nächste Hitzewelle einsetzte. Auch diese hatte eine Andauer von etwa 10 Tagen. In der Mitte der letzten Monatsdekade fielen die Temperaturen und bis zum Monatswechsel dominierten unterdurchschnittliche Temperaturen. Der Juli war deutlich zu warm und war der siebtwärmste Juli seit 1881. Anfang August bahnte sich die nächste Hitzewelle an. Am 7. August wurde an der Station Kitzingen der Temperaturrekord von 40,3°C erneut eingestellt. Die Monatsmitte brachte wieder eine deutliche Abkühlung, bevor sich zu Beginn der dritten Monatsdekade die nächste Hitzewelle einstellte. Es konnte der zweitwärmste August seit 1881 registriert werden.

Insgesamt war es mit einer Temperatur von 18,4°C der drittwärmste Sommer seit 1881. Damit liegt die Abweichung zum internationalen klimatologischen Referenzzeitraum 1961-1990 bei +2,1 K (siehe Abbildung 1). Nur die Sommer 2003 mit 19,7°C und 1947 mit 18,5°C waren wärmer. In den letzten 20 Jahren waren die Sommer mit einer Ausnahme (1996) immer wärmer als zum internationalen klimatologischen Referenzzeitraum 1961-1990.

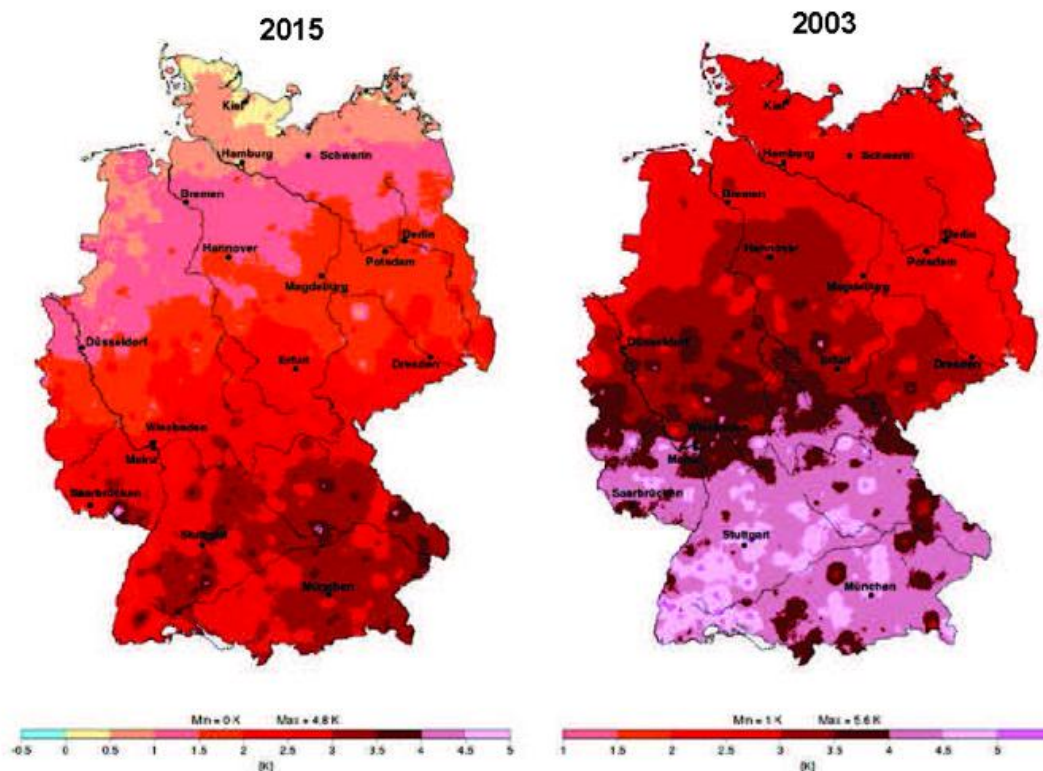


Abbildung 1: Abweichung der Lufttemperatur für die Sommermonate 2015 und 2003 im Vergleich zur Referenzperioden 1961-1990.

Um Extremereignisse wie den Hitzesommer 2015 klimatologisch richtig bewerten zu können, ist es sinnvoll, solche Ereignisse in möglichst langen Zeitreihen statistisch einzuordnen. Hierfür werden klimatologische Kennwerte verwendet, mit denen die Andauer, Intensität und Häufigkeit von Hitzewellen beschrieben werden können.

Auswertungen für acht deutsche Städte geben einen Überblick über die regional unterschiedlichen Ausprägungen der Hitzeperioden 2015 und vergleichen diese mit dem Hitzesommer 2003.

In Abbildung 2 wird für mehrere deutsche Städte die Häufigkeit einer mindestens einmal jährlichen 14-tägigen Hitzeperiode mit einem mittleren Tagesmaximum der Lufttemperatur von mindestens 30°C für den Zeitraum 1950-2015 dargestellt. Die mittleren Temperaturmaxima dieser Perioden sind ein Maß für die Intensität der jeweiligen Hitzewellen.

Für die untersuchten Städte ist ein Nord-Süd-Gradient in der Häufigkeit und in der Intensität der hier untersuchten Hitzeperioden zu erkennen; in Norddeutschland (Hamburg und Berlin) wurde 2015 überhaupt keine langen Hitzeperiode nach obenstehender Definition detektiert.

Allgemein liegen in den nördlicher liegenden Städten die höchsten mittleren Tagesmaxima der Hitzeperioden unter 33°C (Hamburg: 31,8°C, Dresden: 32,7°C), dieser Wert wird in den

südlichen Großstädten öfters überschritten (Mannheim: 1952, 1976, 2003, 2006, 2015; München: 1983, 2003, 2006, 2013, 2015; Frankfurt: 1976, 2003, 2006, 2015).

Allerdings wurde 2015 in keiner der untersuchten Städte die Intensität der Hitzeperioden von 2003 übertroffen.

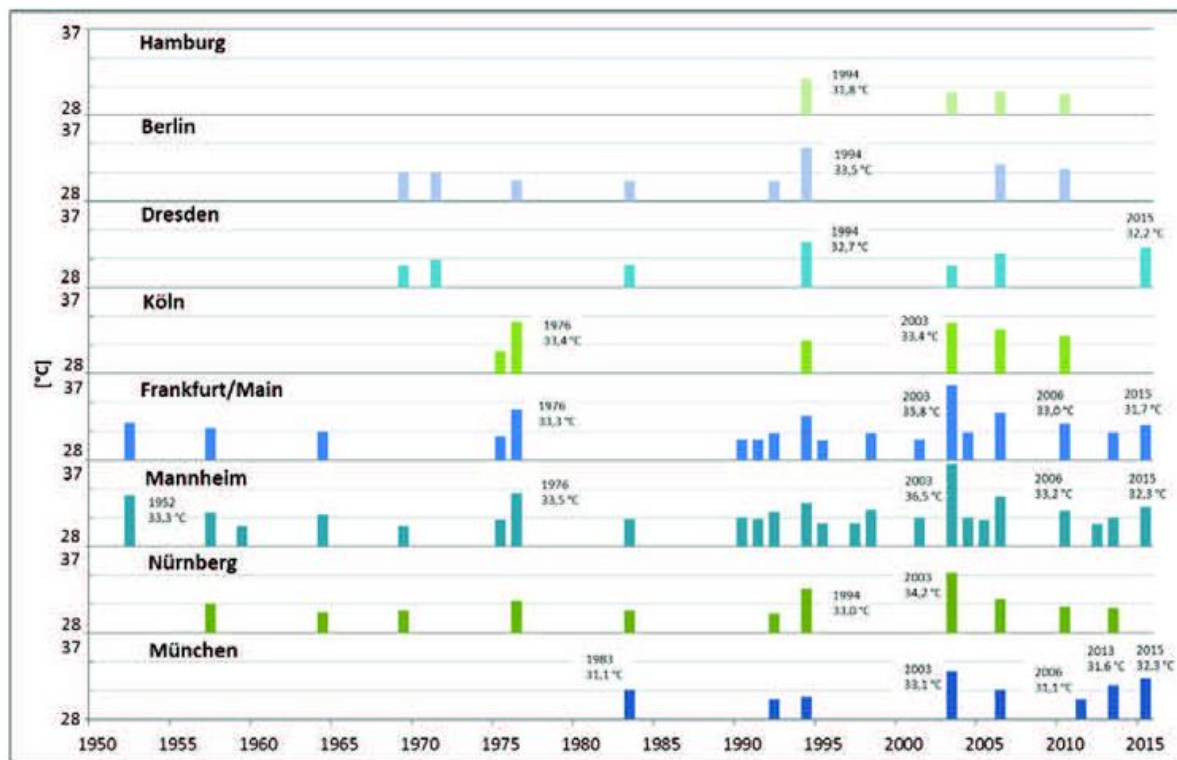


Abbildung 2: Maximale jährliche 14-tägige Hitzeperioden mit einem mittleren Tagesmaximum von 30°C oder mehr für acht deutsche Großstädte. Datenquelle: DWD

Für eine Bewertung des Sommers 2015 bietet es sich an, neben Hitzeperioden auch klimatologische Kenntage auszuwerten, bei denen die Über- oder Unterschreitung von Schwellenwerten ausgezählt werden. Mit Hilfe dieser Kenntage können sowohl regionale wie auch zeitliche Unterschiede beschrieben werden. Beispiele hierfür sind die Anzahl Heißer Tage (Tagesmaximum der Lufttemperatur $\geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächte (Tagesminimum der Lufttemperatur $\geq 20^{\circ}\text{C}$). Die Anzahl der Tropennächte ist ein wichtiger Index für die Beurteilung des thermischen Komforts, da bei sehr warmen Bedingungen in der Nacht die Möglichkeit einer ausreichenden Erholung für viele Menschen eingeschränkt ist.

In Abbildung 3 sind die Anzahl Heißer Tage und Tropennächte wiederum für acht deutsche Städte, jeweils für 2003 und 2015 dargestellt.

In Berlin, Nürnberg und München gab es 2015 jeweils zwei bis drei Heiße Tage mehr wie 2003, in allen westlicher gelegenen Städten (Hamburg, Köln, Frankfurt und Mannheim) wurden 2003 (zum Teil bedeutend) mehr Heißer Tage gezählt. Dies entspricht der regionalen Verteilung der Temperaturabweichungen in Abbildung 1. Tatsächlich waren im Sommer 2003 die extremsten Hitzeperioden im Südwesten Deutschlands, damals wurden auch die bisherigen Hitzerekorde in Karlsruhe und Freiburg aufgestellt.

Allerdings gab es 2015 in Berlin, Frankfurt, Mannheim und München 2015 mehr Tropennächte als 2003 (Abbildung 3). Die fehlende Abkühlung während der Nachtstunden kann, neben dem großräumigen Zuströmen von heißen Luftmassen, auch in der über den Tag gespeicherten Wärme insbesondere in Großstädten seine Ursache haben. Insgesamt waren vielerorts die Nächte im Sommer 2015 wärmer als 2003 und somit die Möglichkeit, sich nachts zu erholen, stärker eingeschränkt.

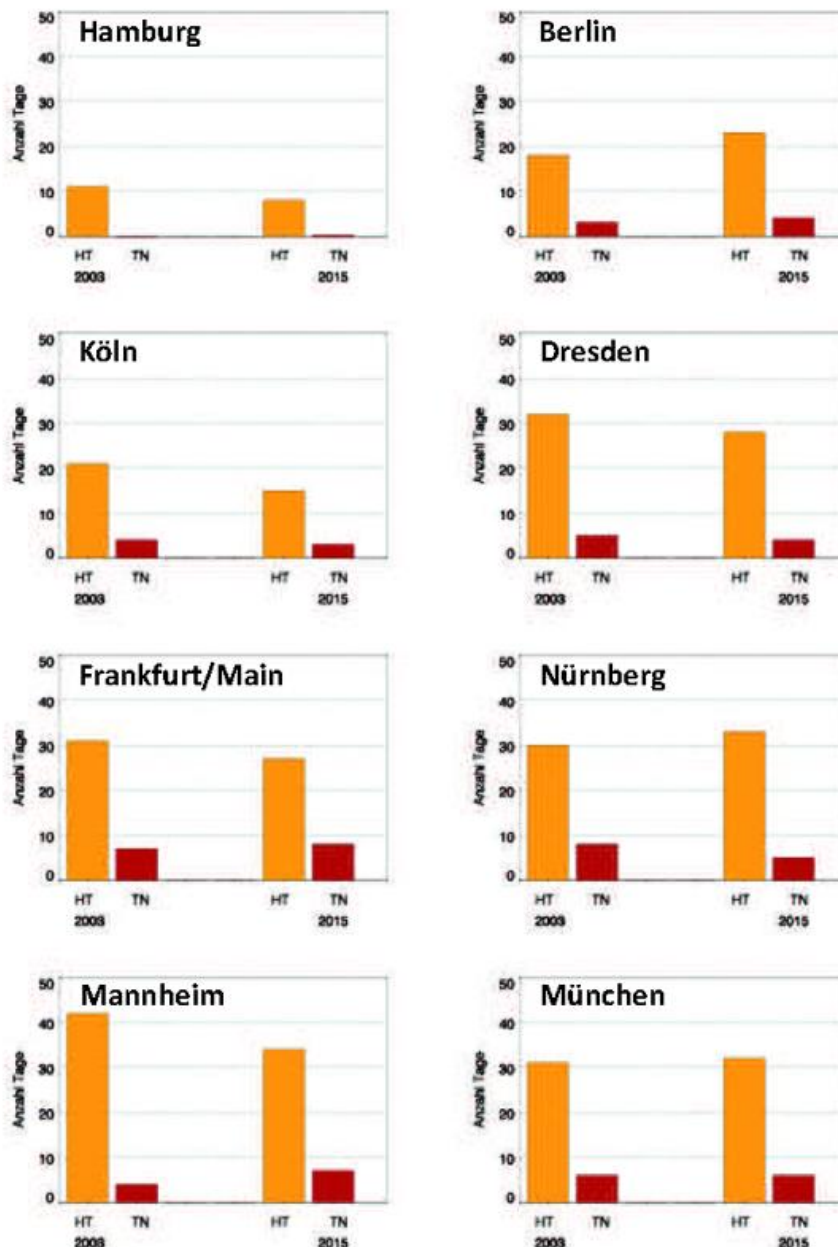


Abbildung. 3: Anzahl Heiße Tage (HT) und Tropennächte (TN) 2003 und 2015 für acht deutsche Städte. Datenquelle: DWD.

Auswirkungen der Hitze auf die menschliche Gesundheit

Um die Wirkung von Hitze auf den Menschen zu beschreiben, kann als thermischer Index die Gefühlte Temperatur herangezogen werden. Sie umfasst alle für den Wärmehaushalt relevante Größen (Lufttemperatur, Feuchte, Wind und Strahlung, Bekleidung und Aktivität des Menschen). Gefühlte Temperaturen von 32 °C und höher bedeuten starke Wärmebelastung, ab 38 °C gelten die Bedingungen als extrem belastend.

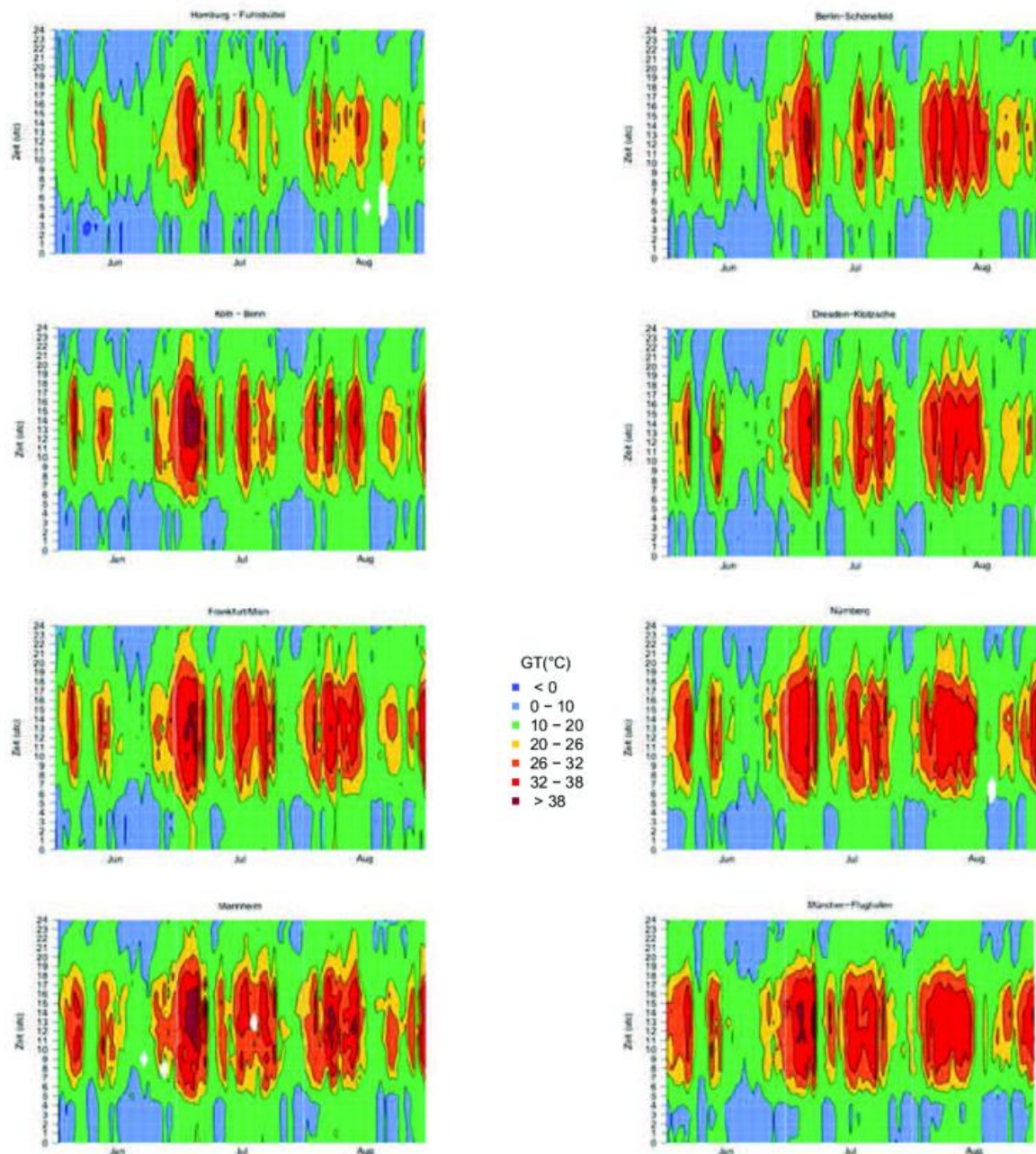


Abbildung. 4: Gefühlte Temperatur während der Sommermonate 2015 für acht deutsche Städte. Datenquelle: DWD

Abbildung 4 zeigt wiederum für die acht deutschen Städte den Verlauf der Gefühlten Temperatur während der Sommermonate 2015. Es ist zu erkennen, dass die thermischen Be-

dingungen im Juni keine erhöhten Anforderungen an den menschlichen Organismus stellten. Im Juli und August dagegen machte die Hitze dem Menschen häufig zu schaffen. Dabei dürfte die Hitzewelle in der ersten Juliwoche, die mit drei bis sieben Tagen je nach Region auch recht lange andauerte, die größten gesundheitlichen Auswirkungen gehabt haben. Zum einen hatte sich der Organismus nach dem kühleren Juni noch nicht an die heißen Bedingungen anpassen können, zum anderen fiel die Hitze besonders intensiv aus: tagsüber herrschte bis zu 12 Stunden pro Tag starke Wärmebelastung, die Maxima lagen verbreitet im extremen Bereich und nachts stellten sich bei nur sehr zögerlicher Abkühlung keine idealen Schlafbedingungen ein.

Neben diesem allgemeinen Verlauf sind einige regionale Unterschiede zu sehen und hervorzuheben. So besaß die Wärmebelastung im Sommer 2015 im Nordwesten Deutschlands keine besondere Bedeutung, während die übrigen Gebiete kürzeren, immer wieder zurückkehrenden Hitzeepisoden ausgesetzt waren. Starke Temperaturschwankungen stellen ebenso wie große Hitze erhöhte Anforderungen an den Organismus. Im Sommer 2015 traf beides zusammen und dürfte eine besondere Herausforderung für große Teile der Bevölkerung gewesen sein.

Im Südosten waren Hitzewellen seltener, aber von längerer Dauer und es traten deutschlandweit die meisten Tage mit Wärmebelastung auf.

Im Zusammenhang mit Hitze stellt Schwüle besonders hohe Anforderungen an den menschlichen Organismus. Gegenüber dem Sommer 2003 war Schwüle in diesem Jahr häufiger anzutreffen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass im Sommer 2015 der Südosten Deutschlands am stärksten von Hitze betroffen war, der Nordosten dagegen nur unerheblich. In den übrigen Gebieten dürfte neben den im Juli und August ständig wiederkehrenden kürzeren Hitzeepisoden die starken Schwankungen der thermischen Bedingungen die Gesundheit zusätzlich belastet haben.

Zu wenige Niederschläge

Nach dem schon viel zu trockenen Frühjahr vor allem in der Mitte Deutschlands und auch nur durchschnittlichen Winterniederschlägen gab es auch im Sommer in vielen Teilen Deutschlands ein Niederschlagsdefizit. In Abbildung 5 sind die regionalisierten relativen Niederschläge im Vergleich zu 1961-1991 für den Sommer 2015 dargestellt. Die unterdurchschnittlichen Niederschläge erstrecken sich über ganz Süddeutschland bis nach Hessen. Außerdem war es auch im Nordosten inklusive Ostseeküste zu trocken. Die ausgeglichenen oder leicht über dem Soll liegenden Niederschlägen in den übrigen Teilen Deutschlands stammen von wenigen starken Regenereignissen vor allem im Juli und August. Im Juni war es hingegen in ganz Deutschland, trotz einiger lokaler Starkniederschlagsereignisse, die im Wesentlichen in Süddeutschland auftraten, trockener als im langjährigen Mittel. Insgesamt gab es im Sommer 2015 mehr als 20 Tage ohne nennenswerten Niederschlag in dem gesamten Gebiet von Deutschland und die meisten Niederschlagsereignisse waren als regionale Schwerpunkte im Norden und Süden des Landes zu finden.

Diese niedrigen Niederschläge über einen sehr langen Zeitraum und die sehr hohen Temperaturen während der Sommermonate, die zusätzlich zu hoher Verdunstung führten, haben große Folgen in der Landwirtschaft und für die Schifffahrt.

Im bisherigen hydrologischen Jahr, das im November beginnt, gab es mit Ausnahme des Januars in allen in Tabelle 1 aufgeführten Einzugsgebieten (außer der Ems) Niederschlagssummen, die niedriger als in der aus der Normalperiode (1961-1990) lagen. Mit 68% weist der Main die größte Niederschlagsanomalie auf. Aber auch der deutsche Teil des Einzugs-

gebiets der Oder, die Donau und auch der Rhein zeigen Defizite von mehr als -20% im Vergleich zum Referenzzeitraum. An der Elbe im Gebiet bis zur Saalemündung und an der Weser sind geringere Niederschläge von bis zu -15% zu finden.

Diese teilweise sehr hohen Niederschlagsdefizite über einen so langen Zeitraum führten während des Sommers zu einer sich immer weiter verschärfenden Niedrigwassersituation in ganz Deutschland. Es sind, wie in Abbildung 6 zu sehen ist, fast alle Bundeswasserstraßen betroffen. Generell werden seit Anfang Mai deutlich fallende Wasserstände und Abflüsse verzeichnet. Die Ganglinien von repräsentativen Pegeln der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) machen dies sehr deutlich. Es sind immer nur kurzzeitige Erholungen durch größere Niederschlagsereignisse wie z.B. in der zweiten Augushälfte zu verzeichnen. Die gestrichelt eingezeichneten schifffahrtsrelevanten GIW- und RNW-Marken¹ werden seit Anfang Juni vielerorts unterschritten und dies im Laufe des Sommer auch sehr deutlich, was zu Einschränkungen in der Schifffahrt geführt hat und noch immer führt. Prominentes Beispiel ist derzeit die Elbe. Einzig am Rhein ist die Situation noch nicht so angespannt. Auch kleinere Flüsse haben fast bundesweit sehr niedrige Wasserstände zu verzeichnen. Weitere Informationen zur aktuellen Situation auf den Bundeswasserstraßen sind unter www.bafg.de zu finden.

Sommer 2015 (relative Werte zum Mittel 1961–1990)

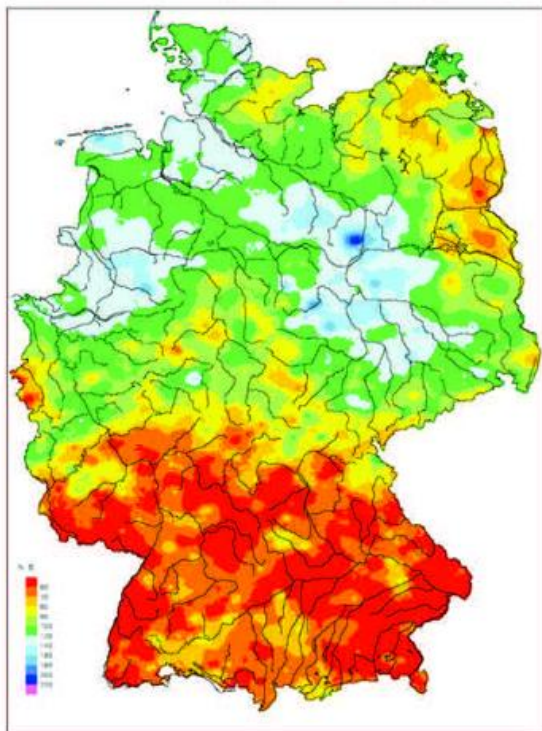


Abbildung 5: Relative Niederschlagshöhen in % für den Sommer 2015 im Vergleich zum mittleren Sommerniederschlag für die Referenzperiode 1961-1990. Datenquelle: DWD.

¹ GIW (Gleichwertiger Wasserstand) bzw. RNW (Regulierungsniedrigwasserstand) an der Donau ist ein festgelegter Bezugswasserstand, um durch gleichmäßige Mindesttiefen auf möglichst langen Streckenabschnitten bestimmte Abladetiefen für die Schifffahrt zu gewährleisten.

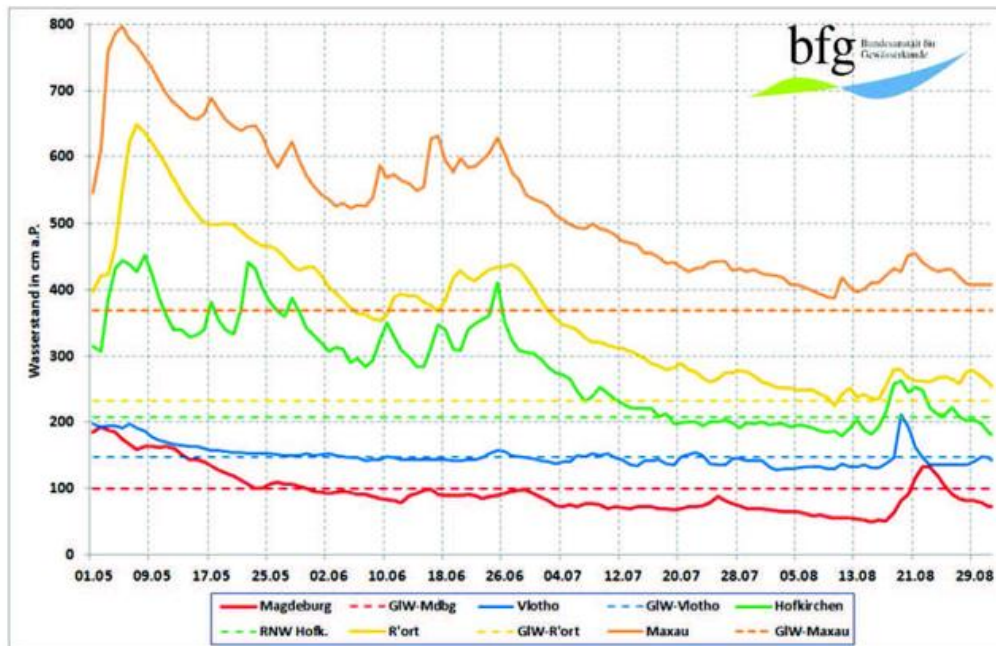


Abbildung 6: Ganglinien der täglichen Wasserstände an repräsentativen Bundeswasserstraßenpegeln (Magdeburg/Elbe (rot), Vlotho/Weser (blau), Hofkirchen/Donau(grün), Duisburg-Ruhrort/Niederrhein (gelb) und Maxau/Oberrhein (orange)). Die gestrichelten Linien zeigen die jeweiligen GIW und RNW-Schwellen, bei deren kontinuierlichen Unterschreitung es zu Behinderungen bei der Schifffahrt kommt. Die Abbildung wurde durch die BfG zur Verfügung gestellt. (Stand 31.08.2015, Daten: WSV).

Tabelle 1: Aufsummierte Niederschläge, Niederschlagsdifferenzen und -anomalien der Monate November 2014 bis August 2015 im Vergleich zum vieljährigen Mittel 1961-1991 in deutschen Einzugsgebieten sowie für das gesamte Bundesgebiet.

Einzugsgebiete	Nov-Aug (1961-1991) [mm]	Nov 2014- Aug 2015 [mm]	Differenz [mm]	Anomalie [%]
Rhein	786	573	-213	74
Rhein (unterhalb Main)	734	600	-134	82
Rhein (oberhalb Main)	838	644	-194	77
Main	661	448	-213	68
Weser	662	565	-97	85
Ems	652	687	+35	105
Elbe	536	484	-52	90
Elbe (unterhalb Saale)	524	456	-68	87
Elbe (oberhalb Saale)	550	506	-44	92
Oder (deutscher Teil)	478	357	-121	75
Donau	861	664	-197	77
BRD	663	563	-100	85

Agrarmeteorologische Bewertung des Sommers 2015

Um die Auswirkung der trockenen Bedingungen dieses Jahr in der Landwirtschaft bewerten zu können, wird im Folgenden die Bodenfeuchte betrachtet. Die Bodenfeuchte ist ein guter Indikator dafür, wieviel Wasser der Pflanze zur Verfügung steht. Zugleich ist die Bodenfeuchte eine recht träge Größe, in den aktuellen Werten steckt indirekt auch das vergangene Wettergeschehen. So kann z.B. ein kräftiger Regenschauer im Juni den gesamten Boden wieder mit Wasser auffüllen, was in der nachfolgenden Zeit zu erhöhten Bodenfeuchtwerten führt. Beispielhaft ist für Mannheim der typische Bodenfeuchteverlauf über das Jahr für Winterweizen in Abbildung 7. angegeben.

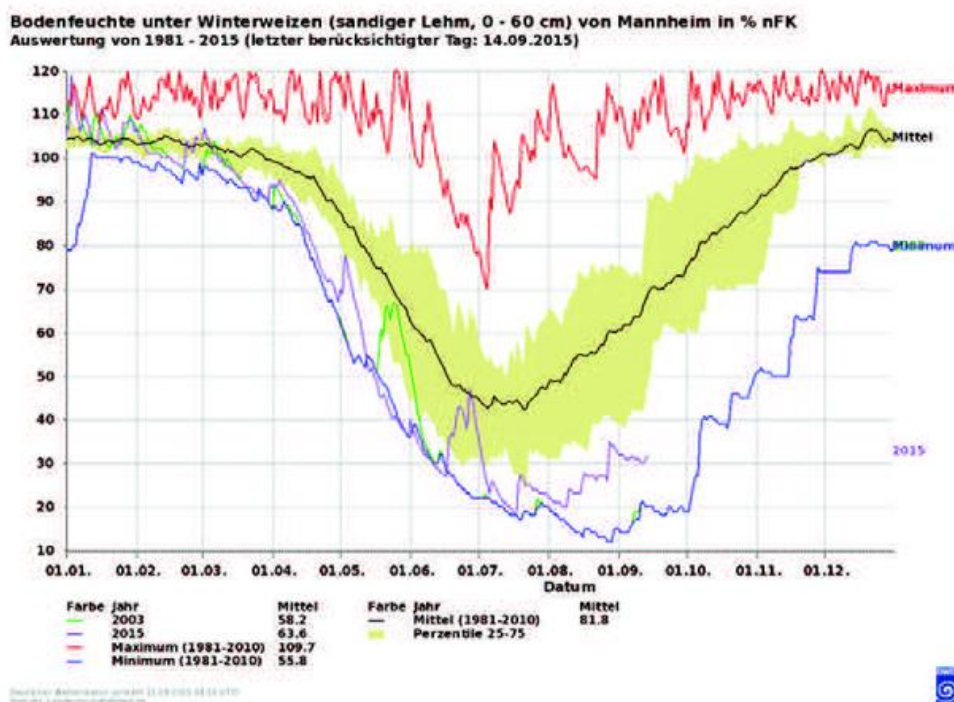


Abbildung 7: Bodenfeuchteverteilung unter Winterweizen seit 1981 unter sandigem Lehm von Mannheim. Datenquelle: DWD

In Abbildung 7 sind ebenfalls die Einzeljahre 2003 (grüne Kurve) und 2015 (lila Kurve) zum Vergleich dargestellt. Der Boden ist bei 100 % nutzbarer Feldkapazität (% nFK) vollständig mit Wasser gefüllt. Anhand des Mittels sieht man sehr schön, dass die Wasservorräte des Winters ab dem 1.4. aufgrund der zunehmenden Verdunstung allmählich bis zur Gelbreife (Mitte Juli) abnehmen und danach aufgrund der fehlenden Verdunstung und der fallenden Niederschläge allmählich bis zum Winter wieder ansteigen. Bei Kulturen mit späterer Entwicklung wie Mais oder Zuckerrüben sinkt die mittlere Bodenfeuchte sogar bis Anfang September weiter ab, bevor der Boden wieder aufgefüllt wird. Das Jahr 2015 war in der Zeit von Mitte Mai bis Mitte Juni in Mannheim sogar noch trockener als das bisherige Minimum, wurde dann durch die Niederschläge Ende Juni allerdings wieder auf Normalmaß angehoben. Ab Mitte Juni ist das Jahr 2003 absoluter Spitzenreiter mit den geringsten Bodenfeuchtwerten. Die grau hinterlegten Bereiche zeigen in etwa den normalen, zu erwartenden Bereich der Bodenfeuchte.

Betrachtet man die mittlere monatliche Bodenfeuchte des Sommers 2015 und bringt diese mit den vergleichbaren Monatswerten in Beziehung, so kann eine Reihenfolge der Jahre mit

den niedrigsten Werten analysiert werden. In den nachfolgenden Grafiken sind die Gebiete mit dem niedrigsten Wert in 2015 rot dargestellt.

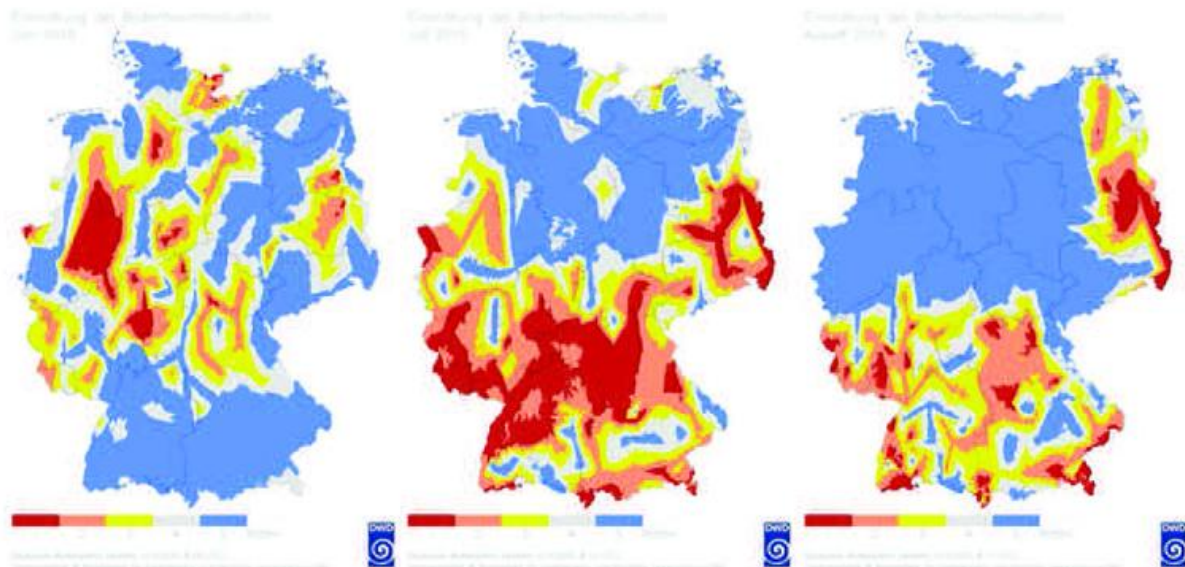
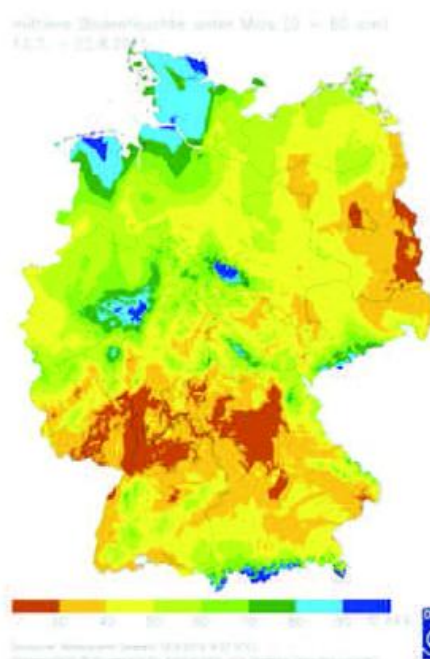


Abbildung 8: Einordnung der Bodenfeuchte unter Gras und sandigem Lehm seit 1981 für die Monate Juni, Juli und August 2015 (von links nach rechts). Datenquelle: DWD

Abbildung 8 zeigt ein sehr differenziertes Bild von Deutschland. In jedem Monat traten minimale Werte in zum Teil unterschiedlichen Gebieten auf und regional konnten große Unterschiede auftreten, je nachdem wieviel und ob Niederschlag im betreffenden Zeitraum gefallen war. In der zweiten Hälfte des Augusts fielen verbreitet schauerartige Niederschläge, die die Situation in weiten Teilen etwas abschwächte, jedoch für viele Kulturen zu spät kamen. In den rot dargestellten Gebieten war das Jahr 2015 sogar noch trockener als das Jahr 2003, welches bisher für weite Teile Deutschlands das Minimum dargestellt hat bzw. immer noch ist.



Kritisch war die Trockenheit während des Sommers natürlich für die Kulturen wie Mais, Zuckerrüben und Grünland, die sich noch in der Entwicklung befanden und gerade im Sommer einen hohen Wasserbedarf haben. Beispielhaft soll dieses am Mais gezeigt werden, der im Mittel in diesem Jahr seinen Blühbeginn am 23.7. hatte, was gleichzeitig den Zeitraum beschreibt, ab dem erhöhter Wasserverbrauch besteht. Betrachtet man die mittlere Bodenfeuchte in einem Zeitfenster von -10 bis +30 Tagen um diesen Termin, so erkennt man in Abbildung 9 die Gebiete mit niedriger Bodenfeuchte.

Brandenburg und besonders ein Streifen vom südlichen Rheinland-Pfalz über Südhessen und Nordbaden bis Franken sind verbreitet mit Werten unter 30 % nutzbare Feldkapazität betroffen.

Abbildung 9: Mittlere Bodenfeuchte unter Mais in der Zeit mit dem höchsten Wasserbedarf im Jahr 2015. Datenquelle: DWD

Die Erntemengen stehen zwar noch nicht fest, doch in den beschriebenen Gebieten wird es ohne Beregnung zu beträchtlichen Mindererträgen kommen.

Vereinzelte war der Presse bereits zu entnehmen, dass der Mais in diesem Jahr extrem unter der Trockenheit gelitten hat, dass sich die Kolben nicht richtig entwickelt haben und einige Bestände verfrüht geerntet werden mussten. Gerade in Bayern mit einem hohen Anteil an Mais werden die Erträge wohl merklich geringer ausfallen als in anderen Jahren. Gerade die Futterkulturen wie Grünland und Silomais haben in den Trockengebieten stark gelitten, so dass abzuwarten bleibt, ob genug Futter für den kommenden Winter geerntet werden konnte.

Ausblick

Obwohl es prinzipiell nicht möglich ist, anhand einzelner Ereignisse wie dem sehr heißen Sommer 2015 Aussagen über den durch den Menschen verursachten (anthropogenen) Klimawandel abzuleiten, passt die Entwicklung der letzten Jahre sehr gut in das Bild eines langfristigen globalen Temperaturanstiegs und der Zunahme von Extremereignissen wie diesen Sommer.

Allerdings sind nur Änderungen auf globaler Skala zuverlässigere Indikatoren für die Erderwärmung. Auf regionaler Skala ist aber im Zuge des Klimawandels mit häufigeren und länger andauernden Trockenperioden und damit einhergehenden Niedrigwassersituationen zu rechnen.

Der DWD untersucht solche möglichen Auswirkungen gemeinsam mit anderen Behörden und Forschungseinrichtungen z.B. in Projekten wie KLIWAS (www.kliwas.de) und entwickelt anhand der Ergebnisse Strategien zur Anpassung an den Klimawandel.