

Erste hydro-klimatologische Einordnung der Starkregen und Dauerregen in Deutschland zum Ende eines sehr nassen Juli 2017.

Dr. Andreas Becker, Thomas Junghänel, Mario Hafer, Andreas Köcher, Elke Rustemeier, Elmar Weigl, Dr. Klaus-Peter Wittich; Stand: 28.07.2017

Einleitung

Bis Ende Mai diesen Jahres waren Dürre, Trockenheit und Waldbrandgefahr die für Deutschland bestimmenden Themen, wenn es um Extremwetter im Jahre 2017 geht. Aber spätestens seit den Rekordniederschlägen am 29. Juni in Berlin, als Tegel die für das laufende Jahr amtliche Rekordtagessumme von 196,9mm verzeichnete, ist beinahe deutschlandweit ein sehr nasser Juli eingeläutet worden. Der Juli 2017 weist in punkto extreme Niederschläge sowohl die eher kleinräumigen und intensiven Starkregen, als auch die gerade zu Ende gegangenen extremen unwetterartigen Dauerregen auf. Beispiele für Starkregen und den damit verbundenen Sturzfluten sind unter anderem in Moers am 14. Juli, in Köln am 19. Juli und in letzter Woche wieder Berlin am 22. Juli.

Der Dauerregen trat dann vom 24.-26. insbesondere in Südniedersachsen, im Harzumfeld, Nordthüringen, den äußersten Nordosten und zum Schluss auch Teilen des Alpenrandes auf. Besonders betroffen waren die Stadt Goslar am Nordrand des Harzes an der Grenze zu Sachsen-Anhalt und Hildesheim. Insgesamt betrachtet entsprechen sowohl die Dürreperiode von Januar bis Mai als auch die im Anschluss geschehenen extremen Niederschlägen dem Szenario eines extremeren Niederschlagsgeschehens in Deutschland, wie es der Weltklimarat in seinem fünften Sachstandbericht aufgrund des Klimawandels bereits 2014 prognostiziert hat. Die Frage zur Attribution des Klimawandels soll daher auch zumindest angeschnitten werden.

Großräumige Verteilung der Niederschläge in Zentraleuropa

Die großräumige Niederschlagsverteilung in Zentraleuropa über die letzten 2 Wochen bis zum 26. Juli 2017, 6 UTC (Abbildung 1) und der prozentuale Anteil am normalen Niederschlag im Juli zeigt gemäß der Analyse des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie, die besondere positive Anomalie über dem mittleren und östlichen Deutschland, die umgeben ist von ansonsten deutlich zu trockenen Verhältnissen. Überall außer in Deutschland ist deutlich weniger Niederschlag als normal gefallen, und im Mittelmeerraum verschärfte sich die Dürresituation weiter. Die niederschlagsarmen Regionen über dem südlichen Skandinavien korrespondieren mit einem Hochdruckgebiet, das mit dem für den Dauerregen in Deutschland verantwortlichen Höhentief einen Dipol in der großräumigen planetaren Strömung gebildet hat. Die bekannte hohe Stationariät eines Dipol-Druckfeldes sorgte für eine geringe Verlagerungsgeschwindigkeit des korrespondierenden Bodentiefs „Alfred“, welches für das massive Niederschlagsgeschehen sorgte, über das hier zu berichten ist. Das Hochdruckgebiet über Fennoskandien war dabei so persistent, dass es über Island die Temperaturen am 25. Juli über 25 Grad hat ansteigen lassen.

Beschreibung der Wetterlage

Nach einer vorübergehenden Wetterberuhigung nach dem extremen Gewitter mit Sturzflut am 19. Juli in Köln sind ausgehend von einem Tief über den britischen Inseln immer wieder feucht-warme Luftmassen aus Südwesten herangeführt worden und haben bereits am 21. Juli im Südwesten Deutschlands eine Konvergenzzone unter unwetterartiger Verstärkung in der Nacht zum 22. Juli über Hessen nach Brandenburg und erneut nach Berlin ziehen lassen. Dort und an der ostfriesischen Küste traten erneut Starkregen mit noch moderaten Jähr-

lichkeiten von 10-20 Jahren auf. Die nachfolgende Kaltfront des Tiefs „Alfred“ bildete rasch eine Okklusionsfront, an der sich durch massive Hebungsprozesse großflächiger stratiformer Niederschlag bildete. Mit Ostverlagerung des Tiefs gelangte Deutschland ab Montag den 24.07.2017 in den Einfluss eines Höhentrogs mit ausgeprägtem Höhentief über Mitteleuropa. Der Höhentrog verlagerte sich im Laufe der Woche nur langsam in Richtung Osten. Gleichzeitig bewegte sich das Tief „Alfred“ im Bodendruckfeld über die Mitte Deutschlands hinweg. So kam es zu großräumigen Hebungsprozessen und Heranführung von feuchtwarmer Luft aus Südosteuropa. Diese Luftmasse wurde dann am Dienstag den 25.07.2017 durch die Kombination aus Höhen- und Bodentief in Richtung West- und Süddeutschland weitergeführt. Im Laufe des Mittwochs den 26.07.2017 verlagerte sich das Höhentief weiter in Richtung Osten und zunehmender Hochdruckeinfluss sorgte für eine leichte Entspannung der Wettersituation. Es ist bei der Wetterlage zu betonen, dass der Einfluss des Mittelmeers für diese Wetterlage im Gegensatz zu der Gewitterlage Ende Mai / Anfang Juni 2016 marginal war. Das hier wieder wetterwirksame Tief Mitteleuropa ist also im Ostatlantik, genauer südwestlich von Irland geboren worden, nicht wie bei der gerne zitierten Vb-Lage im Golf von Genua. Spekulationen über den Einfluss des warmen Mittelmeers sind somit eher irreführend. Es ist eher bemerkenswert, dass die Genese des Tiefs Mitteleuropa immer weniger von der besonderen Vb-Zugbahn abhängt, und damit potentiell viel häufiger in Zukunft auftreten könnte.

Zeitliche Entwicklung der Extremwetter

Durch die oben beschriebene Wetterlage kam es von Montag an zu langanhaltenden stratiformen Dauerniederschlägen, die aber teilweise auch lokal konvektiv verstärkt wurden (z.B. Station Artern 38,5 mm in 1h am 25.07.17 um 3:00 UTC). Schwerpunkt der Niederschlagstätigkeit war zunächst Südniedersachsen und die Region rund um den Harz, aber auch erneut Brandenburg. Ab Dienstag wurde die Luftmasse nach West- und Süddeutschland weitergeführt, wodurch die Dauerniederschläge sich auf Thüringen, Hessen, Bayern und Baden-Württemberg ausdehnten. Außerdem intensivierten sich die Niederschläge in der Region Nordbrandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt. Am Mittwoch waren dann vor allem Südbayern mit dem Alpenvorland, sowie erneut Brandenburg und Sachsen betroffen. An den lokalen Mittelgebirgen (vor allem Schwarzwald, Schwäbische Alb, Erzgebirge und Bayrischer Wald) sowie den Alpen wurde die Niederschlagstätigkeit durch Staueffekte verstärkt. Mit zunehmendem Hochdruckeinfluss ebte die Niederschlagstätigkeit von Westen her nach und nach ab.

Gemessene Niederschlagsmengen und ihre Einordnung

Tabelle 1 zeigt die Tagesniederschlagshöhen > 80 mm für den Zeitraum 24.07. – 26.07.2017 nach Menge sortiert. Die höchsten 24 und 48h-Summen verzeichnete die Station Eckertalsperre (Niedersachsen) mit 153,0mm am 25.07. und 253,7mm inklusive dem Vortrag, relativ dicht gefolgt von der Station Brocken (Sachsen-Anhalt) mit 121,2mm am 24.07. und 238,2mm inklusive dem Folgetag. Am 26.07. wurde der höchste Tageswert bereits am Alpenrand an der Station Ruhpolding-Seehaus (117,5mm) in Bayern gemessen. Tagessummen von mehr als 100mm sind im Sommer durchaus möglich und der deutschlandweite Rekord von 312mm in Zinnwald vom 12.08.2002 im Kontext des ersten Elbejahrhunderthochwassers wurde bei weitem verfehlt, und nicht mal in den 3-Tagessummen erreicht.

Für die kleinräumigen Überschwemmungen wie in Artern am 25.07.2017 um 02:50 UTC (Abb. 2) waren eher die stündlichen Niederschlagsmengen (hier 40mm/h) relevant. Die stündlichen Niederschlagsmengen der meisten Gewitter an diesem Tag hatten aber selten Wiederkehrzeiten von über zehn Jahren. Selbst bei den Tagesniederschlägen wurde auch im Harzumfeld selten die 50-Jährlichkeit überschritten (Abbildungen 3-5). Nur sehr lokal wurde vom 24.-26. Juli für die Dauerstufe 24h die 100-Jährlichkeit überschritten. Die in Punkto Jährlichkeit bzw. Seltenheit relevanteste Dauerstufen waren in dem Zeitraum 48h und vor allem 72h, für die im Harzumfeld verbreitet die 100 Jahre Wiederkehrzeit überschritten wurde (Abbildung 6, 7).

Der Monat Juli des Jahres 2017 wird im deutschlandweiten Flächenmittel als sehr nasser Monat in die Statistiken seit Anbeginn der Messungen eingehen, aber war bei weitem nicht der nasseste seit Anbeginn der Messungen. Es sind noch wenige Tage hinzuzuzählen, aber es kann bereits jetzt davon ausgegangen werden, dass er nicht die Top-3 der nassesten Julis in den Jahren 1954 (166,7mm), 1882 (144,5mm) und 1926 (135,6mm) übertreffen wird. Dahinter sind die Abstände zu gering, um jetzt bereits verlässlich den Rang angeben zu können. Im Gegensatz zur Temperatur sind beim Niederschlag die Rekordmonats- oder Jahressummen nicht auf die jüngsten Jahre konzentriert, was auf die gegenüber der Temperatur deutlich heterogeneren Trendmuster hinweist.

Bestimmung der Extremität des Dauerregenereignisses

Der Weather Extremity Index (WEI) nach Müller und Kaspar (2014) gibt Auskunft über die Extremität eines Ereignisses unter Einbeziehung der Andauer, Flächenausdehnung und Intensität. Somit ist es möglich, verschiedene Extremereignisse zu vergleichen. Der Deutsche Wetterdienst hat den WEI adaptiert und wendet diesen auf seine radar- und stationsgestützte Niederschlagsüberwachung (RADOLAN-Verfahren) an. Dabei wird der Bereich des gesamten Bundesgebietes in die Bewertung einbezogen (Abb. 8)

Mit Werten von 327 für eine Andauer 48h am 26. Juli, und 313 für die Andauer 72h am 27. Juli jeweils um 05:50 UTC, rangiert das aktuelle Ereignis im Bereich des Extremniederschlages, welches zum Elbehochwasser 2002 führte (WEI von 323 bei Andauer von 24 h). Im Vergleich der Charakteristika ist das aktuelle Ereignis deutlich ausgedehnter (fast die doppelte Fläche), von der Andauer etwas langanhaltender und nicht ganz so intensiv.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass dieser Index sich ausschließlich mit dem Niederschlag befasst und keinerlei Aspekte des Abflussgeschehens im Nachgang in seiner Bewertung mit einbezieht.

Hydrologische Auswirkungen

Der Dauerniederschlag führte besonders in Südniedersachsen und in der Harz-Region zu schnell steigenden Pegeln in den Oberläufen kleinerer und mittlerer Fließgewässer. Dabei wurden teilweise neue Rekordpegelwerte erreicht (z. B. Pegel Heinde im Landkreis Hildesheim und Pegel Groß Rhüden im Landkreis Goslar). Rückhaltebecken und Talsperren konnten im Harz zwar einen Großteil der gefallenen Niederschläge zurückhalten, aber die Vorbergnung seit Anfang des Monats verschärfte die Situation. Mancherorts kam es bereits vom 25. zum 26.07.17 zu ersten Überschwemmungen. Ab Dienstag wurden auch aus Nordhessen, Thüringen, Sachsen-Anhalt und später auch Bayern erhöhte Pegelstände gemeldet. Im Landkreis Harz (Sachsen-Anhalt) kam es teilweise zu Deichbrüchen. Die Rückhaltewirkung der Zillierbachtalsperre bei Wernigerode war zum größten Teil aufgebraucht.

Ursachen für Überschwemmungen

Ob ein Niederschlagsereignis zu Überschwemmungen führt, hängt von vielen Faktoren ab. Der wichtigste ist die Niederschlagsintensität und deren zeitliche Andauer. Der oberflächliche Abfluss hält sich solange in Grenzen, wie der Boden noch Wasser aufnehmen kann. Mit zunehmender Bodenfeuchte im Laufe eines Niederschlagsereignisses sinkt die Infiltrationsfähigkeit des Bodens. Hierbei ist die Vorbergnung, das ist der Niederschlag, der zuvor über einen längeren Zeitraum gefallen ist (Abbildung 9), ein wichtiger Faktor. Weiterhin sind der Anteil der versiegelten Fläche im Einzugsgebiet und die Kapazität des Kanalisationssystems relevant.

Die Orographie beeinflusst den oberflächlichen Abfluss des Niederschlagswassers. In ebenen Regionen bleibt das Wasser eher an Ort und Stelle stehen. Je stärker das Terrain geneigt ist, umso schneller sammelt sich das Wasser in Senken und Tälern und fließt dort ab. Durch die Enge in einigen Gebirgstälern wird bis an die Wasserläufe gebaut, so dass die Häuser dem Wasser zusätzlich Platz zum Ausweichen nehmen.

Im Falle der Überschwemmungen im Harzumfeld werden sowohl pluviale als auch fluviale Hochwasser angetroffen, wobei die pluvialen vor allem im nördlich des Harzes gelegenen Flachlands entstanden, wobei landwirtschaftlich genutzte Flächen durch stehendes Wasser und Nässe stark betroffen wurden und hier von Nässeschäden auszugehen ist.

Auswirkungen auf die Bodenfeuchte

Infolge der extremen Niederschläge und der Vorwitterung stieg der Wassergehalt in Lehm-böden unter Wintergetreide auf über 130 % nutzbarer Feldkapazität (nFk), in Sandböden aufgrund der höheren Sickerung und des geringeren Wasserhaltevermögens auf maximal 110 % nFk (Abb. 10, 11). Angemerkt sei, dass die Sättigungsgrenze bei Lehm ca. 150 % nFk beträgt, während sie bei Sand sogar noch höher liegt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass die Bodenfeuchtedarstellungen keine geländebedingten Abflüsse berücksichtigen, sondern lediglich für horizontale Flächen gelten. Die betrachtete Bodensäule endet in 60 cm Tiefe. Die Prognosen bis Ende Juli sehen weiterhin Niederschläge bis zu einer Gesamtsumme von ca. 40 mm vor. Insgesamt ist aber eine leichte Entspannung der Bodenfeuchtesituation zu erwarten.

Schäden

Die meisten Schadensberichte kommen aus den niedersächsischen Landkreisen Goslar, Helmstedt, Hildesheim und Wolfenbüttel sowie aus dem Landkreis Harz in Sachsen-Anhalt [1]. Hier wurden bereits in einer frühen Phase des Ereignisses Straßen, Unterführungen und Keller geflutet. Dammbrüche verschärften die Lage. Teilweise wurde die Stromversorgung unterbrochen. Auch landwirtschaftliche Flächen wurden überflutet. Es wird mit Einbußen bzw. Ausfällen in der Ernte gerechnet. Mit dem Abfluss des Wassers bewegen sich die Scheitelwellen in Richtung Nordsee. Mit weiteren Schäden durch Überflutung ist in den kommenden Tagen zu rechnen. Im Bereich Hessen und Thüringen beschränken sich die Schäden momentan auf lokale Überflutungsgebiete. Das Ausmaß der Schäden wird insgesamt aber erst in den nächsten Tagen sichtbar werden.

Rolle der Wetterlage Tief Mitteleuropa

Erneut ist in der Zeit der intensivsten Niederschläge (24.-26. Juli) über Deutschland die Wetterlage Tief Mitteleuropa aufgetreten. Diese Großwetterlage war sowohl für die Sturzfluten in Braunsbach und Simbach [5] im Spätf Frühjahr 2016 als auch für die Jahrhunderthochwasser 2002 und 2013 verantwortlich. Klimamodelle projizieren bis zum Jahr 2100 ein deutlich vermehrtes Auftreten dieser Wetterlage von aktuell 9 auf bis zu 17 Tage im Jahr.

Einfluss des Klimawandels auf Stark- und Dauerregen

Bei der Attribution zum Klimawandel darf man grundsätzlich nicht eine einzelne Episode betrachten, sondern muss immer über längere Zeiträume ein möglichst großes Kollektiv von Ereignissen untersuchen. Um einen Einfluss des Klimawandels, und hier insbesondere der globalen Erwärmung zu überprüfen, gilt es die Hypothese, dass durch den Klimawandel die Intensität und Häufigkeit von Starkniederschlägen zunehmen wird, zu überprüfen. Diese wird durch die Tatsache begründet, dass mit zunehmender Temperatur der Sättigungsdampfdruck des Wasserdampfes zunimmt und somit mehr Wasserdampf zur Niederschlagsbildung zur Verfügung stehen kann. Während der Zusammenhang zwischen Temperatur und Wasserdampfgehalt entsprechend dem theoretischen Zusammenhang nach Clausius-Clapeyron tatsächlich auch klar durch Satellitenmessungen nachgewiesen wird (Fig. 2.30 im Kapitel 2 des IPCC AR5 WG1 Berichtes [2], ist der Zusammenhang Wasserdampfgehalt vs. Niederschlag deutlich komplexer sowohl theoretisch (Wolkenphysik, Strahlungs- und Wasserhaushalt) als auch bei den Daten der tatsächlichen Beobachtungen. Der DWD wirbt daher bei dieser Fragestellung für eine differenzierte Betrachtung [3] und hat dem Thema auch eine Rubrik „Das besondere Thema“ in seinem Klimareport 2016 [4] gewidmet.

Entscheidend dafür, ob die globale Erwärmung bis zum Niederschlag durchschlägt, ist, ob es überhaupt zur Niederschlagsbildung kommen kann. So ist in einer trockenen Wüste durch eine Temperaturerhöhung kein Zuschlag bei jeglichen Niederschlägen zu erwarten. Untersuchungen mit Konvektion auflösenden Modellen zeigen hingegen, dass die Zufuhr bzw. der

Nachschub von Wasserdampf zur Niederschlagsbildung besonders gut bei der klein-räumigen Konvektion funktioniert, und hier also die globale Erwärmung am ehesten auch im Niederschlag ihr Potential entwickelt. So spricht man auch vom „Super-Clausius-Clapeyron“ Verhalten bei klein-räumiger, intensiver Konvektion, wie wir sie von Gewittern wie jüngst am 19. Juli 2017 in Köln aufgetreten, kennen. Auch bei den Dauerregen an Hebungszone, wie jene am 24.-26. Juli am Harz ist es plausibel, dass der Beschleunigungseffekt zum Tragen kommt. Die Erfassung dieser klein-räumigen Konvektion oder der besonders kräftigen Zellen innerhalb eines stratiformen Niederschlagsgebietes erfordert jedoch eine in Raum und Zeit hoch-auflösende Niederschlagserfassung, wie sie der DWD flächendeckend mit Hilfe seines Radarverbundes und dank der Automation seines Niederschlagsmessnetzes seit Januar 2001 betreiben kann. Eine so umfassende und homogene Niederschlagserfassung liegt somit erst seit gut 16 Jahren vor. Extremwertstatistische Auswertungen der Abteilung Hydro-meteorologie des DWD weisen über diesen Zeitraum tatsächlich für klein-räumige konvektive Ereignisse auf eine Steigerung hin. Allerdings sind diese Ergebnisse mit einer Zeitbasis von 16 Jahren noch nicht hinreichend belastbar für eine generelle Aussage, dass das allgemein anerkannte Prozessverständnis zur Beschleunigung des hydrologischen Kreislaufes aufgrund der globalen Erwärmung messtechnisch nachgewiesen ist. Die Bedeutung der radar-gestützten Niederschlagserfassung bei der Schließung dieses Beweises kann in diesem Zusammenhang gar nicht hoch genug bewertet werden. Im Fazit ist von einem Einfluss des Klimawandels auszugehen, aber der messtechnische Nachweis ist noch nicht vollständig erbracht.

Zusammenfassung

In der letzten Woche bis einschließlich 26. Juli 2017 führten Gewitter mit Starkregen und Dauerregen zu Überschwemmungen und Hochwassern in Teilen Deutschlands. Die Schwerpunkte lagen im Umfeld des Harzes, Südniedersachsen, Nordhessen, Nordthüringen, Sachsen-Anhalt und zum Ende auch am Nordrand des Schwarzwaldes und am Alpenrand in Bayern. Erneut betroffen waren auch Vorpommern, Berlin und Brandenburg.

Das Ausmaß des Ereignisses war in der europäischen Skala ausschließlich auf Deutschland beschränkt. Die rein meteorologische Extremität erreicht aber durchaus das Niveau der Ereignisse, die zum Elbehochwasser 2002 führten. Für das Wirkgeschehen war auch beim aktuellen Ereignis die Vorberegnung ein verschärfender Faktor. Zum gesamten Ausmaß der Schäden kann aktuell noch keine Angabe gemacht werden, da das zum Ereignis korrespondierende Abflussgeschehen noch nicht abgeschlossen ist.

Die Ereignisse zeigen erneut die Bedeutung der Wetterwirksamkeit der Großwetterlage Tief Mitteleuropa und die Notwendigkeit eines verbesserten vorbeugenden Hochwasserschutzes. Durch die Aktualisierung der KOSTRA-Extremwertanalysen und der klimatologischen Auswertung der Radardaten der vergangenen 16 Jahre trägt der DWD zu einer genaueren Identifizierung besonders gefährdeter Regionen zur besseren Vorsorge bei. Die weitere Digitalisierung historischer Beobachtungen verlängert und vergrößert die Datengrundlage für statistische Auswertungen, auch im Hinblick auf den Einfluss des Klimawandels auf hochwasser-generierende Stark- und Dauerniederschlagsereignisse.

Quellen

[1] Lagemeldung 1 des GMLZ zu Dauerregenlage Deutschland Zeitraum 261300Jul17 bis 270700Jul17 MESZ, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Provinzialstraße 93, 53127 Bonn.

[2] Hartmann, D.L., A.M.G. Klein Tank, M. Rusticucci, L.V. Alexander, S. Brönnimann, Y. Charabi, F.J. Dentener, E.J. Dlugokencky, D.R. Easterling, A. Kaplan, B.J. Soden, P.W. Thorne, M. Wild and P.M. Zhai, 2013: Observations: Atmosphere and Surface. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V.

Bex and P.M. Midgley (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter02_FINAL.pdf

[3]: Becker, P., Becker, A., Dalelane, C., Deutschländer, T., Junghänel, T., und A. Walter, 2016: Die Entwicklung von Starkniederschlägen in Deutschland. Plädoyer für eine differenzierte Betrachtung.
https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/functions/aktuellemeldungen/160713_Entwicklung_Starkniederschlaege_differenziert.html

[4]: DWD, 2016: Nationaler Klimareport 2016. Deutscher Wetterdienst,
http://www.dwd.de/DE/leistungen/nationalerklimateport/report_2016.html

[5]: Ziese, M., Junghänel, T. und A. Becker, 2016: Andauernde Großwetterlage Tief Mitteleuropa entfaltet ihr Unwetterpotential mit starken Gewittern und massiven Schadensgeschehen in Deutschland.
http://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20160603_starkregen_mai-2016_meldung.pdf?blob=publicationFile&v=3

[6]: Müller, M. and Kašpar, M., 2014: Event-adjusted evaluation of weather and climate extremes, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 14, 473–483, doi:10.5194/nhess-14-473-2014.

Tabellen und Bilder

Tabelle 1: Tagesniederschlagshöhen > 80 mm für den Zeitraum 24.07. – 26.07.2017. Die Tagesniederschlagssumme wird jeweils um 06:00 UTC gemessen, sodass diese die Summe von 06:00 UTC am Niederschlagstag bis 06:00 UTC am Folgetag darstellt.

Niederschlagstag	Bundesland	Station	Tagesniederschlagshöhe in mm
24.07.17	Sachsen-Anhalt	Brocken	121,2
24.07.17	Thüringen	Artern	102,4
24.07.17	Niedersachsen	Eckertalsperre	100,7
24.07.17	Niedersachsen	Alfeld	91,0
24.07.17	Niedersachsen	Osterode/Harz	89,3
24.07.17	Niedersachsen	Sibbesse	81,5
24.07.17	Thüringen	Donndorf	81,1
25.07.17	Niedersachsen	Eckertalsperre	153,0
25.07.17	Sachsen-Anhalt	Brocken	117,0
25.07.17	Baden-Württemberg	Baiersbronn-Ruhestein	114,1
25.07.17	Niedersachsen	Ottbergen	101,2
25.07.17	Niedersachsen	Langelsheim (Innerstetal sp.)	96,2
25.07.17	Hessen	Wasserkuppe	95,6
25.07.17	Niedersachsen	Hahausen	95,5
25.07.17	Niedersachsen	Harzburg, Bad	93,1
25.07.17	Thüringen	Luisenthal (Talsperre)	89,2
25.07.17	Sachsen-Anhalt	Stapelburg	87,7
25.07.17	Niedersachsen	Salzgitter-Lichtenberg	85,8
25.07.17	Niedersachsen	Seesen	84,4
26.07.17	Bayern	Ruhpolding-Seehaus	117,5
26.07.17	Bayern	Aschau-Stein	101,9
26.07.17	Bayern	Jachenau-Tannern	91,7

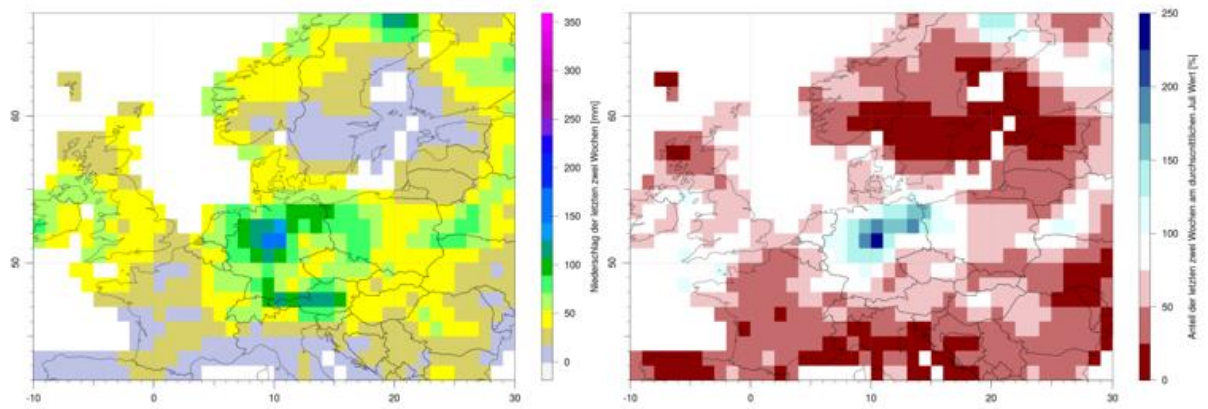


Abbildung 1: Niederschlagssumme der letzten 2 Wochen bis 25. Juli 2017, 6 UTC (rechts) und der prozentuale Anteil am Juli Soll (links) gemäß der Analysen des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie beim DWD.

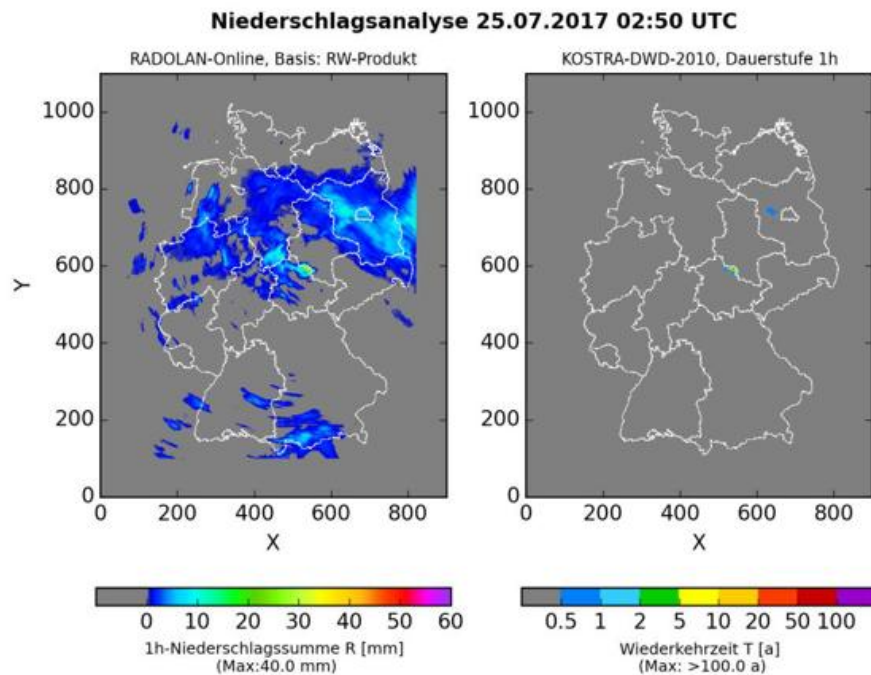


Abbildung 2: 1h-Niederschlagssumme (links) auf Basis von Radar- und Stationsmessungen sowie das korrespondierende Wiederkehrintervall nach KOSTRA-DWD-2010 (rechts) zum Zeitpunkt des Starkniederschlagsereignisses in Artern am 25.07.2017 um 02:50 UTC.

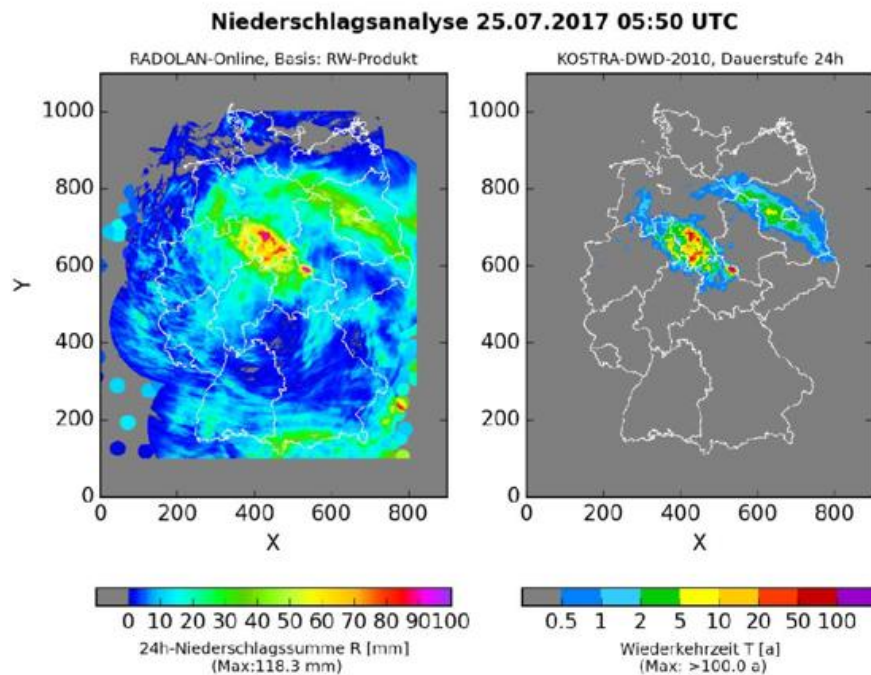


Abbildung 3: 24h-Niederschlagssumme (links) auf Basis von Radar- und Stationsmessungen sowie das korrespondierende Wiederkehrintervall nach KOSTRA-DWD-2010 (rechts) am 25.07.2017 um 05:50 UTC.

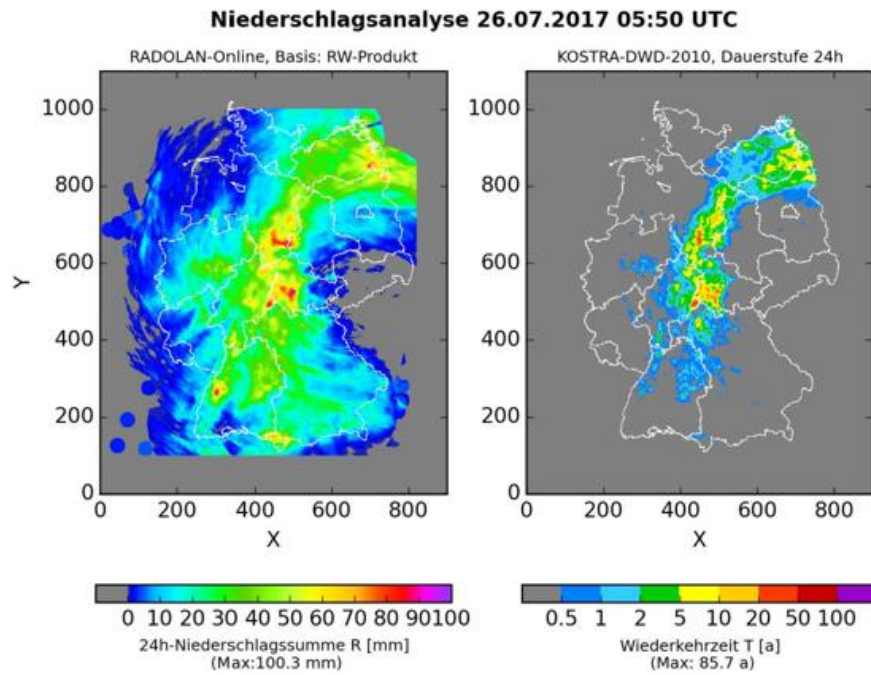


Abbildung 4: 24h-Niederschlagssumme (links) auf Basis von Radar- und Stationsmessungen sowie das korrespondierende Wiederkehrintervall nach KOSTRA-DWD-2010 (rechts) am 26.07.2017 um 05:50 UTC.

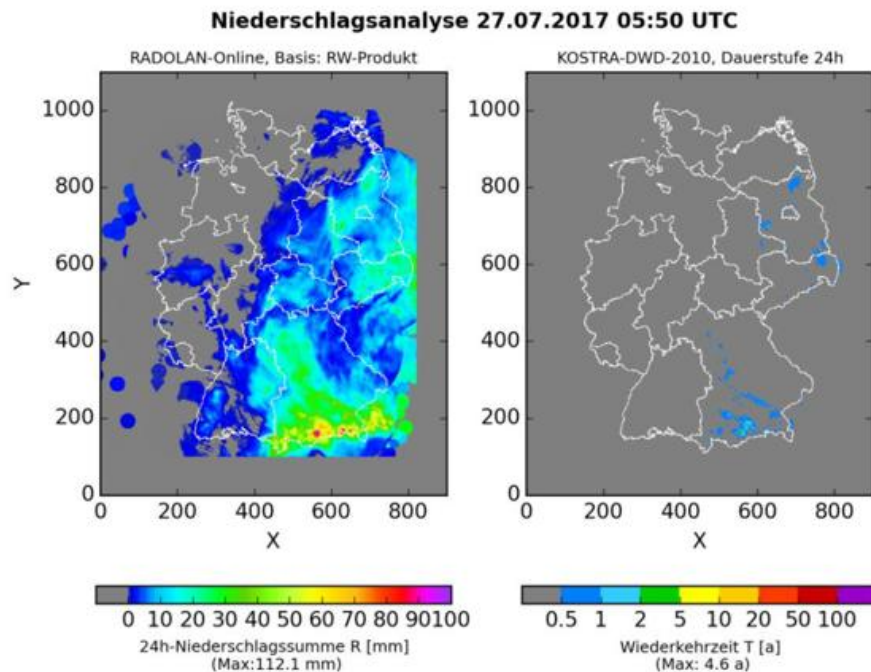


Abbildung 5: 24h-Niederschlagssumme (links) auf Basis von Radar- und Stationsmessungen sowie das korrespondierende Wiederkehrintervall nach KOSTRA-DWD-2010 (rechts) am 27.07.2017 um 05:50 UTC.

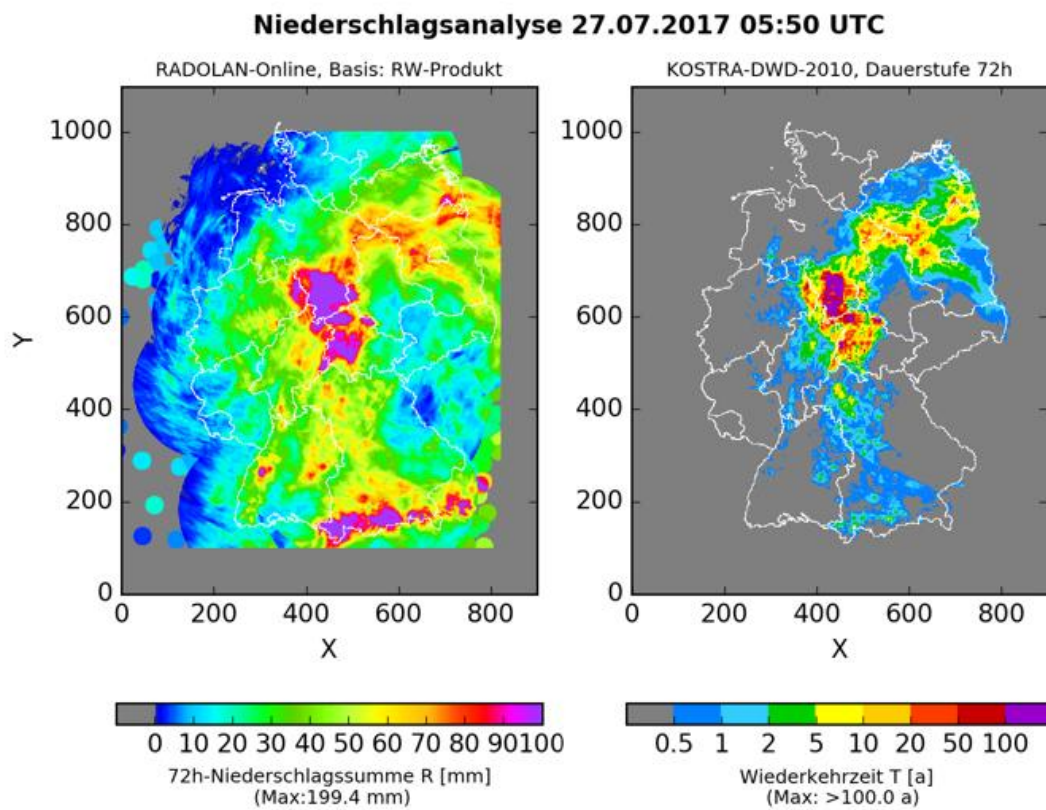
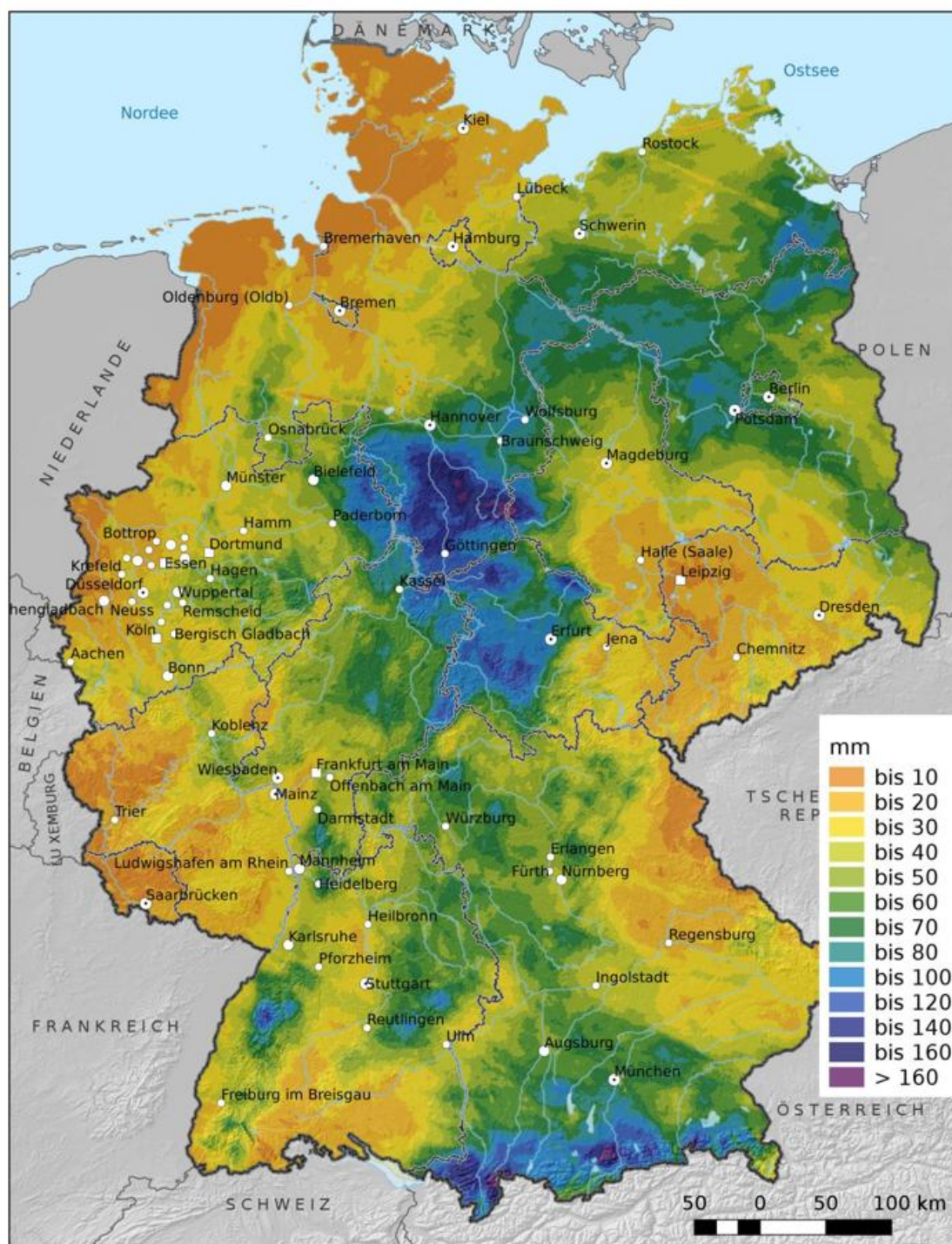


Abbildung 6: 72h-Niederschlagssumme (links) auf Basis von Radar- und Stationsmessungen sowie das korrespondierende Wiederkehrintervall nach KOSTRA-DWD-2010 (rechts) am 27.07.2017 um 05:50 UTC.

3-Tages-Niederschlagssumme vom 24.07. 9 Uhr bis 27.07.2017 08 Uhr (MESZ)

Daten: RADOLAN (Radar-Online-Aneicherung): Analysen der Niederschlagshöhen
aus radar- und stationsbasierten Messungen im Echtzeitbetrieb

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



Daten und Darstellung: © DWD 2017
Geobasisdaten: © GeoBasis-DE/BKG 2014
Coordinate Reference System: ETRS89-LAEA, 1000m (Grid_ETRS89-LAEA_1000)

Abbildung 7: 72h-Niederschlagssumme auf Basis von Radar- und Stationsmessungen im RADOLAN Echtzeitbetrieb im GIS System aufbereitet. Die extremsten Summen mit über 160 mm traten ausschließlich im Harzumfeld auf. Summen über 100mm traten u.a. im Thüringer Wald, Allgäu, Tegerenseer Land, Nordschwarzwald, Berlin, Havelland, und Vorpommern auf.

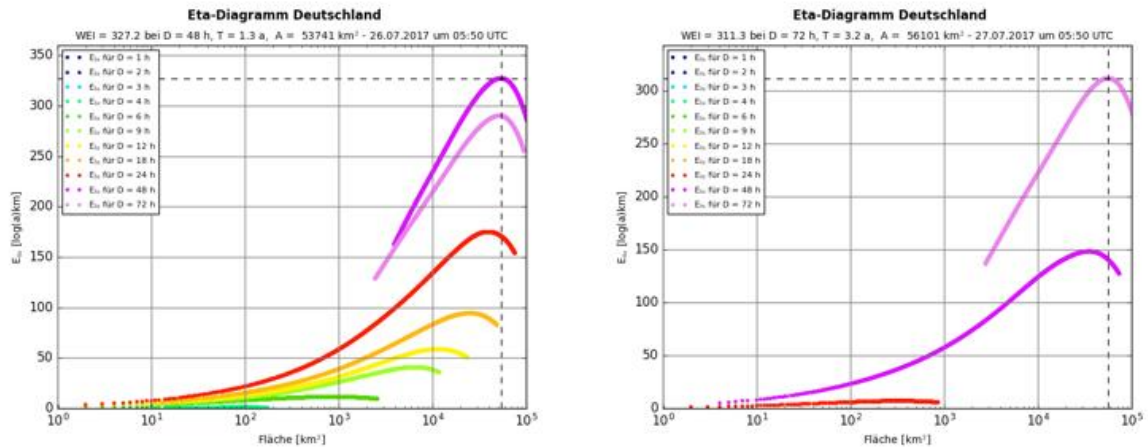


Abbildung 8: DWD Adaption des Wetterextremitätsindex nach Müller und Kaspar (2014) angewendet auf die RADOLAN Messungen. Mit Maximalwerten von 327.2 für die Andauer 48h am 26. Juli, und 313.3 für die Andauer 72h am 27. Juli.

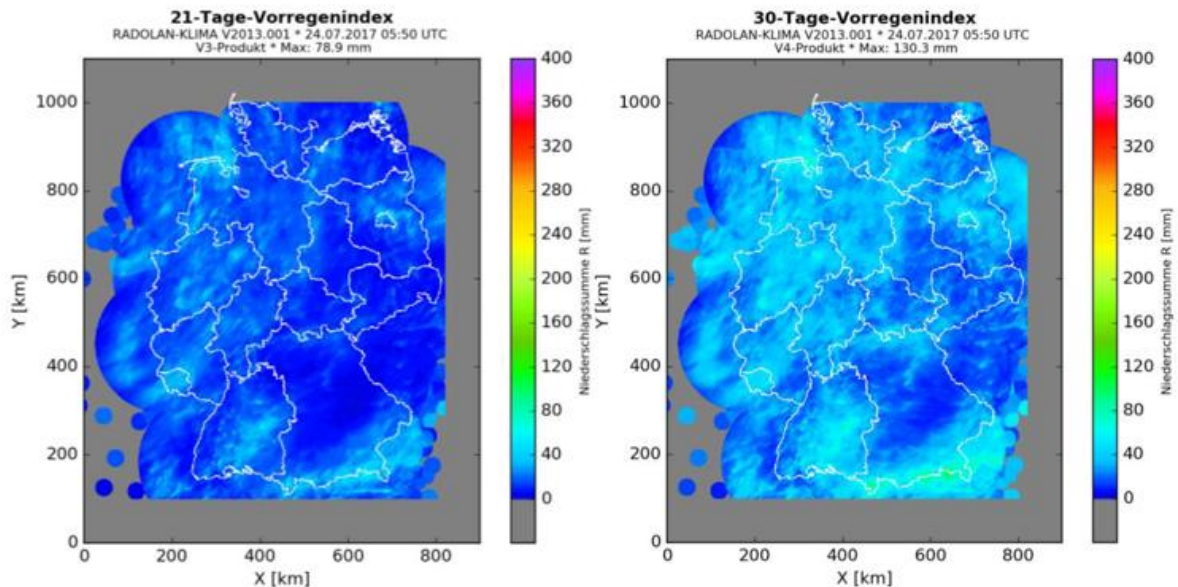


Abbildung 9: 21-Tage- (links) und 30-Tage-Vorregenindex (links) auf Basis von Radar- und Stationsmessungen am Morgen des 24.07.2017 um 05:50 UTC.

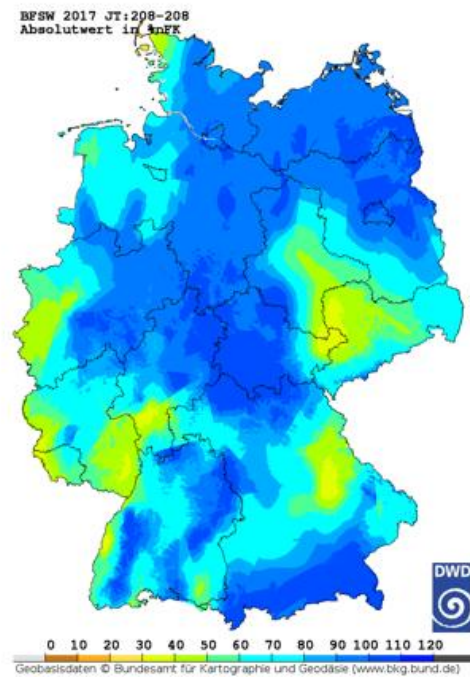
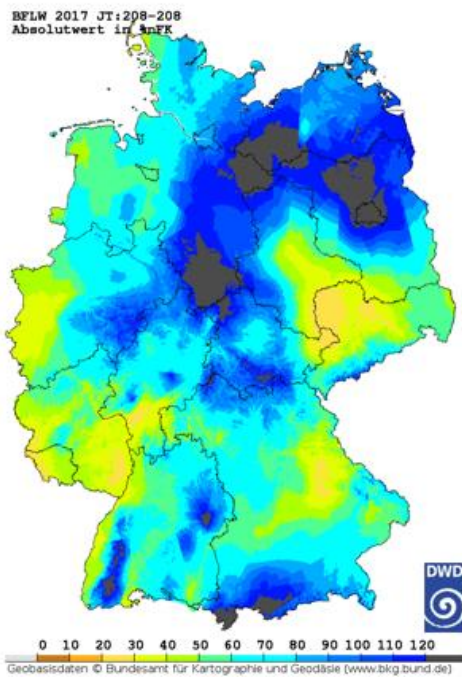


Abbildung 10: (links): Bodenfeuchteverteilung für lehmigen Böden (links) und sandige Böden (rechts) unter Wintergetreide in % nutzbarer Feldkapazität am 27. Juli 2017.

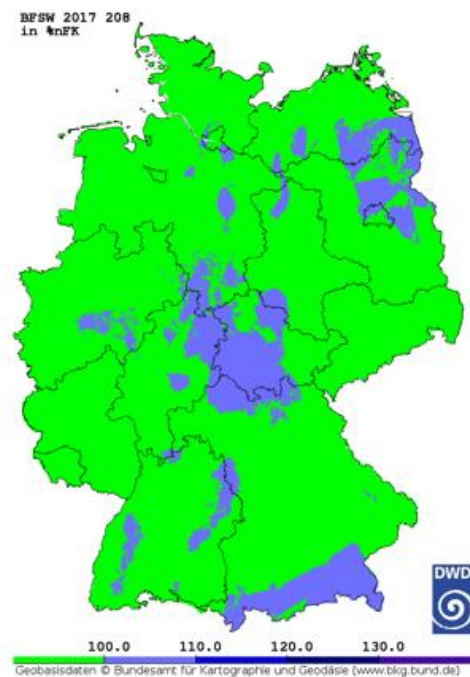
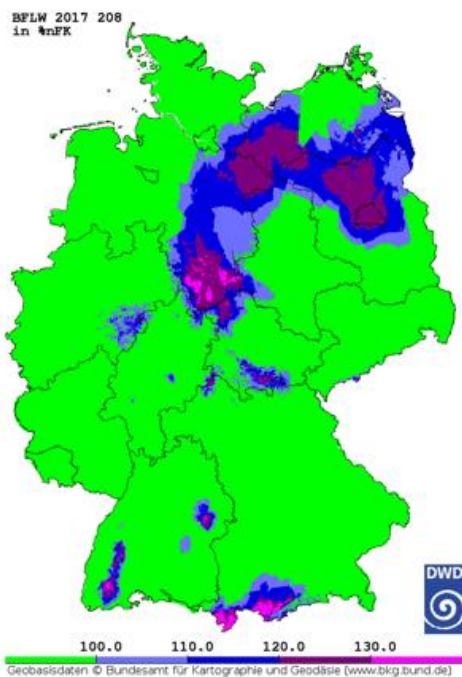


Abbildung 11: (links): Bodenfeuchteverteilung für lehmigen Böden (links) und sandige Böden (rechts) unter Wintergetreide (Gebiete >100% nutzbarer Feldkapazität) am 27. Juli 2017.