

## Überschwemmungskatastrophe Mitteleuropa Juli 2021

*Eberhard Faust*

Ab dem 13. Juli entwickelten sich in Mitteleuropa, vor allem in westlichen Teilen Deutschlands sowie in Belgien, Luxemburg und im Südosten der Niederlande, später auch im Osten und Südosten Deutschlands sowie an der Alpennordseite Österreichs, aus flächenhaften Starkniederschlägen und lokalen Gewitterniederschlägen zerstörerische Abflüsse und Überschwemmungen. In teilweise betroffenen Mittelgebirgsregionen, etwa der Eifel oder später in der sächsischen Schweiz und im Berchtesgadener Land, entstanden durch Hangneigung und Kanalisierungseffekte reißende Abflüsse, Erdrutsche, und Schlammlawinen. Sonst kleine Bäche schwollen bei turbulenter Strömung stark an.

Häuser wurden von den turbulenten Abflüssen zum Einsturz gebracht, das Inventar mit Schlamm zugesetzt und zerstört, Straßen und Brücken beschädigt, die Infrastruktur (Strom, Wasser, Gas, Kanalisation, Mobilfunk) besonders im Ahrtal und im Rhein-Erft-Kreis weitgehend beschädigt oder gar zerstört, mobilisierbare Objekte wie Fahrzeuge, Gas- und Öltanks mit den Fluten verfrachtet. Im Kreis Ahrweiler alleine sind nach Behördenangaben 40.000 Menschen von den Folgen der Unwetterkatastrophe betroffen. Mindestens 170 Menschen fanden in den Fluten den Tod, über 800 Menschen wurden verletzt (Stand: 21. Juli), die meisten in den Bundesländern Rheinland-Pfalz (Ahrtal), und in Nordrhein-Westfalen, wo südlich und westlich von Köln, im Rhein-Erft-Kreis, insbesondere Erftstadt und Umgebung, sowie in Bad Münstereifel und anderen Orten, große Schäden entstanden.



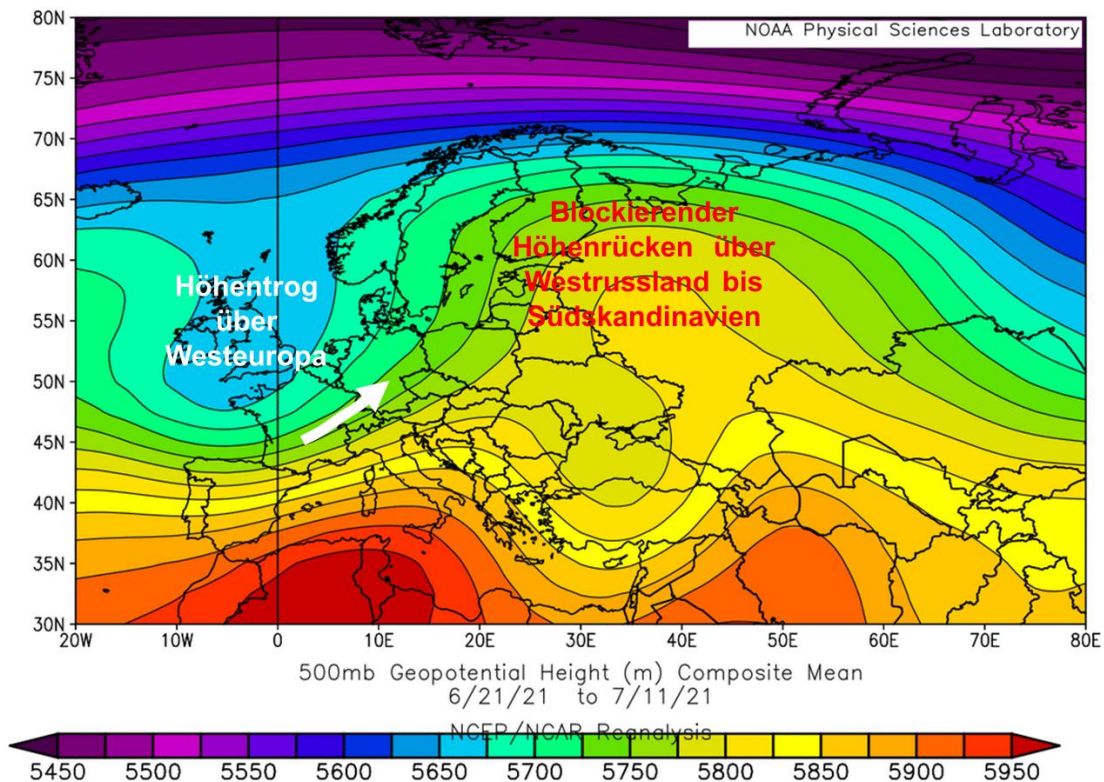
*Überschwemmungsschäden in Erftstadt-Blessem. Quelle: Rhein-Erft-Kreis via Bezirksregierung Köln*



*Überschwemmungsschäden in Hagen, NRW. Quelle: Feuerwehr Hagen.*

## **Meteorologische und hydrologische Entwicklung**

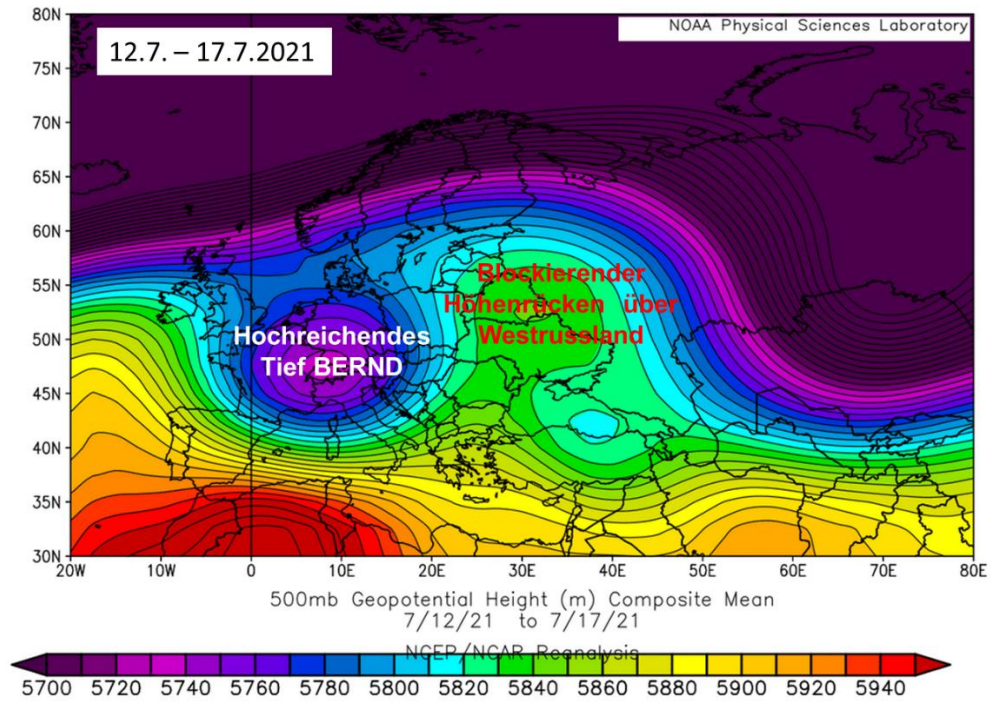
Seit dem letzten Drittel des Monats Juni lagen West- und Mitteleuropa unter dem Einfluss einer äquatorwärts gerichteten Ausbuchtung der schnellen Höhenströmung (*Jetstream*), das ist ein sogenannter Höhentrog. Diese Wetterlage „Trog über Westeuropa“, die im Sommer regelmäßig feuchtwarme Luftmassen aus dem Südwesten Europas nach Deutschland bringt, ist als eine der stärksten Gewitterlagen für Deutschland meteorologisch gut bekannt. Entsprechend bildeten sich immer wieder teils schwere Gewitter und überzogen weite Teile Deutschlands, insbesondere im Süden und Westen, mit starken Niederschlägen und stellenweise auch Hagel. Weiter östlich schloss sich über dem westlichen Russland und osteuropäischen Gebieten eine polwärtige Ausbuchtung des Jetstreams in der Höhe an, ein sogenannter Höhenrücken, der bodennah hohen Luftdruck und heißes Wetter bis nach Skandinavien organisierte. Dieses riesige Hochdruckgebiet behielt in einer blockierenden Weise über Wochen seine geographische Position und daher blieb auch das „Paar“ aus dem Niederschlagstrog und dem östlich anschließenden Hochdruckgebiet über Wochen in etwa ortsfest. Dies erklärt die über längere Zeit wiederkehrenden gewittrigen Niederschläge im Einflussbereich des Höhentrogs über Deutschland, und auch die Tatsache, dass die Böden auch im Westen Deutschlands aufgrund der wiederholten Niederschläge vielerorts gesättigt waren.



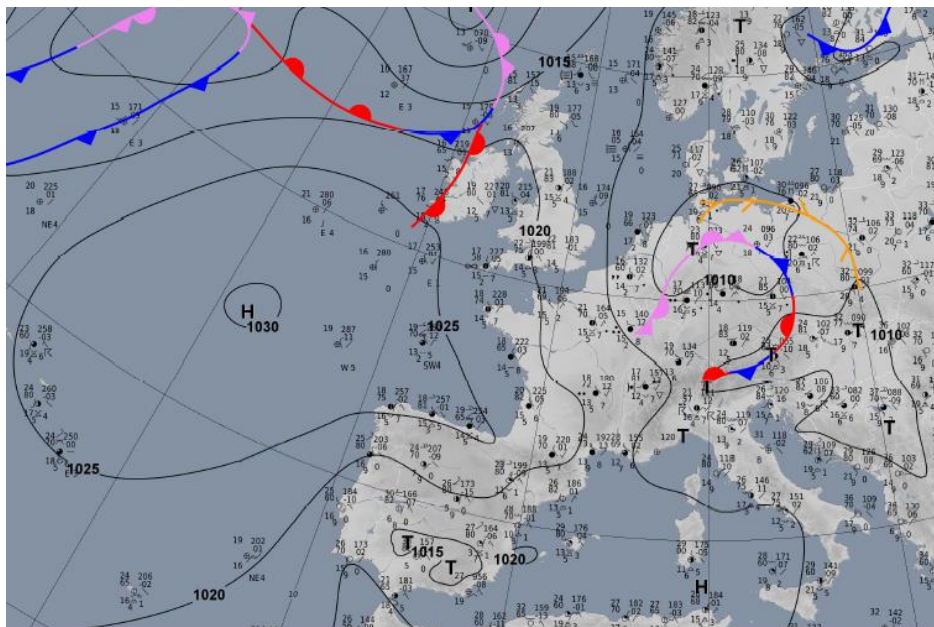
Anordnung von „Höhentrog“ (organisiert Tiefdruckaktivität) und blockierendem „Höhenrücken“ (organisiert Hochdruck-Gebiet) in 5-6 km Höhe im Mittel über den Zeitraum 21. Juni – 11. Juli 2021. Eingezeichnet in Karte der Isolinien des Geopotenzials (Legende in gpm) auf der 500 hPa-Druckfläche. Erzeugt aus Reanalyseedaten von NCEP/NCAR mittels des Analysetools des Physical Sciences Laboratory der NOAA (<https://psl.noaa.gov/data/composites/day/>).

Am 12. Juli bildete sich über dem östlichen Atlantik ein hochreichendes Höhentief, das sich zunehmend vom Jetstream abschnürte – ein sogenanntes „cut-off“-Tief.<sup>1</sup> Dieses Tief, das in Deutschland BERND hieß, verlagerte sich über Frankreich nach Osten und erreichte am 13. Juli den Westen Deutschlands; in der Nacht auf den 14. Juli lag es quasi ortsfest mit dem Zentrum seiner Rotation über Süddeutschland. Letztlich führte auch diese Wetterlage die vorangehende Troglage über Westeuropa fort, die durch das nach Osten hin blockierende Hochdruckgebiet quasi arretiert war, nur dass sich der Trog jetzt etwas weiter nach Osten über Mitteleuropa schob. Im Rahmen der Zirkulation BERNDs gegen den Uhrzeigersinn gelangten feuchte Luftmassen aus dem subtropischen Mittelmeerraum, zusätzlich angereichert mit Feuchte, die von der übernormal warmen Ostsee kam, mit diesem hochreichenden Tief in den Norden und Westen Deutschlands und wurden entlang der Front in einer über dem Westen Deutschlands gelegenen Tiefdruckrinne in Starkniederschlag überführt. Schon zuvor wurden in Südwestdeutschland, der Schweiz und Oberfranken schwere Gewitter ausgelöst.

<sup>1</sup> Wettergefahren-Frühwarnung (KIT/CEDIM), Flooding Central Europe 12-20 July 2021 (Analysis).



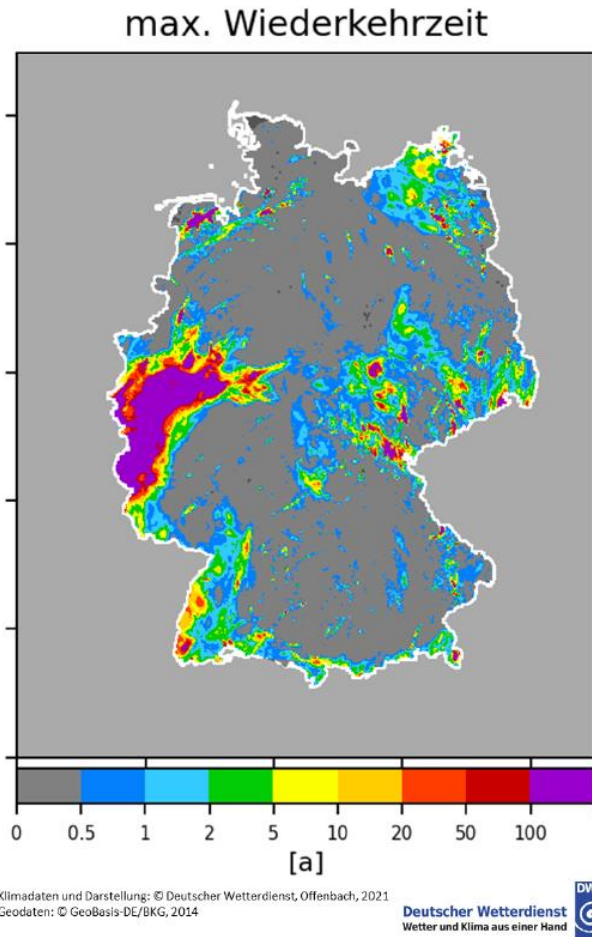
Anordnung von Tief BERND und blockierendem Hochdruckrücken über Westrussland gemittelt über Zeitraum 12.-17. Juli 2021. Eingezeichnet in Karte der Isolinien des Geopotenzials (s. Legende in gpm) auf der 500 hPa-Druckfläche. Erzeugt aus Reanalysedaten von NCEP/NCAR mittels des Analysetools des Physical Sciences Laboratory der NOAA (<https://psl.noaa.gov/data/composites/day/>).



Bodenwetterkarte des DWD vom 14. Juli 2021, 12 UTC, mit den Fronten des Tiefs BERND über Deutschland. Quelle: Deutscher Wetterdienst.

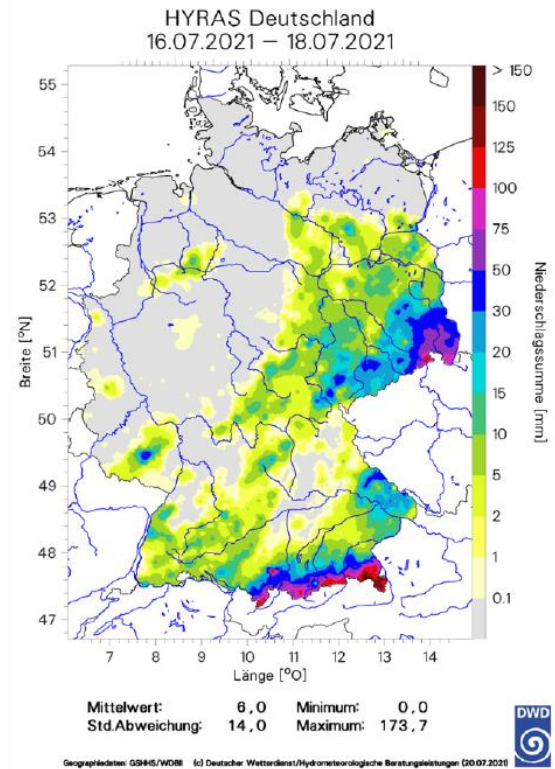
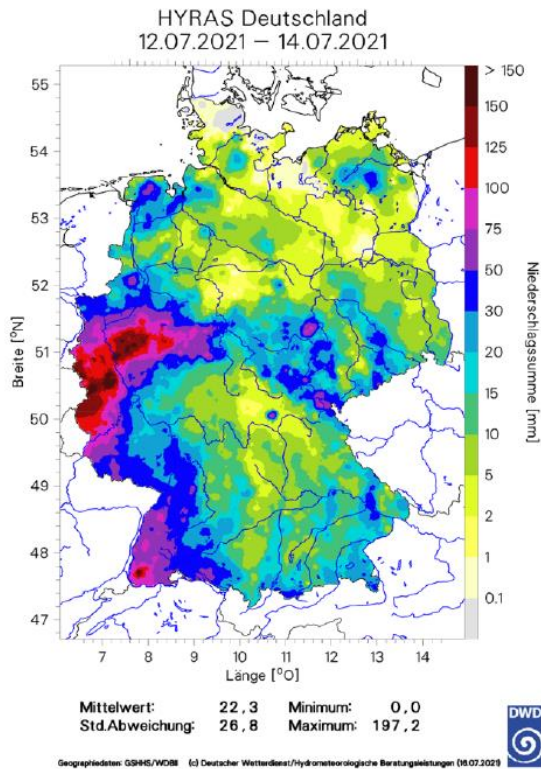
Die Niederschlagsgebiete verlagerten sich kaum noch, der meiste Niederschlag fiel innerhalb von etwa 15 Stunden an den Tagen 13. und vor allem 14. Juli. Von der Vulkaneifel über das Rheinland, das Ruhrgebiet bis nach Südwestfalen akkumulierten sich aufgrund der lange ortstabilen Niederschlagszone weithin extreme Niederschlagsmengen. Nach Auswertungen des

Deutschen Wetterdienstes (DWD) lag die maximale Wiederkehrperiode der Menge des Niederschlags aus allen involvierten Dauerstufen (1 h bis 72 h) im Ereigniszeitraum 12.-19. Juli im Westen von Rheinland-Pfalz und der Südhälfte von Nordrhein-Westfalen weit verbreitet bei *mehr als 100 Jahren*. Das zeigt die lilafarbene Region der folgenden Abbildung.



*Quelle: Junghänel et al., Deutscher Wetterdienst, 2021 ([https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20210721\\_bericht\\_starkniederschlaege\\_tief\\_bernd.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20210721_bericht_starkniederschlaege_tief_bernd.pdf?__blob=publicationFile&v=6))*

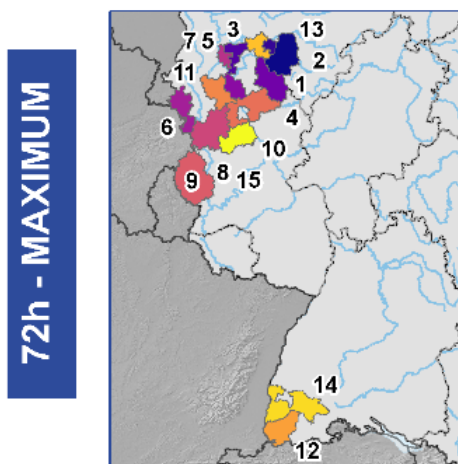
Das Ausmaß der zerstörerischen Abflüsse und Überschwemmungen im Westen erklärt sich aus der Tatsache, dass in der Fläche verbreitet innerhalb von 48 Stunden deutlich mehr als 100 Liter pro Quadratmeter fielen, also nicht nur an einer bestimmten, durch den Standort einer Gewitterzelle bestimmten Stelle. Ein Starkniederschlag, der aus einem stratiformen Wolkenband eine ganze Region überdeckt, hat für die Abflüsse in einer Region einen wesentlich verheerenderen Einfluss als es einzelne Gewitterzellen haben können, da so die Konzentration der Abflüsse in den Einzugsgebieten wesentlich intensiver ausfällt. Betrachtet man die drei Tage bis 14. Juli gemäß der Radarmessungen des DWD, so fielen weit verbreitet mindestens 100 Liter/Quadratmeter (rote Einfärbung in folgender Abb.), in nicht wenigen Bereichen sogar mindestens 125 Liter/Quadratmeter (braune Farbe in folgender Abb.).



Quelle: Junghänel et al., Deutscher Wetterdienst, 2021 ([https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20210721\\_bericht\\_starkniederschlaege\\_tief\\_bernd.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20210721_bericht_starkniederschlaege_tief_bernd.pdf?__blob=publicationFile&v=6))

In einzelnen Kreisen fielen zwischen dem 12. und 15. Juli sogar mehr als 150 Liter pro Quadratmeter – siehe die nachfolgende Aufstellung des DWD, das allermeiste davon jeweils am 14. Juli.

### TOP 15 Kreise nach 72h - Summe des Niederschlags aus Radar: 12. Juli, 05:50 UTC - 15. Juli 2021, 05:50 UTC

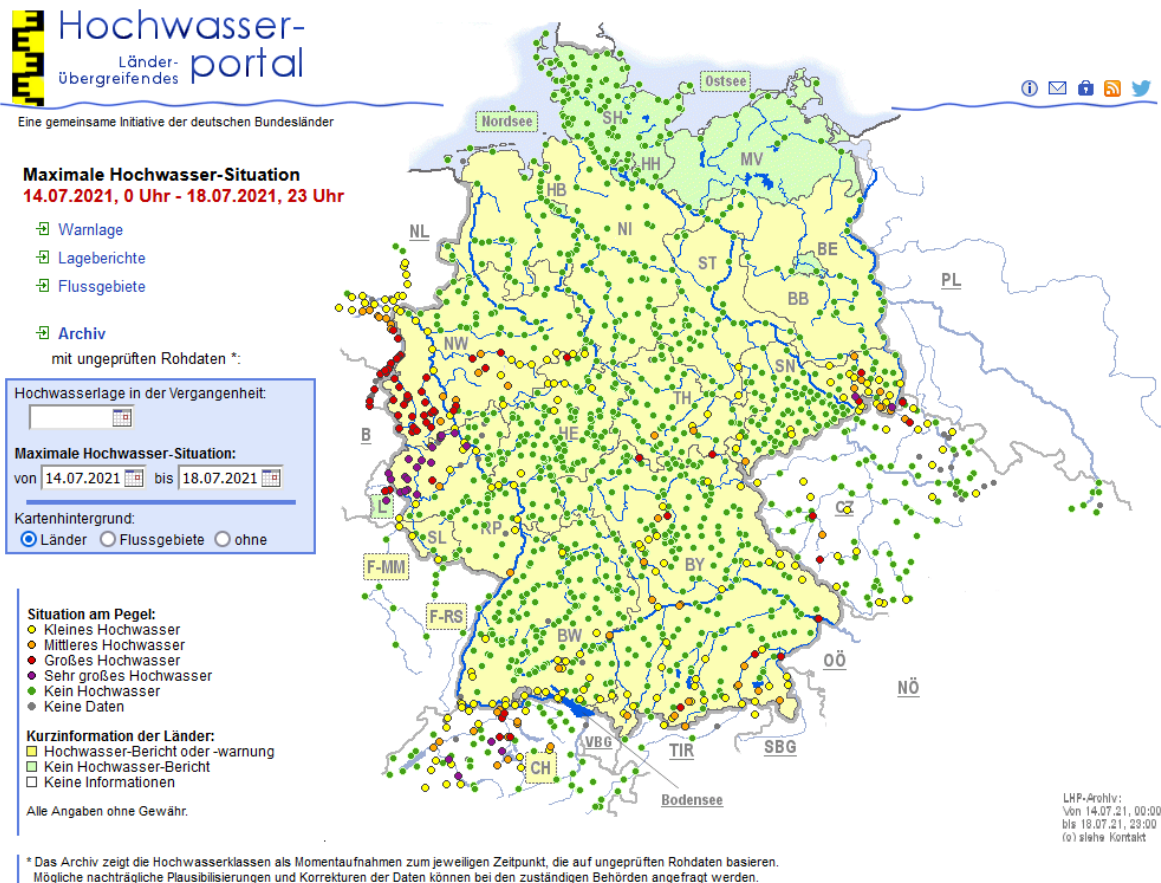


RANK	KREIS	BL	72h - MAXIMUM
1	Märkischer Kreis (Kreis)	NW	182.4 mm
2	Hagen (Kreisfreie Stadt)	NW	175.7 mm
3	Mettmann (Kreis)	NW	152.8 mm
4	Oberbergischer Kreis (Kreis)	NW	151.5 mm
5	Köln (Kreisfreie Stadt)	NW	149.8 mm
6	Städteregion Aachen (Kreis)	NW	144.3 mm
7	Düsseldorf (Kreisfreie Stadt)	NW	143.4 mm
8	Euskirchen (Kreis)	NW	142.3 mm
9	Eifelkreis Bitburg-Prüm (Landkreis)	RP	141.4 mm
10	Rhein-Sieg-Kreis (Kreis)	NW	138.9 mm
11	Rhein-Erft-Kreis (Kreis)	NW	137.1 mm
12	Lörrach (Landkreis)	BW	136.7 mm
13	Ennepe-Ruhr-Kreis (Kreis)	NW	136.5 mm
14	Breisgau-Hochschwarzwald (Landkreis)	BW	135.8 mm
15	Ahrweiler (Landkreis)	RP	133.5 mm

Quelle: Deutscher Wetterdienst (Junghänel, T., et al. (Deutscher Wetterdienst), 21.07.2021)

Im Berchtesgadener Land im Bereich der nördlichen Alpen fielen innerhalb von 48 Stunden bis 18. Juli teilweise deutlich über 100 Liter pro Quadratmeter.

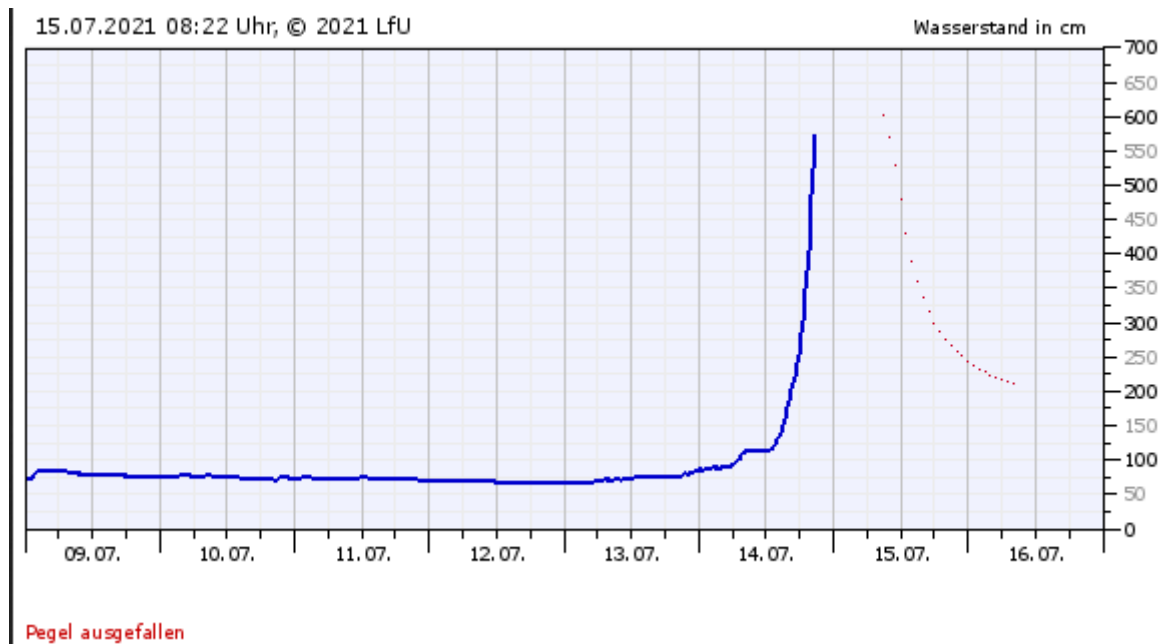
Die Folgen wurden bereits oben summarisch charakterisiert: Aufgrund der vorausgehenden Niederschläge, die in Rheinland-Pfalz in großen Teilen der betroffenen Region für in etwa „gesättigte“ Bodenfeuchte sorgte<sup>2</sup>, wurde dort der größte Teil des zusätzlichen Niederschlagswassers direkt abflusswirksam. Es kam bei den Bächen und Flüssen zu extremen Abflüssen, die in Rheinland-Pfalz ganz überwiegend in die Kategorie „sehr großes Hochwasser“ fielen, in NRW zumeist „großes Hochwasser“. Das ist auf der folgenden Karte des Länder-übergreifenden Hochwasserportals dargestellt.



Quelle: Länder-übergreifendes Hochwasserportal (<https://www.hochwasserzentralen.de/archiv.php>)

Kleinere Flüsse in NRW und Rheinland-Pfalz mit Ursprung in der Eifel wie die Ahr, Kyll, Prüm und Erft erreichten extreme Hochwasserabflüsse, teilweise Allzeit-Rekorde der Zeit mit Messungen. Auch die größeren Flüsse wie Rhein und Mosel führten Hochwasserabflüsse. Die folgenden Pegeldaten der Ahr vom Standort Altenahr zeigen den rasenden Anstieg des Pegels auf das ca. 11-fache des Wertes vom 12. Juli in der Nacht vom 14. auf den 15. Juli – danach war der Pegel beschädigt und außer Betrieb, stieg noch weiter an.

<sup>2</sup> Junghänel et al. (Deutscher Wetterdienst), 21.07.2021.



Quelle: LfU Rheinland-Pfalz.

Nach einer Rekonstruktion aus Vor-Ort-Beobachtungen und Vergleichspegeln dürfte ein maximaler Pegelstand zwischen 6 und 7 Metern erreicht worden sein, eine entsprechende Schätzung des für hydrologische Auswertungen bedeutsameren Abflusses führt auf etwa  $500 \text{ m}^3/\text{s}$ .<sup>3</sup> Zum Vergleich liegt der hundertjährige Hochwasserabfluss der Ahr am Pegel Altenahr nach der aktuellen hydrologischen Statistik bei weniger als der Hälfte dieser Abflussmenge ( $241 \text{ m}^3/\text{s}$ ), man hätte es danach grob abgeschätzt mit einem mehrtausendjährigen Ereignis zu tun. Das ist jedoch deshalb zu hinterfragen, weil historische Ahr-Ereignisse wie das Extremhochwasser des Jahres 1804 (rekonstruiert ca.  $1.100 \text{ m}^3/\text{s}$  Spitzenabfluss) oder auch 1910 (rekonstruiert ca.  $500 \text{ m}^3/\text{s}$  Spitzenabfluss) nicht in diese hydrologische Statistik eingingen. Daher liegt der hundertjährige Hochwasserabfluss bereits heute sehr wahrscheinlich deutlich höher als bei  $241 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ein Hochwasserereignis in der Größenordnung des aktuellen ist an der Ahr somit zuletzt im Jahre 1910 aufgetreten.<sup>4</sup> An der Kyll, die etwa den Ort Kordel und schließlich große Teile eines Stadtteils von Trier überschwemmt hat, lag der Spitzenabfluss am 15. Juli um den Faktor 2,4 über dem hundertjährigen Abfluss der aktuellen hydrologischen Statistik ( $248 \text{ m}^3/\text{s}$ ).<sup>5</sup>

## Aspekte der Schäden

Insbesondere im Ahrtal, in Orten wie z.B. Schuld, Bad Neuenahr-Ahrweiler, Sinzig, oder an der Erft im Rhein-Erft-Kreis, z.B. in Erftstadt, oder in Bad Münstereifel (Kreis Euskirchen), traten enorme Zerstörungen auf. Das betrifft auch die Verkehrsinfrastruktur der Region – sieben Regionalverkehrsstrecken der Bahn sind so stark zerstört, dass sie entweder neu gebaut oder umfangreich saniert werden müssen. Gleise sind auf einer Länge von insgesamt 600 km von den Unwetterauswirkungen betroffen. Im Kreis Ahrweiler sind 13 Brücken über die Ahr und viele Straßen aufgrund großer Schäden unbenutzbar geworden. Aber auch die Strom-, die Wasser-, Kanalisations- und Gasleitungsinfrastruktur im Kreis Ahrweiler ist weitgehend aufgrund

<sup>3</sup> Schäfer et al. (CEDIM), 2021: Hochwasser Mitteleuropa, Juli 2021 (Deutschland).

<sup>4</sup> So die nachvollziehbare Darstellung bei Schäfer et al. (CEDIM), 2021: Hochwasser Mitteleuropa, Juli 2021 (Deutschland).

<sup>5</sup> Siehe ibd.



massiver Beschädigungen verloren gegangen. Mobile Trinkwasseraufbereitungsanlagen wurden installiert. Die A1 wurde so stark durch Unterspülung beschädigt, dass sie zunächst komplett gesperrt werden musste. Auch die A61 wurde aufgrund der Unwetterschäden in einem großen Teilabschnitt gesperrt. Auch in Belgien, Luxemburg, den Niederlanden und in der Schweiz kam es zu schweren Schadenwirkungen, am 17./18. Juli dann auch in Bayern, Österreich und der Sächsischen Schweiz, als das Tief BERND nach Süden abzog und das östliche Sachsen sowie die nördlichen Alpen im Südosten Deutschlands und Österreich von Norden her angeströmt wurden. Dadurch kam es dort zu Starkniederschlag. Im Landkreis Berchtesgadener Land waren insbesondere die Orte Berchtesgaden, Bischofswiesen, Schönau am Königssee, Marktschellenberg und Ramsau von Starkregen, Sturzfluten und abrutschenden Hängen betroffen.

Für belastbare monetäre Schadensschätzungen ist es noch zu früh. Der Gesamtverband der Versicherungswirtschaft in Deutschland erwartet aus NRW und Rheinland-Pfalz aus dem Ereignis versicherte Schäden zwischen 4 und 5 Milliarden Euro (GDV, Juli 2021<sup>6</sup>). Damit läge man mindestens in der Schadendimension des Augusthochwassers 2002. Die Gesamtschäden könnten nach grober Schätzung das Doppelte des versicherten Anteils betragen. Allein an der Verkehrsinfrastruktur rechnet die Bund mit Schäden von 2 Milliarden Euro.

Einen wesentlichen Anteil am Verharren der Regengebiete hatte die Tatsache, dass sich dieses hochreichende Tief über Mitteleuropa über Tage kaum verlagerte, da es im Osten von dem dort angrenzenden stabilen Gebiet hohen Luftdrucks, das über das westliche Russland hinweg bis nach Skandinavien reichte, quasi ausgebremst war. Ebenso gab es unmittelbar westlich über dem östlichen Atlantik ein weiteres Hochdruckgebiet. In dieser Position war das Tief quasi „arretiert“.

Diese Wetterlage wird vom DWD als „Tief Mitteleuropa“ klassifiziert, und sie ist bekanntermaßen immer wieder an schweren Niederschlags- und Überschwemmungsereignissen der Vergangenheit ursächlich beteiligt gewesen, so etwa an den Jahrhundertüberschwemmungen 2002 und 2013, an den Gewitter-gebundenen Starkniederschlags- und Überschwemmungsereignissen im Spätfrühjahr 2016 (Braunsbach, Simbach etc.), sowie an den schweren Überschwemmungen im Juli 2017 im Harz-Umfeld. Der DWD rechnet aufgrund von Klimamodell-gestützten Projektionen damit, dass sich die Frequenz der Wetterlage Tief Mitteleuropa unter dem Einfluss des Klimawandels erhöht (Ziese, et al., 2016).

## **Einfluss des Klimawandels**

Die Ausmaße der Unwetterkatastrophe verschärfen die Frage: Nimmt die Häufigkeit von solchen Extremereignissen im Zuge des Klimawandels zu? Schon ohne Häufigkeitsänderung ist klar, dass zugunsten eines effizienteren Katastrophenschutzes und weitergehender Widerstandsfähigkeit der Infrastrukturen im Sinne größerer Resilienz agiert werden sollte. Die Dringlichkeit dafür ist aber noch größer, wenn die Wahrscheinlichkeit für solche Ereignisse im Zuge der weiteren Erwärmung zunimmt. Ein einzelnes Katastrophenereignis ist immer eine Art von Unikat, d.h. daraus alleine kann man nicht auf einen Einfluss des Klimawandels schließen. Für letzteres braucht man einen Beleg dafür, dass sich bestimmte meteorologische Bedingungen im Zusammenhang des Ereignisses aufgrund des Klimawandels über die Zeit in einer Weise

---

<sup>6</sup> <https://www.gdv.de/de/themen/news/versicherte-hochwasserschaden-in-nrw-und-rheinland-pfalz-im-be-reich-von-4-bis-5-milliarden-euro-69000>

geändert haben, so dass die Wahrscheinlichkeit für extreme Ausprägungen, hier Extremniederschlag, zunimmt. Für letzteres gibt es eine Reihe von Hinweisen.

(1) Eine Grundlage aus der physikalischen Thermodynamik ist, dass der Sättigungswasserdampfdruck der Luft mit der Temperatur ansteigt. Das bedeutet, dass die Menge Wasserdampf unterhalb der Wolkenbasis in einer um 1 Grad wärmeren Welt um etwa 7% höher ist als ohne diese Erwärmung (Gesetz von Clausius-Clapeyron). Da sich in Deutschland, ebenso wie global, die Temperatur seit der vorindustriellen Zeit erhöht hat, hierzulande um etwa 1,6 Grad, da zudem auch die Verdunstung von inzwischen wärmeren Ozean-Wasseroberflächen größer geworden ist, kann es nicht verwundern, dass man eine Zunahme der spezifischen Feuchte seit den 1970er Jahren in der bodennahen Luft nachweisen kann – gerade auch in Mitteleuropa. Das Klimawandelsignal lässt sich inzwischen in globalen Datensätzen für Extremniederschlag belegen (Madakumbura et al, 2021). Allerdings ist diese Evidenz unklarer, je kleiner die betrachtete Region, und im Sommer ist das Bild zudem auch durch die immer länger werdenden niederschlagsfreien Perioden gestört, denen tendenziell weniger und intensivere Niederschlagsstage gegenüberstehen. Klimamodelle zeigen eine projizierte Zunahme extremer Tagesniederschläge mit dem Klimawandel auch für Mitteleuropa.

(2) Ein weiteres Feld ist das der atmosphärischen Zirkulation. Coumou et al. konnten zeigen, dass seit Jahrzehnten die Eddy Kinetic Energy, also die insbesondere durch Tiefdruckgebiete beigetragene Wirbelenergie in der Atmosphäre, im Sommer der Nordhemisphäre systematisch abnimmt. Das hängt damit zusammen, dass der Temperaturunterschied zwischen arktischem Bereich und den tropischen und subtropischen niederen Breiten aufgrund des Klimawandels abnimmt, da sich die arktische Region sehr viel stärker erwärmt als die südlicheren Bereiche (Coumou et al., 2015; Coumou et al., 2018). Da es dieser Temperaturunterschied ist, der die Westwinddrift und letztlich auch die Entwicklung von Tiefdruckgebieten antreibt, werden in der Folge die Westwinddrift und auch sommerliche Tiefdruckgebiete hinsichtlich ihrer kinetischen Zirkulationsenergie schwächer, umgekehrt nehmen ortsfeste Hochdrucklagen und Hitzezellen zu (Pfleiderer und Coumou, 2018). Eine dazu passende Beobachtung kennzeichnete auch die Witterung der letzten Wochen mit dem quasi-ortsstabilen Hochdruckgebiet im Westen Russlands, aber auch mit dem nur mäßiger Verlagerung unterworfenen Höhentrog über West- und Mitteleuropa – einschließlich des Höhentiefs BERND und seiner katastrophalen Auswirkungen. Klimamodelle zeigen, dass die Ortsstabilität der Wetterlagen hinsichtlich von Hitze und Niederschlag mit dem Klimawandel weiter zunehmen soll (Pfleiderer et al., 2019).

Es ist damit zu rechnen, dass die zur World-Weather-Attribution-Initiative zusammengeschlossenen Wissenschaftler zeitnah bis etwa August eine Analyse der Überschwemmungskatastrophe vom Juli 2021 veröffentlichen werden, die dann auf der Grundlage von Klimamodellen quantitativ ermittelt, um wieviel wahrscheinlicher ein solches Ereignis aufgrund des Klimawandels in der fraglichen Region bereits geworden ist.

## Perspektiven nach vorne

Es gibt viele praktische Lehren aus dieser Katastrophe. Das beginnt beim **Katastrophenschutz**. Es fiel auf, dass die Warneffizienz von zentral gesteuerten Apps begrenzt war – zum Beispiel hatte die Warn-App NINA für den am schwersten betroffenen Landkreis Ahrweiler vor und während des Ereignisses keine einzige Warnmeldung herausgeschickt. Zudem sind die Menschen beim nächtlichen Schlaf auch schlecht über digitale Apps erreichbar. Es zeigt sich deutlich, dass eine lokale Warnmöglichkeit über analoge, Strom- und Mobilfunknetz-unabhängige Sirenen sehr sinnvoll ist, um Menschen auch nachts zu wecken und zu erreichen. Für die weitere

Information in den Tagen nach der Katastrophe sind batteriebetriebene Radiogeräte wichtig – Internet, Fernsehen, Mobilfunk stehen an vielen Orten erst einmal nicht zur Verfügung. Gleichzeitig kann auch eine unmittelbar vor dem Ereignis an alle Mobilfunknutzer in einer Region versandte Warnmeldung (cell broadcasting) viele Menschenleben retten, wie es in anderen Ländern wie z.B. den Niederlanden oder den USA schon Praxis ist. Weiterhin scheint es auch ein Defizit an Risikobewusstsein und an Anleitung für risikoangemessenes Verhalten zu geben. Nach Vorbild der Schweiz wäre es wichtig, für möglichst viele Kommunen Überschwemmungskarten bei Starkniederschlag zu entwickeln, die zeigen, wo im Ernstfall Evakuierungsplätze für Kliniken oder Kindergärten/Schulen, passierbare Straßen für Einsatzfahrzeuge etc. liegen, an welchen Stellen mit hohen Wasserständen bzw. Unpassierbarkeit zu rechnen sein würde. Insbesondere in Baden-Württemberg und in einer ganzen Reihe von Kommunen in anderen Regionen wurde das bereits angegangen, aber es bleiben noch viele Kommunen, die das noch angehen sollten. Zu einem solchen Informationspaket würde freilich auch Information ganz praktischer Art gehören, wie etwa diejenige, dass man das Auto von einem flächenhaft stark überströmten Platz nicht mehr wegfahren sollte, da es ab Fahrtbeginn nur noch der Strömung folgen wird. Oder dass man bei Hochwasserstand in der Umgebung des Hauses nicht mehr in den Keller gehen darf, etc. Entscheidend ist, dass ein solches Informationspaket dann nicht in den Schubladen von Amtsstuben verschwindet, sondern durch Übungen und Informationsmaterial auch die lokale Bevölkerung und den Schulunterricht erreicht, da es sonst wirkungslos bleiben wird. Diese Defizite auf der Warn- und Risikoinformationsseite sollten ohne jeden Zeitverzug angegangen und behoben werden.

Auch wenn ein einzelnes regionales Ereignis quasi als „meteorologisch-hydrologisches Unikat“ nicht direkt auf den Klimawandel zurückgeführt werden kann, so ist die aktuelle Katastrophe im Lichte der oben dargestellten physikalischen Veränderungen bei Sättigungswasserdampfgehalt und Zirkulation zugleich ein deutlicher Fingerzeig dafür, dass wir in einer Zeit zunehmender Gefährdung durch die Auswirkungen des Klimawandels leben. In der Konsequenz müssen wir uns an Auswirkungen wie insbesondere Extremniederschläge und Überschwemmungen, aber genauso auch Hitzewellen und Trockenperioden – beide u.a. mit zunehmend anhaltenden Wetterlagen ursächlich verbunden – auf der Infrastruktur- und Präventionsseite noch besser anpassen. Ein wesentlicher Teil einer verbesserten **Klimaanpassung** an Starkregen und Überschwemmung sind die oben dargestellten Elemente eines verbesserten Katastrophenschutzes. Dazu gehört aber noch weit mehr: Retentionsflächen für Flüsse zu erhalten bzw. Polderflächen neu zu schaffen kann sich bei kleineren bis mittelgroßen Flussüberschwemmungsereignissen bei den Scheitelabflüssen flussabwärts positiv bemerkbar machen. Aus einer Starkregen-Reanalyse aus Radardaten des DWD ist als Ergebnis bekannt, dass die Wahrscheinlichkeit für extremen Starkregen kürzerer Dauerstufen, also 1 bis 2 Stunden, durch den auch die meisten Schäden in Deutschland verursacht werden, in Deutschland überall ähnlich hoch ist. Es gibt also keine Region fernab von Flüssen, wo man vor dadurch verursachter Überschwemmung „sicher“ wäre. Daher ist auch bei der Bauausführung zu überlegen, ob man nicht überschwemmungssichere Lichtschächte verbaut, die Keller überschwemmungssicher ausgestaltet, etc. Der Schutz vor einer persönlichen wirtschaftlichen Katastrophe durch eine Elementarschadenversicherung macht Sinn. In urbanen Räumen kann bei lokalen Starkniederschlagsereignissen mit einem Aufbau von Zwischenspeichern für das Wasser, etwa muldenhaften öffentlichen Plätzen, die im Ereignisfall als Rückhaltebecken dienen können, oder begrünten Dächern, die Konzentration der Wassermassen an der Oberfläche verzögert und vermindert werden, wie das etwa in Rotterdam und Kopenhagen im Zuge eines „Schwammstadt-Designs“ gemacht wird. Die Reduktion der Flächenversiegelung ist für solche Fälle hilfreich – auch wenn dies bei sehr

großflächigen Extremniederschlägen wie im Juli 2021 über einer ganzen Region die Abflüsse nicht mehr wesentlich vermindert. Somit läge darin ein wichtiges Element der Klimaanpassung gegen *lokalen* Starkregen, aber es würde zugleich auch in der Gestalt von Grünflächen mit Strauch- und Baumvegetation sommerliche Hitzeentwicklung im urbanen Raum dämpfen. Ein Klimaschutzaspekt wäre außerdem verbunden, da beispielsweise aufwachsende Baumvegetation in der Summe über alle begrünten Flächen dazu beiträgt, CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre zu nehmen – sicherlich nur ein kleiner Beitrag, aber ein Beitrag. Die Maßnahmen der Klimaanpassung sollten konsequent verfolgt werden – die letzten Jahre waren durch viele Extrema, sowohl bei Hitze und Dürre, wie auch bei Starkniederschlag, gekennzeichnet.

Mit der CO<sub>2</sub>-Senkenfunktion waren wir schon bei der Verbindung von Klimaanpassung mit der **Verringerung des Klimawandels** (oft als „**Klimaschutz**“ bezeichnet) – beides gehört in der Perspektive der kommenden Jahrzehnte eng zusammen. Das Ziel aus dem Abkommen von Paris, den Anstieg der globalen Mitteltemperatur gegenüber der vorindustriellen Zeit auf deutlich unter 2 Grad zu begrenzen, hat ja zur Begründung, dadurch die Gefahren aus einem fortschreitenden Klimawandel schon für uns, aber gerade auch für unsere Kinder und Enkel in den kommenden Jahrzehnten, zu verringern. Daher mahnen die aktuellen Ereignisse, dass mit aller Konsequenz die Treibhausgasemissionen und die Emissionen aus Landnutzungsänderungen bei uns, in Europa und weltweit über das kommende Jahrzehnt und heute beginnend substantziell reduziert werden müssen.

## Literatur

Coumou, D., et al., 2015: The weakening summer circulation in the Northern Hemisphere mid-latitudes. *Science*, 348, 324-327.

Coumou, D. et al., 2018: The influence of Arctic amplification on mid-latitude summer circulation. *Nature Communications*, 9:2959. DOI: 10.1038/s41467-018-05256-8.

Junghänel, T., et al. (Deutscher Wetterdienst), 21.07.2021: Hydro-klimatologische Einordnung der Stark- und Dauerniederschläge in Teilen Deutschlands im Zusammenhang mit dem Tiefdruckgebiet „Bernd“ vom 12. bis 19. Juli 2021. 16 Seiten.

[https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20210721\\_bericht\\_starkniederschlaege\\_tief\\_bernd.pdf?blob=publicationFile&v=6](https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20210721_bericht_starkniederschlaege_tief_bernd.pdf?blob=publicationFile&v=6).

Madakumbura, G.D., et al., 2021: Anthropogenic influence on extreme precipitation over global land areas seen in multiple observational datasets. *Nature Communications*, 12:3944.

<https://doi.org/10.1038/s41467-021-24262-x>.

Pfleiderer, P., und D. Coumou, 2018: Quantification of temperature persistence over the Northern Hemisphere land-area. *Clim Dyn*, 51, 627-637.

<https://doi.org/10.1007/s00382-017-3945-x>

Pfleiderer, P., et al., 2019: Summer weather becomes more persistent in a 2°C world. *Nature Climate Change*, 9, 666-672.

<https://doi.org/10.1038/s41558-019-0555-0>.

Schäfer, A., et al., Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology, 2021: Hochwasser Mitteleuropa, Juli 2021 (Deutschland). 21. Juli 2021 – Bericht Nr. 1 „Nordrhein-Westfalen & Rheinland-Pfalz“. DOI:10.5445/IR/1000135730.

[https://www.cedim.kit.edu/download/FDA\\_HochwasserJuli2021\\_Bericht1.pdf](https://www.cedim.kit.edu/download/FDA_HochwasserJuli2021_Bericht1.pdf)

Wettergefahren-Frühwarnung (Karlsruhe Institute of Technology / CEDIM), 19.07.2021: Flooding Central Europe 12-20 July 2021 (Analysis).

[http://www.wettergefahren-fruehwarnung.de/Ereignis/20210719\\_e.html](http://www.wettergefahren-fruehwarnung.de/Ereignis/20210719_e.html)

Ziese, M., et al. (Deutscher Wetterdienst), 03.06.2016: Andauernde Großwetterlage Tief Mitteleuropa entfaltet ihr Unwetterpotenzial mit starken Gewittern und massiven Schadensgeschehen in Deutschland. [https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20160603\\_starkregen\\_mai-2016\\_meldung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20160603_starkregen_mai-2016_meldung.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

© Eberhard Faust, *Transformateure 2021*

Nachdruck mit Quellenangabe möglich und erwünscht:

[Eberhard Faust \(2021\)](#): Überschwemmungskatastrophe Mitteleuropa Juli 2021. Bamberg/München: Transformateure. <https://transformateure.org>

Eberhard Faust war Forschungsleiter zu Klimarisiken und Naturgefahren, Munich Re, München. Er war als Leitautor am Fünften Sachstandbericht des Weltklimarats (Intergovernmental Panel on Climate Change / IPCC) von 2013/14 beteiligt.

**Transformateure**  
Akteure der großen Transformation