

Klimatologen blicken auf die Niederschlagsextreme

Eine klimageographische Perspektive auf das Starkregenereignis vom Juli 2021

The flood event in the days around July 14, 2021 had devastating consequences for regions in North Rhine-Westphalia and Rhineland-Palatinate. Such floods caused by precipitation extremes but also changes in land cover are expected to become more frequent with climate change. The Department of Physical Geography and Climatology (PGK) at the Institute of Geography of RWTH Aachen University investigates such events with respect to its climate-geographic dimensions. This also involves the weather-climatic classification of the event and the geographical characteristics of the affected river basins. The weather pattern between July 13 and 15, 2021, was very unusual in that a complex and high reaching low pressure vortex had settled over Central Europe, which transported warm and humid Mediterranean air on its southern and eastern side for days and pushed it over cold air flowing in from the Atlantic. The lifted air mass flowing into North Rhine-Westphalia from the northeast led to very heavy precipitation over a large area in western Germany and eastern France with maximum values of 140 l/m² to 150 l/m² at several DWD stations in the Eifel region. This contribution discusses the extreme event of July from a climate-geographical perspective.

Das Hochwasserereignis in den Tagen um den 14. Juli 2021 wird am Lehr- und Forschungsgebiet Physische Geographie und Klimatologie in Bezug auf seine klimageographischen Dimensionen untersucht. Hierbei geht es auch um die witterungsklimatische Einordnung des Ereignisses und die geographischen Besonderheiten der betroffenen Flusseinzugsgebiete.

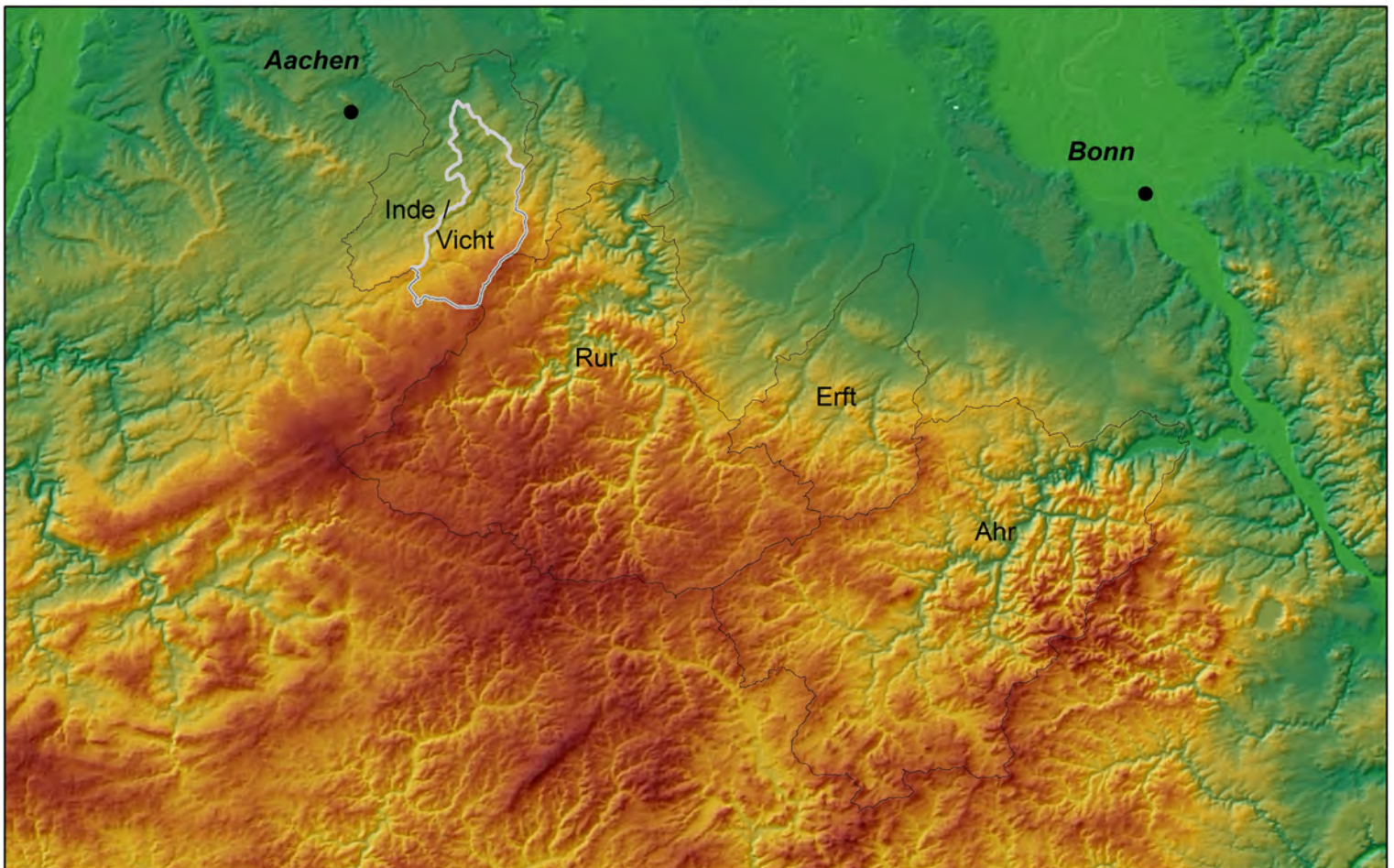
Der Witterungsverlauf vom 13. bis 15. Juli 2021 war insofern sehr ungewöhnlich, als sich ein komplexer und hoch reichender Tiefdruckwirbel über Mitteleuropa festgesetzt hatte, der tagelang auf seiner Süd- und Ostseite feuchtwarme Mittelmeerluft ansaugte und diese in Form eines sogenannten Aufgleitschirms über Norden und Westen auf vom Atlantik einströmende Kaltluft schob. Die gehobene und in Nordrhein-Westfalen von Nordosten einströmende Luftmasse führte zu großräumig sehr ergiebigen Niederschlägen in Westdeutschland und Ostfrankreich. Auch kam es zu Niederschlagshöchstwerten von 140 l/m² bis 150 l/m² an mehreren Stationen des Deutschen Wetterdienstes in Eifel und Umgebung^[1].

Meteorologische Einordnung

Im globalen atmosphärischen Zirkulationssystem liegt Mitteleuropa meist in der West-

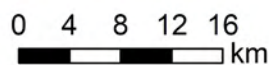
windzone. Dabei sind wegen der steuernden Druckgebilde des Azorenhochs und des Islandtiefs in der Höhe tendenziell Westwinde und unter dem Einfluss der Reibung am Boden Südwestwinde häufig. Oft fällt dann auch Niederschlag, teils in Verbindung mit schnell durchziehenden Tiefdruckgebieten. Bei der selteneren (nord-)östlichen Anströmung überwiegt Hochdruckeinfluss mit geringer Niederschlagsneigung.

Eine Großwetterlage mit stationärem Tief über Mitteleuropa ist hingegen in Mitteleuropa ein seltenes Ereignis und muss auch nicht mit langanhaltenden Niederschlägen einhergehen. Seit 1978 gibt es eine „Objektive Wetterlagenklassifikation“ durch den Deutschen Wetterdienst^[2]. Die an den drei relevanten Tagen vorherrschende Großwetterlage 36 gab es im Zeitraum von 1978 bis 2021 nur an 293 Tagen beziehungsweise 1,9 Prozent aller Tage. Drei aufeinanderfolgende Tage dieser Wetterlage, was als stationäres Tief über Mitteleuropa wie im vorliegenden Fall interpretiert werden kann, kamen nur in 18 Fällen vor. Allerdings findet sich hierbei zum Beispiel auch der Hochwassermonat Juli 2014^[3] mit Extremniederschlag in Aachen^[4] und sieben solcher Tage der Großwetterlage 36, wobei in einem Fall zwei und einem drei hintereinander folgten (Juli 2021: insgesamt vier).



Einzugsgebiete in der Nordeifel

- Inde, Rur, Erft, Ahr
- Vicht



Höhenverhältnisse

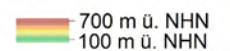


Bild 1: Nordeifel und Mittelgebirgsanteile der Einzugsgebiete von Inde (Vicht), Rur, Erft und Ahr

Abbildung: PGK, Höhendaten: SRTM^[7]

Dass Starkregenereignisse bei Anströmung aus Nordost sehr selten sind, geht auch aus einer Datenauswertung im aktuellen Exploratory Research Space-Projekt „Rainwater Living Lab“ der RWTH hervor. Eine Auswertung von Niederschlags-Radardaten seit 2002^[5] ergibt sehr große Häufigkeiten von Starkniederschlagsereignissen bei Anströmung aus West bis Südwest, einige auch aus Südost, nicht aber aus Nordost (Publikation in Vorbereitung).

Raumzeitliches Verhalten

Die räumliche und zeitliche Verteilung der Niederschläge war sehr unterschiedlich: An der Wetterstation Aachen-Orsbach fielen am 13. und 14. Juli 2021 in Summe 153 mm, in Heinsberg-Schleiden 103 mm und in Düsseldorf 81 mm^[6]. Dabei geben die Niederschlagsdaten der Wetterstationen oft kein genaues Bild, da der Niederschlag räumlich und zeitlich sehr unterschiedlich fallen kann.

Wenn – wie im Fall solcher Extremereignisse – Einzugsgebiete insgesamt betrachtet werden sollen, wie hier die Mittelgebirgsanteile von Inde, Rur, Erft und Ahr, siehe Bild 1, kann ebenfalls auf die radarmeteorologischen Daten zurückgegriffen werden. Speziell die RADOLAN-Daten, die durch eine Abgleichung von Niederschlags-Radardaten mit Near-Real-Time-Daten des gefallenen Niederschlags an Messstellen gebildet werden (RADOLAN-Daten, Radar-Online-Aneicherung^[5]), lassen eine Analyse der Situation in Einzugsgebieten zu.

Die Niederschlagssummen für die Tage 13. und 14. Juli 2021, basierend auf den RADOLAN-Daten des Deutschen Wetterdienstes, werden in Bild 3 gezeigt. Dargestellt sind die Mittelgebirgsbereiche der jeweiligen Flusseinzugsgebiete, die Großstädte Köln und Aachen sowie die von den Überflutungen stark betroffenen Orte Stolberg (Rhld.), Erftstadt und Bad Neuenahr-Ahrweiler. In jedem

der Teileinzugsgebiete wurden im Verlaufe der beiden Tage extreme Niederschlagsmengen registriert. Auffällig sind die Bereiche mit Niederschlagsmengen jenseits der 100 mm im Grenzgebiet von Ahr und Erft, dem südöstlichsten Teil des Rur-Einzugsgebietes, dem Oberlauf der Inde sowie in den nordwestlichen Stadtteilen von Köln (pink). Im Kölner Stadtbezirk Nippes wurde mit 152,8 mm der höchste Wert des Untersuchungsgebietes erfasst. Auf Basis dieser flächigen Niederschlagsaneicherungen ergeben sich Niederschlagssummen von im Mittel 101 mm im Indetal, 117 mm im Erfttal und 100 mm im Ahrtal. Für alle Einzugsgebiete trifft zu, dass die größten Niederschlagsmengen jeweils auf die höhergelegenen Bereiche entfallen. Nur im Falle der Erft wurden solche auch in den tiefergelegenen Bereichen registriert. Hier springt das bogenförmige Band hoher Niederschlagswerte ins Auge, das sich vor allem im Bereich





Bild 2: Im Messfeld für Bestandsniederschlag auf der TERENO-Experimentierfläche Wüstebach in der Eifel
Foto: Peter Winandy

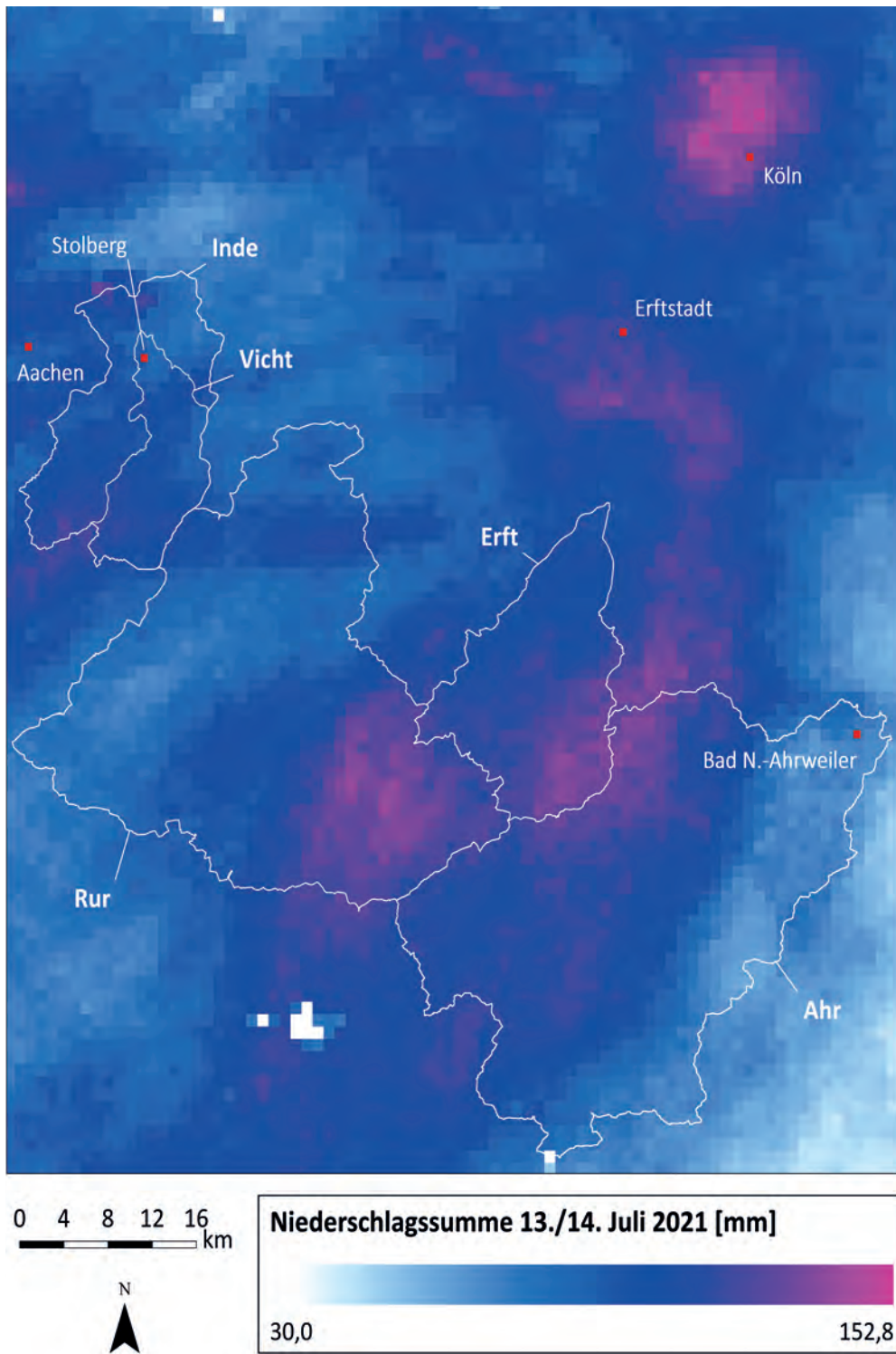


Bild 3: Niederschlagssumme für den 13. und 14. Juli 2021 in den Mittelgebirgsbereichen der Einzugsgebiete Rur, Inde (mit Vicht), Erft und Ahr.

Abbildung: PGK, Datenbasis Niederschlagsdaten: DWD^[6]; Datenbasis Einzugsgebiete: BfG^[9]; Städte: BKG^[10]

des Einzugsgebietes der rechten Nebengewässer Swist und Steinbach befindet, die oberhalb von Erfstadt ineinander beziehungsweise in den Hauptfluss münden. Der Hauptniederschlag im Rur-Einzugsgebiet fiel ganz deutlich im südöstlichen Teil zwischen Urft und Olef, wo auch die massiven Schäden auftraten. Auffällig ist zudem die räumliche Verteilung der Gebiete mit noch hohen Niederschlagswerten (dunkelblau). Hier lässt sich

eine generelle Nordost-Südwest-Ausrichtung erkennen, was der Anströmungsrichtung des Ereignisses entspricht. Mit Blick auf die stark betroffenen Gemeinden fällt auf, dass die Stadtgebiete von Bad Neuenahr-Ahrweiler und Stolberg selber nur von vergleichsweise geringen Niederschlägen betroffen waren, während in Erfstadt bis zu 120 mm fielen. Insgesamt lassen sich die Überschwemmungen in allen Fällen zu einem überwiegenden

Teil auf die extremen Niederschlagsmengen in den oberen Bereichen der jeweiligen Flusseinzugsgebiete zurückführen. Für die in Bild 3 dargestellten Teileinzugsgebiete wurde, ebenfalls basierend auf dem RADOLAN-Datensatz, zusätzlich der kumulative mittlere stündliche Niederschlag über einen Zeitraum vom 9. bis 17. Juli 2021 summiert. Hierzu wurde für jede Stunde der mittlere Niederschlag im jeweiligen Einzugsgebiet berechnet und über den genannten Zeitraum aufsummiert. Das Ergebnis ist in Bild 4 dargestellt. Die Datumsangaben markieren jeweils den Beginn des Tages. Zunächst fällt auf, dass der Hauptteil des Niederschlags in allen Gebieten auf den 14. Juli fällt, wobei auch am 13. Juli bereits erhebliche Niederschläge, vor allem für die Inde, registriert wurden. Zusätzlich gab es kleinere Niederschlagsereignisse am 9. und 10. Juli. Das Teileinzugsgebiet der Erft war im Mittel über den gesamten Zeitraum von den höchsten Niederschlagssummen betroffen. Da die RADOLAN-Daten erst seit 2002 erhoben werden, kann derzeit noch keine vollständige niederschlagsklimatologische Einordnung vorgenommen werden, da hierfür 30-jährige Datenreihen erforderlich wären. Auch sind die Auswertungen der vorliegenden Daten noch nicht abgeschlossen. Es kann aber festgestellt werden, dass ein Starkniederschlagsereignis aus der hier eingetretenen Anströmrichtung sehr selten auftritt. Ob eine Verbindung zum Klimawandel besteht, zum Beispiel durch veränderte atmosphärische Zirkulationsmuster, ist noch nicht klar und wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Bedeutung der Einzugsgebiete

Die in der Eifel stark betroffenen Einzugsgebiete liegen alle auf der Nordostseite, wobei größere Regenmengen durch klassischen Steigungsniederschlag in der Eifel zwar an sich häufig sind, aber eben nicht auf dieser Seite. Es kann erwartet werden und wird weiter untersucht, dass beziehungsweise wie dieses Lagemerkmal beim Ablauf des Ereignisses eine Rolle gespielt hat. Wenn sich eine Veränderung zu solchen Ereignissen bestätigt, gäbe es hier einen sekundären regionalen Klimawandeleffekt: Eine Veränderung der Zirkulation führt regional zu besonders ungünstigen Auswirkungen des Klimawandels. Bei der weiteren Forschung sind auch die Einzugsgebiete näher zu betrachten. Trotz ähnlich hohem Niederschlag waren nach

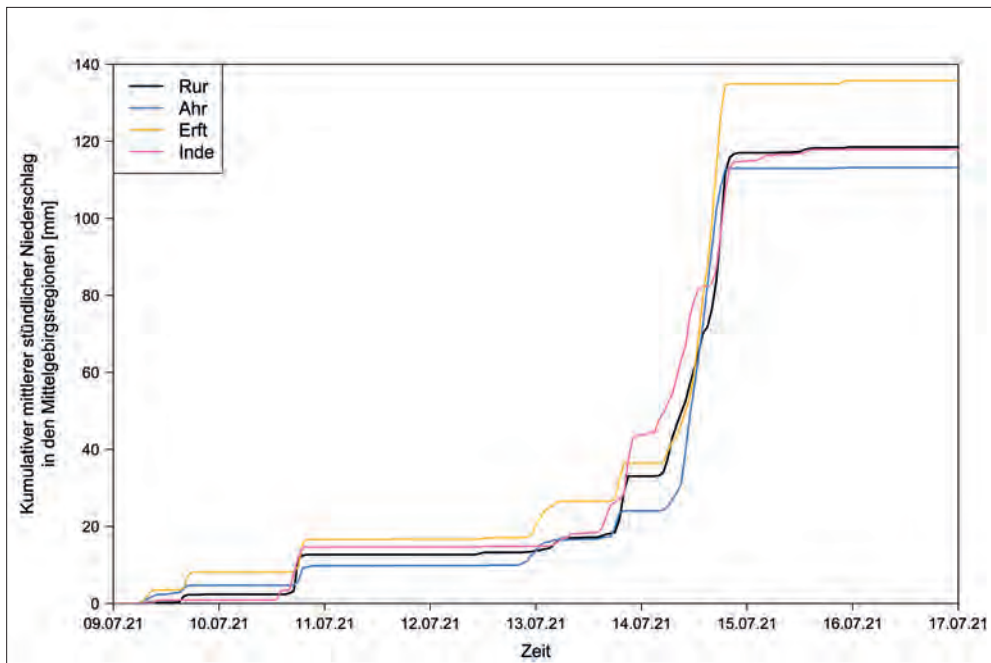


Bild 4: Kumulativer mittlerer stündlicher Niederschlag in den Mittelgebirgsanteilen der Einzugsgebiete von Rur, Ahr, Erft und Inde zwischen dem 9.7. und 17.7.2021.

Abbildung: Datenbasis Niederschlagsdaten: DWD^[6]

dem Ereignis im Hohen Venn kaum Hochwasserspur zu sehen, erst im Bereich der Vennabdachung setzte Erosion ein, und massive Schäden durch Sturzfluten gab es erst im unteren Talbereich. Hier sind Strukturen in den Einzugsgebieten näher zu analysieren und langfristige Landnutzungsänderungen zu betrachten. Ziel weiterer Untersuchungen in diesem Zusammenhang ist es, mögliche positive Effekte von Renaturierungsmaßnahmen im Sinne von Ökosystemleistungen zu ermitteln.

Autoren

Niels Döscher, M.Sc., und Dr.phil. Gunnar Ketzler sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Lehr- und Forschungsgebiet Physische Geographie und Klimatologie. Univ.-Prof. Dr.rer.nat. Michael Leuchner betreut das Lehr- und Forschungsgebiet Physische Geographie und Klimatologie.

Quellen

- [1] DWD Deutscher Wetterdienst (2021a): Pressemeldung 15.7.21 „Dana“ schiebt die Unwetter beiseite“; https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2021/7/15.html, heruntergeladen am 11.10.2021
- [2] DWD Deutscher Wetterdienst (2021b): Objektive Wetterlagenklassifikation; <https://www.dwd.de/DE/leistungen/wetterlagenklassifikation/wetterlagenklassifikation.htm>, heruntergeladen am 11.10.2021
- [3] Ketzler, G. (2015): Der Witterungsverlauf im Raum Aachen im Jahre 2014 im Kontext langjähriger Klimatrends; in: Römer, W., Ketzler, G. [Hrsg.]: Klimamessstation Aachen-Hörn – Monatsberichte, Ausgabe 419a, Nr. 13/2014; https://www.klimageo.rwth-aachen.de/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaabdcewb, heruntergeladen am 21.10.2021
- [4] Stadt Aachen (2021): Hochwasser in Stolberg Vicht; https://www.aachen.de/de/stadt_buerger/politik_verwaltung/feuerwehr/freiwilligefeuwehr/lz-verlautenheide/besondere_einsaetze/hochwasser_vicht.html, heruntergeladen am 21.10.2021
- [5] DWD Deutscher Wetterdienst (2021c): Radarklimatologie (RADKLIM); <https://www.dwd.de/DE/leistungen/wetterlagenklassifikation/wetterlagenklassifikation.htm>,

heruntergeladen am 21.10.2021

- [6] DWD Deutscher Wetterdienst (2021d): Aktuelle tägliche Stationsbeobachtungen (Temperatur, Druck, Niederschlag, Sonnenscheindauer, etc.) für Deutschland; https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/kl/recent/BESCHREIBUNG_obsgermany_climate_daily_kl_recent_de.pdf, heruntergeladen am 21.10.2021
- [7] SRTM Shuttle Radar Topography Mission (2005): STS-99 Shuttle Radar Topography Mission; abgerufen am 19.12.2005
- [8] DWD Deutscher Wetterdienst (2021e): Aktuelle stündliche RADOLAN-Raster der Niederschlagshöhe (GIS-lesbar), Version 2.5; https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/hourly/radolan/recent/asc/, heruntergeladen am 22.10.2021
- [9] BfG Bundesanstalt für Gewässerkunde (2021): Catchment-DE; <https://geoportal.bafg.de/smartfinderClient/?lang=de#/datasets/iso/78dd81c2-b1df-4f7d-8d4e-45d376836d04>, heruntergeladen am 22.10.2021
- [10] BKG Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2021): Verwaltungsgebiete 1:250 000 (Ebenen); <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/open-data/verwaltungsgebiete-1-250-000-ebenen-stand-01-01-vg250-ebenen-01-01.html>, heruntergeladen am 22.10.2021