

**Parlamentarischer Untersuchungsausschuss V (Hochwasserkatastrophe)
des Landtages von Nordrhein-Westfalen**

Gutachten zum Thema

„Welche vorbeugenden Maßnahmen wären im Fall der zu untersuchenden Hochwasserkatastrophe ganz konkret bezogen auf den 14./15. Juli 2021 möglich gewesen, um die betroffenen Gebiete in NWR vor dem Hochwasser am 14./15. Juli 2021 zu schützen?“

erstellt entsprechend Beweisbeschluss Nr. 16 vom 05. November 2021 durch

Prof. Dr. Robert Jüpner

Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft

Technische Universität Kaiserslautern

Inhalt

1.	Veranlassung und Zielstellung.....	3
2.	Hochwasservorsorge als Teil des Hochwasserrisikomanagements – eine Einordnung.....	3
2.1	Vermeidung (hochwasserbedingter nachteiliger Folgen).....	5
2.2	Schutz	6
2.3	Vorsorge	6
2.4	Fazit	7
3.	Akteure und Zuständigkeiten im Hochwasserrisikomanagement	8
3.1	Fachliche Zuordnung nach LAWA.....	8
3.2	Akteure und Zuständigkeiten in Nordrhein-Westfalen.....	9
4.	Das Hochwasser vom 14./15. Juli 2021 – relevante Fakten.....	13
4.1	Meteorologische Auswertungen.....	13
4.2	Hydrologische Auswertungen	16
4.3	Fazit	17
5.	Vorbereitung der Wasserwirtschaft auf seltene (extreme) Hochwasserereignisse	18
5.1	Ermittlung und Darstellung der (potentiellen) Hochwassergefahr.....	18
5.2	Ermittlung und Darstellung des Hochwasserrisikos.....	23
5.3	Flächenvorsorge	28
5.4	Technischer Hochwasserschutz.....	30
5.5	Informationsvorsorge - Hochwasservorhersage	47
5.6	Informationsvorsorge - Hochwasserwarnung.....	53
5.7	Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz	59
6.	Vorbereitung des Katastrophenschutzes auf seltene (extreme) Hochwasserereignisse.....	65
6.1	Rechtliche Grundlagen, Zuständigkeiten und Aufgaben.....	65
6.2	Zuständigkeiten und Aufgaben ausgewählter Einsatzkräfte.....	70
6.3	Praxis des operativen Hochwasserschutzes, Ausbildungs- und Vorbereitungsstand	73
6.4	Optimierung des operativen Hochwasserschutzes aus Sicht des Katastrophenschutzes	77
7.	Zusammenfassende Beantwortung der gutachterlichen Fragestellung	81
8.	Literatur- und Quellenverzeichnis	86
9.	Anlagen.....	91

1. Veranlassung und Zielstellung

Auf seiner Sitzung am 5. November 2021 hat der vom Landtag NRW eingesetzte Parlamentarische Untersuchungsausschuss V (Hochwasserkatastrophe) den Beweisbeschluss Nr. 16 gefasst und Prof. Dr. Jüpner um die Erstellung eines Gutachtens mit o.g. Fragestellung zum 31. Januar 2022 gebeten. Das Gutachten soll die Erfüllung des im Einsetzungsbeschluss vom 09. September 2021 formulierten Untersuchungsauftrags (Drucksache 17/14944) durch eine fachliche Analyse und Bewertung von Hochwasservorsorgemaßnahmen unterstützen. Die Beauftragung durch den Vorsitzenden des Parlamentarischen Untersuchungsausschusses V, Herrn Witzel, erfolgte mit Schreiben vom 16. November 2021.

Die zu untersuchende Fragestellung konzentriert sich auf *mögliche vorbeugende Maßnahmen*, die die betroffenen Gebiete hätte *schützen* können. Dabei ist entsprechend des Untersuchungsauftrags der Untersuchungsrahmen auf die „...Landesregierung, vor allem, jedoch nicht ausschließlich, der Staatskanzlei, des Ministeriums des Innern, des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen sowie ihrer nachgeordneten Behörden, der Wasserverbände und Talsperrenbetreiber...“ zu beschränken. In einem Exposé vom 09. November 2021 hat Prof. Dr. Jüpner die Fragestellung des Gutachtens interpretiert und orientierende Leitfragen formuliert. Diese präzisieren und strukturieren das Beweisthema. Demnach wird ausschließlich das „staatliche Handeln“ in der Hochwasservorsorge betrachtet. Aktivitäten von privatwirtschaftlichen Unternehmen sowie Bürgerinnen und Bürger (z.B. im Hinblick auf die Bauvorsorge von Wohngebäuden) bleiben unberücksichtigt. Dabei wird der Begriff Hochwasservorsorge weit gefasst. Im Sinne des Untersuchungsgegenstandes werden generelle Hochwasserrisikomanagementplanungen sowie die ereignisbezogenen konkret ergriffenen Hochwasserschutzmaßnahmen als auch Maßnahmen des Katastrophenmanagements bei Überlastung von technischen Hochwasserschutzsystemen, letztere im Zusammenwirken von Akteuren der Wasserwirtschaft mit Akteuren des Katastrophenschutzes, begriffen.

2. Hochwasservorsorge als Teil des Hochwasserrisikomanagements – eine Einordnung

Mit der Europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL)¹ wurde 2007 ein einheitlicher Rahmen für die „Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken“ in der Europäischen Union geschaffen. Ziel ist dabei die „hochwasserbedingten nachteiligen Folgen“ für die vier Schutzgüter (menschliche Gesundheit, Umwelt, Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten) zu verringern und zu bewältigen. Mit der Aktualisierung des Wasserhaushaltsgesetzes des Bundes (WHG) sowie der Anpassung der Landeswassergesetze (LWG) wurde die HWRM-RL im Jahre 2009 in nationales Recht umgesetzt. Damit sollen folgende grundsätzliche Ziele erreicht werden:

- Vermeidung neuer Risiken in Hochwasserrisikogebieten
- Reduktion bestehender Risiken in Hochwasserrisikogebieten
- Reduktion nachteiliger Folgen während eines Hochwassers und nach einem Hochwasser

Die Umsetzung wurde in drei Schritten realisiert. Zunächst erfolgte eine vorläufige Bewertung es Hochwasserrisikos. Im Ergebnis wurden Gewässer mit einem „potentiell signifikanten Hochwasserrisiko“ ermittelt, für die dann im zweiten Schritt Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erstellt wurden. Diese bilden die Grundlage zur Bewertung der Hochwasserrisiken und des Handlungsbedarfs.

¹ Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates der Europäischen Union vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken

Im dritten Schritt wurden für Flussgebietseinheiten Hochwasserrisikomanagementpläne erarbeitet, die Maßnahmen zur Zielerreichung der HWRM-RL enthalten. Der erste Zyklus der Richtlinie wurde Ende 2015 abgeschlossen; die weitere Überarbeitung erfolgt in einem 6-Jahres-Zyklus (Details siehe: <https://www.flussgebiete.nrw.de/landesweite-strategie-8232>).

Aus fachlicher Sicht bedeutete die Einführung der HWRM-RL einen Paradigmenwechsel vom „Hochwasserschutzversprechen“ hin zum „Management von Hochwasserrisiken“ (vgl. u.a. Patt & Jüpner, 2020² und Hartmann & Jüpner, 2014³). Die Hochwasservorsorge erhielt damit einen deutlich höheren Stellenwert. In der Bundesrepublik Deutschland wurden für die Umsetzung der HWRM-RL durch die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) „Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen“ beschlossen (LAWA, 2013)⁴. Im „Hochwasserrisikomanagement-Zyklus“ sind die Phasen vor, während und nach einem Hochwasserereignis visualisiert und das Hochwasserrisikomanagement unterteilt in „Vermeidung“, „Schutz“, „Vorsorge“ und „Wiederherstellung/Regeneration/ Überprüfung“ – auch „EU-Aspekte des HWRM“ - genannt (vgl. Abb. 1)⁵.

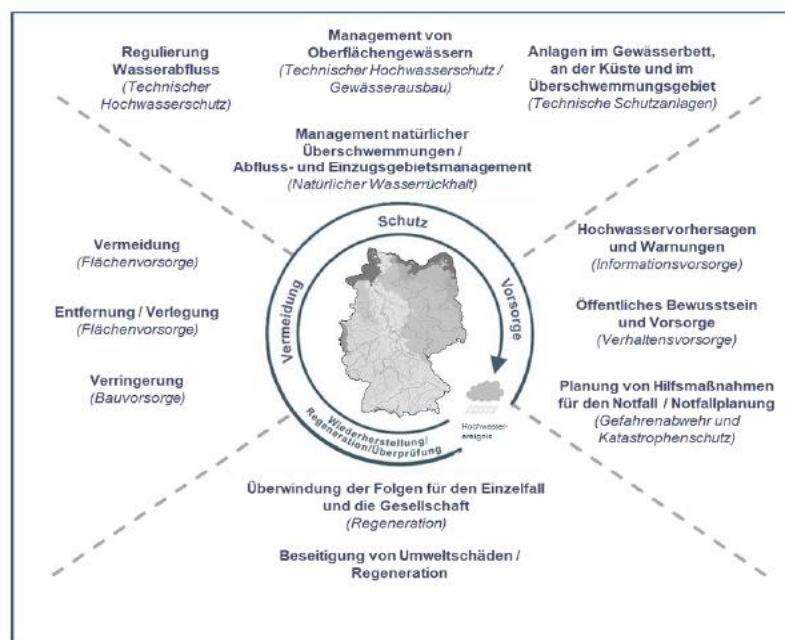


Abb. 1: Hochwasserrisikomanagement-Zyklus nach LAWA, 2013

² Patt, H. & Jüpner, R. (2020): „Hochwasser-Handbuch“, 3., neu bearbeitete Aufl., Springer Vieweg, Wiesbaden, Print ISBN 978-3-658-26742-1, Online ISBN 978-3-658-26743-8

³ Hartmann, T. & Jüpner, R. (2014): „The Flood Risk Management Plan – An essential step towards the institutionalization of a paradigm shift“. In: International Journal of Water Governance, Volume 2, pp. 107 - 118, Baltzer Science Publishers

⁴ LAWA-Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2013): „Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen“ (https://www.lawa.de/documents/empfehlungen_zur_aufstellung_von_hwrmp_mit_anlagen_1552299352.pdf)

⁵ ANMERKUNG: Im Weiteren wird die von der EU vorgegebene Einteilung nach „EU-Aspekte“ und „EU-Maßnahmenarten“ verwendet und parallel die in der Praxis gebräuchlichen ehemaligen „LAWA-Handlungsfelder“ entsprechend Anlage 3 der LAWA-Empfehlungen zur Aufstellung von HWRM-Plänen (LAWA, 2013) ergänzt. Diese sind in Abb. 1 in Klammern gesetzt. Eine weitere Konkretisierung erfolgt mit Hilfe der LAWA-Handlungsfelder, die in Abb. 1 jedoch nicht dargestellt sind.

Als „vorbeugende Maßnahmen“ im Sinne der Fragestellung des vorliegenden Gutachtens sind daher im Folgenden grundsätzlich die Bereiche (EU-Aspekte)

- Vermeidung (hochwasserbedingter nachteiliger Folgen eines Hochwassers)
- Schutz (vor Hochwasser) und
- Vorsorge (für den Hochwasserfall)

zu betrachten. Die „Wiederherstellung/Regeneration/Überprüfung“ wird dabei außen vorgelassen.

Darüber hinaus ist grundsätzlich zu hinterfragen, ob das bestehende System des Hochwasserrisikomanagements entsprechend WHG und LWG NRW als ausreichend im Sinne einer umfassenden Vorbeugung zu bewerten ist. In der Wissenschaft werden erweiterte Ansätze, z.B. der Hochwasserresilienz diskutiert, die eine Verbesserung in einzelnen Bereichen erlauben würden (vgl. Jüpner u.a., 2018⁶).

Die gutachterliche Fragestellung impliziert neben der Analyse der Wirksamkeit der Hochwasservorsorgemaßnahmen die vertiefte Betrachtung, ob mit konkretem Bezug zur Hochwasserkatastrophe am 14./15. Juli 2021 eine hinreichende Vorbereitung stattfand und diese für die Hochwasserbewältigung zielführend, angemessen und ausreichend war. Neben der Vorbereitung der wasserwirtschaftlichen Institutionen sind dabei auch die zuständigen Katastrophenschutzbehörden sowie generell der „operative Hochwasserschutz“⁷ im Fokus der zu beantwortenden Fragestellung.

2.1 Vermeidung (hochwasserbedingter nachteiliger Folgen)

Zur Vermeidung hochwasserbedingter nachteiliger Folgen zählen nach aktueller Rechtslage die EU-Maßnahmenarten „Vermeidung“, „Entfernung/Verlegung“ und „Verringerung“ (ehemalige LAWA-Handlungsbereiche „Flächenvorsorge“ und „Bauvorsorge“), die sich entsprechend LAWA, 2013 wiederum in die LAWA-Handlungsfelder

- Raumordnungs- und Regionalplanung
- Festsetzung von Überschwemmungsgebieten
- Bauleitplanung
- Angepasste Flächennutzungen
- Entfernung/Verlegung
- hochwasserangepasstes Planen, Bauen und Sanieren
- Objektschutz
- Hochwasserangepasster Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
- sonstige Maßnahmen zur Vermeidung von Hochwasserrisiken

unterteilen lassen.

⁶ Jüpner, R.; Bachmann, D.; Fekete, A.; Hartmann, T., Pohl, R.; Schmitt, T., Schulte, A. (2018): „Resilienz im Hochwasserrisikomanagement“. In: Korrespondenz Wasserwirtschaft 11/2018, DOI: 10.3243/kwe2018.11.001, S. 656 – 663

⁷ ANMERKUNG: Der operative Hochwasserschutz ist leider nicht Bestandteil des Hochwasserrisikomanagement-Zyklus nach LAWA, 2013. Dort sind keine Maßnahmen während eines Hochwasserereignisses aufgeführt. Es erscheint jedoch notwendig, den operativen Hochwasserschutz stärker mit einzubeziehen, um dadurch eine wirksamere Bewältigung von Hochwasserkatastrophen erreichen zu können (vgl. Schüller & Jüpner, 20217). Detaillierte Ausführungen zu diesem Thema siehe Kap. 5.7 und 6.

2.2 Schutz

Der Begriff „Schutz“ ist im Hochwasserrisikomanagement recht weit gefasst und umfasst verschiedene Maßnahmen und wasserbauliche Anlagen zur Reduzierung des (Hochwasser)abflusses, Verbesserung der Infiltration und Wiederherstellung des natürlichen Wasserrückhalts.

Zur EU-Maßnahmenart „Management natürlicher Überschwemmungen / Abfluss- und Einzugsgebietsmanagement“ und dem ehemaligen LAWA-Handlungsbereich „Natürlicher Wasserrückhalt“ zählen die LAWA-Handlungsfelder

- natürlicher Wasserrückhalt im Einzugsgebiet,
- natürlicher Wasserrückhalt in der Gewässeraue,
- Minderung der Flächenversiegelung,
- natürlicher Wasserrückhalt in Siedlungsgebieten und
- Wiedergewinnung von Überschwemmungsgebieten.

Die EU-Maßnahmenart „Regulierung des Wasserabflusses“ gehört inhaltlich zum ehemaligen LAWA-Handlungsbereich „Technischer Hochwasserschutz“ und umfasst die LAWA-Handlungsfelder „Planung und Bau von Hochwasserrückhaltmaßnahmen“ sowie „Betrieb, Unterhaltung und Sanierung von Hochwasserrückhaltmaßnahmen“. Das sind in der Praxis vor allem technische Hochwasserschutzanlagen, wie Hochwasserrückhaltebecken, Talsperren, Flutpolder und anderen Stauanlagen.

Zur EU-Maßnahmenart „Anlagen im Gewässerbett, an der Küste und in Überschwemmungsgebieten“ zählen die LAWA-Handlungsfelder „Deiche, Dämme, Hochwasserschutzwände, mobiler Hochwasserschutz, Dünen, Strandwälle“ sowie die „Unterhaltung von vorhandenen stationären und mobilen Schutzbauwerken“. Diese sind ebenfalls als Teil dem ehemaligen LAWA-Handlungsbereich „Technischer Hochwasserschutz“ zuzuordnen.

Zur EU-Maßnahmenart „Management von Oberflächengewässern“ werden die LAWA-Handlungsfelder „Freihaltung und Vergrößerung der Hochwasserabflussquerschnitten im Siedlungsraum und Auenbereich“, die „Freihaltung der Hochwasserabflussquerschnitte durch Gewässerunterhaltung und Vorlandmanagement“ sowie „Sonstige Maßnahmen zur Verbesserung des Schutzes gegen Überschwemmungen“ gerechnet. Auch damit sind Betrieb und Unterhaltung entsprechender technischer Hochwasserschutzanlagen sowie Fließgewässerausbau- und unterhaltungsmaßnahmen gemeint.

2.3 Vorsorge

Im Kreislauf des Hochwasserrisikomanagements (Abb. 1) werden der „Vorsorge“ die drei EU-Maßnahmenarten

- „Hochwasservorhersage und Hochwasserwarnung“,
- „Öffentliches Bewusstsein und Vorsorge“ sowie
- „Planung von Hilfsmaßnahmen für den Notfall / Notfallplanung“ zugeordnet.

Diese entsprechen den ehemaligen LAWA-Handlungsbereichen „Informationsvorsorge“, „Verhaltensvorsorge“ sowie „Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz“.

Zu ersten genannten Punkt „Hochwasservorhersage und Hochwasserwarnung“ zählen die LAWA-Handlungsfelder „Hochwasserinformation und Vorhersage“ und „Einrichtung bzw. Verbesserung von kommunalen Warn- und Informationssystemen“.

Eine frühzeitige und präzise Hochwasservorhersage ist die Grundlage für effektive und wirkungsvolle Maßnahmen zur Bewältigung eines Hochwasserereignisses. Sie beeinflusst im Wesentlichen die zur Verfügung stehende Vorwarnzeit. Als Hochwassernachrichten- und Alarmdienst bezeichnet man das gesamte System der Informationsweitergabe relevanter Hochwasserlageinformationen u.a. an die betroffene Bevölkerung.

Zur EU-Maßnahmenart „Öffentliches Bewusstsein und Vorsorge“ gehört das LAWA-Handlungsfeld „Aufklärung, Vorbereitung auf den Hochwasserfall“. Die „Planung von Hilfsmaßnahmen für den Notfall / Notfallplanung“ sind in diesem vorsorgenden Teil des Hochwasserrisikomanagements als EU-Maßnahmenart angesiedelt. Es umfasst das LAWA-Handlungsfeld „Alarm- und Einsatzplanung“. Diesem Aspekt des Hochwasserrisikomanagements kommt insbesondere bei großen Hochwasserereignissen mit katastrophalen Auswirkungen eine immense Bedeutung zu und wird daher in Kapitel 6 detailliert betrachtet.

Unter der EU-Maßnahmenart „Sonstige Vorsorge“ wird das LAWA-Handlungsfeld „Versicherung, finanzielle Eigenvorsorge“ subsumiert, der ehemalige LAWA-Handlungsbereich „Risikovorsorge“.

2.4 Fazit

Im Sinne der Fragestellung des Gutachtens sind „vorbeugende (Hochwasserschutz)Maßnahmen“ als Gesamtheit der Maßnahmen zu interpretieren, die geeignet sind, die negativen Folgen eines großen Hochwasserereignisses zu minimieren. Betrachtet man dazu die geltende Rechtslage und die wasserwirtschaftliche Praxis im Bereich des Hochwasserrisikomanagements, so sind die zu untersuchenden Maßnahmen in den Bereichen (EU-Aspekte des HWRM) „Vermeidung“, „Schutz“ und „Vorsorge“ verortet und einschließlich der dazugehörigen EU-Maßnahmenarten (ehemalige LAWA-Handlungsbereiche) und der LAWA-Handlungsfelder entsprechend des „Zyklus des Hochwasserrisikomanagements“ nach LAWA, 2013 strukturiert. Entsprechend dieser Systematik erfolgt im Weiteren die detaillierte Betrachtung.

3. Akteure und Zuständigkeiten im Hochwasserrisikomanagement

3.1 Fachliche Zuordnung nach LAWA

Für ein wirksames Hochwasserrisikomanagement ist das solidarische Zusammenwirken vieler verschiedener Fachdisziplinen erforderlich. Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat die wichtigsten „mitwirkenden Stellen und Akteure“ in ihrer „Empfehlung für die Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen“ benannt (Abb.2).



Abb. 2: Akteure im Hochwasserrisikomanagement nach LAWA, 2013

Alle Akteure haben dabei definierte Aufgaben, die im WHG, den LWGen und weiteren gesetzlichen Regelungen festgeschrieben sind. Im Weiteren werden deshalb die für die Beantwortung der gutachterlichen Fragestellung relevanten Akteure betrachtet. Anlage 1 gibt einen Überblick über die wichtigsten Akteure entsprechend der in Kap. 2 vorgenommenen Zuordnung entsprechend LAWA, 2013.

3.2 Akteure und Zuständigkeiten in Nordrhein-Westfalen

Die Zuständigkeiten im Hochwasserrisikomanagement ergeben sich aus den gültigen gesetzlichen Grundlagen und sind insbesondere im Wasserhaushaltsgesetz und im Landeswassergesetz NRW geregelt. Die Umsetzung der HWRM-RL erfolgt nicht innerhalb administrativer Grenzen, sondern staats- und länderübergreifend innerhalb großer Flusseinzugsgebiete. Das Land Nordrhein-Westfalen hat Anteil an den Flussgebietseinheiten Ems, Maas, Rhein, Weser. Für den Planungsprozess werden diese großen Flussgebiete in Teileinzugsgebiete unterteilt. Die Zuständigkeit für die Erstellung der Hochwasserrisikomanagementpläne liegt bei den Bezirksregierungen. Das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV) steuert den Gesamtprozess.

Die Bezirksregierungen erarbeiten mit den zuständigen Akteuren (Kommunen, Kreise, Wasser- und Deichverbände und andere) einen gemeinsamen Plan für die jeweilige Gewässer-Region (<https://www.flussgebiete.nrw.de/zustaendige-behoerden-und-bearbeitungsgebiete-8394>). Das Bundesland Nordrhein-Westfalen ist demnach in Flussgebietseinheiten entsprechend hydrologischer Einzugsgebiete und Teileinzugsgebiete untergliedert (Abb. 3).

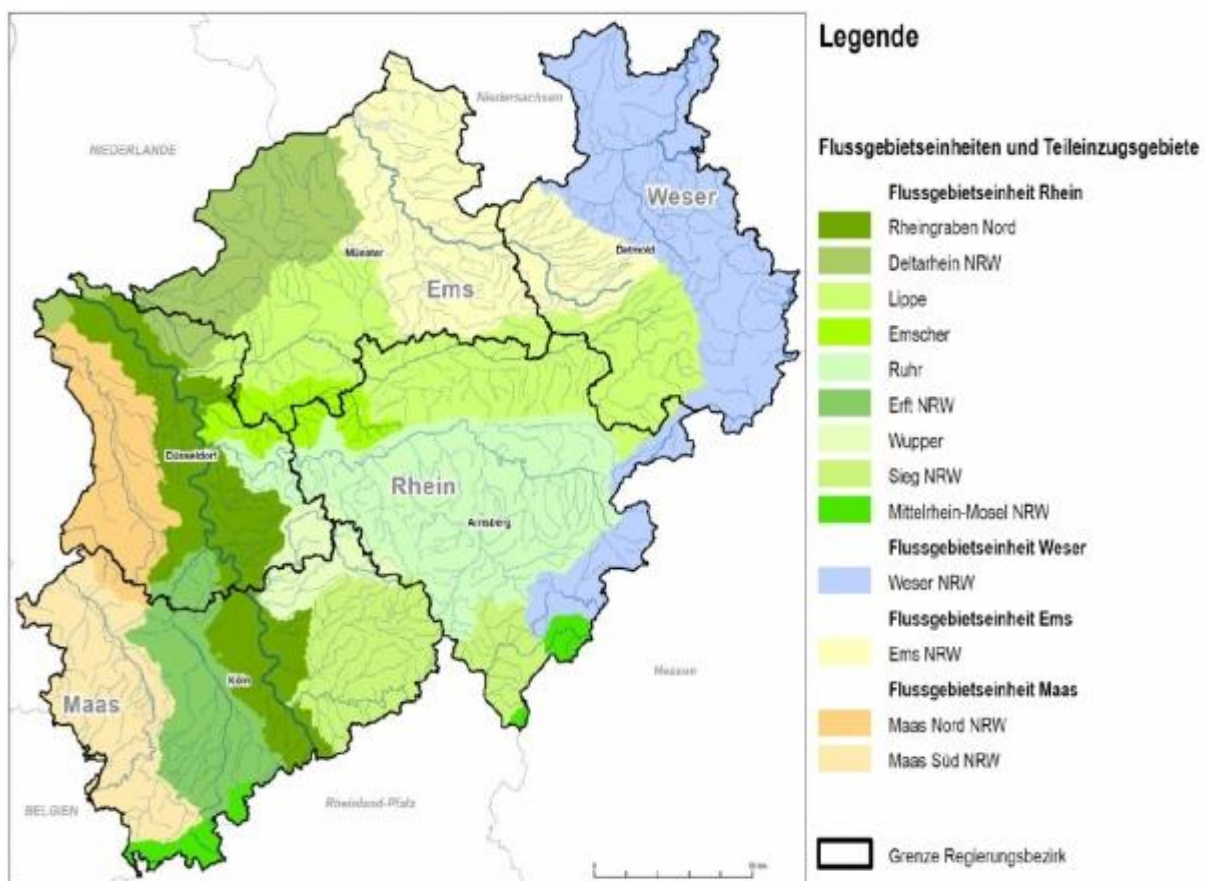


Abb. 3: Flussgebiete NRW (<https://www.flussgebiete.nrw.de/die-hochwasserrisikomanagementplaene-fuer-nrw-5777>)

Aus den in Anlage 1 aufgeführten Verantwortlichkeiten für die Aufgaben im Hochwasserrisikomanagement lassen sich im Hinblick auf die Befassung mit „vorbeugenden Maßnahmen“ entsprechend der gutachterlichen Fragestellung folgende wesentliche staatliche Institutionen in Nordrhein-Westfalen ableiten:

Wasserwirtschaft:Oberste Wasserbehörde:

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MULNV).

Das MULNV ist Aufsichtsbehörde für die Oberen Wasserbehörden. Bei der Erstellung der Hochwasserrisikomanagementpläne koordiniert und unterstützt es die Bezirksregierungen zur Sicherstellung einer möglichst einheitlichen Vorgehensweise in NRW. Es führt federführend die Abstimmung mit den betroffenen anderen Fachressorts der Landesregierung durch. Dies betrifft insbesondere die Abstimmung zur Bereitstellung von Informationsmaterialien durch die jeweiligen Fachressorts zur Hochwasservorsorge in den verschiedenen Handlungsbereichen (z. B. Informationen für die Regional- und Bauleitplanung, Informationen zur Anpassung der Flächennutzung in Land- und Forstwirtschaft, Fortbildungsangebote der Kammern, Informationsmaterial für die Bevölkerung). Das MULNV ist als Oberste Wasserbehörde für die technischen Hochwasserschutzanlagen des Landes entsprechend der sich u.a. aus dem Landeswassergesetz NRW ergebenden Aufgaben zuständig. Es nimmt ferner die Fachaufsicht über die sondergesetzlichen Wasserverbände wahr.

Wissenschaftlich-technische Fachbehörde des MULNV:

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV)

Das LANUV ist die technisch-wissenschaftliche Fachbehörde des Landes und im Hochwasserrisikomanagement vor allem für den Bereich Hochwassermeldedienst (Hochwasserinformation und Hochwasserwarnung) zuständig. Es betreibt zudem das Pegelmessnetz des Landes und stellt die hydrologischen Grundlagendaten zur Verfügung.

Obere Wasserbehörden:

Bezirksregierungen Arnsberg, Detmold, Düsseldorf, Köln und Münster

Die fünf Bezirksregierungen sind federführend zuständig für die Erstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen und nehmen die Fach- und Rechtsaufsicht über die unteren Wasserbehörden der 30 Landkreise und 22 kreisfreien Städte in NRW wahr. Sie sind nach der Zuständigkeitsverordnung u. a. zuständig für die Aufstellung der Hochwasserrisikomanagementpläne. Neben der Bewertung von Hochwasserrisiken und Bestimmung der Risikogebiete gehören auch die Erstellung sowie die Aktualisierung der Gefahren- und Risikokarten als Teile des Hochwasserrisikomanagementplans zu ihren Aufgaben. Im Rahmen der Aufstellung der Entwürfe für die Hochwasserrisikomanagementpläne sowie im Rahmen der Anhörung führen die Bezirksregierungen die Beteiligung der interessierten Stellen sowie die Information der Öffentlichkeit durch, d. h. sie übernehmen Aufgaben im Zusammenhang mit der Informationsvorsorge. Die jeweilige obere Wasserbehörde übernimmt zudem die Abstimmung mit den betroffenen anderen Fachdezernaten der Bezirksregierung.

Sondergesetzliche Wasserverbände

Im Hochwasserrisikomanagement sind den sondergesetzlichen Wasserverbänden wichtige staatliche wasserwirtschaftliche Aufgaben übertragen worden. Sie unterstehen der direkten Rechtsaufsicht des nordrhein-westfälischen Umweltministeriums. Die Verbandsgebiete sind durch die hydrologischen Einzugsgebietsgrenzen der (größeren) Gewässer festgelegt und unterscheiden sich von den Grenzen

der politischen Administrationseinheiten, z.B. der Landkreise, kreisfreien Städte und Bezirksregierungsbezirken (Abb. 4).

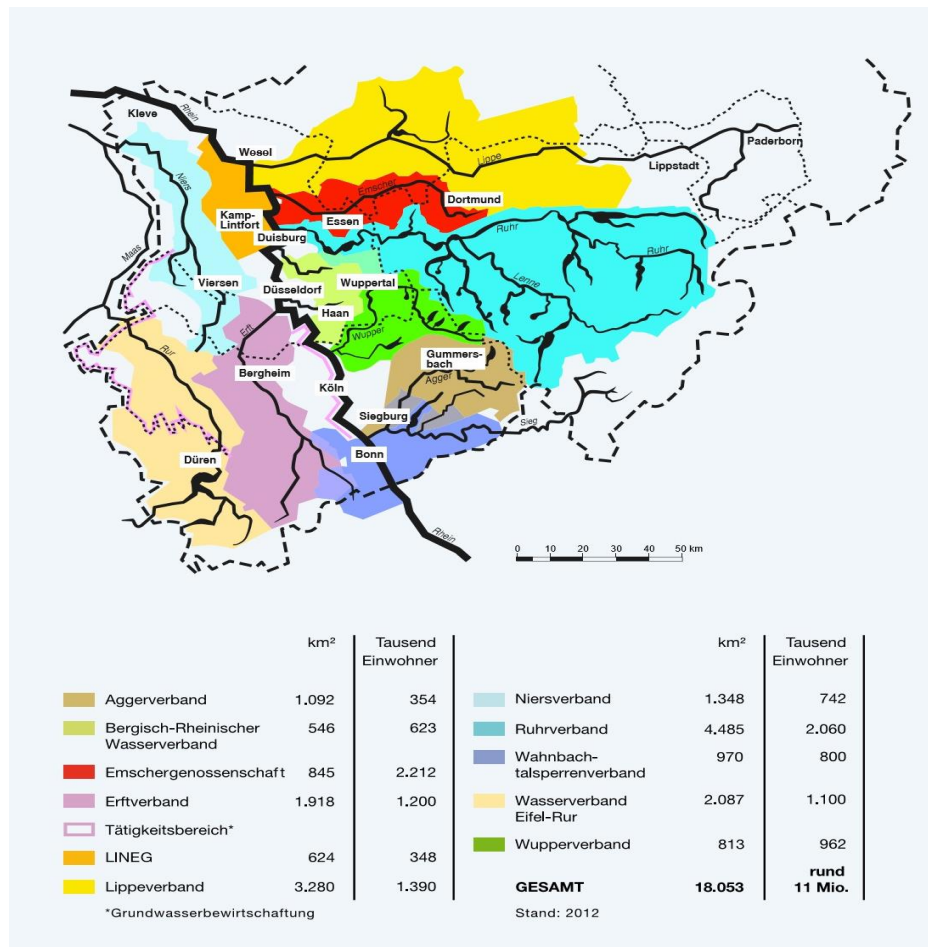


Abb. 4: Wasserverbände in Nordrhein-Westfalen (https://www.agw-nw.de/fileadmin/pdf/Dokumente_extern_2014/250214_agw_imagebroschuere2014_dt_druckfahne_final_250214.pdf).

Sondergesetzliche Wasserverbände in NRW sind Aggerverband, Bergisch-Rheinischer Wasserverband, Ertfverband, Emscher Genossenschaft, Lippeverband, Linksniederrheinischer Entwässerungsverband, Niersverband, Ruhrverband, Wahnbachtalsperrenverband und Wupperverband.

Untere Wasserbehörden

Die Kommunen und Kreise erfüllen mit ihren Fachverwaltungen unterschiedliche Aufgaben aus allen Bereichen der Daseinsvorsorge. Entsprechend vielfältig sind die Möglichkeiten, einen Beitrag zum Hochwasserrisikomanagement zu leisten. Dies reicht von der Berücksichtigung der Hochwasservorsorge in der Bauleitplanung und in der Siedlungsentwicklung über die Planung und Umsetzung technischer Maßnahmen des Hochwasserschutzes bis hin zur Aufgabe der Information der Bürgerinnen und Bürger über die Gefahren und Risiken und den individuellen Möglichkeiten der Eigenvorsorge. Auch im Bereich des Katastrophenschutzes spielen sie z. B. mit den örtlichen Feuerwehren eine wesentliche Rolle.

Der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes obliegt es im Bereich des Technischen Hochwasserschutzes vor allem die Hochwasserabfuhr in den Bundeswasserstrassen durch geeignete Maßnahmen sicher zu stellen. Solche stehen jedoch hier nicht infrage.

Daneben sind in Nordrhein-Westfalen eine Reihe weiterer staatlicher Stellen mit Aufgaben bzw. Teilaufgaben bei der Bewältigung großer Hochwasserereignisse direkt oder indirekt betraut. Die unteren Wasserbehörden und unteren Katastrophenschutzbehörden spielen eine entscheidende Rolle in der Bewältigung eines seltenen (extremen) Hochwasserereignisses. Sie unterliegen der Fachaufsicht der jeweils oberen Behörden und sind somit durch deren Handeln unmittelbar beeinflusst. Auf diese Aspekte wird in der gutachterlichen Fragestellung vor dem Hintergrund des Untersuchungsauftrags des Parlamentarischen Untersuchungsausschusses Hochwasserkatastrophe nicht vertiefend eingegangen werden.

Die Frage, wie sich die zuständigen Institutionen auf seltene (extreme) Hochwasserereignisse vorbereiten, wird in Kap. 5 für die Wasserwirtschaft und in Kap. 6 für den Katastrophenschutz im Detail erörtert.

4. Das Hochwasser vom 14./15. Juli 2021 – relevante Fakten

4.1 Meteorologische Auswertungen

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) hat am 12. Juli 2021 um 10:20 Uhr über bevorstehende Starkregereignisse in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz erstmals konkret informiert. Er veröffentlichte unmittelbar nach dem Hochwasserereignis am 21. Juli 2021 eine Auswertung⁸. Wörtlich heißt es:

„Beginnend am 14.07.21 und bis in die Morgenstunden des 15.07.21 kam es dann zu ergiebigem Dauerregen, der lokal immer wieder durch Regenschauer verstärkt wurde. Der Schwerpunkt der Niederschlagstätigkeit erstreckte sich in einem Gebiet von Dortmund über Köln, Euskirchen, Gerolstein, Bitburg bis hin nach Trier (...). Hier wurden weitflächig mehr als 100 l/m² Niederschlag in 72 Stunden registriert. Regional fielen sogar über 150 l/m² Niederschlag in 24 Stunden (...). Durch den großflächigen und anhaltenden Starkniederschlag wurden große Teile von Flusseinzugsgebieten beregnet. Das Wasser sammelte sich und wurde teils in den engen Flusstälern kanalisiert. Die enormen Regenmengen, aber vor allem auch die orographischen Gegebenheiten und die gesättigten Böden führten zu einer Potenzierung der Schadenswirkung.“

Das für den Hochwasserinformationsdienst in NRW zuständige Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) hat die akkumulierten Niederschlagsmengen in NRW für die Zeit vom 12.-16.07.2021 visualisiert (Abb. 5). Man erkennt die primäre Betroffenheit der südlichen Landesteile von NRW und die betroffenen Kreise (Abb. 6).

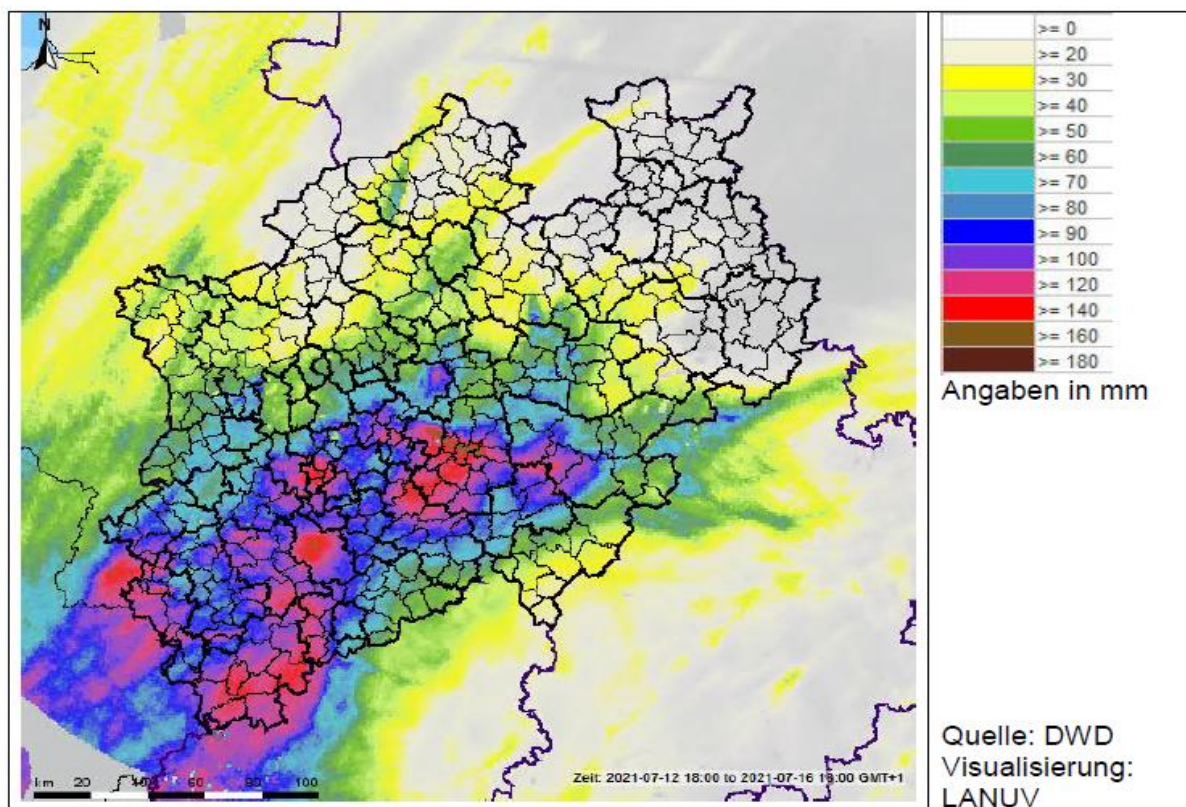


Abb. 5: Akkumulierte Niederschlagsmengen in NRW vom 12.-16.7.2021 (jeweils 18:00 Uhr) – Quelle: MULNV, 2021

⁸ DWD-Deutscher Wetterdienst (2021): „Hydro-klimatologische Einordnung der Stark- und Dauerniederschläge in Teilen Deutschlands im Zusammenhang mit dem Tiefdruckgebiet „Bernd“ vom 12. Bis 19. Juli 2021“ (Stand: 21.07.2021) - https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20210721_bericht_starkniederschlaege_tief_bernd.pdf?blob=publicationFile&v=6

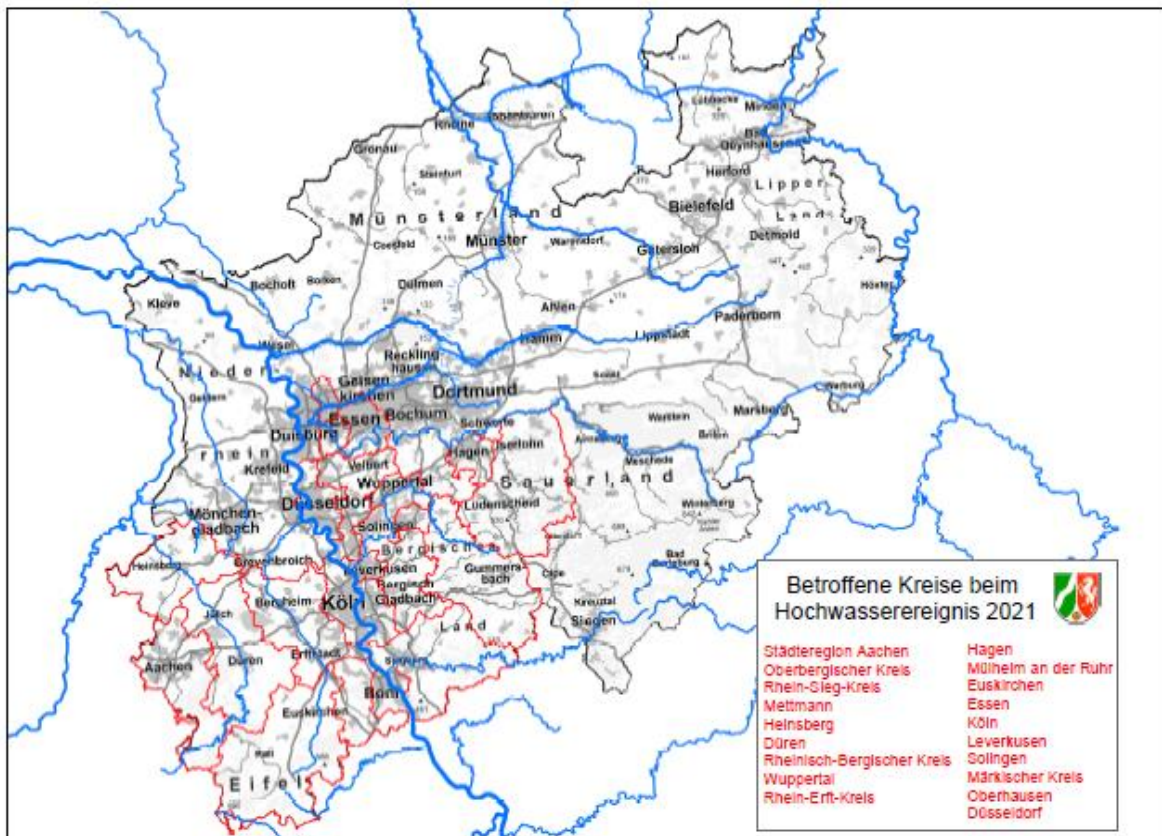


Abb. 6: Betroffene Kreise beim Hochwasserereignis 2021 (MULNV, 2021)

In seiner o.g. Bewertung vom 21. Juli 2021 kommt der DWD zu folgender Einschätzung:

„Auch wenn keine deutschlandweiten Allzeit-Rekorde eingestellt wurden (...), ist zu bemerken, dass an einer ungewöhnlich großen Zahl von Stationen im Westen bisherige Rekorde weit übertroffen wurden. Innerhalb weniger Stunden oder Tage wurde im Mittel über ganze Flusseinzugsgebiete das 1,5 bis 2,0-fache des mittleren Niederschlages im Juli bezogen auf die Referenzperiode 1991-2020 erreicht.“

Eine fachlich ähnliche Bewertung nimmt der private Wetterdienst „Kachelmannwetter“ vor:

„Bereits am Wochenende zuvor (11.07.2021) deuteten die Wettermodelle eine Extremwetterlage mit sehr großen Regenmengen und Hochwassergefahr um die Wochenmitte beziehungsweise am Mittwoch an. Die Gefahr extremer Regenmengen in Teilen von Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz bestätigte sich zu Wochenbeginn und konnte in der Kurzfrist und im Nowcasting am Dienstag und Mittwoch immer mehr konkretisiert werden. So zeichnete sich die Katastrophe insbesondere im Bereich der Eifel und an den Flüssen und Bächen aus der Eifel heraus immer deutlicher ab. Der dort letzte und entscheidende Schub Starkregen zum Mittwochabend, war sowohl in hochaufgelösten Wettermodellen, sicher und ganz konkret dann einige Stunden vorher mit dem Regenradar zu verfolgen. Entsprechend lösten auch frühzeitig extreme Sturzfluthinweise [...] aus.“ (<https://wetterkanal.kachelmannwetter.com/meteorologische-chronologie-der-flutkatastrophe-im-westen-deutschlands-im-juli-2021/>).

Die vorliegenden meteorologischen Auswertungen beschreiben somit für den Juli 2021 ein seltenes Naturereignis, welches außerordentlich heftige und in vielen Regionen bisher nie gemessene Niederschlagsmengen abregnen ließ. Für die Ausprägung der Hochwassersituation ist zudem bedeutsam, dass bereits vor dem 14./15. Juli 2021 langanhaltende Regenereignisse gekoppelt mit regionalen Starkniederschlägen die Infiltrationsfähigkeit der Böden und des Gewässernetzes zum Teil erheblich gemindert hatten (vgl. DWD, 2021).

Auch wenn die Prognosen des DWD und der Fa. Kachelmannwetter in vielen Teilen als vergleichsweise genaue Vorhersage für ein Ereignis dieser Dimension einzuschätzen sind, wurden in einigen Bereichen die tatsächlich gefallenen Niederschlagsmengen unterschätzt. So führt z.B. der Wupperverband in seinem „Statusbericht zum Hochwasserereignis“⁹ aus:

„Die DWD-Prognose sagte für den 14.7. voraus, dass in der Fläche 20 bis 40 mm, gebietsweise auch 50 bis 90 mm, lokal [...] Mengen über 100 mm in 24 Stunden möglich“ sind. Faktisch sind dann aber Regenmengen zwischen 120 und 160mm flächig im gesamten Verbandsgebiet gefallen.“

Da die Vorhersagen z.B. für die Steuerung technischer Hochwasserschutzanlagen von zentraler Bedeutung sind und die erzielbaren Retentionsmöglichkeiten sowie die Wirksamkeit des operativen Hochwasserschutzes unmittelbar beeinflussen, sind hier noch detaillierte regionale Analysen erforderlich, um vollumfängliche Bewertungen zur tatsächlichen Vorhersagequalität der meteorologischen Aussagen vornehmen zu können. Hinsichtlich des grundsätzlichen Themas der reibungslosen Kommunikation zwischen den Fachgebieten Meteorologie und Hydrologie sei auf Kap. 4.2 verwiesen.

Ein wichtiger Aspekt muss an dieser Stelle jedoch erwähnt werden: Für die meteorologische Vorhersage sowie die Beschreibung meteorologischer Szenarien wird eine spezifische Fachterminologie verwendet, die in wesentlichen Teilen konkrete Begriffsinhalte und auch konkrete physikalische Größen impliziert. So ist z.B. der Begriff „Extremwetter“ im Glossar des DWD¹⁰ wie folgt beschrieben:

„Ein Extremwetterereignis/extremes Wetterereignis ist ein Ereignis, das an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Jahreszeit selten, d.h. außergewöhnlich, ist. Die Definitionen für "selten" variieren, aber ein extremes Wetterereignis ist normalerweise so selten wie oder seltener als das 10. oder 90. Perzentil der beobachteten Wahrscheinlichkeitsverteilung. Per Definition kann die Charakteristik von sogenanntem "Extremwetter" absolut gesehen von Ort zu Ort unterschiedlich sein.“

Es muss bezweifelt werden, dass diese Aussage wirklich so allgemeinverständlich ist, dass in der breiten Bevölkerung eine adäquate Reaktion erfolgen kann, zumal einige Begriffe, wie u.a. „Extrem“ in der medialen Verwendung vergleichsweise häufig genutzt wird und daher ein gewisser (negativer) Gewöhnungseffekt eintritt.

ANMERKUNG: Ansätze im Bereich praxisorientierter Hochwasserrisiko-Kommunikation sind seit Jahren Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen, vgl. z.B. Zehetmaier, 2012¹¹ oder das EU-Forschungsvorhaben „STRIMA II – Sächsisch-Tschechisches Hochwasserrisikomanagement“, 2019¹².

⁹ Wupperverband (2021): „Statusbericht zum Hochwasserereignis vom 14. und 15. Juli 2021 im Wupperverbandsgebiet - Stand: 8. September 2021“ ([https://www.wupperverband.de/internet/mediendb.nsf/gfx/DDB92E1F934A397EC125874B002B7410/\\$file/210908_Statusbericht_Hochwasser.pdf](https://www.wupperverband.de/internet/mediendb.nsf/gfx/DDB92E1F934A397EC125874B002B7410/$file/210908_Statusbericht_Hochwasser.pdf))

¹⁰ DWD-Deutscher Wetterdienst (2021): Wetterlexikon (<https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Funktionen/glossar.html?nn=103346&lv2=100652&lv3=100780>)

¹¹ Zehetmaier, S. (2012): „Zur Kommunikation von Risiken – Eine Studie über soziale Systeme im Hochwasserrisikomanagement“, SpringerVieweg, 2012, ISBN: 978-3-531-19312-0

¹² STRIMA II - Sächsisch-Tschechisches Hochwasserrisikomanagement (2019): (<https://www.strima.sachsen.de/kommunikation-des-hochwasserrisikos-3990.html>)

4.2 Hydrologische Auswertungen

In Nordrhein-Westfalen wurde durch das Hochwasser am 14./15. Juli 2021 im Wesentlichen der südliche Teil des Landes betroffen (vgl. Abb. 4), auch wenn es regional deutliche Unterschiede gab. Insgesamt 40 % der nordrhein-westfälischen Hochwassermeldepegel meldeten Hochwasser der höchsten Stufe. Besonders betroffen waren nach Angaben des LANUV Volme und Lenne im Ruhr-Einzugsgebiet, die Sieg, die Wupper sowie in der Eifel Ahr, Erft und Rur und deren Nebengewässer¹³.

Eine abschließende hydrologische Untersuchung und Bewertung des Hochwassers vom 14./15. Juli 2021 liegt für Nordrhein-Westfalen noch nicht vor. Die bisher vorliegenden ersten Auswertungen, u.a. entnommen dem „Zweiten fortgeschriebenen Bericht des MUFNV zu den Hochwasserereignissen Mitte Juli 2021“ für die Sondersitzung des Ausschusses für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landtags Nordrhein-Westfalen am 25. August 2021¹⁴, lassen folgende fachliche Einschätzungen zu:

- Außergewöhnlich große Niederschlagsmengen des Sturmtiefs „Bernd“ führten zu sehr großen Abflussmengen und damit verbundenen hohen Wasserständen. Sie verursachten ein ungewöhnlich heftiges Hochwasserereignis, dessen Jährlichkeit in vielen Fließgewässerabschnitten deutlich über 100 Jahren, in manchen Bereichen sogar im Bereich $HQ_{10.000}$ und vielfach erheblich über dem ermittelten „ HQ_{extrem} “ nach Europäischer Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie lagen. An einer „ungewöhnlich hohen Zahl von Stationen“ wurden nach Angaben des DWD die bisherigen aufgezeichneten Niederschlagshöchststände weit übertroffen. Das führte in der Konsequenz vor allem an der Gewässern Ruhr, Wupper, Sieg, Agger, Eifel-Rur und Niers und ihren Nebengewässern zu Scheitelwasserständen, die teils deutlich über den bisherigen Höchstwasserständen lagen (MULNV, 2021). Das Hochwasserereignis ist demnach aus hydrologischer Sicht in vielen betroffenen Bereichen als sehr seltenes, teilweise extremes Ereignis einzustufen.
- Die großen Niederschlagsmengen trafen am 14./15. Juli 2021 auf eine Region, die durch den Vorregen bereits hohe Wassersättigungen in den Böden und z.T. höhere Wasserstände im Fließgewässersystem verzeichnete. Durch diese aus hydrologischer Sicht ungünstige Ausgangssituation gelangte ein vergleichsweise hoher Anteil des Niederschlags unmittelbar zum Abfluss. Beispielhaft sind dazu die vom Wupperverband ermittelten Abflussbeiwerte ψ zu nennen, die großflächig ungewöhnlich hohe Hochwasserspenderwerte repräsentieren:
 - Abflussbeiwert im EZG der Wupper-Talsperre: $\psi = 0,95$ (mit Anfangsverlusten)
 - Abflussbeiwert im EZG der Bever-Talsperre: $\psi = 0,79$ (mit Anfangsverlusten)(Das bedeutet, dass 79% bzw. 95% des gefallenen Niederschlags als Direktabfluss abgefließen und damit unmittelbar abflusswirksam geworden sind).
- Betroffen wurde vor allem der südliche Teil von NRW und damit Regionen, die vorwiegend Mittelgebirgscharakter besitzen. In diesen Bereichen waren besonders hohe Schäden durch die Kraft des fließenden Wassers, namentlich Erosionen (und Akkumulationen) sowie Verklausungen infolge von mitgeführtem Treibgut zu beobachten. Dabei konnte u.a. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des GeoForschungsZentrums Potsdam (GFZ) und der Universität Bonn anhand eigener Messungen dokumentieren, wie sich in den gesättigten Hanglagen zum Teil extreme Oberflächenabflüsse bildeten, die wesentlich schneller als erwartet große Wassermengen flächenhaft den Hauptgewässern zuführten. In den so erzeugten Erosionsrinnen konnte das

¹³ LANUV-Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2021): „Hydrologischer Monatsbericht Juli 2021“ (<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/wasser/hydrologische-berichte/juli-2021>)

¹⁴ MULNV-Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2021): „Zweiter fortgeschriebener Bericht zu Hochwasserereignissen Mitte Juli 2021“ (zu Landtags-Vorlage 17/5485) (<https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMV17-5548.pdf>)

Wasser nochmals beschleunigt abfließen¹⁵. Diese Faktoren führten – zusammen mit einer Reihe weiterer Umstände – zu den katastrophalen Auswirkungen des Naturereignisses.

- Das Hochwasser vom 14./15. Juli 2021 traf eine Region, die lange Zeit keine großen und verheerenden Hochwasser erleben mussten. Diese Feststellung ist insbesondere vor dem Hintergrund des allgemeinen gesellschaftlichen Bewusstseins der Hochwassergefährdung erwähnenswert. Es ist dennoch anzumerken, dass bundesweit vergleichbare Hochwasserereignisse in jüngerer Vergangenheit durchaus aufgetreten sind, u.a. im Osterzgebirge 2002¹⁶.

4.3 Fazit

Das Hochwasser vom 14./15.07.2021 ist nach den bisher vorliegenden Untersuchungen sowohl meteorologisch als auch hydrologisch als sehr seltenes und teilweise extremes Naturereignis einzustufen. Seine Eintrittswahrscheinlichkeit lag in vielen Bereichen deutlich über den für technische Hochwasser-schutzanlagen anzusetzenden Bemessungswasserständen bzw. Bemessungsdurchflüssen. Insbesondere in den Mittelgebirgslagen war das Ereignis charakterisiert durch schnell abfließendes Wasser, welches Sediment, Geschiebe, Schwimmstoffe (Treibgut) mit sich riss und in Bereichen geringer Fließgeschwindigkeiten und an Durchflusshindernissen ablagerte. In der Konsequenz verursachte das Hochwasser in vielen betroffenen Regionen katastrophale Folgen. *„Rückblickend war es sowohl meteorologisch als auch hydrologisch ein außergewöhnliches Ereignis, das es in dieser Form in Nordrhein-Westfalen so noch nicht gegeben hat. Dass die Auswirkungen der vom DWD vorhergesagten flächendeckenden enormen Niederschläge dann lokal derart extrem ausfallen würden, war im Vorfeld der Hochwasser-Ereignisse nicht vorherzusehen.“*¹⁷. Nähere Ausführungen zur Hochwasservorhersage der Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021 sind in Kap. 5.5. ausgeführt.

Die zitierten Einschätzungen sind kritisch zu hinterfragen, denn es ist die gesetzlich festgeschriebene Aufgabe aller Akteure im Rahmen des Hochwasserrisikomanagements auch angemessene Hochwasservorsorge für seltene und bisher nie dagewesene Ereignisse zu betreiben.

Aus den bisherigen Analysen und Einschätzungen ergibt sich für die gutachterliche Fragestellung, dass diese auf „Möglichkeiten der Vorbeugung gegen ein seltenes und extremes Hochwasser (mit katastrophalen Folgen)“ präzisiert werden muss.

Der „Natürliche Wasserrückhalt“ wird in diesem Kontext daher nicht weiter betrachtet. Zwar ist dessen Stärkung mit den in Kap. 2 aufgeführten LAWA-Handlungsfeldern grundsätzlich als sinnvolle vorbeugende Maßnahme im Hochwasserrisikomanagement anzusehen, jedoch ist die Wirksamkeit umso geringer, je größer das auftretende Ereignis ist. Bei Hochwasserereignissen mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von größer bzw. wesentlich größer als 100 Jahren ist die Retentionswirkung entsprechender Maßnahmen des natürlichen Wasserrückhalts nahezu vernachlässigbar, vgl. u.a. Neumeyer, 2021¹⁸.

¹⁵ Dietze, M., Öztürk, U. (2021): “A flood of disaster response challenges”. Science Vol. 373, Issue 6561, p. 1317-1318, 2021. DOI: 10.1126/science.abm0617

¹⁶ LfLUG-Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2004): „Ereignisanalyse – Hochwasser 2002 in den Osterzgebirgsflüssen“ (https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/lhwz/download/Ereignisanalyse_neu.pdf)

¹⁷Gemeinsame Pressemitteilung des MULNV, DWD und LANUV vom 01. September 2021: (<https://www.lanuv.nrw.de/landesamt/veroeffentlichungen/pressemitteilungen/2953-historisches-unwetter-wassermassen-an-zwei-tag-en-wie-sonst-in-drei-juli-monaten-2>)

¹⁸ Neumeyer, M. (2021): „Gebietsübergreifende Retentionspotenzialanalyse einer naturnahen Gewässer- und Auengestaltung als Beitrag zum dezentralen Hochwasserrückhalt“, Dissertationsschrift, TU München, <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:bvb:91-diss-20210727-1611208-1-6>

5. Vorbereitung der Wasserwirtschaft auf seltene (extreme) Hochwasserereignisse

5.1 Ermittlung und Darstellung der (potentiellen) Hochwassergefahr

Erstellung

Die Ermittlung und Darstellung der (potentiellen) Hochwassergefahr erfolgt entsprechend der Europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie für Fluss-Hochwasser in Bereichen mit „potenziell signifikantem Hochwasserrisiko“. Die Hochwassergefahr wird in der Hochwasserrisikomanagementplanung in Hochwassergefahrenkarten visualisiert. Es werden Hochwasserereignisse verschiedener Häufigkeit (Eintrittswahrscheinlichkeit) in hydraulischen Modellen simuliert und ihre Überflutungstiefen räumlich dargestellt. Dazu werden häufige, mittlere und seltene (extreme) Ereignisse zugrunde gelegt. In einer Hochwassergefahrenkarte ist demnach die Auswirkung eines definierten Szenarios modelliert und im Wesentlichen durch die Parameter „überflutete Bereiche“ und „regionale Wassertiefe“ charakterisiert. In Bereichen hoher Strömungskraft sind zudem die Fließgeschwindigkeiten und -richtungen eingetragen. Die Hochwassergefahrenkarten sind im Internet frei verfügbar: <https://www.flussgebiete.nrw.de/hochwassergefahrenkarten-inhalte-und-symbole-8307>.

Das Hochwasser vom 14./15. Juli 2021 ist in weiten Bereichen der betroffenen Gebiete Nordrhein-Westfalens als „seltenes Hochwasserereignis“ (HQ_{extrem}) entsprechend der Vorgaben zur Erstellung der Hochwassergefahrenkarten einzuordnen. Jedoch sind bei der Erstellung der Hochwassergefahrenkarten HQ_{extrem} definierte Randbedingungen bei der hydrologischen und hydraulischen Modellierung angenommen worden (vgl. MULNV, 2019¹⁹), die so im Ereignisfall nicht eingetreten sind. In einigen Gewässerabschnitten wurden die für HQ_{extrem} ausgewiesenen Überschwemmungsgebiete übertroffen. Markante Unterschiede in den gemessenen und beobachteten maximalen Hochwasserständen sind neben „unterschätzten“ Abflussmengen vor allem durch die Folgen des Sediment- und Treibguttransportes zu erklären.

Ist die Hochwassergefahr mit den Hochwassergefahrenkarten ausreichend beschrieben?

Eine Hochwassergefahrenkarte basiert auf definierten Randbedingungen der hydraulischen Modellierung. Eine wesentliche Schwäche der verwendeten Modelle besteht darin, dass Hochwasser mit Wasser gleichgesetzt und das Transportvermögen von Hochwasser nicht bzw. nur unzureichend abgebildet wird. Insbesondere seltene (extreme) Hochwasserereignisse sind durch hohe Strömungskräfte gekennzeichnet, die dazu führen, dass große Mengen an Sediment und Treibgut mobilisiert werden. Infolgedessen kann es zu großflächigen Erosions- und Akkumulationsprozessen kommen; mitgeführtes Treibgut führt zu Verklausungen von Brücken und Engstellen. Diese durch das Hochwasser verursachten Prozesse (vgl. u.a. Müller, 2010²⁰) beeinflussen die tatsächliche regionale Überflutung zum Teil erheblich. So deuten z.B. erste Auswertungen des Hochwassers im Juli 2021 an der Ahr darauf hin, dass Verklausungen für lokale Wasserspiegelanstiege von mehr als 2 m ursächlich waren.

¹⁹ MULNV-Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2019): „Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW – Überprüfung der Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten im 2. Zyklus der EU-HWRM-RL“, Düsseldorf (<https://www.flussgebiete.nrw.de/hochwassergefahrenkarten-und-hochwasserrisikokarten-8406>)

²⁰ Müller, U. (2010): Hochwasserrisikomanagement; Theorie und Praxis, SpringerVieweg, 2010; ISBN: 978-3-8348-9729-9

Die nach den geltenden rechtlichen Vorgaben erstellen Hochwassergefahrenkarten bilden die tatsächlich vorhandene Hochwassergefahr nicht vollständig ab, da sie nicht alle Hochwasserarten berücksichtigen, sondern ausschließlich Fluss-Hochwasser. Sie enthalten keine Aussagen zu Überflutung durch Starkregen, da Starkregeneignisse als generelles Risiko, aber nicht als signifikantes Hochwasserrisiko im Sinne des § 73 Abs. 1 WHG eingestuft sind. Auch Überflutungen durch Abwassersysteme oder das Versagen wasserbaulicher Anlagen sind nicht in den Hochwassergefahrenkarten enthalten.

Neben den Hochwassergefahrenkarten werden zunehmend Starkregengefahrenkarten (oder auch Starkregenhinweiskarten) erstellt, für die jedoch bundesweit kein vergleichbares einheitliches Erstellungssystem existiert. Zwar hat das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie für Nordrhein-Westfalen im Oktober 2021 eine „Starkregengefahrenhinweiskarte“ veröffentlicht (https://geoportal.de/Info/tk_04-starkregengefahrenhinweise-nrw), jedoch wurde für diese ausschließlich die Überflutung eines 100-jährlichen Niederschlagsereignisses sowie eines extremen Ereignisses mit einer definierten Niederschlagsmenge von 90 mm/h modelliert.

Eine in der Praxis durchaus mögliche Kombination von Fluss-Hochwasser und Starkregen ist derzeit in keinem öffentlich verfügbaren Kartenwerk abgebildet. In der Fachwelt existieren seit längerem Überlegungen, wie eine Verbindung verschiedener Hochwasserarten und ihre verbundene Gefahren Darstellung möglich wäre, u.a. Buchholz et. al., 2021. Eine praktische Umsetzung setzt jedoch eine Änderung der rechtlichen Rahmenbedingungen sowie eine bundesweite (und möglichst EU-weite) Abstimmung voraus²¹.

Insofern ist kritisch einzuschätzen, dass die für die Bewältigung der Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021 verfügbaren Hochwassergefahrenkarten nur einen Teil der Hochwassergefahr realistisch kartographisch abgebildet haben und damit bezogen auf das konkrete Ereignis in weiten Teilen der betroffenen Bereiche nur eine unzureichende Darstellung der tatsächlich eingetretenen Hochwassergefährdung verfügbar war.

Sind die Hochwassergefahrenkarten allgemein verständlich?

Die Interpretation und die objektspezifische Beurteilung der Hochwassergefahr setzt einen gewissen Sachverstand voraus. Durch die Wasserwirtschaftsverwaltungen wurden der Öffentlichkeit eine Reihe von Fachinformationen zur Verfügung gestellt und Interpretationshilfen entwickelt, u.a. durch das MULV NRW (https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/lesehilfe_hwrmrl_hwgk.pdf). Das fundierte und umfassende Verständnis um die konkrete Hochwassergefahr kann bei vielen Betroffenen jedoch nicht vorausgesetzt werden.

Die Gründe dafür sind vielfältig und liegen häufig in der für Laien schwer verständlichen Fachinformation und einer oftmals verwirrenden Fachterminologie begründet. Einige wesentliche und häufig geäußerte Kritikpunkte sind nachfolgend erläutert:

- Die Hochwasservorhersage bezieht sich grundsätzlich auf Hochwassermeldepegel und erfolgt in Form von Pegelständen, z.B. 3,20 m am Pegel Eschweiler (vgl. Abb. 21). Eine vorhergesagte Wasserstandsinformation muss daher in ein in der Hochwassergefahrenkarte simuliertes Hochwasser(modell)ereignis „übersetzt“ werden. Zu beantworten ist dabei die Frage: Welches modellierte Hochwasserereignis HQ_x entspricht dem prognostizierten Hochwasserstand? Die notwendigen Informationen zur Beantwortung dieser Frage sind bei den Hoch-

²¹ Eine erste Sammlung von Erfahrungen aus Zentraleuropa ist u.a. im 2020 abgeschlossenen INTERREG-Projekt „Rainman“ veröffentlicht: <https://rainman-toolbox.eu/de/>.

wasservorhersagezentralen (www.hochwasserzentralen.de) nur teilweise verfügbar. In einigen Bundesländern, wie z.B. Sachsen sind Karten mit der Ausdehnung abgelaufener Hochwasserereignisse und der ermittelten HQ_x -Werte im Internet veröffentlicht, auch stehen für jeden sächsischen Hochwassermeldepegel die Wasserstände korrespondierend zu den in diesem Bundesland geltenden Hochwasser-Alarmstufen zum Abruf bereit.

- Die Hochwassergefahrenkarten bilden kein „reales Ereignis“ ab, sondern ein „künstliches“. Damit korreliert häufig das regionale Wissen, welches sich auf ein erlebtes und tatsächliches Hochwasser bezieht, nicht mit der in den Hochwassergefahrenkarten dargestellten Situation.
- Die Bezeichnung „ HQ_{extrem} = extremes Hochwasserereignis“ ist im eigentlichen Wortsinne irreführend. Dargestellt ist in der entsprechenden Hochwassergefahrenkarte ein simuliertes Hochwasserereignis, welches „deutlich seltener als alle 100 Jahre“ auftritt (LAWA, 2010)²². Im hydrologischen Sinne ist ein Extremereignis jedoch „ein oberer Grenzwert“, d.h. ein maximal mögliches Naturereignis. In den Bundesländern werden für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten HQ_{extrem} unterschiedliche Berechnungsansätze verwendet, z.B. ein Vielfaches von HQ_{100} mit einem Skalierungsfaktor 1,3. Das bedeutet, dass die tatsächliche Überflutung bei einem Hochwasser auch ohne Berücksichtigung von lokalen Aufstauwirkungen größer eintreten kann, als in der Modellierung des (vermeintlichen) Extremereignisses errechnet, u.a. an der Ahr während des Juli-Hochwassers 2021. Diese Situation ist für die breite Öffentlichkeit nur schwer zu verstehen.

Das Hochwasser vom 14./15.Juli 2021 in den Hochwassergefahrenkarten – exemplarische Beispiele

Eine umfassende Auswertung der flächendeckenden Ausbreitungen des Hochwassers liegt noch nicht vor. Erste Auswertungen zeigen jedoch erhebliche Abweichungen der ausgewiesenen Überflutungsflächen für ein „extremes Hochwasserereignis“ (HQ_{extrem}), welches entsprechend der gesetzlichen Vorgaben zur Erstellung dieser Kartenwerke verwendet wird. In Abb. 7 ist exemplarisch eine Hochwassergefahrenkarte eines Fließgewässerabschnittes der Erft für ein „extremes Hochwasserereignis“ mit den beobachteten Überflutungsgrenzen beim Hochwasser vom 14./15. Juli 2021 verschnitten worden. Man erkennt, dass das modellierte „extreme Hochwasserereignis“ – in diesem Fall ein Hochwasser mit einem angenommenen Wiederkehrintervall (Jährlichkeit) von 500 Jahren – mit der tatsächlich beobachteten Überflutungsfläche nicht bzw. nur unzureichend übereinstimmt.

Regional sind z.T. deutlich größere Überflutungen aufgetreten, als im modellierten „Extremereignis“ ausgewiesen. Die „gezackte“ blaue Linie in Abb. 7 sind dabei beobachtete „Anschlaglinien“ der beobachteten Überflutungsflächen.

²² ANMERKUNG: In einigen Bundesländern, wie z.B. Sachsen, ist zudem als „Zwischenstufe“ noch ein seltenes Hochwasserereignis der Eintrittswahrscheinlichkeit HQ_{200}/HQ_{300} berechnet worden.



Abb. 7: Auswertung Hochwassergefahrenkarten – Beispiel aus dem Erfteinzugsgebiet (Erftverband, 2021)

Das wirft in der breiten Öffentlichkeit ebenso in der Fachwelt zu Recht die Frage auf, inwieweit das bisher verwendete „System der Hochwassergefahrendarstellung“ in der Lage ist, seltene Hochwasserereignisse auch tatsächlich und weitgehend vollständig abzubilden. Offensichtlich muss zumindest im Rahmen der Hochwasser-Kommunikation (vgl. Kap. 4.1) die wichtige Botschaft transportiert werden, dass die Hochwassergefahrenkarten für das HQ_{extrem} eben nicht das im Wortsinn „extreme“ d.h. „maximal mögliche“ Szenario visualisieren, sondern die regionalen Überflutungen aufgrund verschiedener Ursachen auch deutlich großflächiger auftreten können. Lokale Einflüsse, Verklausungen oder plötzliche Veränderungen infolge der Steuerung (oder des Versagens) technischer Hochwasserschutzanlagen und weitere Faktoren sind in den der Hochwassergefahrenkartenerstellung zugrundeliegenden hydraulischen Modellen grundsätzlich nicht bzw. nur unzureichend berücksichtigt. Auch auf das Problem der erzielbaren Genauigkeiten der Hochwassergefahrenkarten sei an dieser Stelle verwiesen, siehe dazu u.a. Weichel, 2011²³.

Welche Möglichkeiten der anschaulichen und verständlichen Darstellung konkreter regionaler Hochwassergefahren existieren bereits und hätten vor der Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021 zur Verfügung gestanden?

Eine Information zu den Pegelständen im Hinblick auf die in den Hochwassergefahrenkarten dargestellten Hochwasserereignisse gibt es z.B. für die Stadt Köln (Abb. 8). Dort wird zusätzlich zwischen einem „seltenen“ und „extremen“ Hochwasserereignis differenziert.

Rheinwasserstand am Kölner Pegel	Hochwasserereignisse
9,60 m	häufiges Ereignis
11,30 m	mittleres Ereignis
11,90 m	seltene Ereignis
12,90 m	extremes Ereignis

Abb. 8: Rheinwasserstände am Pegel Köln in Bezug auf Hochwasserereignisse (www.steb-koeln.de)

²³ Weichel, T. (2011): „Entwicklung eines Werkzeugs zur systematischen Bewertung der Grundlagen von Hochwassergefahrenkarten“. Dissertation. Berichte des Fachgebietes Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität Kaiserslautern, Bericht 21. Shaker Verlag, Aachen

Neben dem „häufigen“, „mittleren“ und „extremen“ Hochwasserereignis ist zusätzlich ein „seltenes“ Hochwasserereignis mit Angabe eines Hochwasserstandes am Pegel Köln angegeben. Mit Hilfe dieser Darstellung ist auch für den fachlichen Laien eine Verbindung zwischen dem in der Hochwasservorhersage prognostizierten Pegelstand und dem dazugehörigen räumlichen Überflutungsszenario möglich.

Grundsätzlich ist es möglich, Hochwassergefahrenkarten für jeden beliebigen Durchfluss bzw. Wasserstand am Hochwassermeldepegel zu modellieren. Leistungsstarke hydrologische und hydraulische Modelle dazu finden standardmäßig in der Praxis Anwendung, z.B. FloodArea^{HPC} (<https://www.geomer.de/produkte/software/floodarea.html>) oder HYDRO_AS-2D (<https://www.hydrotec.de/software/hydro-as-2d/>). Für eine umfassende Hochwasservorsorge könnten für Hochwassermeldepegel in definierten Höhenschritten (z.B. alle 20 cm) Hochwassergefahrenkarten erstellt werden, die die räumliche Überflutung bezogen auf die gewählten Hochwasserstände, die damit als „Referenzpunkte“ in der Modellierung angesehen werden, veranschaulichen.

5.2 Ermittlung und Darstellung des Hochwasserrisikos

Aktuelle Situation

Das Hochwasserrisiko ist in der HWRM-RL als „Kombination der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Hochwasserereignisses und der hochwasserbedingten potenziellen nachteiligen Folgen (Hochwasserschäden) auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und die wirtschaftlichen Tätigkeiten“ definiert. Die räumliche Ausdehnung des Hochwasserrisikos wird in den Hochwasserrisikokarten $HQ_{häufig}$, HQ_{mittel} und HQ_{extrem} in der Verschneidung von Überflutungsfläche und Landnutzungen dargestellt und zeigt im Wesentlichen

- die Anzahl der betroffenen Einwohner
- die Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten (z.B. Industrie- und Gewerbeflächen)
- die Schutzgebiete
- die Gefahrenquellen (IED-Anlagen),
- Kulturobjekte, sowie die
- Hochwasserschutzanlagen

Die Hochwasserrisikokarten werden für dieselben Gewässerabschnitte erstellt, wie die Hochwassergefahrenkarten, zeigen also die gleiche Gebietskulisse. Insgesamt liegen für NRW die Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten für 438 Risikogewässer mit 5.894 km Fließlänge vor (MULNV, 2019).

Ist das Hochwasserrisiko in den Hochwasserrisikokarten ausreichend beschrieben?

In den Hochwasserrisikokarten nach EU-HWRM-RL wird die Hochwassergefahr mit der Flächennutzung verschneidet. Dabei werden die unterschiedlichen genutzten Bereiche farblich verschieden dargestellt (Abb. 9).

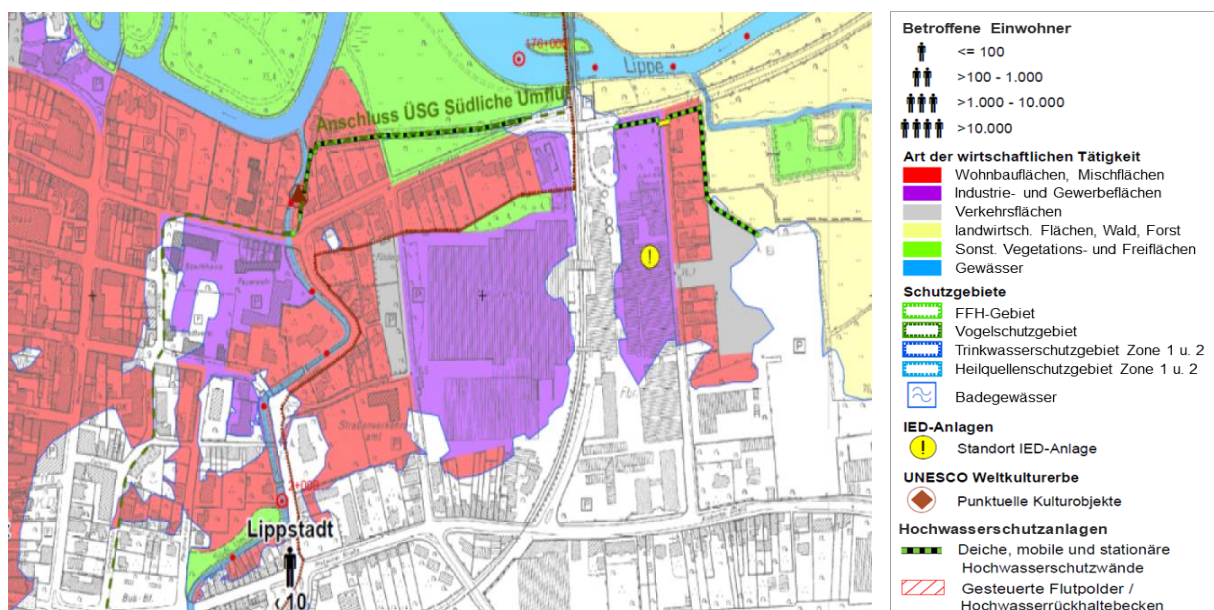


Abb. 9: Ausschnitt aus einer Hochwasserrisikokarte (<https://www.flussgebiete.nrw.de/hochwasserrisikokarten-inhalte-und-symbole-8310>)

Mit dieser Art der Darstellung kann visualisiert werden, dass das (potenzielle) Hochwasserrisiko von der Art der Flächennutzung abhängt. Eine konkrete Aussage, wie hoch das tatsächliche Hochwasserrisiko z.B. eines Gebäudes ist, kann daraus nicht abgeleitet werden.

Ein Paradigmenwechsel deutet sich dazu mit dem neuen Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz (BRPH)²⁴ an, der zum 1. September 2021 in Kraft trat. Im „Testlauf Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz (Phase 2) – Testplan²⁵“ heisst es dazu:

„Der BRPH führt einen neuen risikobasierten und zur Wasserwirtschaft komplementären Ansatz in der Raumordnung ein, indem sowohl die Gefährdungsintensität als auch die Empfindlichkeit der überflutungsgefährdeten Flächen mit baulichen und sonstigen Nutzungen in die raumordnerische Abwägung einbezogen werden, ohne dass der BRPH dabei bestehenden wasserrechtlichen Regelungen widersprechen würde. Hinzu tritt die besondere Schutzwürdigkeit kritischer Infrastrukturen... .“

Sind die Hochwasserrisikokarten allgemein verständlich?

Nein, die Hochwasserrisikokarten zeigen lediglich die Flächennutzungen bei drei unterschiedlichen Hochwasserszenarien. Die objektspezifischen Risiken und auch die möglichen Hochwasserschäden hängen von einer Reihe zusätzlicher Faktoren ab, wie z.B. der Vulnerabilität (Verletzbarkeit). Diese sind der Hochwasserrisikokarte nicht zu entnehmen und insofern ist eine Bestimmung des Hochwasserrisikos nicht möglich. In der Praxis werden die Hochwasserrisikokarten vorrangig als Planungsgrundlage von Hochwasservorsorgemaßnahmen genutzt.

Objektspezifische Aussagen zum tatsächlichen Hochwasserrisiko in Bezug auf ein konkretes Hochwasserereignis sind – sofern vorliegend – im Alarm- und Einsatzplan (vgl. Kap. 5.7.) erarbeitet und in konkrete Handlungsanweisungen umgesetzt worden.

Welche Möglichkeiten bestehen, um das Hochwasserrisiko ermitteln zu können?

Das Hochwasserrisiko wird üblicherweise als Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit des zum Schaden führenden (Hochwasser)Ereignisses und der zu erwartenden monetären Höhe des Schadens ermittelt, vgl. dazu u.a. Merz, 2006²⁶, Müller, 2010, DWA, 2016²⁷ und Patt & Jüpner, 2020. Betrachtet man das Hochwasserrisiko eines einzelnen Objektes spielen die Exposition (Lage zur Gefahr) und die Vulnerabilität eine besondere Rolle. Das Hochwasserrisiko kann durch verschiedene vorsorgende Maßnahmen (siehe Kap. 2) verändert werden. Exemplarisch soll das am Beispiel des „hochwasserangepassten Bauens illustriert werden (Abb. 10). Wenn ein Gebäude durch Maßnahmen des hochwasserangepassten Bauens mit der Strategie „Widerstehen“ gegen ein Hochwasserereignis geschützt wird, z.B. durch einen Einbau druckwasserdichter Fenster und Türen, die im Ereignisfall ein Eindringen des Wassers in das Gebäude verhindern, so verändert sich das Risiko. Wenn die Maßnahme voll wirksam ist, dann ist das (rechnerische) Hochwasserrisiko gleich Null.

²⁴ Verordnung über die Raumordnung im Bund für einen länderübergreifenden Hochwasserschutz – BRPHV (2021), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2021 Teil I Nr. 57, ausgegeben zu Bonn am 25. August 2021

²⁵ BMI-Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat BMI (2020): „Testlauf Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz (Phase 2 – Testplan“, (<https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/moro/studien/2018/testlauf-brop-hochwasserschutz/dl-brph-p2-testplan.pdf?blob=publication-File&v=1>)

²⁶ Merz, B. (2006): „Hochwasserrisiken – Möglichkeiten und Grenzen der Risikoabschätzung“, Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, ISBN 978-3-510-65220-4

²⁷ DWA-Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2016): Merkblatt DWA-M 553 „Hochwasserangepasstes Planen und Bauen“, Hefen, ISBN: 978-3-88721-407-4

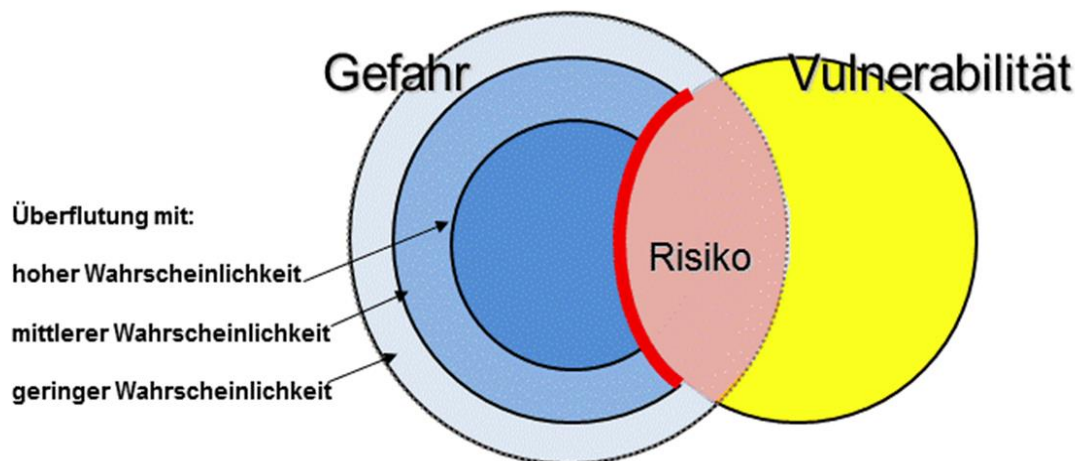


Abb. 10: Hochwasserangepasstes Bauen – Auswirkungen der Strategie „Widerstehen“ auf das Hochwasserrisiko (DWA, 2016)

Die tatsächlich erzielbare Schutzwirkung ist jedoch neben der Art der technischen Schutzmaßnahmen von der Größe der Gefährdung abhängig. Wie in Abb. 11 erkennbar, wirken die Maßnahmen des hochwasserangepassten Bauens, die gegen ein „mittleres Hochwasser“ (entsprechend HQ₁₀₀) umgesetzt werden, jedoch ist die Schutzwirkung nur bis zu diesem „Grad der Gefährdung“ wirksam – symbolisiert durch den roten Strich auf der linken Seite des dargestellten Risikos. Tritt ein größeres Hochwasserereignis geringerer Wahrscheinlichkeit ein (z.B. ein HQ₂₀₀) und steigt der Wasserstand über die Höhe der Schutzelemente, tritt in diesem Fall der Schaden für das gesamte Gebäude ein. Das Hochwasserrisiko ist für diesen Fall in der symbolisierten Größe vorhanden und der eintretende Schaden entsprechend hoch zu erwarten.

Es existieren eine Reihe von Ansätzen, um die Bewertung der Hochwassergefährdung in Form von „jährlichen Schadenserwartungswerten“ auszudrücken und damit in der Konsequenz zu monetarisieren. Ein Beispiel für die Ermittlung von Schadenserwartungswerten gibt Piroth in Patt & Jüpner (2020)²⁸- siehe Abb. 11:

„Die hydrologischen Betrachtungen (Abb. links unten) liefern den Zusammenhang zwischen Abfluss und Eintrittswahrscheinlichkeit für das Untersuchungsgebiet. Die Wasserstände erhält man aus den hydraulischen (heute meist 2-dimensionalen) Modellberechnungen für das gesamte relevante Abflussspektrum (Abb. links oben). Mit den Wasserständen geht man in die Schadensfunktionen (Abb. rechts oben) und über die Abb. rechts unten verknüpft man den Schaden mit der zugehörigen Eintrittswahrscheinlichkeit. So können (jährliche) Schadenserwartungswerte für ein Objekt oder ein ganzes Untersuchungsgebiet ermittelt werden. In Abb. 11 entspricht dies der rot gekennzeichneten Fläche als Integral unter der Schadenskurve (Abb. rechts unten).“

Damit ist eine fundierte Aussage über die objektspezifische Hochwassergefährdung und die resultierenden Folgen in Form monetär bewertbarer Schäden möglich.

²⁸ Piroth, K. (2020): „Hochwasserschäden“. In: Patt, H. & Jüpner, R. (Hrsg.): „Hochwasser-Handbuch- Auswirkungen und Schutz“, Springer-Vieweg-

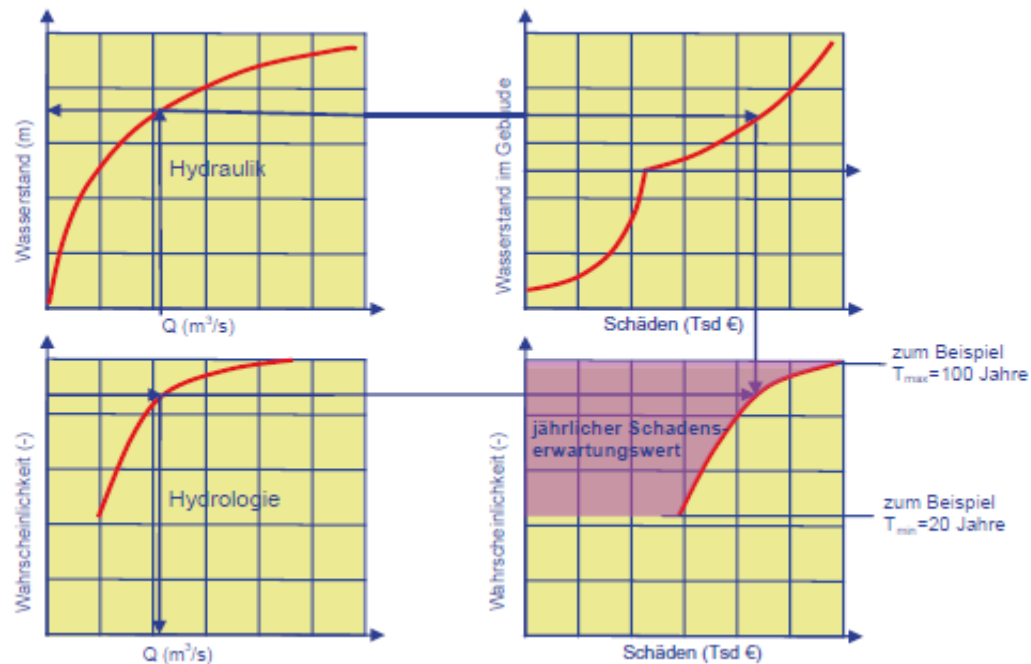


Abb. 11: Schematische Darstellung zur Berechnung des Schadenerwartungswertes (nach BWK, 2001; ProAqua 2004) in Piroth (2020)

Am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen wurde ein Verfahren zur flächenhaften Beurteilung des Hochwasserrisikos entwickelt. Es ist im modular aufgebauten Softwarepaket PROMAIDES (Protection Measure against Inundation Decision Support) umgesetzt, siehe Bachmann, Huber und Schüttrumpf (2013)²⁹. Das Hochwasserrisiko wird dabei in Form einer Systemanalyse im gesamten Einzugsgebiet ermittelt und ergibt sich in Kombination der Einzelbetrachtungen zu einem Gesamtrisiko. Mit Hilfe dieses methodischen Ansatzes kann die Wirkungsweise unterschiedlicher Hochwasserschutzmaßnahmen beurteilt und miteinander verglichen werden. Auch unterschiedliche Hochwassergefährdungen durch Hochwasserereignisse verschiedener Jährlichkeiten (HQ₁₀₀, HQ₂₀₀ etc.) können in ihren Auswirkungen simuliert werden. Konkrete Anwendungen, z.B. für das Einzugsgebiet der Wupper, sind erfolgreich durchgeführt worden und z.B. in Bachmann und Schüttrumpf (2014)³⁰ beschrieben.

Eine vereinfachte und sehr praxisorientierte Möglichkeit, das Hochwasserrisiko für einzelne Grundstücke und Gebäude zu ermitteln, bieten einzelne Städte und Kommunen an. Die Stadt Köln hat z.B. einen „Wasser-Risiko-Check“ entwickelt, der sich an „Eigentümer/innen oder Mieter/innen, die im Bestand wohnen oder neu bauen wollen“ richtet. „Neben der privaten Nutzung von Wohngebäuden bezieht sich der Check auch auf die gewerbliche Nutzung im kleinen Rahmen.“ (<https://www.steb-koeln.de/hochwasser-und-ueberflutungsschutz/wasser-risiko-check/wasser-risiko-check.jsp>).

²⁹ Bachmann, D.; Huber, N.P.; Schüttrumpf, H. (2013): „Das Entscheidungsunterstützungssystem PROMAIDES zur Bewertung und Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen; Theoretische Grundlagen (Teil 1). – In: Korrespondenz Wasserwirtschaft; Heft 7/2013; S. 385-391

³⁰ Bachmann, D. & Schüttrumpf, H. (2014): „Risikobasierte Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen mit unterschiedlichen Wirkungsweisen auf den Hochwasserschutz“, Der Bauingenieur, Band 89, Juli/August 2014, S. 283-292

Adressbezogen wird eine zusammenfassende Auswertung auf der Basis der Gefahrenkarten für Hochwasser, Starkregen und Grundhochwasser erstellt. „Anschließend folgt die Bearbeitung des Fragebogens. Er enthält 29 Fragen, die in sieben Themenbereiche (Oberflächenabfluss, Rückstau, kleine Fließgewässer, Topographie & Relief, Boden & Flächennutzung, Bebauungsstruktur, Grundhochwasser & Sickerwasser) untergliedert sind“. (ebenda). Mit diesen Informationen kann eine individuelle Planung von Objektschutzmaßnahmen und individueller Hochwasservorsorge erfolgen. Darüber hinaus sind diese Informationen insbesondere im Hinblick auf die Gefährdungssituation bei seltenen und extremen Hochwasserereignissen sinnvoll. Führen sie doch den Eigentümern bzw. Mietern vor Augen, welche Hochwassergefahren konkret ihr Grundstück bzw. Gebäude bedrohen. Daraus können dann auch vorbeugende Verhaltensmaßnahmen resultieren.

Fachlich weiter entwickelter sind der „Hochwasser-Pass“ des HKC (Hochwasser Kompetenz Zentrums Köln e.V.) der seit einigen Jahren erfolgreich angewendet wird (<https://hkc-online.de/de/Projekte/Hochwasserpass>) oder auch der „Hochwasservorsorgeausweis“ des „Kompetenzzentrums Hochwassereigenvorsorge Sachsen“ (<https://www.bdz-hochwassereigenvorsorge.de/de/was-bieten-wir-an/hochwasservorsorgeausweis.html>).

Würden diese Angebote flächendeckend für jedes (potentiell) betroffene Grundstück bzw. Gebäude den Eigentümern bzw. Mietern verfügbar gemacht und von diesen auch genutzt werden, wäre damit das gesellschaftliche Bewusstsein für die Gefährdung durch Hochwasser sicher deutlich höher einzuschätzen, als es vor dem Hochwasser des 14./15. Juli 2021 gewesen ist.

5.3 Flächenvorsorge

In diesem ehemaligen LAWA-Handlungsbereich obliegt der Wasserwirtschaftsverwaltung die Schaffung von fachlichen Grundlagen für Ausweisung bzw. vorläufige Sicherung der Überschwemmungsgebiete nach § 76 WHG und § 83 (Fn 7) LWG NRW. In den so festgesetzten Überschwemmungsgebieten³¹ gelten besondere Schutzvorschriften, die mit dem Ziel erlassen werden, Hochwasserrisiken zu minimieren. Diese werden durch weitere Instrumenten der Raumplanung ergänzt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Vermeidung von Hochwassergefahren und –risiken durch Flächenvorsorge (KA NRW, 2015³²)

Verfahren	Zuständigkeiten	Rechtliche Grundlagen
Vorläufige Sicherung von Überschwemmungsgebieten	Bezirksregierung	§ 76 Abs. 3 WHG i.V.m. Ziff. 21.65 Anhang 3 ZustVU NRW
Festsetzung von Überschwemmungsgebieten	Bezirksregierung	§ 76 Abs. 2 WHG i.V.m. Ziff. 21.65 Anhang 3 ZustVU NRW
Raumordnungsplan	Bund (Raumordnung)	Art. 74 Abs. 1 Nr. 31 GG
	Land (Landesentwicklungsplan)	§ 13 LPG NRW iVm LEP NRW
	Bezirksregierung (Regionalplan)	§ 8 Abs. 1 Nr. 2 ROG
Flächennutzungsplan	Stadt/Gemeinde (Planungsamt)	§ 5 BauGB
Bebauungsplan	Stadt/Gemeinde (Planungsamt)	§§ 8, 9 BauGB
Baugenehmigung	Stadt/Kreis (Bauordnungsamt/Bauaufsicht)	§§ 62, 63, 75 BauO NRW

Wird durch die praktizierte Flächenvorsorge eine Minderung der Hochwasserrisiken erreicht?

In den Hochwassergefahrenkarten (vgl. 5.1) werden auch die Flächen dargestellt, die im Fall des Versagens der Hochwasserschutzanlagen betroffen sein würden. Diese werden jedoch in den förmlich festgesetzten Überschwemmungsgebietsausweisungen nicht berücksichtigt:

„Die förmlich festgesetzten Überschwemmungsgebiete umfassen generell nicht die Flächen hinter Schutzeinrichtungen, die im Falle des Versagens (z. B. Deichbruch) überflutet werden können. Damit unterscheiden sich die festgesetzten Überschwemmungsgebiete in ihrer rechtlichen Bedeutung für die Planung in diesen Gebieten grundlegend von solchen Gebieten mit Hochwassergefahren, die nicht als Überschwemmungsgebiete festgesetzt sind (überschwemmungsgefährdete Gebiete). Für das hochwasserangepasste Bauen sollte bei Überlegungen zu und Planungen von vorsorgenden Schutzmaßnahmen stets von der in den Gefahren- und Risikokarten dargestellten Situation ausgegangen werden. Darüber hinaus sind aktuelle Erkenntnisse einzubeziehen“ (DWA, 2016).

³¹ ANMERKUNG: Das Bundesland Sachsen hat zusätzlich „überschwemmungsgefährdete Gebiete“ ausgewiesen.

³² KommunalAgentur NRW (2015): Praxis Leitfaden Hochwasser- und Überflutungsschutz, Ansätze für eine fachübergreifende Zusammenarbeit innerhalb der Kommunalverwaltung zum Hochwasserrisikomanagement (<https://kommunalagentur.nrw/wp-content/uploads/2019/04/Leitfaden-Hochwasser-und-%C3%9Cberflutungsschutz.pdf>)

Es ist also festzuhalten, dass die Wasserwirtschaft in den Hochwassergefahrenkarten die Hochwassergefahr für verschiedene Hochwasserszenarien räumlich darstellt, diese Informationen jedoch nur zum Teil durch Maßnahmen der Flächenvorsorge in praktisches Handeln umgesetzt werden.

An dieser Stelle muss zudem auf den in der Praxis häufig auftretenden Konflikt zwischen dem Nutzungsdruck auf Flächen – insbesondere in urbanen Ballungszentren – und deren wasserwirtschaftlich fundierter Ausweisung als „Hochwasserrisikogebiete“ hingewiesen werden. Nicht in jedem Fall geht dabei die Hochwasservorsorge als Sieger vom Platz.

5.4 Technischer Hochwasserschutz

Der technische Hochwasserschutz ist als „klassischer“ Bereich der Wasserwirtschaft anzusehen, bei dem die Hochwassergefahr durch bauliche Anlagen verringert werden soll und wird. Grundsätzlich kann dabei unterschieden werden in:

- Maßnahmen zur Schaffung bzw. Steigerung von (künstlichen) Retentionsräumen wie Hochwasserrückhaltebecken, Flutpoldern und Talsperren
- Maßnahmen zur Steigerung der Abflussleistung durch z.B. Vergrößerung des Fließquerschnittes
- Maßnahmen zum Schutz vor der Hochwasserausbreitung durch z.B. Deiche und Hochwasserschutzwände
- Sonstige Schutzmaßnahmen, z.B. im Abwasserkanalnetz oder gegen aufsteigendes Grundwasser³³

Mit Bezug auf die gutachterliche Fragestellung ist primär von Interesse, inwieweit die zuständigen Institutionen der Wasserwirtschaft Vorsorge für den Fall eines seltenen, die Bemessungsansätze z.T. deutlich übersteigenden, Hochwasserereignisses getroffen haben, wie es am 14./15. Juli 2021 in NRW tatsächlich aufgetreten ist. Dazu zählen neben der Betrachtung der Betriebssicherheit auch Möglichkeiten der Steuerung technischer Anlagen im Hochwasserfall. Dabei müssen im Detail die entsprechenden Aktivitäten der Eigentümer und Betreiber der technischen Hochwasserschutzanlagen betrachtet werden.

Im Technischen Hochwasserschutz spielen die sondergesetzlichen Wasserverbände als Eigentümer von Bauwerken in und an Gewässern eine wesentliche Rolle. Die in der „Arbeitsgemeinschaft der Wasserwirtschaftsverbände in NRW“ (AGW) zusammengeschlossenen 11 Wasserverbände (vgl. Kap. 3.2) decken etwa zwei Drittel der Fläche des Landes NRW ab und betreiben insgesamt 37 Talsperren mit einem Gesamtvolumen von ca. 1.0 Mrd. m³ und 207 Hochwasserrückhaltebecken mit einem Gesamtvolumen von 15 Mio. m³ (AGW, 2022)³⁴. Die Oberste Wasserbehörde des Landes gibt in ihrem „Zweiten fortgeschriebenen Bericht zu Hochwasserereignissen Mitte Juli 2021“ (MULNV) eine Übersicht über die maßgebenden Talsperren des Landes mit Hochwasserschutzfunktion (Tabelle 2).

³³ An dieser Stelle soll nicht auf bautechnische Details eingegangen werden, entsprechende vertiefende Informationen sind z.B. in Müller, 2010 und Patt & Jüpner, 2020 nachzulesen.

³⁴ <https://www.agw-nw.de/agw/wir-ueber-uns>

Tabelle 2: Übersicht über die maßgebenden Talsperren in NRW und ihre Staurauminhalte (MULNV, 2021)

Talsperre	Betreiber	Stauraum [Mio. m³]	Hochwasser- schutz- funktion
Aggertalsperre	Aggerverband	17,060	ja
Bever-Talsperre	Wupperverband	23,700	ja
Biggetalsperre	Ruhrverband	171,700	ja
Brucher-Talsperre	Wupperverband	3,380	ja
Callerbachtalsperre	Stadt Iserlon	0,341	nein
Dreilägerbachtalsperre	WAG	3,670	nein
Ennepetalsperre	Ruhrverband	12,600	nein
Eschbachtalsperre	WV	1,052	ja
Fuelbecketalsperre	Stadtwerke Altena	0,700	nein
Fürwiggetalsperre	Ruhrverband	1,670	nein
Genkel-Talsperre	Aggerverband	8,188	nein
Glörtalsperre	Freizeitschwerpunkt Glörtalsperre GmbH	2,000	nein
Große Dhünn-Talsperre	Wupperverband	81,000	ja
Halbach-Talsperre	Wasserkraft Halbach	0,326	ja
Haspertalsperre	Mark E AG	1,972	nein
Heilenbecketalsperre	Heilenbecke WV	0,450	nein
Hennetalsperre	Ruhrverband	38,400	ja
Herbringhauser Talsp.	WV	2,855	nein
Jubachtalsperre	WBV Lüdenscheid	1,000	nein
Kalltalsperre	WAG	2,100	nein
Kerspetalsperre	Wupperverband	14,880	nein
Lingese-Talsperre	Wupperverband	2,600	ja
Madbachtalsperre	Eregio	0,070	nein
Möhnetalsperre	Ruhrverband	134,500	ja
Neye-Talsperre	Wupperverband	6,000	nein
Oleftalsperre	Wasserverband Eifel-Rur	19,300	ja
Panzertalsperre	WV	0,198	ja
Perlenbachtalsperre	Wasserversorgungsverband Perlenbach	0,760	nein
Ronsdorfer Talsperre	WV	0,118	ja
Rurtalsperre Schwammenauel	Wasserverband Eifel-Rur	202,600	ja
Schevelinger-Talsperre	Wupperverband	0,309	nein
Sengbachtalsperre	SWS	2,780	nein
Sorpetalsperre	Ruhrverband	70,000	nein
Stausee Ahausen	Ruhrverband	0,841	nein
Steinbachtalsperre	Eregio	1,060	nein
Urfttalsperre	Wasserverband Eifel-Rur	45,510	ja
Versetalsperre	Ruhrverband	32,800	nein
Wahnbachtalsperre	Wahnbachtalsperrenverband	40,910	ja
Wehebachtalsperre	Wasserverband Eifel-Rur	25,060	ja
Wiehl-Talsperre	Aggerverband	31,500	ja
Wupper-Talsperre	Wupperverband	26,630	ja

Einsatz von künstlichem Retentionsraum zur Reduzierung der Hochwasserabflussmengen

Im Hochwasserfall kann die Hochwasserabflussmenge reduziert werden, in dem künstliche Retentionsräume von Hochwasserrückhaltebecken, Talsperren, oder anderen Stauanlagen gezielt gefüllt werden. Damit lassen sich die Spitzenabflüsse und maximalen Hochwasserstände senken. Mit Hilfe einer präzisen Hochwasservorhersage kann die Nutzung der Rückhalteräume optimal gesteuert werden (siehe Patt & Jüpner, 2020).

Die **Hochwasserrückhaltebecken (HWRB)** sind für den Fall der Reduzierung mittlerer Hochwasserereignisse (in der Regel HQ_{100}) ausgelegt und werden entsprechend anlagenspezifischer Betriebspläne gefüllt und entleert. Ihre Wirkung ist durch die Größe des Rückhalteriums begrenzt. Ist ein HWRB gefüllt, kann es grundsätzlich keine Retentionswirkung mehr entfalten. Daher ist die Betrachtung der Hochwasservolumina in Relation zu den verfügbaren Retentionsräumen eines betroffenen Gebietes notwendig, um die Wirksamkeit beurteilen zu können. Grundsätzlich gilt: Je größer die Hochwassermenge bei einem Ereignis, desto geringer der erzielbare Effekt durch die HWRB. Im „Zweiten fortgeschriebenen Bericht zu Hochwasserereignissen Mitte Juli 2021“ kommt das zuständige MULNV zu folgender Einschätzung der Wirksamkeit der Hochwasserrückhaltebecken während des Hochwassers am 14./15. Juli 2021:

Die Hochwasserrückhaltebecken in den betroffenen Gebieten hatten im Gegensatz zu den Talsperren zumeist nur in einen geringen Einfluss auf das Hochwassergeschehen. Diese Becken sind zum einen in der Regel darauf ausgelegt, ein hundertjährliches Hochwasserereignis (HQ_{100}) zurückzuhalten. Zum anderen sind die Becken größtenteils nicht steuerbar. Da jedoch in den meisten betroffenen Gebieten die Abflüsse in den Gewässern mit über HQ_{100} und bis $HQ_{10.000}$ abgeschätzt werden, wurden die Hochwasserrückhaltebecken bereits zu Beginn des Hochwasserereignisses vollständig gefüllt, wodurch keine Möglichkeit bestand, die Abflussspitzen abzufangen.

Nordrhein-Westfalen besitzt 19 **Talsperren**, die bei gezielter Bewirtschaftung und Steuerung durch ihr aktivierbares Retentionsvermögen grundsätzlich einen deutlich reduzierenden (dämpfenden) Einfluss auf die Hochwasserganglinie haben können (Tab. 2). Die meisten Talsperren wurden zur Sicherstellung der Wasserversorgung und zur Niedrigwasseraufhöhung errichtet und werden für diesen Zweck betrieben. Daher steht im Hochwasserfall nur ein bestimmtes Retentionsvermögen, der sogenannte „gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum“ zur Verfügung, dessen Größe und Wirksamkeit jedoch neben den Betriebsvorschriften von einer Reihe von Parametern, wie z.B. Füllstand und Rahmenbedingungen für die Vorentlastung abhängig ist. Bedeutsam ist auch der Füllstand einer Talsperre zum Zeitpunkt des auftretenden Hochwasserereignisses (Abb. 3).

Die älteste nordrhein-westfälische Talsperre ist die 1891 in Betrieb genommene Eschbachtalsperre. Wie diese sind viele Talsperren zu einer Zeit gebaut worden, in der sich das technische Verständnis und auch das verfügbare Wissen deutlich von unserem heutigen unterschied. So wurde z.B. der Steuerung der Anlagen im Hochwasserfall – wenn überhaupt – nur eine sehr geringe Bedeutung beigemessen. Demzufolge sind die Talsperren in den letzten Jahrzehnten immer wieder an die sich ändernden Anforderungen an Betrieb und Unterhaltung angepasst worden, u.a. durch Mess- und Überwachungseinrichtungen. Im Unterschied zu Hochwasserrückhaltebecken oder Flutpoldern sind Talsperren nicht für einen klassischen „Betrieb“ im Fall eines großen oder gar extremen Hochwassers vorgesehen. Die Unterscheidung in gewöhnlichen und außergewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum bei Talsperren belegt, dass jedoch jede dieser Anlagen eine positive (Retentions-)Wirkung besitzt.

Tabelle 3: Übersicht über die Füllstände maßgebenden Talsperren in NRW (MULNV, 2021)

Talsperre	Betreiber	Füllstand 1.7.2021 [%]	Füllstand 8.7.2021 [%]	Füllstand 12.7.2021 [%]	Füllstand 13.7.2021 [%]	Füllstand 14.7.2021 [%]	Füllstand 16.7.2021 [%]	Startzeit- punkt der Vorent- leistung
Aggertalsperre	Aggerverband	69,63	69,30	71,33	70,80	70,33	79,29	-
Bever-Talsperre	Wupperverband	94,31	93,97	94,31	93,67	93,04	98,31	08.07.2021
Biggertalsperre	Ruhrverband	98	99	99	99	98	100	12.07.2021
Brucher-Talsperre	Wupperverband	97,63	97,63	97,63	96,43	95,27	96,73	12.07.2021
Callerbachtalsperre	Stadt Iserion	100	100	100	100	100	100	-
Dreilägerbach- talsperre	WAG	92,37	97,82	97,82	96,73	100,82	99,73	-
Ennepetalsperre	Ruhrverband	92	94	94	92	89	101	12.07.2021
Eschbachtalsperre	WV	86	87	86	86	86	101	-
Fuelbecktalsperre	Stadtwerke Altena	100	100	100	100	101	100	-
Fürwiggtalsperre	Ruhrverband	97	96	94	93	93	>100	12.07.2021
Genkel-Talsperre	Aggerverband	91,98	93,38	96,21	96,21	96,08	101,00	-
Glörtalsperre	Freizeitschwerpunkt Glörtalsperre GmbH	93	90	87	86	88	98	-
Große Dhünn- Talsperre	Wupperverband	53,06	54,69	54,81	54,32	55,56	64,20	-
Halbach-Talsperre	Wasserkraft Halbach	46,00	42,33	40,33	44,00	102,33	80,00	13.07.2021
Haspertalsperre	Mark E AG	90	90	90	90	92	101	12.07.2021
Heilenbecktalsperre	Heilenbecke WV	100	100	100	100	101	102	-
Hennetalsperre	Ruhrverband	98	98	98	98	98	101	12.07.2021
Herbringhauser Talsperre	WV	98	98	99	99	99	99	-
Jubachtalsperre	WBV Lüdenscheid	101	100	100	100	98	101	12.07.2021
Kalltalsperre	WAG	74,32	80,29	76,92	78,37	88,94	103,83	-
Kerspetalsperre	Wupperverband	96,10	97,43	96,10	95,43	96,10	101,48	12.07.2021
Lüngese-Talsperre	Wupperverband	98,83	99,23	100,00	98,46	98,46	103,83	12.07.2021
Madbachtalsperre	Eregio	71,43	71,43	78,37	54,29	-	98,29	12.07.2021
Möhnetalsperre	Ruhrverband	98	98	98	98	98	100	12.07.2021
Neye-Talsperre	Wupperverband	99,17	99,00	99,00	98,83	98,50	97,67	12.07.2021
Oleiftalsperre	Wasserverband Eifel-Rur	67,20	67,67	67,36	67,46	67,88	81,30	-
Panzertalsperre	WV	61	58	56	54	53	104	-
Perlenbachtalsperre	Wasserversorgungs- verband Perlenbach	98,68	98,68	98,68	98,68	98,68	98,68	-
Ronsdorfer Talsperre	WV	63	64	65	64	63	92	-
Rurtalsperre Schwammensauel	Wasserverband Eifel-Rur	88,24	87,36	87,08	87,03	87,29	100,79	-
Schevelinger- Talsperre	Wupperverband	103,36	106,80	103,36	103,36	110,03	106,80	-
Sengbachtalsperre	SWS	83	84	85	85	87	102	-
Sorpetalsperre	Ruhrverband	90	90	91	91	91	94	13.07.2021
Stausee Ahsausen	Ruhrverband	63	60	56	37	48	57	-
Steinbachtalsperre	Eregio	89,33	89,33	90,73	90,66	148,11	100,09	12.07.2021
Urfeltalsperre	Wasserverband Eifel-Rur	83,61	85,26	83,85	83,28	83,81	101,67	-
Versetalsperre	Ruhrverband	77	78	78	78	78	84	-
Wahnbachtalsperre	Wahnbach- talsperrenverband	84,89	84,77	85,60	85,38	86,38	91,33	-
Wehebachtalsperre	Wasserverband Eifel-Rur	52,73	52,99	52,95	52,81	53,47	64,17	-
Wiehl-Talsperre	Aggerverband	74,19	74,57	74,25	74,19	74,10	77,23	-
Wupper-Talsperre	Wupperverband	88,23	87,87	89,73	86,74	88,23	86,74	12.07.2021

Im Sinne der gutachterlichen Fragestellung sollen nachfolgend exemplarisch am Beispiel der **Wupper-Talsperre** die grundsätzlichen Möglichkeiten und Grenzen der „Hochwasserbeeinflussung“ mit Hilfe einer Talsperre illustriert werden. Betrachtet wird die Situation während des Juli-Hochwassers 2021 und insbesondere die Steuerung der Anlage. Dabei werden wesentliche Zusammenhänge herausgearbeitet; ein Anspruch auf eine detaillierte Darstellung des Ist-Zustandes wird nicht verfolgt und ist auf Basis der vorliegenden Daten auch (noch) nicht möglich; verwiesen wird auf die laufenden Arbeiten durch die RWTH Aachen.

Die in den 1980er Jahren gebaute Wupper-Talsperre besitzt ein Fassungsvermögen von ca. 25 Mio m³ und ist eine Brauchwassertalsperre und damit vorrangig zur Niedrigwasseraufhöhung gebaut worden. Betrachtet man das vorgegebene Betriebsregime³⁵ so wird vom Talsperrenbetreiber, dem Wupperverband, gefordert, durch die Steuerung des Stauziels vom 1.11. bis 31.1. eines Jahres einen gewöhnlichen Hochwasserschutzraum von 9,9 Mio m³ freizuhalten, der dann stufenweise bis Ende April auf 0 m³ reduziert wird. Konsequenterweise steht dann im ungünstigen Fall eines gefüllten Staubeckens für ein Sommer-Hochwasser kein Retentionsraum zur Verfügung und die Möglichkeit des Talsperrenbetreibers, diesen Retentionsraum bei einem drohenden Hochwasser durch Vorentlastung zu schaffen, ist begrenzt. Ein schnelles Öffnen der Grundablässe würde zu einem plötzlich ansteigenden Wasserstand im Unterwasser und damit zu einer „künstlich erzeugten Flutwelle“ führen. Daher müssen sich die Betriebsregeln an der hydraulischen Leistungsfähigkeit des unterhalb der Talsperre befindlichen Gewässeranschnittes orientieren. Diese Betriebsregeln sind durch die zuständige Wasserbehörde geprüft und genehmigt.

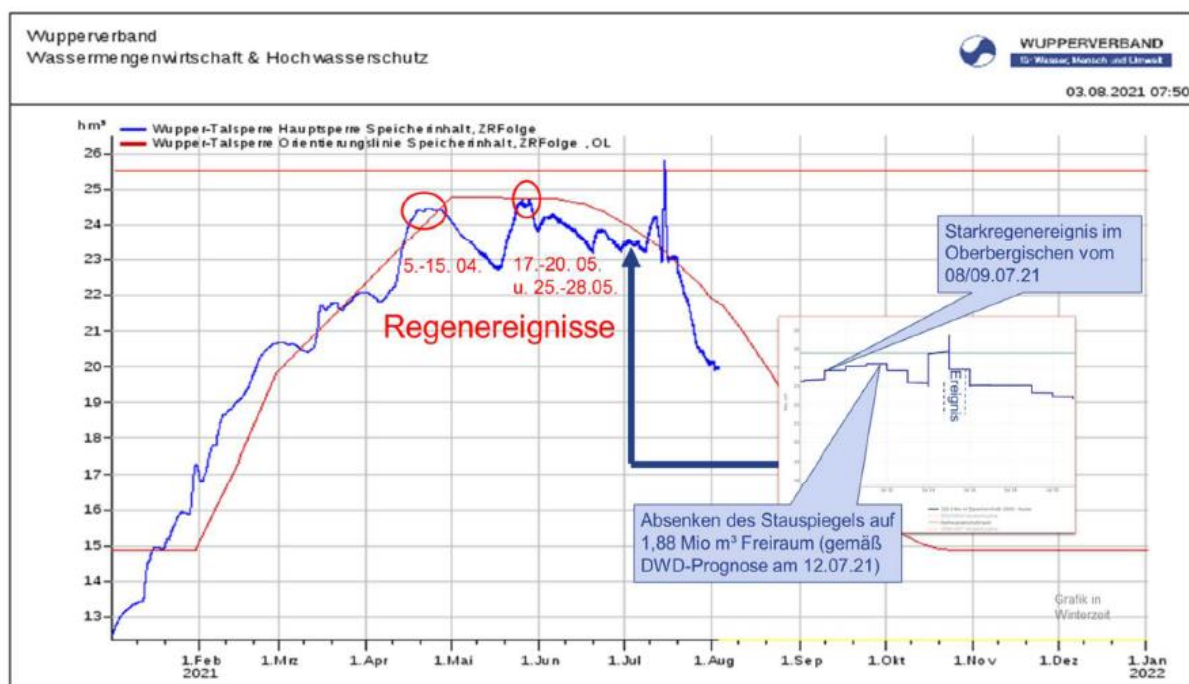


Abb. 12: Füllstand und Vorentlastung der Wupper-Talsperre (Wupperverband, 2021)

ANMERKUNG: Der geschilderte Sachverhalt veranschaulicht (trotz seiner verkürzten Darstellung) sehr deutlich das an vielen Talsperren mit einer multifunktionellen Nutzung bestehende Dilemma: Für den eigentlichen Zweck der Anlage, der Niedrigwasser-Aufhöhung bzw. Trink- oder Brauchwasserbereitstellung, ist ein Vollstau in den betreffenden „Bedarfsmonaten“ anzustreben und durch die Betriebsregeln konkret vorgegeben, weil damit eine entsprechende „Reserve“ für länger anhaltende Trockenperioden zur Verfügung steht. Das ist sinnvoll und zweckmäßig, solange im gleichem Zeitraum keine „konkurrierende Nutzungsanforderung“ eintritt bzw. erforderlich wird. Kommt es wie im Juli 2021 zu einem extremen Hochwasserereignis und ist die Talsperre infolge der Vorgaben des durch die zuständige Wasserbehörde genehmigten Betriebsplans und (ungünstigerweise) durch Vorregenereignisse bereits gefüllt (siehe Abb. 12), sind die Möglichkeiten des Hochwasserrückhalts der Anlage durch Steuerung nur sehr begrenzt.

³⁵ Wupperverband (2021): Wupper-Talsperre, wasserwirtschaftliche Daten vom 03.02.2001 (Unterlagen des PUA, Dokument: 03.02.01 bis 03.02.02.02_WaWi-Regeln_aus Talsperrenbuch.pdf, S. 3; Wupperverband)

Welche Möglichkeit hätte es gegeben, durch Steuerung der Wupper-Talsperre Einfluss auf das Hochwasser vom 14./15. Juli 2021 zu nehmen?

Um diese Frage beantworten zu können, müssen die konkreten hydrologischen Randbedingungen analysiert und bewertet werden. Der Wupperverband hat wesentliche diesbezügliche Aussagen in seinem „Statusbericht zum Hochwasserereignis“ (Wupperverband, 2021)³⁶ veröffentlicht. Demnach erfolgte die Vorentlastung auf der Basis der Vorhersagen des DWD und wurde schrittweise erhöht (Abb. 13). Im Ergebnis wurde somit ein Retentionsraum von 1,88 Mio. m³ geschaffen (ebenda).



Abb. 13: Vorentlastungsschritte der Wupper-Talsperre vom 12.-14. Juli 2021 (Wupperverband, 2021)

Die aus der Talsperre abfließende Abflussganglinie ist in Abb. 14 dargestellt. Erkennbar sind die Erhöhungen der Abgabemengen von 35 m³/s auf 55 m³/s am 13. Juli 2021 gegen 10:00 Uhr und auf ca. 70 m³/s am selben Tag gegen 15:00 Uhr (Abb. 14). Diese Abflussmenge ist als „für die Unterlieger schadlos abzuführende Wassermenge“ eingestuft (Wupperverband, 2021).

³⁶ Wupperverband (2021): „Statusbericht zum Hochwasserereignis vom 14. und 15. Juli 2021 im Wupperverbandsgebiet vom 08.09.2021“ ([https://www.wupperverband.de/internet/medi-
endb.nsf/gfx/DDB92E1F934A397EC125874B002B7410/\\$file/210908_Statusbericht_Hochwasser.pdf](https://www.wupperverband.de/internet/medi-
endb.nsf/gfx/DDB92E1F934A397EC125874B002B7410/$file/210908_Statusbericht_Hochwasser.pdf))

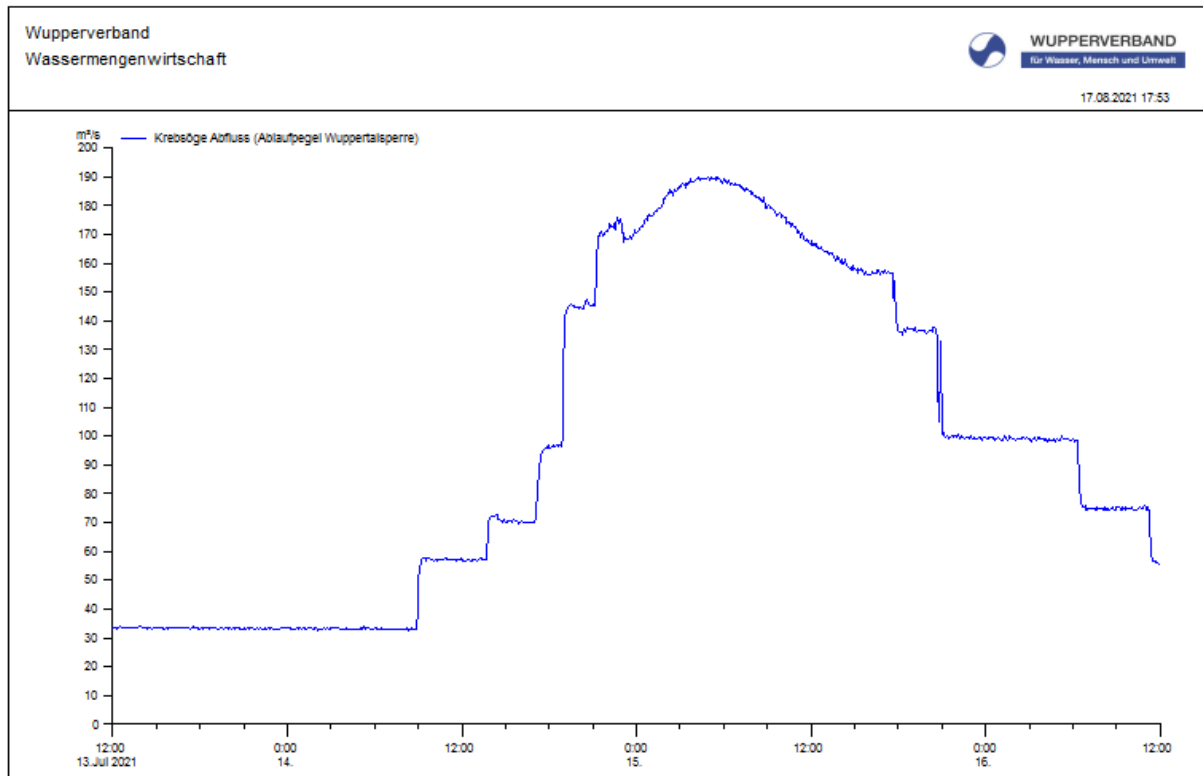


Abb. 14: Ablaufpegel Wupper-Talsperre von Juli 2021 (Wupperverband, 2021)

Aufgrund der weiter andauernden intensiven Niederschläge stieg der Zufluss in die Talsperre weiter an und das Staubecken füllte sich entsprechend (Abb. 15) Der Talsperrenbetreiber musste auf diese Situation reagieren und begründet seine Entscheidung so:

„Der Stauinhaltsanstieg hat im Verlaufe des Tages dann eine sukzessive Erhöhung der Abgabe [...] notwendig gemacht. Diese sukzessive Erhöhung der Abgabe ist erforderlich, damit es beim Ansprechen der Hochwasserentlastungsanlage nicht zu einer kurzfristig sehr starken Erhöhung der Abgabemenge kommt, die eine Welle in der Wupper verursachen kann. Außerdem muss unbedingt vermieden werden, dass der Damm der Wupper-Talsperre überströmt wird und dadurch die Standsicherheit des Dammes gefährdet ist und ein Dammbbruch droht. Da nicht absehbar war, wie sich die Zulaufmengen zur Talsperre weiter entwickeln würden, musste zum Schutz der Talsperre die Abgabe weiter erhöht werden, um den steilen Anstieg des Stauinhaltes zu bremsen bzw. zu stoppen. Auch als der Regen gegen ca. 20.00 Uhr aufhörte, liefen aus dem Einzugsgebiet der Talsperre immer noch weiter hohe Mengen zu. Erst am Morgen des 15.07. konnte die Abgabe aus der Talsperre wieder reduziert werden.“

Kurz nach 23.00 Uhr ist an der Wupper-Talsperre der Vollstau erreicht worden und das Wasser wurde über die Hochwasserentlastung abgeführt. Um ca. 6.00 Uhr am 15.07.21 erreichte die Abgabe mit ca. 190 m³/s ihren Höchstwert. Auch im Vollstau erzielt die Talsperre noch eine sogenannte Seeretention und der Zulauf wird gedämpft abgegeben. Nach den ersten Auswertungen betrug der Zulauf zur Talsperre über 230 m³/s und die Abgabe konnte auf maximal ca. 190 m³/s gehalten werden.“ (zitiert nach Wupperverband, 2021).

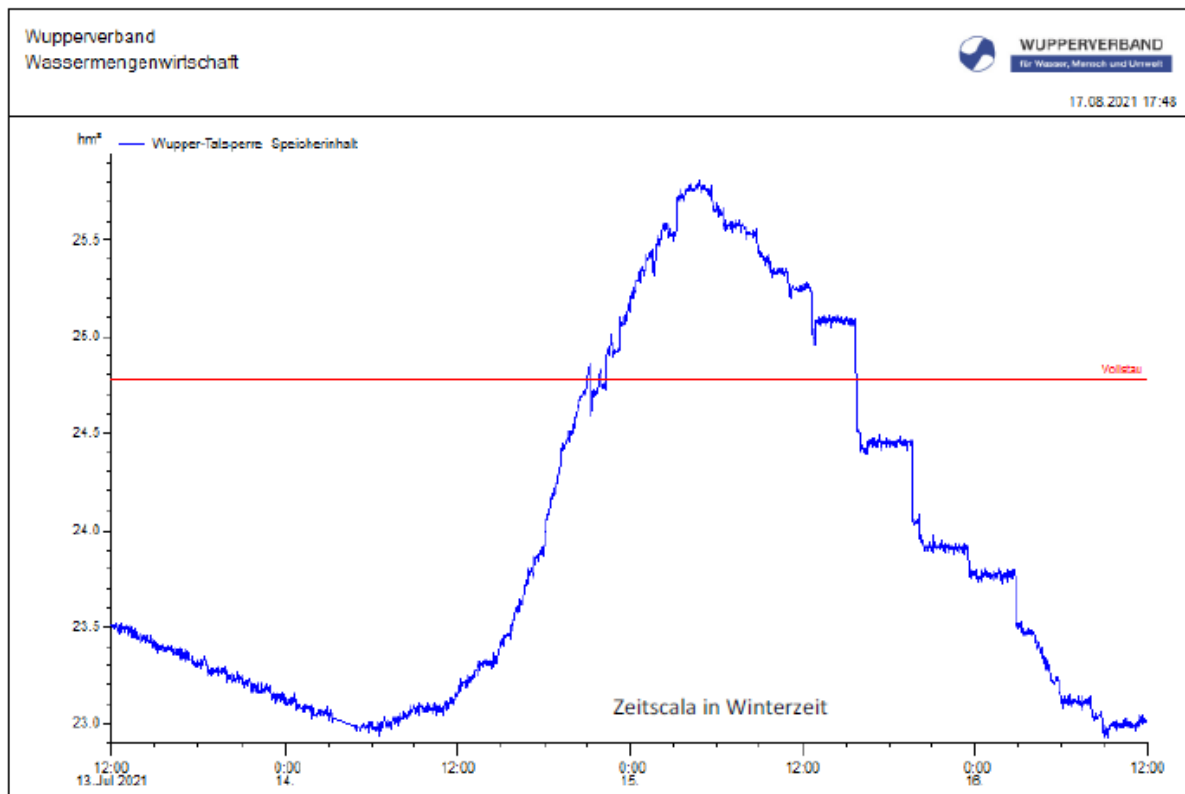


Abb. 15: Stauinhalt der Wupper-Talsperre von 13.-16. Juli 2021 (Wupperverband, 2021)

Fachliche Einschätzung

Das vom Wupperverband geschilderte Geschehen ist grundsätzlich plausibel und nachvollziehbar. Ob jede einzelne Steuerungsmaßnahme des Talsperrenbetreibers tatsächlich mit den Vorhersagen des DWD (und deren Interpretation) begründet war, kann nur durch detaillierte (Modell)Untersuchungen abschließend beantwortet werden. Da die entsprechenden Untersuchungsergebnisse der RWTH Aachen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht vorliegen, wird dieser Aspekt an dieser Stelle nicht weiter betrachtet.

Festzustellen ist, dass eine frühere und stärkere Vorentlastung grundsätzlich zu einer Reduzierung der maximalen Abflussmengen beigetragen hätte. Hier spielen der verfügbare Stauraum und der während des Hochwassers auftretende Gesamtzufluss eine entscheidende Rolle. Dies kann am Beispiel der sächsischen Talsperre Malter illustriert werden: Dort summierte sich die während des Hochwasserereignisses 2002 zufließende Wassermenge in drei Tagen auf mehr als 20 Mio. m³. Der Gesamtstauraum der Talsperre Malter beträgt ca. 8,78 Mio. m³. Selbst wenn die Talsperre vor dem Hochwasserereignis leer gewesen wäre, würde die Hochwasserentlastungsanlage bei Erreichen des entsprechenden Füllungsstandes anspringen. Der Ablauf der Hochwasserwelle wird jedoch durch die Retentionswirkung des Staubeckens reduziert (Müller, 2010).

In Abb. 16 ist eine mögliche Steuerungsvariante für die Wupper-Talsperre mit einer roten Linie visualisiert. Inwieweit dadurch Schäden im Unterlauf aufgetreten wären, kann nicht beurteilt werden. Auch die Frage, ob eine schnellere Vorentlastung die Schäden tatsächlich wirksam reduziert hätte, muss in Ermangelung der vorliegenden Faktengrundlage unbeantwortet bleiben.

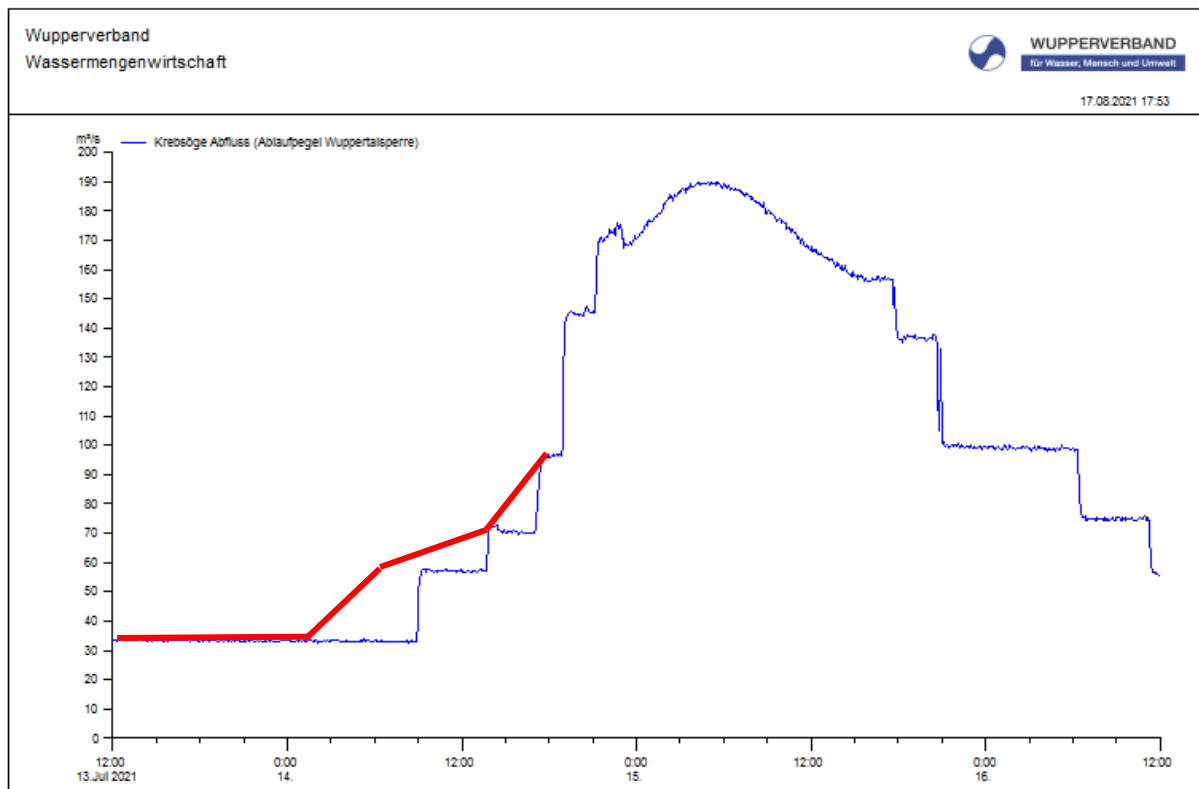


Abb. 16: Ablaufpegel Wupper-Talsperre von Juli 2021 (Wupperverband, 2021) – ergänzt um eine fiktive Steuerungsvariante

Folgende Schlussfolgerungen lassen sich ableiten und grundsätzlich auch auf vergleichbare Stauanlagen übertragen:

1. Eine Talsperre ist umso wirksamer bei der Bewältigung eines großen Hochwasserereignisses, je größer der verfügbare Hochwasserschutzraum und damit das Retentionsvermögen des Speicherbeckens ist. Wird eine Talsperre wie am Beispiel der Wupper-Talsperre illustriert so gesteuert, dass im Sommer grundsätzlich kein Hochwasserrückhalteraum vorzuhalten ist, muss im ungünstigen Fall von einer Vollenkung der Talsperre im Fall eines drohenden Hochwasserereignisses ausgegangen werden. Die Entscheidung über den Betrieb einer Talsperre wird jedoch grundsätzlich von der zuständigen Genehmigungsbehörde getroffen und stellt eine Abwägung konkurrierender Nutzungsanforderungen dar. Würden die Talsperren mit maximal verfügbarem Hochwasserrückhalteraum betrieben werden (also praktisch keinen Speicherinhalt besitzen), wäre der Konflikt in Niedrigwasserzeiten vorprogrammiert. Insofern ist davon auszugehen, dass in der Ereignisanalyse des Hochwassers 2021 eine (politische) Neubewertung der festgelegten Betriebsregeln im Lichte des abgelaufenen Ereignisses vorgenommen und ggf. eine Nachjustierung erfolgen wird.

ANMERKUNG: Der Wupperverband hat am 26. Juli 2021 neue Stauziele für einige der von ihm bewirtschafteten Talsperren festgelegt. Demnach ist (bis auf Weiteres) in der Wupper-Talsperre ein Hochwasserrückhalteraum von 20 Mio. m³ vorzuhalten und die Stauziele entsprechend anzupassen. Ähnliche Entscheidungen sind bei anderen Talsperrenbetreibern zu konstatieren.

Auch im Freistaat Sachsen wurden in Auswertung des August-Hochwassers 2002 ähnliche Veränderungen der Betriebsregeln und eine Absenkung der Stauziele vorgenommen. So empfahl die von der Sächsischen Staatsregierung 2002 eingesetzte unabhängige Kommission („Kirch-

bach-Kommission): „Die Kommission schlägt vor, die Bewirtschaftung der Talsperren so zu verändern, dass dem Hochwasserschutz stärker Rechnung getragen wird. ... Die Kommission hält es [...] für erforderlich, die konkurrierenden Nutzungsarten der Talsperren zu überprüfen und dem Hochwasserschutz mehr Gewicht einzuräumen.“ (Sächsische Staatskanzlei, 2002, S. 241 und Müller, 2010).

2. Der Talsperrenbetreiber kann im Fall eines drohenden großen (und katastrophalen) Hochwasserereignis nur in sehr begrenztem Umfang reagieren. Der zeitliche Vorlauf einer ausreichenden Entscheidungsgrundlage in Form gesicherter Niederschlags- und Abflussvorhersagen für die Vorentlastung ist im Allgemeinen zu kurz, um wirksame Effekte erreichen zu können. Reagiert der Talsperrenbetreiber im Vorgriff auf ein katastrophales Ereignis zu früh und erhöht die Abflussmenge in den Unterlauf zu stark, riskiert er eine „künstliche Flutwelle“ und damit verbundene Schäden. Reagiert er zu zögerlich, verpufft der beabsichtigte Effekt. Auch sind die notwendigen Warnungen der Unterlieger sowie der sonstigen Betroffenen und Beteiligten, z.B. der Feuerwehren, angemessen zu berücksichtigen.
3. Das Hochwasserereignis am 14./15. Juli 2021 hat gezeigt, dass Naturereignisse katastrophale Auswirkungen haben können und durch die Kombination ungünstiger Umstände auch Szenarien möglich sind, die bisher als undenkbar galten. Daher ist neben einer intensiven und umfassenden Vorbereitung auch seltener und „ungewöhnlicher“ Szenarien durch den Talsperrenbetreiber eine intensive Vorbereitung im Sinne der Hochwasser – und Katastrophenvorsorge aller Beteiligten zwingend geboten, um Schäden so weit wie möglich reduzieren zu können. Dieser Steuerungsfall muss vorbereitet und in die Betriebsregeln integriert werden.
4. Die durch die Wasserwirtschaft – im konkreten Fall: den Talsperrenbetreiber – im Rahmen der Hochwasservorsorge zu erstellenden bzw. zu ergänzenden o.g. Hochwasserszenarien müssen mit den Betroffenen im Unterlauf der Talsperre sowie den im Einsatzfall handelnden Akteuren intensiv und transparent kommuniziert werden. Gemeinsam sind entsprechende Maßnahmen zu entwickeln und in einem Alarm- und Einsatzplan festzuhalten. Diese Vorgehensweise ist als notwendige Grundlage für ein effektives und schadensminimierendes Handeln im Fall künftiger Hochwassersituationen nachdrücklich zu empfehlen.

Sicherheitsaspekte

Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken sind einerseits wirksame technische Hochwasserschutzanlagen und ermöglichen den (temporären) Rückhalt auch großer Hochwassermengen zur Reduzierung der Spitzenabflüsse im Hochwasserfall. Andererseits stellt eine (gefüllte) Stauanlage durch die Menge an gespeicherter potentieller Energie grundsätzlich ein außerordentliches Gefährdungs- und Schadenspotenzial dar. Würde dieses „Energiepotential“ im Fall eines Bauwerksversagens aktiviert, hätte es im Unterlauf verheerende Auswirkungen. Daher muss der Stauanlagensicherheit eine sehr große Bedeutung beigemessen werden.

In der wasserwirtschaftlichen Praxis wird die Normenreihe DIN 19700³⁷ für die Standsicherheitsnachweisführung und Bemessung verwendet. Insbesondere die Ermittlung der Bemessungsabflüsse ist dabei ein zentraler Aspekt. Die DIN 19700 definiert verschiedene Sicherheitsanforderungen in Form von Bemessungsabflüssen, die so gewählt werden, dass ein Versagen der Anlage ausgeschlossen werden

³⁷ Normenreihe DIN 19700 (2004): „Stauanlagen“, Beuth-Verlag, Berlin

kann. Vorgegeben ist durch die maßgebende o.g. Normenreihe die Ermittlung von Bemessungshochwasserereignissen (BHQ) sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeit, die sich im Bereich von Jährlichkeiten größer 100 bis 10.000 Jahren bewegen.

Die Problematik bei der präzisen Ermittlung dieser maßgebenden, aber sehr selten auftretenden Bemessungshochwasserereignissen in der Genehmigungspraxis beschreibt das LANUV:

„Dem Bedürfnis nach Sicherheit steht die fehlende Kenntnis hinsichtlich der Größe solcher Extremereignisse gegenüber. Die Problematik liegt in der Extrapolation bzw. Übertragung des bekannten Abflussverhaltens auf die Bemessungshochwasserereignisse. Aufgrund der Differenzen zwischen den bekannten und den geforderten Größen sind die Ergebnisse der Berechnungen als Schätzungen der tatsächlichen Verhältnisse zu verstehen, wobei Plausibilität und Sensitivität der Annahmen eine besondere Rolle spielen. Ohne jeden Zweifel verlangt die Bearbeitung erfahrene Fachleute im Bereich der Hydrologie und Hydraulik. Im Dialog zwischen Betreiber, Behörde und Gutachter sind Vorgehensweise, Annahmen und Randbedingungen zu Beginn und während einer Untersuchung abzustimmen.“ (<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/wasser/oberflaechengewaesserfluesse-und-seen/stauanlagen-talsperren/din-19700>)

Auch wenn eine abschließende hydrologische Ereignisanalyse noch nicht vorliegt (vgl. Kap. 4.2) ergeben vorläufige Untersuchungen, dass das Hochwasserereignis vom 14./15. Juli 2021 als außergewöhnliches und extremes hydrologisches Ereignis einzuschätzen ist und in einigen Fließgewässern Hochwasserscheitelwerte beobachtet wurden, deren Jährlichkeit größer als 10.000 Jahre einzuschätzen ist (MULNV, 2021), u.a.

- im Einzugsgebiet der Rur
 - Olef (Pegel Schleiden)
 - Urft (Pegel Gmünd)
- im Einzugsgebiet der Erft
 - Erft (Pegel Arloff)
 - Erft (Pegel Bliesheim)
 - Veybach (Pegel Burg Veynau)

In weiteren Flusseinzugsgebieten, u.a. der Sieg und Wupper, deuten die bisherigen Untersuchungen des Hochwasserereignisses vom 14./15. Juli 2021 ebenfalls auf das Erreichen sehr seltener (extremer) Abflussmengen hin, ohne das bisher konkrete Quantifizierungen möglich waren (MULNV, 2021).

Diese Auswertungen sind hinsichtlich der Sicherheitsbeurteilung der relevanten Stauanlagen (Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken) von großer Bedeutung. Die zuständige Oberste Wasserbehörde des Landes konstatiert dazu in ihrem „Zweiten fortgeschriebenen Bericht zu Hochwasserereignissen Mitte Juli 2021“ am 24. August 2021 (MULNV, 2021):

„Weder ging eine Talsperre noch ein Hochwasserrückhaltebecken durch das Hochwasserereignis zu Bruch, obwohl die Abflüsse während des Hochwasserereignisses zum Teil über denen lagen, auf die die Talsperren ausgelegt und errichtet wurden (Bemessungsereignis). Beispielsweise flossen über die Hochwasserentlastung der Steinbachtalsperre ca. 38 m³/s obwohl diese nur auf 27 m³/s (HQ_{10.000}) ausgelegt ist. Zudem wurde zusätzlich die Dammkrone mit 31 m³/s überströmt, ohne dass das Bauwerk brach.“

Diese Einschätzung muss kritisch hinterfragt werden. Auch wenn es wirklich eine sehr erfreuliche Tatsache ist, dass das abgelaufene seltene und katastrophale Hochwasserereignis vom 14./15. Juli 2021 trotz der Überschreitung von hydrologischen Bemessungsannahmen (BHQ) zu keinem Versagen einer (großen) Stauanlage führte, müssen die erreichten außergewöhnlichen Betriebszustände detailliert untersucht und aufgearbeitet werden. Dabei sind aus gutachterlicher Sicht nachfolgende Fragen von besonderem Interesse im Hinblick auf die fachliche Aufarbeitung und Bewertung sowie die zukünftige Berücksichtigung im Rahmen der Hochwasservorsorge:

Im o.g. „Zweiten fortgeschriebenen Bericht“ (MULNV, 2021) ist die Steinbachtalsperre beispielhaft genannt und soll nachfolgend aufgegriffen werden. Die Steinbachtalsperre wurde in den Jahren 1934 bis 1936 südlich von Euskirchen zur Brauchwasserversorgung erbaut und wird vom Steinbach und Treuenbach gespeist. Das Absperrbauwerk ist als Dammbauwerk mit Lehmkerndichtung ausgebildet und wurde im Rahmen einer Sanierung von 1988-1990 mit einer Asphaltbeton-Aussenhautdichtung versehen. Im Auftrag des Wasserversorgungsverbandes Euskirchen-Swisttal betreibt die e-regio GmbH die Talsperre seit 2004, als Aufsichtsbehörde ist die Bezirksregierung Köln zuständig. Das Einzugsgebiet der Steinbachtalsperre wurde im Juli 2021 durch das Hochwasserereignis schwer getroffen. Zu den Auswirkungen auf die Steinbachtalsperre führt das MULNV aus:

„Bei der Steinbachtalsperre ist es infolge einer temporären Überlastung der vorhandenen Hochwasserentlastung zu einem unkontrollierten Überströmen des Dammes gekommen, wodurch dieser erheblich beschädigt wurde. Ein Versagen des Dammes der Talsperre im Einzugsgebiet Swist/Erft konnte abgewendet werden. Durch die Freilegung des Grundablasses und zusätzliches Abpumpen konnte eine stabilisierte Lage des Dammes erreicht werden und am Montagmorgen, den 19.07.2021, um 8:00 Uhr, Entwarnung gegeben werden.“

Der Bruch des Staudammes konnte – zumindest nach den bisher vorliegenden vorläufigen Auswertungen – nur durch umfangreiche und z.T. gefährliche Gefahrenabwehr- und Katastrophenschutzmaßnahmen (Absenken des Wasserspiegels durch den Einsatz leistungsfähiger Pumpen, Freilegung des verschütteten Grundablasses auf der Luftseite u.a.m.) verhindert werden. Dieses letztendlich erfolgreiche Zusammenwirken von Wasserwirtschaft und Katastrophenschutz muss im Detail analysiert und ausgewertet werden. Daraus sollten für alle großen und vergleichbaren Stauanlagen Schlussfolgerungen gezogen werden, inwieweit ein solcher Katastropheneinsatz möglicherweise durch vorbeugende technische oder sonstige Maßnahmen unterstützt bzw. optimiert werden kann. Grundsätzlich muss davon ausgegangen werden, dass derartige Katastropheneinsätze zwar sehr selten sind, grundsätzlich aber eintreten können und in diesem Fall eine immense Bedrohung für die Unterlieger bedeuten. Auch wenn noch keine abschließenden hydrologischen Bewertungen vorliegen, hat sich der Talsperrenbetreiber am 29. Juli 2021 die Einschätzung von Herrn Prof. Dr. Heinemann (am 29. Juli 2019 an die Bezirksregierung Köln übersandt) zu eigen gemacht. Darin heißt es u.a.:

„Unabhängig davon wird aus den vorläufigen Ergebnissen deutlich, dass hier ein Ereignis aufgetreten ist, das nach bisherigem menschlichen Ermessen nicht zu erwarten war.“

Diese Beurteilung greift zu kurz. Der Talsperrenbetreiber ist zur Beachtung und Einhaltung der geltenden Normen, u.a. der DIN 19700-11 „Stauanlagen-Talsperren“ verpflichtet. Dort heißt es in Abs. 4.3 „Bemessung von Talsperren hinsichtlich Hochwassersicherheit und –schutz“ unter 4.3.1 „Hochwassersicherheit (Hochwasserbemessungsfälle 1 und 2)“:

„Das verbleibende Risiko infolge Überschreitung von BHQ2 oder des Hochwasserstauziels 2 (Z_{H2}) ist – erforderlichenfalls unter Beachtung des PMF (en: Probable Maximum Flood – vermutlich größtes Hochwasser) – zu bewerten und notwendigenfalls durch technische und/oder organisatorische Maßnahmen ausreichend zu mindern.“

Aus fachlicher Sicht ist die Interpretation eindeutig: Auch sehr seltene (und unerwartete) Ereignisse sind grundsätzlich im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf den Talsperrenbetrieb und die Anlagensicherheit angemessen zu berücksichtigen. Der Umgang mit dem Restrisiko muss in der betrieblichen Notfallplanung sowie einer klaren Abstimmung mit dem Katastrophenschutz geregelt werden (siehe Kap. 6). Dazu zählen z.B.:

- Erarbeitung einer Alarm- und Einsatzplanung mit den zuständigen Katastrophenschutzbehörden auch im Hinblick auf betriebliche Notfallsituationen,
- Installation eines angemessenen Informations- und Warnsystems für den Fall der Überschreitung der Bemessungshochwasserstände oder betrieblicher Notfälle, einschließlich Evakuierungsszenarien

Es ist festzustellen, dass bei der erforderlichen Vorbereitung auf seltene und extreme Hochwasserereignisse diese Aspekte nicht bzw. nur unzureichend berücksichtigt worden sind.

Auswirkungen der Überlastung von technischen Hochwasserschutzanlagen

Das Hochwasserereignis vom 14./15. Juli 2021 hat neben den bereits geschilderten „besonderen Betriebszuständen“ auch dazu geführt, dass eine Reihe von technischen Hochwasserschutzanlagen ihre Bemessungsgrenzen erreichten und quasi „planmäßig“ überlastet wurden. Ein repräsentatives Beispiel dafür sind Hochwasserrückhaltebecken, die nach der maßgebenden Norm DIN 19700-12 „Stauanlagen – Hochwasserrückhaltebecken“ grundsätzlich auf definierte Bemessungsereignisse ausgelegt werden. Wird das Bemessungshochwasser, z.B. das HQ_{50} oder HQ_{100} , erreicht, füllt sich der Stauraum des Hochwasserrückhaltebeckens und hält eine vorher definierte Wassermenge zurück. Ist der Stauraum gefüllt, kann das Hochwasserrückhaltebecken keinen (nennenswerten) Retentionsraum zum Hochwasserrückhalt mehr zur Verfügung stellen und die zufließende Wassermenge in das gefüllte Becken wird (planmäßig) über die Hochwasserentlastungsanlage ins Unterwasser abgeführt. Wird jedoch bei Überschreiten der Bemessungshochwasserabflüsse BHQ_1 und BHQ_2 die Hochwasserentlastungsanlage überlastet, so muss auch in diesem Fall vorbeugend das verbleibende Risiko angemessen in der betrieblichen Notfallplanung berücksichtigt und Vorkehrungen in Zusammenarbeit mit den zuständigen Katastrophenschutzbehörden erarbeitet und festgelegt werden.

Für das Hochwasser vom 14./15. Juli 2021 sind mehrere Überlastungen von Hochwasserrückhaltebecken eingetreten und dokumentiert³⁸.

Beispielhaft zeigt die in Abbildung 18 und 19 dokumentierte Situation des HWRB Horchheim während des Hochwassers vom 14./15. Juli 2021 eine potentiell gefährliche Situation und Beschädigung des Absperrbauwerkes.

³⁸ Der Hinweis auf das in der ursprünglichen Fassung des Gutachtens genannte Beispiel des Hochwasserrückhaltebeckens Overath Steinbrücke ist nach Überprüfung als fehlerhafte Interpretation korrigiert und der Text angepasst worden.



Abb. 18: Hochwasserrückhaltebecken Horchheim während des Hochwasser im Juli 2021 (Erftverband³⁹)

Grundsätzlich müssen diese außergewöhnlichen betrieblichen Zustände wegen ihrer hohen potentiellen Gefährdung infolge eines Bauwerksversagens im Rahmen der Hochwasservorsorge umfassend berücksichtigt werden⁴⁰. Dabei muss im Zentrum der Betrachtung der angemessene Umgang mit – möglicherweise plötzlich auftretenden – Versagensszenarien und ihren Auswirkungen im Unterwasserbereich stehen. Neben den Möglichkeiten und Grenzen von technischen Maßnahmen ist die enge Abstimmung mit dem Katastrophenschutz erforderlich. Dazu könnten z.B. mit Hilfe von modellierten Bruchszenarien mögliche Überflutungen in Form von Flutwellenberechnungen abgeschätzt und angepasste Evakuierungskonzepte abgeleitet werden (siehe Kap. 6).

Das ist vor der Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021 offensichtlich weder von den zuständigen Genehmigungsbehörden gefordert noch von den Stauanlagenbetreibern in ausreichendem Masse selbstständig erarbeitet und vorgehalten worden.

Steuerung von Technischen Hochwasserschutzanlagen - Verkläunungen infolge Treibgutunfall

Ein weiterer wichtiger Aspekt betrifft die Gefahr der Einschränkung bzw. des Ausfalls von relevanten, für den Betrieb bzw. die Steuerung von Stauanlagen notwendigen Anlagenteilen, z.B. Grundablässen, Verschlüssen oder Rechen.

³⁹ Erftverband (2021): Vortrag Dr. Jansen auf der 126. (außerordentlichen) Sitzung des Verbandsrates am 19. August 2021 (Unterlagen des PUA; Dokument: *hw2021_praes_jn.pdf*, S. 13)

⁴⁰ Pohl, R.: Wenn das Undenkbare passiert: Stauanlagenversagen – Ausgewählte Beispiele und Ursachen.- In: Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken. Berichtsband zur 25. Jahrestagung der Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung Baden-Württemberg mbH, 2019, S. 8-15, ISSN 1438-3586



Abb. 19: Hochwasserrückhaltebecken Horchheim während des Hochwasser im Juli 2021 (Erftverband³⁹)

Das Hochwasserereignis vom 14./15. Juli 2021 hat in weiten Teilen des Landes Nordrhein-Westfalen Mittelgebirgsregionen getroffen. Dadurch fanden die Hochwasserabflüsse in Fließgewässern statt, die wesentlich durch die orographische Situation und die Hang- und Talgefälle geprägt sind. Daraus resultierten regional vergleichsweise hohe Fließgeschwindigkeiten und große Sohlschubspannungen (vgl. Kap. 4.2). Im Ergebnis wurden ungewöhnliche große Mengen an Geschiebe und Treibgut mobilisiert, transportiert und abgelagert. Da in den betroffenen Gebieten nur wenige Geschiebe- und Treibgutrückhalteanlagen installiert und bei diesen außergewöhnlichen Situationen wirksam sind, findet der Transport weitgehend ungestört statt.

In viele Stauanlagen wurden daher hohe Mengen an Geschiebe und Treibgut eingetragen. Flächendeckende detaillierte Untersuchungen liegen noch nicht vor, jedoch sind die Auswirkungen dieser Transportprozesse während des Hochwasserereignisses insbesondere auf den Betrieb von Stauanlagen sichtbar und (zumindest vorläufig) dokumentiert geworden. Beispielhaft ist in Abb. 20 der Auslaufbereich des Hochwasserrückhaltebeckens Rospe bei Gummersbach vom Aggerverband nach Ablauf des Hochwassers vom 14./15. Juli 2021 von der Wasserseite aus (nach Entleerung des Beckens) fotografiert worden. Zu erkennen ist die Verklauung des Rechens im Einlaufbereich des Durchlassbauwerkes. Vermutlich wurde dadurch der Ablauf aus dem Hochwasserrückhaltebecken verringert. Daraus resultiert konsequenterweise ein Anstieg des Wasserspiegels im Staubecken, der auf diese teilweise Verlegung des Abflussquerschnittes zurückzuführen ist.



Abb. 20: Hochwasserrückhaltebecken Rospe am 27. Juli 2021 – Auslaufbauwerk wasserseitig nach Ablauf des Hochwassers aus dem Stauraum fotografiert (Aggerverband, 2021)

Diese offensichtlichen Tatsachen zeigen das Dilemma deutlich auf: Die hydraulischen Modellierungen der Hochwasserabflüsse berücksichtigen ausschließlich Wasser, ohne die durch das Wasser transportierten Stoffe (Geschiebe und Treibgut) angemessen zu berücksichtigen. Das ist an dieser Stelle eine schlichte Feststellung und beschreibt den Stand der Technik. Jedoch müssen die praktischen Auswirkungen im Rahmen der Hochwasservorsorge betrachtet und berücksichtigt werden.

Dazu kämen u.a. folgende Ansätze in Betracht:

- Bewertung des Geschiebe- und Treibgutsituation in den Einzugsgebieten mit abgeleiteten Managementansätzen (z.B. Totholzmanagement, vgl. z.B. Seidel und Nickel, 2020⁴¹)
- Management der Geschiebe- und Treibguteinträge in die Stauanlagen
- Erarbeitung von Notfallkonzepten auf der Basis hydraulischer Modellszenarien, die neben dem Hochwassergeschehen auch den Transport von Geschiebe und Treibgut berücksichtigen

⁴¹ Seidel, M. und Nickel, S. (2020): „Totholzmanagement in der Entwicklung von Fließgewässern“, Wasser und Abfall, Ausgabe 7-8/2020

Es ist festzuhalten, dass diese Problematik nicht in ausreichendem Masse berücksichtigt und z.B. in den betrieblichen Notfallszenarien oder Alarm- und Einsatzplänen aufgegriffen wurden.

Resilienz von Technischen Hochwasserschutzanlagen

In den letzten Jahren findet zunehmend das Konzept der Resilienz Eingang in die Risikoforschung und damit auch in das Hochwasserrisikomanagement, siehe Jüpner u.a., 2018 und Rinnert u.a., 2019⁴². Dabei wird Resilienz in diesem Zusammenhang als Fähigkeit interpretiert, Naturgefahren weitgehend unbeschadet zu überstehen und die Auswirkungen eines Ereignisses in möglichst kurzer Zeit zu überwinden. Für technische Hochwasserschutzanlagen kann dieser Ansatz grundsätzlich übertragen werden. Für sicherheitsrelevante Anlagen und Anlagenteile sind konkrete praktische Umsetzungen möglich. So ist z.B. ein Hang- oder Mauerkronenüberfall einer Hochwasserentlastungsanlage gegenüber einem Schachtüberfall überlastbar und auch noch wirksam, wenn die Bemessungshochwasserannahmen überschritten werden. Im Fall außerplanmäßiger Überflutungen sind daher geringere Schäden und geringere Wiederherstellungskosten zu erwarten (Rinnert u.a., 2019).

Hochwasserschutz an kleineren Gewässern

Die bisherigen Betrachtungen hatten die großen und mittelgroßen Fließgewässer des Landes NRW im Fokus. Eine wirksame Hochwasservorsorge muss jedoch das gesamte Fließgewässersystem und damit auch die kleinen Fließgewässer berücksichtigen. Im derzeitigen System des Hochwasserrisikomanagements nach Europäischer Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (siehe Kap. 2) werden Hochwasservorsorgemaßnahmen auf die Gewässer mit „potentiell signifikanten Hochwasserrisiko“ beschränkt und nur in begründeten Fällen zusätzlich betrachtet. Das bezieht sich jedoch grundsätzlich auf alle Gewässer mit einem Einzugsgebiet von größer als 10 km². Die Erfahrungen abgelaufener Hochwasserereignisse und insbesondere die verheerenden Starkregenhochwasserereignisse der vergangenen Jahre haben deutlich gezeigt, dass auch abseits der großen Fließgewässer erhebliche Hochwasserschäden auftreten können. Insofern ist eine permanente Überprüfung der maßgebenden „Gebietskulisse“ von Hochwasservorsorgemaßnahmen nach jedem relevanten Hochwasserereignis erforderlich. Im „Zweiter fortgeschriebener Bericht zu Hochwasserereignissen Mitte Juli 2021“ führt das zuständige MULNV aus (MULNV, 2021):

„Hochwasserschutz an großen Gewässern wird neben vielen anderen Maßnahmen am Ende häufig mit technischen Hochwasserschutzmaßnahmen, wie beispielsweise Deichen, gewährleistet. Der Hochwasserschutz an kleinen Gewässern dagegen gerade im Mittelgebirge besteht angesichts der oftmals nicht zur Verfügung stehenden Fläche für technische Rückhaltmaßnahmen vornehmlich aus Information und Warnung. Es muss geprüft werden, inwieweit der technische Hochwasserschutz an kleineren Gewässern insbesondere im Mittelgebirge weiter vorangetrieben werden kann.“

Diese Einschätzung ist fachlich begründet und zu unterstützen. Sie beschreibt ein klares Defizit in der Situation der Hochwasservorsorge vor dem Hochwasserereignis vom 14./15. Juli 2021.

Angemerkt werden muss, dass ohne ausreichende personelle und materielle Ressourcen substantielle Verbesserungen vermutlich nicht erreicht werden können.

⁴² Rinnert, C., Pohl, R., Jüpner, R. (2019): „Ist Resilienz messbar? Ein Beitrag aus Sicht des Hochwasserrisikomanagements“- In: Wasserwirtschaft 109, 12, S. 52-55, ISSN 0043-0978

5.5 Informationsvorsorge - Hochwasservorhersage

Zuständigkeit und Organisation der Hochwasservorhersage in NRW

Die Hochwasservorhersage ist als eine zentrale Aufgabe der Wasserwirtschaft anzusehen. Sie ist Teil des Hochwasserinformationsdienstes, welcher durch das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) organisiert, betrieben und verantwortet wird. Im Einzugsgebiet der Wupper übernimmt der Wupperverband die Aufgaben des Hochwasserinformationsdienstes und des Hochwassermelddienstes in Eigenregie.

Der Hochwassermelddienst NRW des LANUV stellt auf seinen Internetseiten <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/wasser/hochwasserschutz/hochwasser-melddienst-nrw/> aktuelle Wasserstände an den Gewässern in NRW sowie Hochwassermeldungen bezogen auf Hochwassermeldepegel entsprechend der Hochwassermeldeordnung zur Verfügung. Im Hochwasserfall werden ferner „Hydrologische Lageberichte“ erstellt und veröffentlicht. Zusätzlich sind Wetterinformationen abrufbar.

Welches Hochwasserereignis wird wie vorhergesagt?

Die Hochwasservorhersage für die größeren Fließgewässer in NRW erfolgen pegelbezogen an 99 Hochwassermeldepegeln. Die entsprechenden Daten werden durch das LANUV erarbeitet und veröffentlicht (Abb. 21).

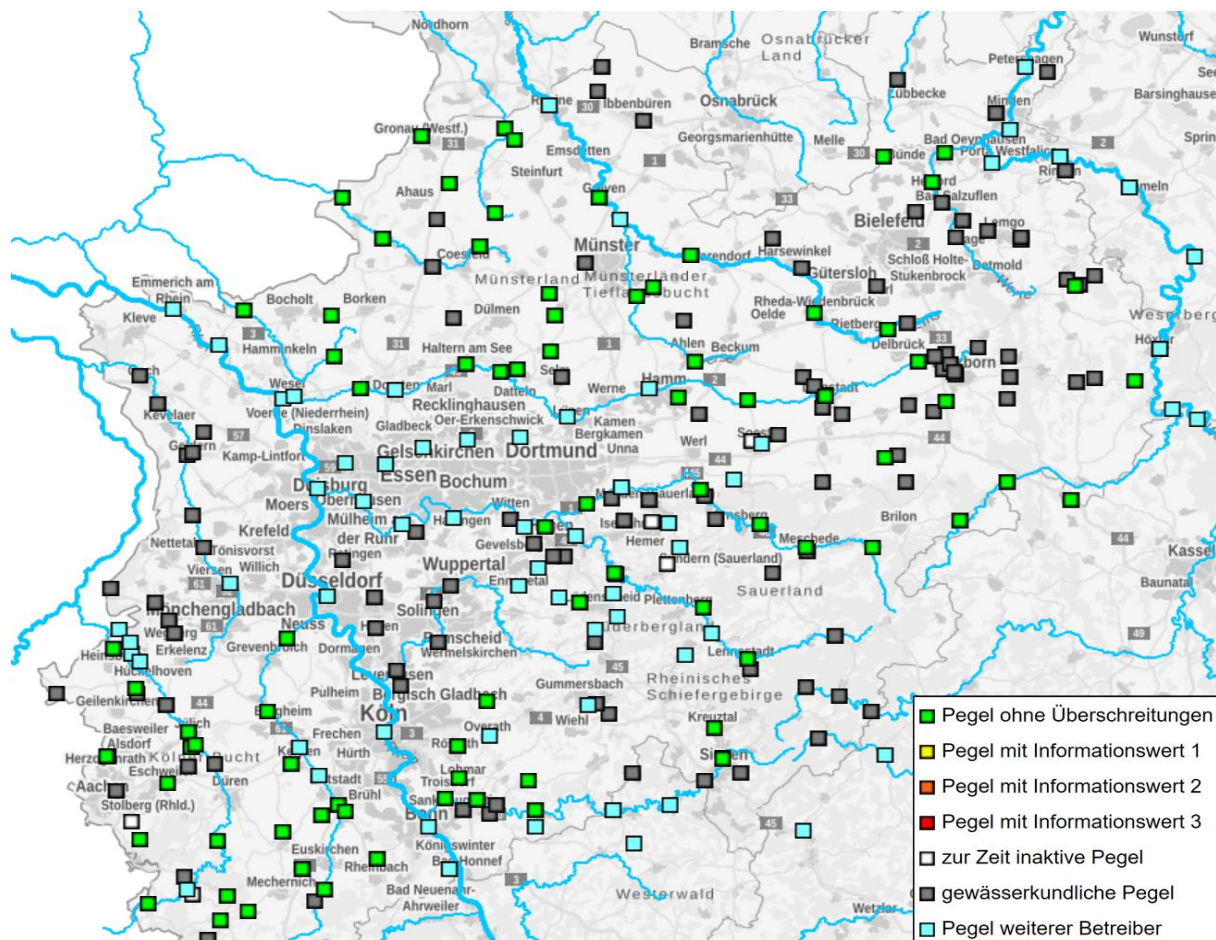


Abb. 21: Hochwassermeldepegel in Nordrhein-Westfalen (<https://luadb.it.nrw.de/LUA/hygon/pegel.php?karte=nrw>)

Dabei werden bei Vorliegen einer relevanten hydro-meteorologischen Ausgangslage mit Hilfe hydraulischer Modellierungen für den jeweiligen Pegel Hochwasservorhersagen und -prognosen erstellt. Es werden jedoch standardmäßig keine Systeme eingesetzt, die kurzfristige Prognosen der Abflussmengen simulieren können.

Zum Hochwasserinformationsdienst gehört weiterhin die fachkundige Beurteilung der aktuellen und prognostizierten die Hochwasserlage. Das zuständige LANUV nimmt diese Aufgabe wahr und informiert über die aktuelle Hochwasserlage in Nordrhein-Westfalen mit Bezug auf die relevanten Pegelinformationen. Diese Informationen werden sowohl im Internet öffentlich zugänglich gemacht, zusätzlich werden die Behörden über entsprechende Verteiler direkt in Kenntnis gesetzt. Außerdem benachrichtigt das LANUV die Bezirksregierungen über die aktuelle Hochwasserlage teils im Vorfeld und stets während eines Hochwasserereignisses in einem täglich erscheinenden Lagebericht (MULNV, 2021).

Die Hochwasservorhersage erfolgt bezogen auf die genannten Hochwassermeldepegel, für die jeweils drei gewässerspezifische Informationswerte ermittelt wurden. Diese sind in Abb. 22 visualisiert.

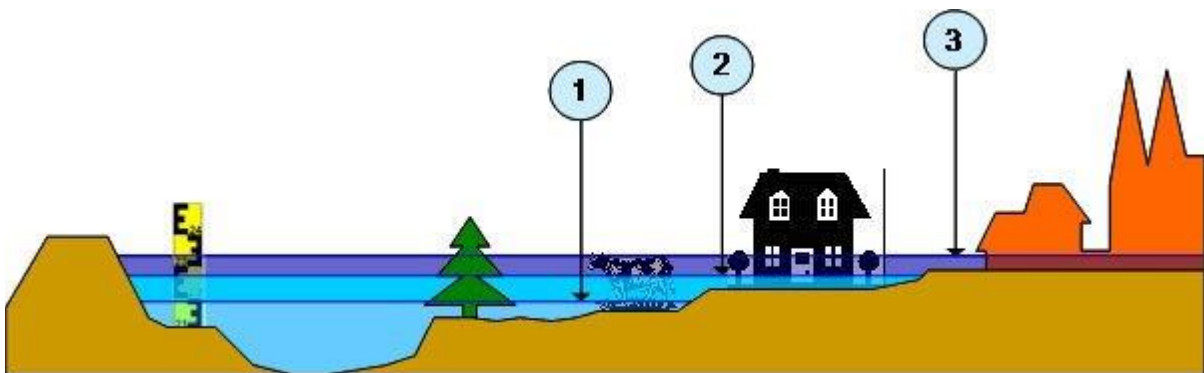


Abb. 22: Informationswerte bezogen auf die Hochwassermeldepegel in Nordrhein-Westfalen (MULNV, 2021)

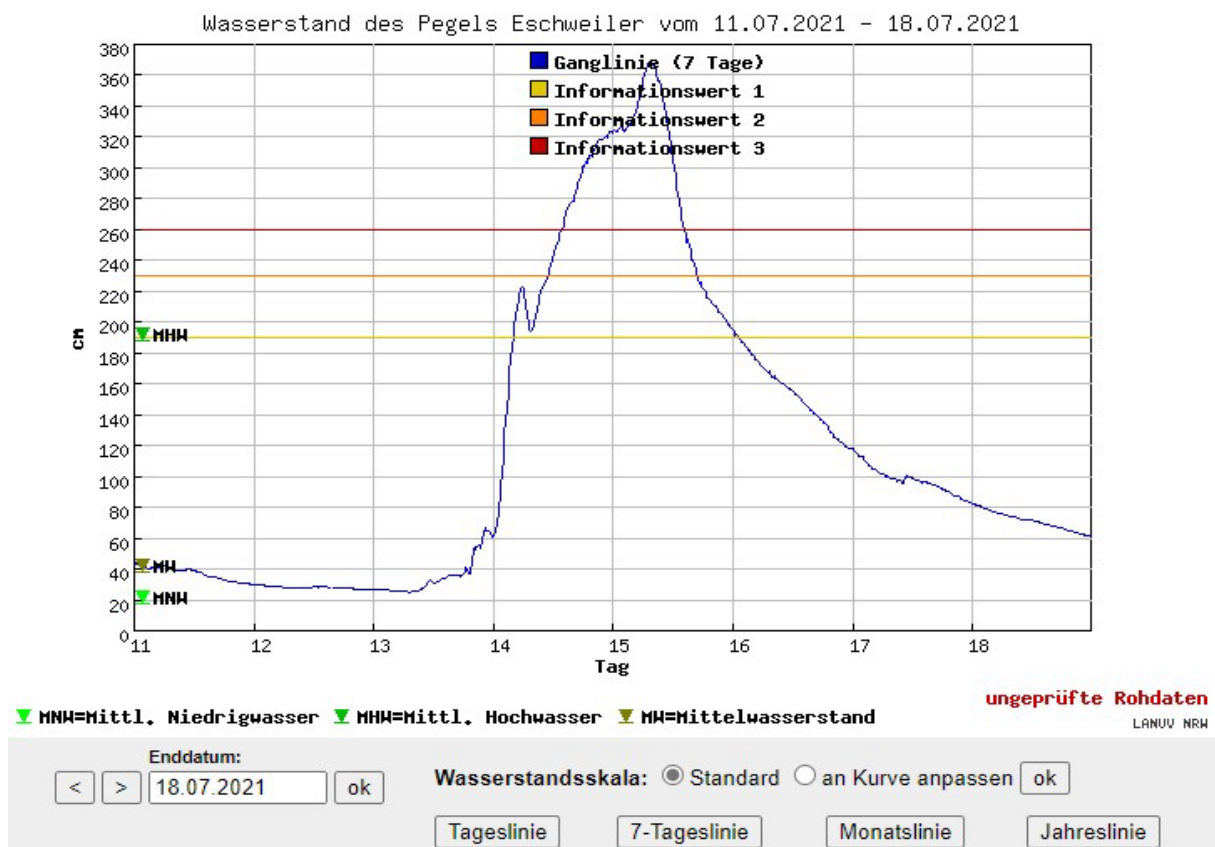
Informationswert 1:	Beginn der Ausuferung des Gewässers; land- und forstwirtschaftliche Flächen und Verkehrsflächen können überflutet werden
Informationswert 2:	Gefahr der Überflutung einzelner bebauter Grundstücke oder Infrastruktureinrichtungen
Informationswert 3:	Gefahr der Überflutung von bebauten Gebieten oder Infrastruktureinrichtungen in größerem Umfang

Die Vorhersage eines Hochwassers beschränkt sich demzufolge auf Fluss-Hochwasser und auch nur auf größere Fließgewässer, während für kleinere Fließgewässer und durch Starkregen verursachte Hochwasser durch die staatliche Wasserwirtschaft grundsätzlich keine Hochwasservorhersagen erstellt werden. Im System der Hochwasservorhersage wird für einen Hochwassermeldepegel ein Hochwasserstand entsprechend der hydraulischen Modellierung vorhergesagt. Betrachtet man dabei z.B. die während des Juli-Hochwassers 2021 besonders betroffene Erft, so werden auf ca. 106 km Fließlänge Vorhersagen für die sechs Hochwassermeldepegel Arloff, Bliesheim, Gymnich, Mödrath, Glesch und Neubrueck berechnet.

Dieser systemische Ansatz und die Praxis der Hochwasservorhersage ist grundsätzlich zu kritisieren, da sie sich auf größere Fließgewässer beschränkt und die kleineren nicht bzw. nur unzureichend berücksichtigt. An diesen Fließgewässern können – wie die Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021 für die Betroffenen auf schmerzvolle Weise gezeigt hat – erhebliche Hochwasserschäden auftreten. Sind

grundlegende Informationen aus der Hochwasservorhersage nicht verfügbar, können angemessene Katastrophenschutz- und Gefahrenabwehrmaßnahmen nur ergriffen werden, wenn das Hochwasser schon eingetreten ist. Dadurch fehlen für effektive operative Hochwasserschutzmaßnahmen wesentliche Information, wie z.B. maximale Hochwasserstände und –mengen und Aussagen zum zeitlichen Verlauf des Ereignisses.

Grundsätzlich besteht für die Anwender/Betroffenen/Interessierten die Schwierigkeit darin, die pegelbezogenen Vorhersagen zu interpretieren und mit den vorliegenden drei Hochwasserszenarien der Hochwassergefahrenkarten in Verbindung zu setzen, um eine Vorstellung von der konkreten objektbezogenen Hochwassergefahr erhalten zu können (vgl. Kap. 5.1). Betrachtet man beispielhaft eine vom LANUV veröffentlichte pegelbezogene Vorhersage (Abb. 23), so ist auf der vorhergesagten Hochwasserganglinie (in Abb. 23 als gemessene Ganglinie über 7 Tage dargestellt) kein Bezug zu den in den Hochwassergefahrenkarten verwendeten Angaben $HQ_{\text{häufig}}$, HQ_{mittel} und HQ_{extrem} vorgenommen worden. Insofern muss eine Umrechnung der vorhergesagten Hochwasserstände am Hochwassermeldepegel in die der Hochwassergefahrenkarte zugrundeliegenden Hochwassermenge HQ_x (in m^3/s) selbst vorgenommen werden. Das kann von fachlichen Laien nicht erwartet werden. Insofern ist das System der Hochwasservorhersage als „Fachinformationssysteme“ anzusehen, welches aber keine ausreichenden Instrumente enthält, damit Betroffene – die überwiegend als fachliche Laien eingeschätzt werden müssen – eine klare Verbindung zwischen der pegelbezogenen Hochwasservorhersage und ihrer eigenen Betroffenheit bezüglich Ihres Hauses Grundstücks oder Standortes herstellen können.



Zeitangaben in gesetzlicher Zeit (Winterhalbjahr: MEZ, Sommerhalbjahr: MESZ)

Abb. 23: Informationswerte bezogen auf die Hochwassermeldepegel in Nordrhein-Westfalen (MULNV, 2021)

Wird die Hochwasservorhersage während eines Hochwasserereignisses angepasst?

Grundsätzlich werden die Hochwasservorhersage und die darauf basierenden Einschätzungen der jeweiligen Hochwasserlage von der zuständigen Wasserwirtschaftsverwaltung permanent aktualisiert und an die jeweilige Lage angepasst. Da die Hochwasservorhersage auf den aktuellen Pegelinformationen basiert bzw. auf diese ausgerichtet ist, kann im Fall einer plötzlichen Änderung der Lage häufig nicht schnell und für den operativen Hochwasserschutz ausreichend reagiert werden. Insbesondere Deichbrüche oder das Entstehen von Verklausungen werden nur in Ausnahmefällen zeitnah modelliert und in der pegelbezogenen Hochwasservorhersage abgebildet. Bei Hochwasserereignissen in Mittelgebirgslagen, die durch dynamische Abflussverhältnisse charakterisiert sind, ist eine für den operativen Hochwasserschutz verwendbare angepasste Hochwasservorhersage nur sehr schwer bzw. überhaupt nicht möglich.

Wie sind die meteorologischen Vorhersagen in Hochwasserwarnungen umgesetzt worden?

Für die Hochwasservorhersage ist die „Überführung“ der prognostizierten meteorologischen Situation, die in Form einer Niederschlagsvorhersage durch den DWD und private Dienstleister erstellt wird, in eine Hochwasservorhersage erforderlich. Dazu werden standardmäßig Niederschlag-Abfluss-Modellierungen eingesetzt, die neben den meteorologischen Eingangsgrößen wie der erwarteten Intensität und Menge des Niederschlags, eine Reihe hydrologisch relevanter Parameter des betrachteten Einzugsgebietes (Bodenfeuchte, Hangneigung etc.) quantifizieren und berücksichtigen. Es ist wichtig zu betonen, dass eine Niederschlagsvorhersage allein nicht ausreicht, um eine Hochwasservorhersage erstellen zu können. Bei sehr großen Flüssen werden auch Translationsmodelle eingesetzt, mit denen die zeitliche „Verschiebung“ der Hochwasserwelle simuliert wird.

Obwohl die Hochwasservorhersage als ein langjährig erprobtes Verfahren mit klar geregelten Verfahrensschritten etabliert ist und einen aus fachlicher Sicht qualitativ hohen Stand erreicht hat, scheint insbesondere der Umgang mit ungewöhnlichen und bis dahin noch nicht dagewesenen Situationen problematisch gewesen zu sein. Über die aufgetretenen Schwierigkeiten beim reibungslosen Zusammenwirken von Meteorologen und Hydrologen/Wasserwirtschaftlern berichtet das MULNV in dem „Zweiten fortgeschriebenen Bericht zu Hochwasserereignissen Mitte Juli 2021“ am 24. August 2021:

„Das LANUV hat die dargestellte meteorologische Witterungssituation zunächst, d.h. am 12.07.2021, als NRW-typische sommerliche Situation wasserwirtschaftlich eingeordnet, die in den vergangenen Jahren immer wieder lokal und teils regional Hochwasser an kleineren Gewässer auslöste. Die Angaben des DWD am 12. und 13. Juli waren bei aller fachlichen Qualität der Vorhersage in einem für die Wasserwirtschaft relevanten Punkt nicht präzise: Der DWD benannte den Zeitraum des Niederschlags vor dem 14. Juli mit „bis Donnerstag früh“ und „nächste 48-60 Stunden“. Daraus resultierte die wasserwirtschaftliche Bewertung, dass der Niederschlag über diesen Zeitraum verteilt fällt. Am Montag sprach die Meldung auch noch von einer Aufsummierung. Damit war zwar ein Hochwasser wahrscheinlich, aber nicht das tatsächlich eingetretene Ereignis. Tatsächlich war die meteorologische Situation als stationäres Tief eine unbekannt Konstellation, da sie mindestens in den vergangenen Jahrzehnten seit Beginn der aktuellen hydrologischen Aufzeichnungen (seit ca. 1950er-1960er – Jahre) nicht aus den Messdaten bekannt war. Außerdem fielen die Regenmengen nicht binnen mehrere Tage. Bis Dienstagnachmittag (1. Hydrologischer Lagebericht) waren nur geringe Mengen Niederschlag gefallen. Erst gegen kurz vor Mitternacht begannen in der Region Hagen die maßgebenden Niederschläge mit einer Dauer von ca. 20 Stunden. In der Eifel sind die maßgebenden Mengen – in korrekt vorgesagter Höhe – in teils noch kürzeren Zeiträumen gefallen: 14 h (Stationen Freilingen, Blankenheim), 18 h (Esterbach) Anlage „Summenlinien ausgewählter Niederschlagsstationen (Freilingen, Blankenheim, Esterbach)“, jeweils mit rund 2/3 der Menge in den 6 Stunden von 15-21 Uhr. Somit war, v.a. mit diesem „endbetonten Niederschlag“, die wasserwirtschaftliche Folge natürlich höher und keinesfalls die, die bei einer zeitlichen Niederschlagsverteilung über 48-60 Stunden zu erwarten gewesen wäre. ...

Zusammenfassend: Die bereitgestellten Informationen waren zwar geeignet, um innerhalb des LANUV mit der dort vorliegenden Erfahrung den Hochwasserinformationsdienst frühzeitig zu aktivieren und auch vor dem Überschreiten von Warnwerten den ersten hydrologischen Lagebericht zu verfassen. Sie führten aber - i.W. aus den genannten nachvollziehbaren Gründen - nicht zu einer derart weitgehenden hydrologischen Einordnung, wie sich die Lage dann entwickelte.“

Diese Ausführungen weisen auf einen interessanten und wichtigen Punkt hin: Es existiert offensichtlich und erstaunlicherweise kein abgestimmtes (Fach)Begriffssystem zwischen den „Fachcommunities“ der Meteorologinnen / Meteorologen und Hydrologinnen / Hydrologen im Bereich der Hochwasservorhersage, welches eine eindeutige und kohärente Kommunikation ermöglicht. Dabei ist ein umfassendes und fundiertes gegenseitiges Verständnis gerade im Hinblick auf die systemimmanenten Unsicherheiten in Vorhersage und Modellierung unverzichtbar für ein reibungsarmes gemeinsames Ergebnis – einer möglichst präzisen und rechtzeitigen Hochwasservorhersage für die betroffenen Regionen.

Diese Situation stellt einen gravierenden systemischen Mangel dar und ist ein wesentlicher Aspekt im Sinne der gutachterlichen Fragestellung.

Es stellt sich die grundsätzliche Frage, wann das LANUV, nachdem die gefallen Niederschlagsmengen beobachtet bzw. gemessen wurden, die ursprüngliche Einschätzung korrigiert und der tatsächlich eingetretenen Situation angepasst hat und ob bzw. in welcher Form das auch proaktiv geschah. Vom LANUV liegen dazu bisher keine abschließenden Auswertungen vor, so dass diese wichtige Frage im Rahmen des vorliegenden Sachverständigengutachtens nicht weiterverfolgt werden kann.

Welche erweiterten Möglichkeiten der Hochwasservorhersage und –prognose wären zusätzlich möglich?

Die generelle Erkenntnis aus vergangenen Hochwasserereignissen der letzten Jahre in Deutschland ist auch im Juli 2021 wieder deutlich sichtbar geworden: Während das etablierte System der Hochwasservorhersage für große Fließgewässer, wie Rhein, Elbe und Donau aufgrund der Hochwassercharakteristik und der Transportprozesse in vergleichsweise „trägen Systemen“ recht gute Ergebnisse liefert, funktioniert der gleiche Ansatz in Mittelgebirgsregionen nur eingeschränkt. Die hohe Dynamik des Hochwassergeschehens in kleinräumigen Einzugsgebieten stellt dabei die zentrale Herausforderung dar. In der Konsequenz sind insbesondere in kleinen Mittelgebirgseinzugsgebieten rechtzeitige und präzise Hochwasservorhersagen nicht bzw. nicht in ausreichendem Masse verfügbar und demzufolge ist auch die Hochwasserwarnung (vgl. Kap. 5.6) grundsätzlich von deutlich schlechterer Qualität. Anzumerken ist jedoch, dass in einigen Bundesländern, z.B. in Sachsen, insbesondere durch die Erfahrungen aus abgelaufenen großen Hochwasserereignissen in Mittelgebirgsregionen, das bestehende System fortentwickelt und insbesondere in Kombination mit Frühwarn-Komponenten mittlerweile einen (bundesweit betrachteten) deutlich fortgeschrittenen Stand erreicht hat.

Diese Einschätzung trifft auch dann zu, wenn die großflächige Niederschlagsvorhersage vergleichsweise präzise erfolgt, denn die konkreten regionalen Unterschiede im tatsächlichen Hochwassergeschehen variieren z.T. erheblich. So floss während des Hochwasserereignisses vom 14./15. Juli 2021 z.B. im Rur-Einzugsgebiet in der Oberen Rur bei Monschau ein „normales“ Hochwasser mit einer Abflußmenge von ca. 130 m³/s ab, während im benachbarten, etwa gleich großen, Urfttal bei Schleiden ein extremes Hochwasser mit ca. 500 m³/s Scheitelabfluss beobachtet wurde⁴³.

⁴³ Erftverband – Vortrag Dr. Reichert / Dr. Demny am 5. August 2021 im MULNV (Daten PUA, Dokument A802233_2021-08-05_HW-Warnsystem-EifelRur_Ministeriumstermin_Sitzung_2021-08-05.pdf)

Das erprobte und für große Einzugsgebiete gut funktionierende bestehende System der Hochwasservorhersage kann grundsätzlich auch auf kleinere Einzugsgebiete angewendet werden. Dazu ist eine „Herunterskalierung“ der verwendeten hydrologischen Modellansätze unter Beachtung der sich ändernden Rahmenbedingungen in den Betrachtungsräumen erforderlich. Notwendig ist die Installation zusätzlicher Pegel, die im Rahmen der Hochwasservorhersage genutzt werden können. Es ist offensichtlich, dass die dazu notwendigen Investitionen zu einer Verbesserung der flächendeckenden Hochwasservorhersage beitragen können; entsprechende Vorstellungen sind in den vorliegenden Auswertungen und Schlussfolgerungen der Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021 von Seiten der Wasserwirtschaft (u.a. MULNV, 2021) bereits formuliert und bekräftigen damit erneut fachliche Einschätzungen, die nach den großen Hochwasserereignissen in anderen Flusseinzugsgebieten Deutschlands bereits formuliert wurden (vgl. u.a. Sächsische Staatskanzlei, 2002 und Sächsische Staatskanzlei, 2013).

Mit Hilfe von „Prognosetools“ kann durch Zusammenführen relevanter Informationen eine automatische Generierung von qualitativen Abflussprognosen mittels Künstlicher Intelligenz erfolgen. Erste wissenschaftliche Ansätze und Verfahren (u.a. Merz, 2020⁴⁴) existieren dazu bereits und sind in der Erprobung. Werden aktuelle hydrologische Einzugsgebietsinformationen z.B. die Bodenfeuchte mit Echtzeitdaten (Wasserstände, Wasserspiegellagen) und Niederschlagsvorhersagen verschnitten und ausgewertet, können damit auch für kleinräumige dynamische Einzugsgebiete Hochwasservorhersagen generiert werden.

Im geplanten „Teilprojekt RAPID – Prognose für ungesteuerte Flüsse“ wird dieser Ansatz aktuell in einem Forschungsvorhaben des Wasserverbandes Eifel-Rur gemeinsam mit der RWTH Aachen für das Pilotgebiet Inde/Vicht bearbeitet⁴³.

Die „Prognosetools“ sind insbesondere wirksam, wenn sie in Regionen mit hohem Schadenspotential eingesetzt werden können. Daher kommt der vorbeugenden Betrachtung verschiedener „Risikokulisen“ besondere Bedeutung zu. Insofern ist die Verknüpfung mit räumlichen Hochwasserrisikobetrachtungen (Kap. 5.4), wie sie durch den neuen „Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz“ systematisch und flächendeckend erstellt werden müssen, in diesem Sinne als zielführend anzusehen.

⁴⁴ Merz, B., et al. (2020). "Impact Forecasting to Support Emergency Management of Natural Hazards." *Reviews of Geophysics* **58**(4): e2020RG000704

5.6 Informationsvorsorge - Hochwasserwarnung

Als Hochwasserwarnung bezeichnet man das gesamte System der Informationsweitergabe relevanter Hochwasserlageinformationen u.a. an die betroffene Bevölkerung. Das in NRW zuständige LANUV stellt dazu die relevanten Daten innerhalb des „Hochwassermeldedienstes“ auf einer speziellen Internetseite zur Verfügung: <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/wasser/hochwasserschutz/hochwassermeldedienst-nrw>.

Informationsfluss bei Hochwassergefährdung

Im Falle eines drohenden Hochwassers werden die Informationen über die Hochwassergefährdung in NRW im Wesentlichen passiv zur Verfügung gestellt. In anderen Bundesländern, z.B. Sachsen, wird eine aktive Informationsweitergabe praktiziert. Diese Vorgehensweise resultiert aus den Erfahrungen mit den großen Hochwasserereignissen in Sachsen ab 2002 und war eine wichtige Schlussfolgerung aus den Ereignisanalysen 2002, 2010 und 2013. Eine Systemübersicht zeigt Abb. 24.

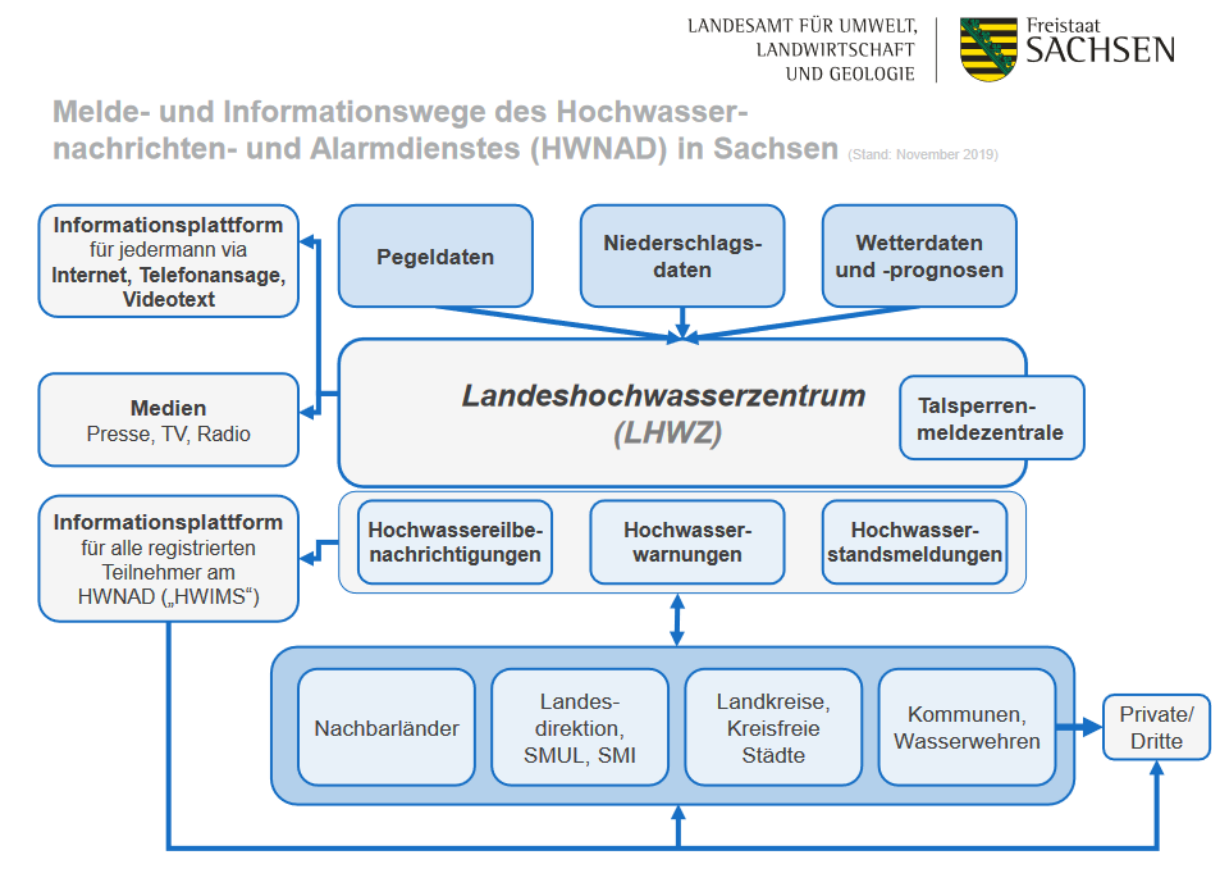


Abb. 24: Melde- und Informationswege des Hochwassernachrichten- und Alarmdienstes (HWNAD) in Sachsen (https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/lhwz/download/Schema_Informationsfluss_HWNAD_2019.pdf)

Die Hochwasserinformationen werden in Sachsen einem definierten Empfängerkreis bei drohender Hochwassergefahr elektronisch übermittelt und eine Bestätigung über den Informationserhalt ist innerhalb einer definierten Zeitspanne von 60 Minuten erforderlich. Erfolgt diese nicht, erfolgt automatisch eine Wiederholung und anschließend eine Information an die vorgesetzte Dienststelle.

Wie ist die Wirksamkeit des Systems der Hochwasserwarnung einzuschätzen?

Die Hochwasserwarnung ist als geregeltes System der Informationsweitergabe innerhalb der Hochwasservorsorge konzipiert. Es überträgt Fachinformationen, die durch die Wasserwirtschaftsverwaltung in ihrem fachlichen Kontext erstellt werden. Die Warnung vor einer drohenden Hochwasserlage ist daher als „technisches Fachinformationssystem“ anzusehen, welches definierte hydrologische und hydraulische Fachtermini und Fachbegriffe verwendet, wie z.B. Wasserstände an Hochwassermeldepegeln, Durchflussmengen bezogen auf Gewässerquerschnitte oder statistische (Bezugs)größen. Eine vertiefende Erläuterung für den fachlichen Laien ist grundsätzlich nicht vorgesehen. Insofern besteht zum vollständigen Verständnis der Hochwasserwarninformationen für viele Akteure im Hochwasserrisikomanagement die Notwendigkeit, relevante Informationen aus der Hochwasserwarnung herauszusuchen und diese zu interpretieren. Wird zum Beispiel im Rahmen der Hochwasserwarnung vor einem „Wasserstand x am Pegel y“ gewarnt, ist diese Aussage nur mit dem Wissen der spezifischen regionalen Situation und der Möglichkeit der räumlichen Übertragung (z.B. mit Hilfe der Hochwassergefahrenkarten – vgl. Kap. 5.1) zu verstehen. An dieser Stelle sei nochmals auf das Problem der Übertragbarkeit von pegelbezogenen Hochwasservorhersagen und der räumlichen Übertragung hingewiesen. Zwar verfügen viele Regionen, die häufig mit Hochwasser konfrontiert sind oder größere Hochwasserereignisse erleben mussten über regionale Erfahrungen, jedoch sind diese insbesondere bei seltenen Ereignissen nicht oder nicht hinreichend vorhanden und demzufolge nicht als „Interpretationshilfe“ nutzbar.

Wie ist die Wirksamkeit des Systems der Hochwasserwarnung in NRW zu beurteilen?

Auf der Basis der bisher vorliegenden Auswertungen kann geschlussfolgert werden, dass das in Nordrhein-Westfalen etablierte System der Hochwasserwarnung während des Hochwasserereignisses vom 14./15. Juli 2021 grundsätzlich funktioniert und die im Rahmen der Hochwasservorhersage erstellten Hochwasservorhersagen entsprechend der gesetzlich festgelegten Informations- und -meldewege kommuniziert wurden. Einschränkungen müssen hinsichtlich der unzureichenden Interpretation meteorologischer Vorhersagen, wie auf S. 52 beschrieben, angemerkt werden. Es ist jedoch anhand der vorliegenden Erfahrungsberichte erkennbar, dass das bestehende System insbesondere bei seltenen (extremen) und bisher nicht dagewesenen Ausnahmesituationen an seine Grenzen stößt und die generelle Funktionsfähigkeit eingeschränkt ist. Dabei sind zwei Punkte besonders zu erwähnen:

1. Die Tatsache, dass an den für die Hochwasservorhersage und – warnung notwendigen Wasserstandsmesseinrichtungen die tatsächlich aufgetretenen Werte während des Hochwasserereignisses nicht erfasst und übermittelt werden konnten, bedeutet eine ernsthafte Schwächung des auf die Hochwassermeldepegel konzentrierten gesamten hydrologischen Vorhersage- und Warnsystems. Es ist dringend erforderlich, die relevanten Messeinrichtungen so zu installieren bzw. nachzurüsten, dass alle Wasserstände gemessen und übermittelt werden können. Das war bereits eine wichtige Erkenntnis nach den Hochwasserereignissen an der Elbe 2002 und 2013, die offensichtlich in NRW nicht ausreichend Gehör fand.
2. Die Hochwasserwarnung bedeutet in seinem Kern, die Betroffenen vor einem Hochwasserereignis und den damit verbundenen negativen Auswirkungen in angemessener und verständlicher Form zu informieren und zu warnen. Vorliegende Auswertungen und Erfahrungsberichte zeigen jedoch, dass konkrete Warnungen vor der lebensbedrohlichen Konsequenz des Hochwassers teilweise nicht bzw. nicht in ausreichendem Maße erfolgte. Das ist ein wesentlicher Aspekt, der kritisch hinterfragt werden muss. Denn unabhängig von der Warnung konkreter

maximaler Wasserstände oder Abflüsse bleibt es die prioritäre Aufgabe der Hochwasserwarnung, eine Hochwasserlagebeurteilung vorzunehmen und die möglichen Konsequenzen angemessen und auf die Empfänger bezogen allgemein verständlich zu kommunizieren.

In der Auswertung der vielfältigen Aussagen von Betroffenen Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021 und den Einsatzkräften im Katastropheneinsatz sind vier wesentliche Kritikpunkte deutlich und wiederholt benannt, die nachfolgend erläutert werden:

1. Die auf die Hochwassermeldepegel bezogenen Hochwasservorhersagen sind schwer bzw. nicht zu „übersetzen“ in konkrete regionale oder objektbezogene Angaben

Das bestehende System der Hochwasservorhersage und –warnung erfolgt pegelbezogen und nutzt eine wasserwirtschaftliche „Fachsprache“ (z.B. „Es wird ein Hochwasserscheitelwasserstand von 8,40 m am Pegel x erwartet“). Diese Informationen sind für fachliche Laien, also für die überwiegende Anzahl der Betroffenen, die Krisenstäbe und Einsatzkräfte, nicht ohne Fachwissen und Zusatzinformationen auf eine konkrete Region, wie einen Stadtteil oder gar für ein Gebäude übertragbar (vgl. Kap. 5.5). Insbesondere bei sehr seltenen (extremen) Ereignissen, für die keine Erfahrungen vorliegen, wird diese Diskrepanz deutlich sichtbar.

Es gibt bereits Ansätze, auf der Basis der gezielten Kopplung verschiedener Daten, u.a. aus Geographischen Informationssystemen, Gewässerinformationen, Regenradar, Simulationsrechnungen durchzuführen, die in Echtzeit eine konkrete und regionalspezifische Hochwasserwarnung ermöglichen, siehe dazu u.a. die Hochwasserfrühwarnung für kleine Einzugsgebiete des sächsischen Landeshochwasserzentrums (<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/hwims/portal/web/fruehwarnung>) oder das Frühwarn-System der RWTH Aachen⁴⁵.

2. Eine konkrete Hochwassergefährdung für einzelne Regionen / Gebäude und die damit verbundene Gefahr für Leib und Leben war aus den Hochwasservorhersagen und Hochwasserwarnungen nicht eindeutig erkennbar

Die Hochwasserwarnungen werden an einen großen „Empfängerkreis“ adressiert. Betrachtet man allein die im operativen Hochwasserschutz tätigen Akteure (Abb. 28) so ist deutlich erkennbar, dass die Hochwasserinformation und Hochwasserwarnung entweder aus der meteorologischen und hydrologischen „Fachsprache“ übersetzt oder alternativ alle Empfänger entsprechend ausgebildet werden müssen, um die Hochwasserwarnungen tatsächlich korrekt interpretieren zu können. Jedoch würde auch eine entsprechende Fachkunde das grundsätzlich Problem der Ermittlung der konkreten Hochwassergefährdung für einzelne Regionen oder Gebäude nicht umfassend lösen.

Im besten Fall beschreiben eine Hochwasservorhersage und Hochwasserwarnung exakt das in einer Hochwassergefahrenkarte dargestellte Hochwasserszenario, z.B. das HQ₁₀₀. In diesem Fall könnte ein Grundstücksbesitzer objektspezifisch ableiten, wie hoch der Wasserstand vermutlich eintreten würde. Jedoch sind die Informationen zu Hochwasserständen aufgrund der Unsicherheiten in der Modellierung in definierten Spannbreiten, z.B. 2,00 – 3,00 m angegeben (vgl. Kap. 5.4). Dieser Fall ist jedoch als hypothetisch einzustufen, da der Modellierung zugrundeliegende Annahmen – insbesondere der nicht berücksichtigte Fall von Sediment- und Treibguttransport und den damit verbundenen Auswirkungen – im konkreten Hochwasserfall so vermutlich nicht eintreten werden. Davon völlig unabhängig stellt sich immer noch die Frage, wie eine – wenn auch präzise - Hochwasserstandsvorhersage an einem z.T.

⁴⁵ <https://www.rwth-aachen.de/cms/root/Die-RWTH/Aktuell/Pressemitteilungen/Juli/~pqajb/Punktgenaue-Hochwasser-Warnung-mit-Stras/>

mehrere Kilometer entfernten Pegel auf die konkrete regionale Situation oder ein Gebäude übertragen werden kann. Grundsätzlich muss darauf hingewiesen werden, dass konkrete Informationen vor Ort gegenüber den Bürgerinnen und Bürger nur die Kommunen übernehmen können.

Betrachtet man die Hochwasserwarnungen in Form der vom zuständigen Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW herausgegebenen „Informationen zur hydrologischen Situation in NRW“ so heißt es beispielsweise im Bericht für den 14. Juli 2021, 15:30 Uhr in der Rubrik „Abflusssituation / Wasserstände“ (MULNV, 2021):

„Gewässer in NRW

Rur:

An den Meldepegeln im Rur-Einzugsgebiet bewegen sich Wasserstände auf hohem Niveau. Bei den vorhergesagten Niederschlagsmengen ist weiterhin mit steigenden Wasserständen an den Meldepegeln der Rur oberhalb des Informationswertes 2 und an Inde, Wurm und Vichtbach sogar oberhalb des (höchsten) Informationswertes 3 zu rechnen.

Erft und Ruhr:

Im Einzugsgebiet der Erft befinden sich die Wasserstände der Meldepegel bei steigender Tendenz aktuell im Bereich des Informationswertes 2. Hier ist, wie auch für die Pegel im Einzugsgebiet der Ruhr, bei anhaltenden Niederschlägen ein Überschreiten des Informationswertes 2 aktuell nicht auszuschließen.

Weitere betroffene Hochwasser-Meldepegel in NRW:

An den Meldepegeln Hommerich/Kürtener Sülz, Westheim/Diemel und Welda/Twiste wurde der Informationswert 1 überschritten, das Überschreiten von Informationswerten an weiteren Pegeln wird erwartet. An vielen weiteren Gewässern ohne Meldepegel befinden sich die Wasserstände auf hohem Niveau, hierbei bewegen sich diese überwiegend noch im mittleren Hochwasserbereich oder darunter. Bei Starkregen ist jedoch aufgrund der hohen Abflussbereitschaft in den betroffenen Einzugsgebieten immer wieder mit schnell ansteigenden Wasserständen zu rechnen.“

Das stellt die hydrologische Situation und die zu erwartende Entwicklung in einer Fachsprache dar, welche ohne vertiefte Kenntnisse nicht bzw. nur schwer zu verstehen ist. Insbesondere einschränkende Aussagen wie

„Hier ist [...] bei anhaltenden Niederschlägen ein Überschreiten des Informationswertes 2 aktuell nicht auszuschließen“

Das mag zwar eine fachlich und rechtlich korrekte Aussage sein, eine konkrete Hochwasserwarnung daraus abzuleiten, dürfte von den allermeisten Lesern dieser Aussage kaum zu erwarten sein. Dieser Sachverhalt ist seit vielen Jahren bekannt und in der Fachwelt Anlass für verschiedene Aktivitäten zur Verbesserung des (gesamten Spektrums) der Hochwasserrisikokommunikation, siehe Ausführungen auf S. 18ff und nachfolgend auf S. 63. Als konkrete, in der Praxis bereits erprobte Ansätze sei hier exemplarisch auf das „Hochwasser-Audit der DWA⁴⁶“, die erarbeitete Kommunikationsstrategie im Rahmen des „STRIMA II- Projektes“⁴⁷ und das bayerisch-österreichische Projekt „Hochwasserwissen“⁴⁸ verwiesen.

⁴⁶ DWA-Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2022): „Audit-Überflutungsvorsorge“, Hennef (<https://de.dwa.de/de/audit-ueberflutungsvorsorge.html>)

⁴⁷ Hagen, L. (2020): „Ansätze für eine grundlegende Kommunikationsstrategie zur Hochwasser-Risikokommunikation im sächsisch-tschechischen Grenzraum“ im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (<https://www.strima.sachsen.de/download/STRIMAII-Kommunikation-AnalyseundKonzept200811.pdf>)

⁴⁸ <https://www.hochwasserwissen.info/>

3. Hochwasserwarnungen sind – auch wenn sie vergleichsweise präzise sind – nur unzureichend in angemessenes Handeln umgesetzt

Diese Einschätzung wird bedauerlicherweise auch nach dem Hochwasserereignis vom 14./15. Juli 2021 wieder umfassend beklagt. Angesichts des tragischen Verlustes vieler Menschenleben müssen die Anstrengungen verstärkt werden, Hochwasserwarnungen in tatsächliches praktisches und (lebensrettendes Handeln) umzusetzen.

Diese Herausforderung wird in der gesamten Europäischen Union gesehen und ist daher auch in der Europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie adressiert. Mit Hilfe der Hochwasserrisikomanagementpläne sollen insbesondere im Bereich der Hochwasservorsorge Maßnahmen des „Öffentliches Bewusstseins und der Vorsorge“ im (ehemaligen Handlungsbereich „Verhaltensvorsorge“ erarbeitet und umgesetzt werden. Das ist jedoch eine langfristige und gesamtgesellschaftliche Aufgabe, die vor allem auf kommunaler Ebene geleistet werden muss. In der Praxis wurden dazu verschiedene Formate erfolgreich erprobt und eingeführt, exemplarisch sei auf die „Hochwasserpartnerschaften“⁴⁹ in Rheinland-Pfalz verwiesen.

Das generelle Bewusstsein für Hochwassergefahren ist in Deutschland im internationalen Vergleich eher gering ausgeprägt. Der vorherrschende Tenor, dass ein gut organisiertes und hochentwickeltes Industrieland eine ausreichende Vorsorge gegen Naturkatastrophen besitzt, korreliert dabei mit der vielfach verbreiteten Unkenntnis der tatsächlichen Gefährdungssituation (Rufat et. al.⁵⁰, 2020; Snel et. al., 2021⁵¹). Der Effekt, dass ein guter Hochwasserschutz zu mehr Nachlässigkeit in der Eigenvorsorge und geringerem Risikobewusstsein führt ist unter dem Begriff des „Deichparadox“ hinlänglich in der internationalen wissenschaftlichen Debatte bekannt (Ferdous et al., 2019⁵²; White, 1936⁵³). Auch wenn in den vergangenen Jahren zahlreiche Bemühungen zur Stärkung des Hochwassergefahrenbewusstseins unternommen wurden (vgl. Attems et. al., 2020⁵⁴ und Kuhlicke et. al., 2020⁵⁵), muss man konstatieren, dass die Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021 viele Betroffene, aber auch viele Akteure im Hochwasserrisikomanagement, überrascht hat und der Stand des Gefahrenbewusstseins und die Hochwasservorbereitung bei weitem nicht so ausgeprägt war, wie in anderen bereits mehrfach betroffenen Regionen Deutschlands und Ländern, wie z.B. Japan (siehe z.B. Petrow et. al., 2006⁵⁶).

⁴⁹ <https://hochwassermanagement.rlp-umwelt.de/servlet/is/176960/>

⁵⁰ Rufat, S., Fekete, A., Armaş, I., Hartmann, T., Kuhlicke, C., Prior, T., Thaler, T., & Wisner, B. (2020): “Swimming alone? Why linking flood risk perception and behavior requires more than “it's the individual, stupid”. In: WIREs Water, 7(5). <https://doi.org/10.1002/wat2.1462>

⁵¹ Snel, K. A. W., Witte, P. A., Hartmann, T., & Geertman, S. C. M. (2020): “The shifting position of homeowners in flood resilience: From recipients to key-stakeholders”. In: WIREs Water, 7(4). <https://doi.org/10.1002/wat2.1451>

⁵² Ferdous, M. R., Wesselink, A., Brandimarte, L., Di Baldassarre, G., & Rahman, M. M. (2019): „The levee effect along the Jamuna River in Bangladesh”. In: Water International, 44(5), 496–519. <https://doi.org/10.1080/02508060.2019.1619048>

⁵³ White, G. F. (1936): “The Limit of Economic Justification for Flood Protection”. In: The Journal of Land & Public Utility Economics, 12(2), 133–148

⁵⁴ Attems, M.-S., Thaler, T., Snel, K. A., Davids, P., Hartmann, T., & Fuchs, S. (2020): “The influence of tailored risk communication on individual adaptive behaviour. International Journal of Disaster Risk Reduction”, 49, 101618. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101618>

⁵⁵ Kuhlicke, C., Seebauer, S., Hudson, P., Begg, C., Bubeck, P., Dittmer, C., Grothmann, T., Heidenreich, A., Kreibich, H., Lorenz, D. F., Masson, T., Reiter, J., Thaler, T., Thieken, A. H., & Bamberg, S. (2020): „The behavioral turn in flood risk management, its assumptions and potential implications”. In: WIREs Water, 50(2), 1017. <https://doi.org/10.1002/wat2.1418>

⁵⁶ Petrow, T., Thieken, A. H., Kreibich, H., Merz, B., & Bahlburg, C. H. (2006): “Improvements on Flood Alleviation in Germany: Lessons Learned from the Elbe Flood in August 2002”. In: Environmental Management, 38(5), 717–732. <https://doi.org/10.1007/s00267-005-6291-4>

Insofern ist im Sinne der gutachterlichen Fragestellung zu konstatieren, dass auch teilweise präzise Hochwasserwarnungen in erschreckendem Maße von direkt Betroffenen ignoriert, weil für unvorstellbar gehalten, wurden.

4. Konkrete Hochwasserwarnungen bei relevanten Lageänderungen müssen in Echtzeit und für einen breiten Empfängerkreis – auch bei unsicheren Randbedingungen – realisiert werden können

Während eines vergleichsweise schnell ablaufenden Hochwasserereignisses und einer sehr dynamischen, sich rasch ändernden Lage können hydrologische und hydraulische Modelle naturgemäß nur begrenzt in der Lage sein, die konkrete Hochwasserlage in ihrem Verlauf präzise abzubilden. Eine „Nachmodellierung“ scheidet in der Praxis an der Notwendigkeit, geänderte Datengrundlagen in das Modell einzuspeisen. Zusätzlich sind die notwendigen z.T. erheblichen Rechenzeiten zu berücksichtigen. Daher müssen relevante Daten, z.B. regionale Wasserstände in Echtzeit erhoben und für die Verifizierung bzw. Nachsteuerung von modellierten Szenarien genutzt werden. Entsprechende Ansätze der Echtzeit-Datenerfassung und –auswertung z.B. mit Hilfe von intelligenten Sensoren oder Drohnen⁵⁷ existieren bereits seit Längerem und werden aktuell wieder neu formuliert.

Neben der Echtzeit-Erfassung von Wasserständen im Hochwasserfall sind konkrete „Echtzeit-Warnungen“ hinsichtlich Geschiebetransport, Akkumulation und Treibguttransport einschließlich resultierender Effekte, wie Verklausungen und unkontrollierter Aufstau z.B. an Brückenbauwerken eine Möglichkeit, die Einsatzkräfte im operativen Hochwasserschutz zu unterstützen. Diese Informationen können das „Echtzeit-Lagebild“ in wichtigen Punkten ergänzen (siehe Kap. 6.4) und eine verlässliche Grundlage für schnelle Katastrophenschutzmaßnahmen sein. Entsprechende Techniken waren bereits im Elbe-Hochwasser 2013 im Einsatz, u.a. bei der Echtzeit-Datenerfassung und –beurteilung mittels Drohnen bei „Sondersituationen“ wie den Deichbrüchen Breitenhagen (Saale) und Fischbeck (Elbe)⁵⁸.

⁵⁷ Jüpner, R.; Brauneck, J.; Pohl, R. (2015): „Einsatz von Drohnen im Hochwasserfall – Erfahrungen und Ideen“. In: WasserWirtschaft, Heft 9, S. 49 - 54

⁵⁸ Brauneck, J.; Jüpner, R.; Pohl, R., Friedrich, F. (2016): „Auswertung des Deichbruchs Breitenhagen (Juni 2013) anhand von UAS-basierten Videoaufnahmen“, 39. Dresdner Wasserbaukolloquium, 03. – 04.03.2016. In: Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen, Heft 57, S. 119 - 128

5.7 Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz

Operativer Hochwasserschutz im Kreislauf des Hochwasserrisikomanagements

Die Vorbereitung des operativen Hochwasserschutzes ist als zielgerichtete Beschäftigung mit verschiedenen denkbaren Hochwasserszenarien darauf ausgerichtet, im Einsatzfall durch eine optimierte Bewältigung der Hochwasserlage die potentiellen Hochwasserschäden so gering wie möglich zu halten. Die verantwortlichen Institutionen der Wasserwirtschaft müssen dabei eng mit den Katastrophenschutzbehörden und den Hilfsdiensten sowie sonstigen Akteuren zusammenarbeiten, um wirksam und effektiv sein zu können.



Abb. 25: Hochwasserrisikomanagement-Zyklus (ergänzt nach LAWA, 2013)

Betrachtet man den Hochwasserrisikomanagement-Zyklus, der das heutige Verständnis des Umgangs mit dem Hochwasserrisiko visualisiert, so ist der operative Hochwasserschutz in zwei Phasen zu verorten:

- Innerhalb der **Hochwasservorsorge** ist die „Planung von Hilfsmaßnahmen für den Notfall/Notfallmaßnahmen – der ehemalige LAWA-Handlungsbereich „Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz“ - klar benannt und als wichtiger Teil des Kreislaufs kenntlich gemacht.
- Im Fall des Auftretens eines Hochwassers ist lediglich das Wort „**Hochwasserereignis**“ im Kreislauf des Hochwasserrisikomanagements aufgeführt (vgl. Abb. 25). Diese Darstellung greift zu kurz, denn das immense Potential, durch wirksame und effektive Maßnahmen des operativen Hochwasserschutzes die ereignisbezogenen Schäden gezielt reduzieren zu können, wird nicht erkennbar. Auch die Tatsache, dass operative Hochwasserschutzmaßnahmen – insbesondere bei Hochwasserereignissen an großen Fließgewässern – mehrere Tage, z.T. über Wochen, andauern, wird nicht erkennbar.
- Nicht aufgeführt ist die „Operative **Hochwassernachsorge**“, die u.a. die gezielte Ereignisaufbereitung und das „Lernen aus der Katastrophe“ in diesem Bereich umfassen muss (vgl. u.a. Schüller & Jüpner, 2021).

In welchen Bereichen erfolgt die Vorbereitung?

Die Vorbereitung erfolgt grundsätzlich in folgenden Bereichen:

- Bei seltenen (extremen) Hochwasserereignissen können die Bemessungswasserstände bzw. sonstige Belastungsannahmen überschritten werden. Grundsätzlich werden dazu die in den Hochwassergefahrenkarten modellierten Szenarien HQ_{100} und HQ_{extrem} verwendet (Kap. 5.1). Der Fall der Überlastung von technischen Hochwasserschutzanlagen einschließlich der Möglichkeit des Bauwerksversagens muss angemessen und so weit möglich vorbereitet werden, um die resultierenden Folgen abschätzen und bewältigen zu können. Dazu können z.B. Überflutungsszenarien für Deichbrüche modelliert werden, die für Verteidigungsmaßnahmen im Einsatzfall ebenso für Hochwasservorsorgemaßnahmen sinnvoll und zweckmäßig sind.
- Eine technische Hochwasserschutzanlage kann – wie jedes andere Ingenieurbauwerk auch – plötzlich, z.B. infolge kurzfristig auftretender Überlastung, versagen. Das kann zu unkontrollierten Ausuferungen führen und einer erheblichen Verschärfung der Hochwassersituation beitragen (siehe Kap. 5.4). Auch diese „Katastrophenszenarien“ sollten soweit möglich „vorausgedacht“ und z.B. modelltechnisch unterlegt sein.
- Eine planmäßige Vorbereitung im operativen Hochwasserschutz erfolgt üblicherweise für den Fall einer absehbaren, d.h. vorhersagbaren, Überschreitung der Bemessungswasserstände. Als „klassischer Fall“ ist hier die Deichverteidigung zu nennen. Dabei werden verschiedene Einzelmaßnahmen in einem System – hier der Deichverteidigung – zusammengefasst, die das Bauwerk im Hochwasserfall stabilisieren, und (in gewissen) Grenzen erhöhen bzw. in seiner Funktionalität verbessern helfen, siehe dazu u.a. „Anleitung für den Operativen Hochwasserschutz – Teil 1: Verteidigung von Flussdeichen, Grundlagen“ aus Sachsen-Anhalt (LHW, 2011)⁵⁹. Die Hauptaufgabe der staatlichen Wasserwirtschaftsverwaltung liegt dabei primär in der Bereitstellung ihrer fachlichen Expertise für alle Akteure, insbesondere für die Einsatzkräfte (Kap. 6.3).
- Wasserbauliche Anlagen, die bei der Hochwasserbewältigung in das natürliche Abflussgeschehen steuernd eingreifen können, z.B. durch die Bereitstellung von künstlichem Retentionsraum (Hochwasserrückhaltebecken, Talsperren, Flutpolder), müssen neben den Betriebsanweisungen für den „Routinebetrieb“ auch Vorkehrungen für „Sondersituationen“⁶⁰ erhalten (Kap. 5.4.). Damit wird im Kern die Belastbarkeit eines Bauwerks auch über die Bemessungssituation hinaus beurteilt. Ihr möglicher plötzlicher Funktionsausfall ist dabei ebenso zu betrachten, wie die Konsequenzen eines Versagens der gesamten Anlage. Daraus müssen angemessene Maßnahmen zur Reduktion des verbleibenden Risikos abgeleitet werden, vgl. Müller, 2010.

Mit welchen Mitteln erfolgt die Vorbereitung?

Die Vorbereitung erfolgt durch verschiedene Instrumentarien, Werkzeuge und Verfahren, von denen nachfolgend die wichtigsten aufgeführt sind:

- Das zentrale Instrument für die Vorbereitung auf Hochwasser ist der **Alarm- und Einsatzplan (A-E-Plan)**. Die Erarbeitung und Aktualisierung liegt grundsätzlich in kommunaler Verantwortung. In einigen Bundesländern, u.a. Rheinland-Pfalz, unterstützt das zuständige Innenministerium die Städte und Gemeinden mit Hinweisen und Empfehlungen, die in einem „Rahmen- Alarm- und Einsatzplan Hochwasser“ zusammengefasst sind (MIS, 2020). In Nordrhein-Westfalen steht den

⁵⁹ https://lhw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/Landesbetriebe/LHW/neu_PDF/4.0/SB_Hochwasserschutz/DV_Teil_1_-_Grundlagen.pdf

⁶⁰ In einigen Bundesländern wird z.B. der Betriebsfall „Hochwasser“ und „Niedrigwasser“ in den Betriebsplänen explizit gefordert, z.B. in Sachsen (vgl. Müller, 2010).

Kommunen ein „Muster Alarm- und Einsatzplan Hochwasser für kreisangehörige Städte und Gemeinden“⁶¹ zur Verfügung, der vom Kreis Düren 2020 erstellt wurde. Er stellt „ein Hilfsmittel für die pflichtgemäße Erstellung der A-E-Pläne dar“ und gibt „eine vorgegebene Gliederung möglicher zu regelnder Bereiche her, die wiederum für die zentrale Aufgabenerledigung im Rahmen der Gefahrenabwehr auf Kreisebene von enormer Bedeutung ist“.

Der staatlichen Wasserwirtschaft kommt hierbei die Aufgabe zu, die wasserwirtschaftlichen Grundlagen für die jeweilige Region zur Verfügung zu stellen und darüber hinaus, fachliche Expertise zu liefern, um die Städte und Kommunen bei der Erstellung eines qualitativ hochwertigen, umfassenden und zweckmäßigen Alarm- und Einsatzplans zu unterstützen.

- Die Umsetzung der Europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie fordert von der staatlichen Wasserwirtschaft die Vorbereitung auf „seltene Hochwasserereignisse“. Diese werden zwar als „HQ_{extrem}“ bezeichnet, meinen aber aus fachlicher Sicht die Beschäftigung mit dem „Überlastfall“, d.h. dem „Denken über die Bemessungsgrenzen hinaus“ (Jüpner, 2015)⁶². Demzufolge ist die Modellierung von seltenen Ereignissen und Szenarien im Bereich von HQ_{extrem} nicht nur als unmittelbare Erfüllung gesetzlicher Pflichten hinsichtlich der entsprechenden Hochwassergefahren- und –risikokarten erforderlich, sondern auch als integraler Bestandteil der zu erstellenden Hochwasserrisikomanagementpläne anzusehen. Konsequenterweise müssen daher auch Hochwasserszenarien, für die ein technischer Hochwasserschutz nicht bzw. nur eingeschränkt möglich ist im Hinblick auf die erforderliche Gefahrenabwehr und den Katastrophenschutz „vorgedacht“, sondern auch bei der Bewältigung entsprechender katastrophaler Hochwasserereignisse – soweit möglich – berücksichtigt werden. Die relevanten Informationen müssen mit den im Katastrophenfall verantwortlichen Behörden und Einsatzkräften geteilt und in gemeinsame Vorbereitungen einfließen. Das Spannungsfeld der Vielzahl möglicher katastrophaler Szenarien und der realen Vorbereitungsmöglichkeiten sei an dieser Stelle ausdrücklich erwähnt; gleichwohl besteht für die staatliche Wasserwirtschaft aus gutachterlicher Sicht die Verpflichtung der angemessenen Vorbereitung auf „katastrophale Hochwasserszenarien“.
- Für die im vorangegangenen Absatz beschriebenen Hochwasserszenarien müssen geeignete und im Einsatzfall handhabbare Methoden und Werkzeuge entwickelt werden. Dazu zählen insbesondere Informationssysteme, die bei der Bewältigung einer großen und katastrophalen Hochwassersituation helfen, zeitnah eine umfassende und präzise Lagedarstellung sowie eine ereignisbezogene Modellierung prognostizierter Lageentwicklungen zu ermöglichen. Nach den großen Hochwasserereignissen der letzten Jahre, insbesondere nach dem August-Hochwasser 2002 an der Elbe, wurden primär aus wasserwirtschaftlicher Sicht verschiedene Hochwassermanagementsysteme entwickelt, u.a.:
 - FLIWAS (Flutinformations- und Warnsystem) – siehe <https://infoportal.fliwas3.de/start.html>
 - INGE (Interaktive Gefahrenkarten für den kommunalen Hochwasserschutz) - https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/lhwz/download/INGE-Flyer_WEB_neu.pdf

Deren Funktionsfähigkeit wurde mehrfach nachgewiesen, bedauerlicherweise existiert bis heute kein bundesweit einheitlicher Standard für die Erstellung und Anwendung von Hochwassermanagementsystemen. Daher sind diese sinnvollen und wirksamen Informationsplattformen

⁶¹ Kreis Düren (2020): „Muster Alarm- und Einsatzplan Hochwasser für kreisangehörige Städte und Gemeinden“ (https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/muster-alarm-einsatzplan-hochwasser_06-2020.pdf)

⁶² JÜPNER, R. (2015): Juni-Hochwasser 2013 an der Elbe – neue Fragestellungen. In: WasserWirtschaft, Heft 3, S. 38 – 41

für den Hochwasserkatastrophenfall als grundsätzlich geeignet anzusehen, jedoch nicht zu einem einsatzbereiten Werkzeug entwickelt und implementiert worden – auch wenn dadurch zweifelsohne ein großes Potential verschenkt wird (vgl. Gretzschel, 2008⁶³).

- Für die Bewältigung katastrophaler Hochwasserereignisse ist eine aktuelle und präzise Lagebeurteilung von zentraler Bedeutung. Insbesondere bei sehr dynamischen Veränderungen, z.B. plötzliche Abflussänderungen infolge von Deichbrüchen oder lokalen Verkläuerungen, die mit z.T. deutlichen Änderungen der Wasserspiegellagen einhergehen, kommt der Echtzeit-Datenerfassung und –analyse eine wichtige Rolle für die effektive Planung von Gefahrenabwehrmaßnahmen zu. Die technische Entwicklung hat sich dazu in den letzten Jahren deutlich weiterentwickelt, so dass heute z.B. mit Hilfe von Fernerkundungstechnologien oder UAV's (unmanned ariel vehicles) relevante Informationen zur Hochwasserlage in Echtzeit erhoben werden können (vgl. Gattung etc. al., 2018⁶⁴). Die Verwendung dieser verfügbaren Technologien in einem System der Datenerfassung und Datenanalyse zur Bestimmung der jeweils aktuellen Hochwasserlage zur Nutzung durch den Katastrophenschutz (z.B. in den Krisenstäben) steckt noch in den Kinderschuhen und wird nur selten praktiziert (vgl. Kap. 6.4). Eine fundierte methodische Entwicklung, Erprobung und Weiterentwicklung auf der Basis konkreter Einsatzerfahrungen bietet deutliche Möglichkeiten der Effizienzsteigerung von Maßnahmen der Gefahrenabwehr und des Katastrophenschutzes.
- Die Bewältigung großer und katastrophaler Hochwasserereignisse ist vergleichsweise selten erforderlich. Dennoch sollten die entsprechenden Szenarien regelmäßig Gegenstand einer umfassenden und zielgerichteten Aus- und Weiterbildung aller im Einsatzfall tätigen Akteure sein. Dabei muss sowohl die angemessene Vorbereitung vor dem Hochwasserereignis, als auch der operative Hochwasserschutz und die Arbeit der Einsatzkräfte im Katastrophenfall qualitativ hochwertig vorbereitet werden. Hierbei ist grundsätzlich auch der Tatsache Rechnung zu tragen, dass sich (katastrophale) Hochwasserereignisse in ihren Eigenschaften z.T. deutlich unterscheiden können. Fluss-Hochwasser sind mit ihren vergleichsweise langen Vorhersagezeiträumen anders zu behandeln als starkregengeprägte Ereignisse oder Hochwasser in Mittelgebirgsregionen. Gleichzeitig können „Katastrophen in der Katastrophe“ eine ohnehin angespannte Lage verschärfen, wie z.B. beim Versagen technischer Hochwasserschutzanlagen.
Der Wasserwirtschaft kommt die Rolle der Vermittlung grundlegenden Wissens „rund um das Hochwasser“ zu. Dabei muss die Aus- und Fortbildung für den Bereich „Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz“ sowohl die eigenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter umfassen, die bei der Bewältigung von Hochwasserkatastrophen z.B. als Fachberater in den Krisenstäben tätig sind, als auch die Wissensvermittlung an Einsatzkräfte und sonstige „Akteure“.

⁶³ Gretzschel, M. (2008): „Kommunale Hochwassermanagementsysteme als Baustein zur Umsetzung der Europäischen Hochwasserrahmenrichtlinie“, Bericht 18, TU Kaiserslautern, Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft, Hrsg.: R. Jüpner, Shaker-Verlag, Aachen, ISBN 978-3-8322-7879-3

⁶⁴ Gattung, T., Brauneck, J., Jüpner, R. (2018): Entwicklung einer Methodik zur operativen Datenaufnahme und –verarbeitung unter Nutzung von UAV-Technologie zur optischen Bestimmung von Fließgeschwindigkeiten. In: SCHÜTZE, N., MÜLLER, U., SCHWARZE, R., WÖHLING, T., GRUNDMANN, J. (Hrsg.): M³ - Messen, Modellieren, Managen in Hydrologie und Wasserressourcenbewirtschaftung, Beiträge zum Tag der Hydrologie am 22./23. März 2018 an der Technischen Universität Dresden, Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Heft 39.18, Fachgemeinschaft Hydrologische Wissenschaften in der DWA, ISBN 978-3-88721-606-1, S. 49 – 60

- Neben der „theoretischen“ Vorbereitung auf die Bewältigung katastrophaler Hochwasserereignisse gehören Übungen, wie z.B. Stabsrahmenübungen zum gängigen Repertoire der Vorbereitung auf den Katastrophenfall (vgl. Kap. 6.3). Größere Übungen mit verschiedenen Akteuren sind dabei besonders effektiv, aber auch recht aufwendig in Vorbereitung und Durchführung. Die Wasserwirtschaft muss grundsätzlich das „Hochwasserdrehbuch“ erarbeiten und den entsprechenden Lagefilm erstellen. Eine fundierte Auswertung aller Handlungen sichert dabei einen substantiellen Lerneffekt.

Im Hinblick auf die gutachterliche Fragestellung ergibt sich die Schlussfolgerung, dass die Vorbereitung der Wasserwirtschaft auf ein Hochwasserereignis entsprechend der gesetzlichen Vorgaben grundsätzlich als strukturierter und administrativ gut und qualitativ hochwertiger kontinuierlicher Prozess erfolgt. Offensichtliche Mängel sind jedoch in der gezielten und umfassenden Vorbereitung auf seltene (extreme) Hochwasserereignisse zu erkennen. Es fehlt insbesondere an der umfassenden Vorbereitung auf die konkrete operative Hochwasserbewältigung und die systematische fachliche Vorbereitung auf „extreme Szenarien“. Auch die aktive und in der Praxis gelebte Zusammenarbeit mit dem Katastrophenschutz, z.B. bei gemeinsamer Aus- und Weiterbildung und entsprechender Katastrophenschutzübungen „Hochwasser“ ist deutlich verbesserungsbedürftig.

Welche grundsätzlichen Optimierungsmöglichkeiten bestehen?

Es ist klar erkennbar, dass mit der Einführung der Europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie 2007 die Hochwasservorsorge deutlich gestärkt wurde und damit auch die systematische Vorbereitung auf die Bewältigung seltener (extremer) Hochwasserereignisse als integraler Baustein einer systematischen Vorsorge implementiert ist. Diese muss jedoch konsequent weiterentwickelt werden.

Das Hochwasserereignis vom 14./15. Juli 2021 hat gezeigt, dass insbesondere die Vorbereitung auf seltene (extreme) Ereignisse deutlich verbessert werden kann und muss. Dazu zählt die intensive Beschäftigung mit den Folgen seltener und bisher nicht aufgetretener Naturkatastrophen in Form von Modellszenarien, die auch das gleichzeitige Auftreten katastrophaler Situationen, z.B. das Versagen von technischen Hochwasserschutzanlagen während des Ablaufs eines großen Hochwasserereignisses simulieren können. Diese wasserwirtschaftlichen Szenarien müssen systematisch hinsichtlich der möglichen Folgen für die betroffenen Regionen mit definierten Schwerpunkten, u.a. der kritischen Infrastrukturen, untersucht werden. Darauf aufbauend sind konkrete Vorsorgemaßnahmen und Handlungsoptionen für den operativen Hochwasserschutz abzuleiten und eine zielgruppenorientierte Risikokommunikation zu organisieren und durchzuführen.

Modellierung vielfältiger Hochwasser(katastrophen)szenarien

In der Praxis existieren leistungsfähige Werkzeuge für eine detaillierte und präzise hydrologische Modellierung verschiedenster Hochwasserszenarien. Gekoppelt mit immer genaueren und hochwertigeren Geländeinformationen, die z.B. in Form hochauflösender Digitaler Geländemodelle vorliegen, stellen Modellierungen verschiedenster Hochwasserszenarien in unterschiedlichen Systemzuständen kein technisches Problem mehr dar. Insofern wäre es zielführend, unterschiedliche und auch bisher als „unwahrscheinlich“ angesehene Hochwasserszenarien zu modellieren und in (vereinheitlichten) Informationssystemen bereit zu stellen, die sowohl die Akteure in der Hochwasservorsorge (z.B. die Raumplanung) als auch die im Katastrophenschutz tätigen Einsatzorganisationen (z.B. Feuerwehr, THW, Bundeswehr) nutzen können, vgl. Kap. 6. An diesen Modellszenarien und ihrer „systemischen Einbindung“ fehlte es vor der Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021.

Muster Alarm- und Einsatzplan (Kreis Düren):

Für das Land Nordrhein-Westfalen hat das Amt für Katastrophenschutz des Landkreises Düren als „Initiator“ einen „Muster Alarm- und Einsatzplan Hochwasser“ erstellt. Dieser ist als „Arbeitspapier und Leitfaden für die kreisangehörigen Städte und Gemeinden zu verstehen und anzuwenden“ (Kreis Düren, 2020, S. 2). Für die Betrachtung möglicher Hochwasserereignisse wird neben den Hochwasserszenarien $HQ_{\text{häufig}}$, HQ_{100} und HQ_{extrem} darauf hingewiesen, dass Überschwemmungen hervorgerufen werden können durch „Verklausungen an Brücken“ und das „Versagen von Schutzbauwerken – Schäden oder Bruch an Dämmen oder Talsperren“ (ebenda, S. 10). Es wäre sinnvoll, wenn die zuständigen Wasserwirtschaftsbehörden eine fachliche Unterstützung in der Form leisten würden, die o.g. Hochwasserszenarien für die jeweiligen Betrachtungsgebiete so zu erarbeiten, dass diese Informationen in den jeweiligen (kommunalen) Alarm- und Einsatzplan integriert und für den Katastrophenschutz zur Verfügung stehen würden.

Systematische Sammlung und Aufarbeitung von Hochwasserwissen - „Wissenszentrum Hochwasser“

Die Bewältigung von Hochwasserereignissen und die damit verbundenen komplexen Entscheidungen und Maßnahmen im Bereich Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz lassen sich nur begrenzt numerisch modellieren und nicht in einem „Modellversuch“ nachbilden. Damit kommt der fundierten Auswertung abgelaufener Hochwasserereignisse sowie deren ausführlicher Dokumentation eine besondere Rolle im Prozess des Erkenntnisgewinns zu. Leider zeigt sich, dass die unmittelbaren „Hochwassererfahrungen“ und die damit verbundene Kompetenz in der Hochwasserbewältigung nur sehr lokal und ereignisbezogen vorhanden ist und zudem häufig als persönliche Fähigkeit der im Ereignis beteiligten Einsatzkräfte und Akteure bewertet wird. Auch wenn auf Ebene der Bundesländer Ereignisanalysen der Hochwasserereignisse der vergangenen Jahre und Jahrzehnte durchaus vorhanden sind (u.a. LfLUG, 2015⁶⁵ und LHW, 2014⁶⁶) fehlt es an einem nationalen (und auch europäischen) „Zentrum Hochwasser“, bei welchem eine systematische Auswertung und Expertise im operativen Hochwasserschutz vorliegt. Es existieren vielmehr in Deutschland eine Reihe von Hochwasser-Ereignisanalysen, (institutionsbezogene) Erfahrungssammlungen, Forschungsberichte usw., aber keine umfassende systematische Sammlung und Aufarbeitung des vorhandenen Hochwasserwissens z.B. bei einer Bundesbehörde oder einem Bundesinstitut, welche sowohl für die Hochwasservorsorge als auch im Ereignisfall den betroffenen Regionen und Einsatzkräften zur Verfügung stehen würden. Das ist als großer systemischer Mangel anzusehen!

Aus- und Weiterbildung

Die Vorbereitung der staatlichen Wasserwirtschaft im System der Aus- und Fortbildung im Bereich Hochwassergefahrenabwehr und Katastrophenschutz erfolgt kontinuierlich, ist jedoch häufig auf die Aktivitäten einzelner Institutionen beschränkt. Der Fokus auf seltene (extreme) Hochwasserereignisse stellt die Ausnahme dar. Eine landesweite Abstimmung erfolgt in der Regel nicht.

⁶⁵ LfLUG-Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2015): „Ereignisanalyse Hochwasser Juni 2013“ (<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15180>)

⁶⁶ LHW-Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (2014): „Bericht über das Hochwasser 2013 in Sachsen-Anhalt – Entstehung, Ablauf, Management und statistische Einordnung“ (https://lhw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/Landesbetriebe/LHW/neu_PDF/4.0/SB_Hochwasserschutz/Hochwasserbericht_2013.pdf)

6. Vorbereitung des Katastrophenschutzes auf seltene (extreme) Hochwasserereignisse

6.1 Rechtliche Grundlagen, Zuständigkeiten und Aufgaben

Bei einem drohenden Hochwasser erfolgt die Hochwasserbewältigung (operativer Hochwasserschutz) bei ansteigendem Wasserstand grundsätzlich zunächst entsprechend eines Alarm- und Einsatzplanes“ Hochwasser“ (vgl. Kap. 5.7) in Verantwortung der Wasserwirtschaft. Erreicht die Hochwasserlage nach Bewertung der politischen Entscheidungsträger eine „katastrophale“ Stufe bzw. tritt eine solche plötzlich ein, wird der Katastrophenalarm ausgerufen und die Bewältigung der Hochwasserlage erfolgt durch Katastrophenschutzmaßnahmen in Verantwortung des Katastrophenschutzes. Diese (vereinfachte) Prozessdarstellung ist in Abb. 26 visualisiert anhand einer Pegellatte, die den steigenden Hochwasserstand veranschaulichen soll, die grundsätzlichen Verantwortungsbereiche der Wasserwirtschaft und des Katastrophenschutzes im operativen Hochwasserschutz.

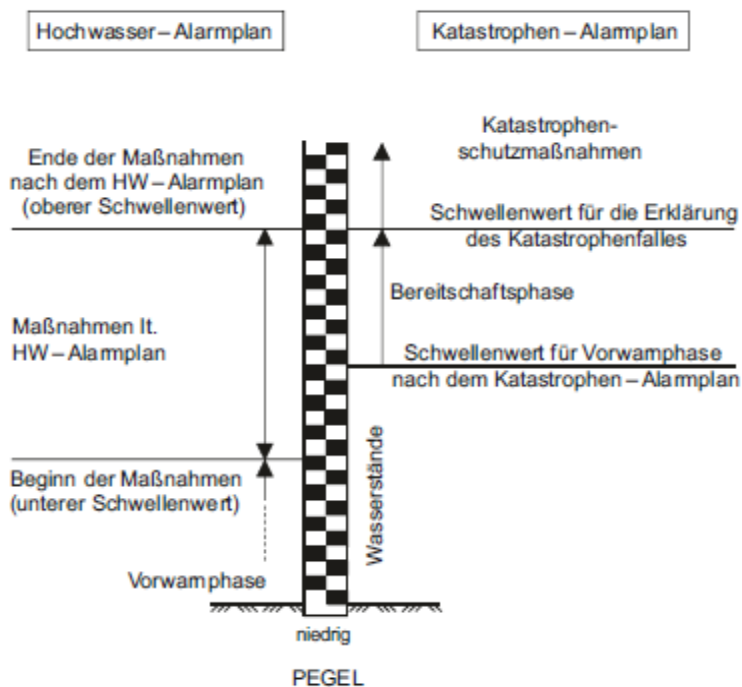


Abb. 26: Abgrenzung Hochwasser-Alarmplan und Katastrophen-Alarmplan (Patt & Jüpner, 2020)

Im Hochwasserfall leisten bei örtlichen Notständen die örtlichen Feuerwehren die erforderliche Hilfe und übernehmen die Gefahrenabwehr. Liegt eine Gefährdung von Leben und Gesundheit zahlreicher Menschen oder erheblicher Sachwerte durch das Hochwasser vor und ist aufgrund eines erheblichen Koordinierungsbedarfs eine rückwärtige Unterstützung der Einsatzleitung der Feuerwehr erforderlich, die von einer kreisangehörigen Gemeinde nicht geleistet werden kann, leiten und koordinieren die für Großschadensereignisse zuständigen Kreise („Katastrophenschutzbehörden“) unter Berücksichtigung der bereits im Vorfeld erstellten Gefahrenabwehr- und Evakuierungspläne den Einsatz (MULNV und MIK, 2021). Für die Katastrophenschutzbehörden ist die Vorbereitung auf Hochwasserkatastrophen

eine gesetzliche Verpflichtung entsprechend des nordrhein-westfälischen Gesetzes über Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz (BHKG)⁶⁷.

Als Katastrophenschutzbehörden sind in Nordrhein-Westfalen zuständig:

- das Ministerium des Innern des Landes als Oberste Katastrophenschutzbehörde,
- die fünf Bezirksregierungen als Obere Katastrophenschutzbehörden,
- die Kreise und kreisfreien Städte des Landes als Untere Katastrophenschutzbehörden.

Bei Ausrufung des Katastrophenfalls tritt die Wasserwirtschaft als „hauptverantwortliche Institution“ zugunsten der Katastrophenschutzorganisationsstruktur (planmäßig) zurück. An dieser Stelle ist eine augenscheinliche „systemische Bruchstelle“ zwischen dem Übergang eines geplanten (wasserwirtschaftlichen) Maßnahmenkatalogs (Alarm- und Einsatzplan Hochwasser) hin zur Katastrophenbewältigung erkennbar. Diese geht einher mit einer kompletten Änderung der Verantwortungsebenen (i.a. von der Wasserwirtschaft zum Katastrophenschutz) und einem damit verbundenen Wechsel der Informations- und Kommunikationssysteme; ein Zeit- und Wissensverlust ist damit fast zwangsläufig die Folge. Die Ereignisanalysen der vergangenen großen Hochwasserereignisse in Deutschland, u.a. an der Elbe 2002⁶⁸ und 2013⁶⁹ haben wiederholt auf diese Problematik verwiesen und insbesondere die unterschiedlichen Fachinformationssysteme thematisiert. Bis heute existiert in Deutschland jedoch kein einheitlicher Standard für die gemeinsame Nutzung von Fachinformationssystemen, wie z.B. Hochwasseremanagementsystemen, siehe u.a. Klaus et. al., 2021⁷⁰.

Die Vorbereitung eines Hochwasserereignisses ist in Nordrhein-Westfalen durch einen gemeinsamen Runderlass des Umweltministeriums und des Innenministeriums⁷¹ geregelt. *„Mit diesem Erlass soll ein strukturiertes Zusammenwirken aller beteiligten Behörden und Einrichtungen für den Fall eines akuten (drohenden) Hochwassers sichergestellt werden. Durch entsprechende Vorplanungen sollen Aufgabenverteilung, Abläufe und Informationsflüsse so aufeinander abgestimmt werden, dass sie im Ereignisfall eine effektive und effiziente Gefahrenabwehr sicherstellen“* (ebenda). Die Aufgaben der Wasserbehörden sind in Absatz 4 festgelegt. Entsprechend der Regelungen des Wasserhaushaltsgesetzes und des Landeswassergesetzes Nordrhein-Westfalen sind die Wasserbehörden u.a. für die Überwachung der technischen Hochwasserschutzanlagen zuständig und *„organisieren ihre gesetzlichen Überwachungsaufgaben ... im Hochwasserfall mittels eines Einsatzplanes“* (ebenda). Betont wird das *„rechtzeitige Erkennung von Besonderheiten an den Hochwasserschutzanlagen und deren fachliche Bewertung“* im Hochwasserfall in Zusammenarbeit mit den sondergesetzlichen Wasserverbänden bzw. Kommunen.

⁶⁷ BHKG-Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz in NRW – Stand: 11.12.2021 (https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_text_anzeigen?v_id=61120160624160758031)

⁶⁸ Sächsische Staatskanzlei (2002): Bericht der Unabhängigen Kommission der Sächsischen Staatsregierung Flutkatastrophe 2002 – 1. Kirchbach-Report, 2002 (<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/10825>)

⁶⁹ Sächsische Staatskanzlei (2013): Bericht der Kommission der Sächsischen Staatsregierung zur Untersuchung der Flutkatastrophe 2013 – 2. Kirchbach-Report (<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/20534>)

⁷⁰ Klaus, A.; Königbauer, C.; Kuner, J.; Springer, B.; Emrich, C.; Schüller, A. (2021): „Einsatzführung 4.0 – mittels Geodaten zum mehrschichtigen Live-Lagebild“. In: BrandSchutz Deutsche Feuerwehr-Zeitung, Nr. 10/21, S. 838-841

⁷¹ MULNV und MIK (2011): „Gemeinsamer Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz und des Ministeriums des Inneren und Kommunales vom 28.10.2011 „Hochwasserkrisenmanagement in Nordrhein-Westfalen“ (Stand vom 22.12.2021) https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=1&gld_nr=2&ugl_nr=20020&bes_id=18824&val=18824&er=7&sg=&aufgehoben=N&menu=0

Die konkreten Aufgaben des Landes im Katastrophenschutz regelt § 5 des BHKG. In Absatz (4) heißt es dazu: „Das Land hält beim für Inneres zuständigen Ministerium einen Krisenstab der Landesregierung und bei den Bezirksregierungen Krisenstäbe vor, die bei Bedarf zu aktivieren sind“. Eine konkrete Regelung über das Krisenmanagement des Landes bei Großeinsatzlagen fehlt. Ebenso sind spezifische Regelungen für den Umgang mit katastrophalen Hochwasserereignissen nicht formuliert.

An dieser Stelle ist eine Begriffsabgrenzung zweckmäßig:

Unter „**Krise**“ wird im Kontext des Bevölkerungsschutzes eine „*vom Normalzustand abweichende Situation mit dem Potenzial für oder mit bereits eingetretenen Schäden an Schutzgütern verstanden, die mit der normalen Ablauforganisation nicht mehr bewältigt werden kann, so dass eine besondere Aufbauorganisation (BAO) erforderlich ist*“⁷².

Der Begriff „**Katastrophe**“ ist vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenvorsorge (BBK) so definiert: „*Ein Geschehen, bei dem Leben oder Gesundheit einer Vielzahl von Menschen oder die natürlichen Lebensgrundlagen oder bedeutende Sachwerte in so ungewöhnlichem Ausmaß gefährdet oder geschädigt werden, dass die Gefahr nur abgewehrt oder die Störung nur unterbunden und beseitigt werden kann, wenn die im Katastrophenschutz mitwirkenden Behörden, Organisationen und Einrichtungen unter einheitlicher Führung und Leitung durch die Katastrophenschutzbehörde zur Gefahrenabwehr tätig werden.*“ (ebenda).

Insofern ist die Einschätzung der durch ein drohendes Hochwasser möglichen Auswirkungen und der angemessenen Reaktion eine politische Entscheidung, die jedoch aus fachlicher Sicht eine möglichst präzise Kenntnis des Ereignisablaufs als auch der Folgen erfordert.

Die Bewältigung katastrophaler Hochwasserereignisse ist eine zentrale Aufgabe aller Katastrophenschutzbehörden. Betrachtet man die letzten drei Jahrzehnte, gehören Hochwasserereignisse zu den Katastrophen in Deutschland die – neben dem Leid der vielen Betroffenen - volkswirtschaftlich die größten Schäden verursacht haben. Insofern ist eine angemessene und effektive Vorbereitung auf diese spezifischen Katastrophenlagen zwingend geboten. Regelmäßig zeigen die bereits zitierten Ereignisanalysen großer Hochwasserereignisse in Deutschland und Europa die dringende Notwendigkeit und das erhebliche Schadensminderungspotential einer gezielten Vorbereitung der Katastrophenschutzbehörden auf (unterschiedliche) katastrophale Hochwasserszenarien. Vor diesem Hintergrund erstaunt es, dass in den rechtlichen Grundlagen, insbesondere im BHKG, keine verbindliche „Katastrophenschutzplanung Hochwasser“ gefordert wird. Das Hochwasser wird als eine von vielen möglichen Gefahren behandelt.

In der generellen Herangehensweise der Katastrophenschutzplanung ist ein deutlicher Unterschied zwischen dem „Gefahrenfall Hochwasser“ und den meisten anderen Gefahrenlagen deutlich erkennbar: Während z.B. bei der „klassischen“ Brandschutzplanung vor allem die Fähigkeit zur schnellen Lageerfassung und dem flexiblen und angemessenen Reagieren vor Ort im Fokus stehen, entwickeln sich die meisten Hochwasserlagen mit einem gewissen planbaren Vorlauf. Betrachtet man zum Beispiel ein Fluss-Hochwasser, so ist dieses Ereignis – eine verlässliche Hochwasservorhersage vorausgesetzt – vergleichsweise gut und mit einem zeitlichen Vorlauf planbar. Diese Vorlaufzeit beträgt z.B. für den Pegel Köln mehrere Tage oder den Pegel Dresden 60 Stunden und ermöglicht dadurch die Umsetzung konkreter technischer Hochwasserschutzmaßnahmen, wie u.a. den Aufbau mobiler Schutzwände. Diese

⁷² BBK-Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2021): BBK Glossar, https://www.bbk.bund.de/DE/Infothek/Glossar/functions/glossar.html?nn=19742&cms_lv2=19756

Aussage gilt mit Einschränkungen grundsätzlich auch für Hochwasserereignisse an kleineren Gewässern.

Bei Starkregenereignissen und Hochwasserereignissen an Fließgewässern in Mittelgebirgsregionen ist die Vorhersage hingegen deutlich schwieriger (vgl. Kapitel 5.3) und die verfügbare Vorwarnzeit realistisch im Bereich von Stunden anzusetzen. Damit ist ein ausreichender zeitlicher Vorlauf für den Aufbau mobiler Hochwasserschutzsysteme nicht oder nur eingeschränkt gegeben und muss bei der Katastrophenschutzplanung berücksichtigt werden.

Daraus ist abzuleiten, dass die zuständigen Katastrophenschutzbehörden die jeweilige spezifische Situation katastrophaler Hochwasserereignisse und ihre „Planbarkeit“ verstehen und angemessen in ihr System der Katastrophenschutzplanung einbinden müssen. Hierbei kommt der Hochwasserfrühwarnung (als Teil der allgemeinen Hochwasserwarnung – vgl. Kap. 5.6) eine besondere Bedeutung zu. Denn je früher eine katastrophale Lage als tatsächlich realistisches Szenario erkannt werden kann, umso länger ist die verfügbare Vorlaufzeit. Damit leitet sich die Notwendigkeit einer engen und frühzeitigen Vernetzung zwischen den wasserwirtschaftlichen Institutionen, die für die Hochwasservorhersage verantwortlich sind, und den zuständigen Katastrophenschutzbehörden ab. Das erforderliche Wissen und das Verständnis für das Agieren der jeweils anderen Seite muss wechselseitig in den Prozessabläufen implementiert und regelmäßig trainiert werden.

Während viele Katastrophensituationen, die in der praktischen Arbeit der Katastrophenschutzbehörden (häufiger) auftreten, wie z.B. Brände, Explosionen etc., räumlich vergleichsweise eng begrenzt auftreten, sind durch Hochwasser regelmäßig größere Gebiete betroffen. Daher müssen angemessene Vorbereitungen getroffen werden, eine großflächige, sich dynamische verändernde Lage großräumig mit den notwendigen im Hochwasserfall relevanten Fachinformationen darstellen zu können. Dazu werden üblicherweise Geographische Informationssysteme (GIS) genutzt, die neben den topographischen Grundlagendaten die für die Lageinformation bedeutsamen Fachinformationen, wie Gewässersystem, Deichkataster, Straßen- und Wegenetze u.v.m. in Form sogenannter „Layer“ enthalten. Zwar verwenden die oberste und oberen Katastrophenschutzbehörden sowie viele Einsatzkräfte, wie die Feuerwehren, entsprechende Informationssysteme, wie z.B. das „Rechnergestützte Gefahrenabwehrmanagementprogramm DISMA“⁷³, speziell für den Hochwasserkatastrophenfall zugeschnittene Informationssysteme, sogenannte Hochwassermanagementsysteme, werden bislang jedoch nicht standardmäßig im operativen Hochwasserschutz eingesetzt (vgl. Kap. 5.7). Diese flexiblen Informationssysteme können beliebig bearbeitet und um aktuelle Informationen ergänzt werden, damit ausgewählte Fachinformationen übersichtlich in Form thematischer Karten visualisiert werden können. Abb. 27 zeigt beispielhaft eine GIS-Darstellung, wie sie vom DRK zur Lagedarstellung im operativen Hochwasserschutz im Juli und August 2021 verwendet wurde.

⁷³ <https://www.tuv.com/germany/de/disma-disaster-management.html>

Betroffenes Gebiet Ahrweiler

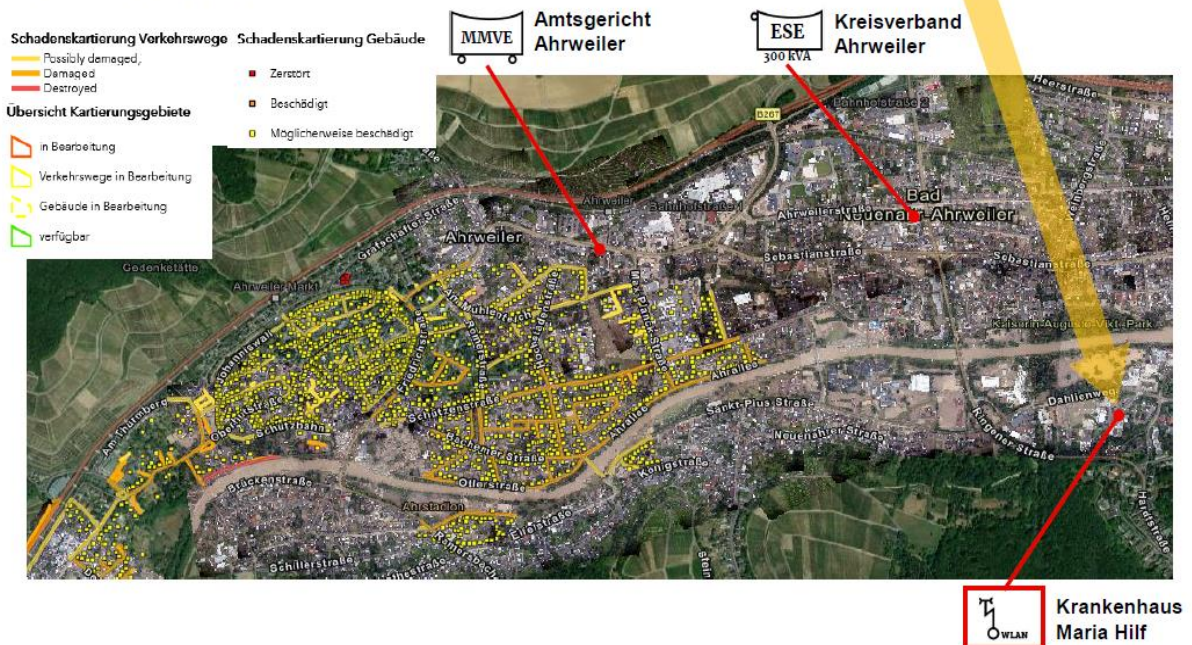


Abb. 27: Beispielhafte Darstellung einer Lagekarte n einem GIS-System (DRK-Verbandslagebericht Hochwasser 2021 Nr. 06)

Es ist jedoch zwingend erforderlich, diese Informationsgrundlagen in hoher Qualität so vorzubereiten, dass sie im Einsatzfall schnell verfügbar und effektiv genutzt werden können. Bisher fehlt ein einheitlicher Standard für eine gemeinsame Nutzung entsprechender Informationssystem im Hochwasserkatastrophenfall und demzufolge waren entsprechende Systeme auch nicht für die Hochwasserkatastrophe am 14./15. Juli 2021 vorbereitet worden. Das hat sich als substantieller Mangel im operativen Hochwasserschutz erwiesen, wie u.a. die vorliegende Ereignisbewertung der Feuerwehren NRW zeigt (Verband der Feuerwehren NRW u.a., 2021).

6.2 Zuständigkeiten und Aufgaben ausgewählter Einsatzkräfte

Grundlagen

Im Fall einer großen Hochwasserkatastrophe – vergleichbar der vom 14./15. Juli 2021 – sind in die Hochwasserbewältigung sehr viele unterschiedliche Akteure involviert, die in Abb. 28 in einer beschreibenden Übersichtsdarstellung veranschaulicht sind. Diese nehmen sehr verschiedene Aufgaben wahr und sind als Teil eines Gesamtsystems grundsätzlich zu betrachten, wenn die Wirksamkeit des „Systems der operativen Hochwasserkatastrophenbewältigung“ kritisch hinterfragt werden soll.

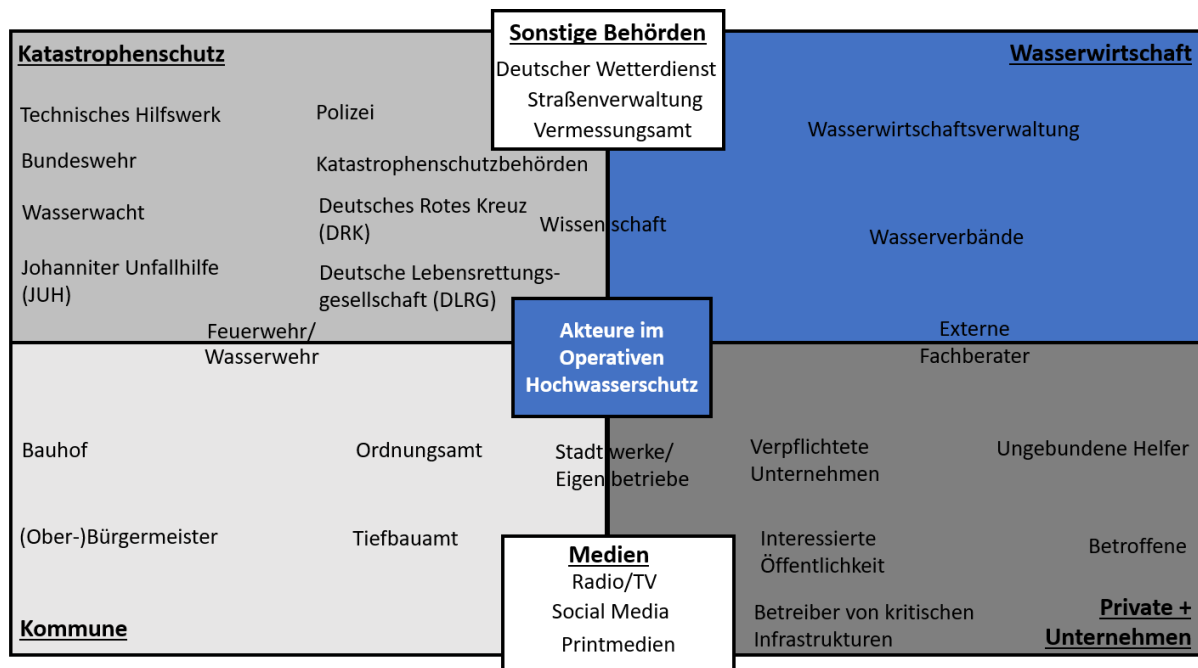


Abb. 28: Beteiligte im operativen Hochwasserschutz (Schüller & Jüpner, 2021)

Im Hinblick auf die gestellte gutachterliche Fragestellung werden im Weiteren die wichtigsten (staatlichen) Einsatzkräfte näher betrachtet, deren Arbeit bei der operativen Hochwasserkatastrophenbewältigung von zentraler Bedeutung ist und von deren „Funktionieren“ ganz wesentlich die Hochwasserfolgen abhängen.

Feuerwehren

Die Berufsfeuerwehren und Freiwilligen Feuerwehren zählen zu den wichtigsten Einsatzkräften im Hochwasserkatastrophenfall und nehmen auf unterschiedlichen Ebenen (Gemeinde, Kreis, Land) eine Vielzahl verschiedener Aufgaben in der Gefahrenabwehr und im Katastrophenschutz wahr. Sie sind üblicherweise die ersten Einsatzkräfte, die bei einer drohenden Hochwassergefahr alarmiert und vor Ort eingesetzt werden.

Die Bewältigung von Hochwasser ist nur eine Aufgabe (der allgemeinen Gefahrenabwehr) im umfangreichen Aufgabenspektrum der Feuerwehren. Die Bewältigung großer Hochwasserereignisse ist eine eher seltene Anforderung im Vergleich zu den „klassischen“ Feuerwehraufgaben, wie Brandbekämpfung oder der Einsatz bei Verkehrsunfällen. Auch wenn in den letzten Jahren insbesondere durch lokale

Starkniederschläge die Bewältigung dieser spezifischen Gefahrenlagen zugenommen hat, ist die Ausbildung der meisten Feuerwehren in diesem Bereich eher von geringem Umfang. Spezialwissen wird nur in Ausnahmefällen vermittelt (vgl. Kopp & Zeddies, 2019⁷⁴ und Scheid et. al., 2021⁷⁵).

Daraus ergibt sich zwangsläufig, dass die Feuerwehren nur im Kontext eines präzise vorbereiteten Katastrophenschutzsystems mit einer zentralen Führung effektiv und wirksam tätig sein können. Die spezielle Expertise zur Bewältigung einer katastrophalen Hochwasserlage muss dazu bei der zuständigen Katastrophenschutzbehörde verfügbar sein und den Einsatzkräften im Bedarfsfall passgenau zur Verfügung gestellt werden. Diese Aussage findet sich auch in der bereits vorliegenden ersten gemeinsamen Auswertung (Strategiepapier) des Verbandes der Feuerwehren in NRW, der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren und der Arbeitsgemeinschaft der Leiter hauptamtlicher Feuerwehren in NRW wieder⁷⁶.

Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW)

Die Bewältigung großer Hochwasserereignisse in Deutschland erfolgte durchweg mit Hilfe der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW). Als Bundesbehörde steht das THW auf Anforderung mit seiner umfangreichen Expertise und den zahlreichen, überwiegend ehrenamtlich tätigen, Einsatzkräften auf Anforderung im Katastrophenfall zur Verfügung. In seinem Leitbild beschreibt das THW die Aufgabenwahrnehmung: *„Das THW nimmt die ihm zugewiesenen, in der Zuständigkeit des Bundes liegenden gesetzlichen Aufgaben der Technisch-Humanitären Hilfe wahr und versteht das Angebot der Nutzung seiner Ressourcen für Aufgaben der Länder und Kommunen als gleichrangig.“*⁷⁷

Das THW bildet in seiner Organisationsstruktur gezielt und regelmäßig Einsatzkräfte auf spezielle Aufgaben bei der Bewältigung katastrophaler Hochwasserereignisse und entsprechender Anforderungen, z.B. der Deichverteidigung, vor. Dazu werden aufbauend auf entsprechenden Basislehrgängen (Grundausbildung im THW, Unterführer-Ausbildung etc.) spezielle Fortbildungen⁷⁸ angeboten, u.a.

- Ausbildungslehrgang „Hochwasserschutz und Naturgefahren“ (Spez 05a und Spez 05b)
- Ausbildungslehrgang „Technischer Berater Hochwasserschutz und Naturgefahren“ (Spez 90)

Neben der Ausbildung im Bereich der „Technischen Berater“ werden zudem die üblicherweise in den Stäben tätigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter als „Fachberater THW“ geschult. Alle genannten Lehrgänge sind bzw. werden sukzessive den gewandelten Anforderungen im praktischen Einsatz angepasst. So wird derzeit z.B. der ehemalige „THW-Deichfachberater-Lehrgang“ inhaltlich für den wesentlich umfangreicheren Bereich „Hochwasser und Naturgefahren“ modifiziert. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das THW über ein System adäquater Ausbildung verfügt, welches spezifische Anforderungen bei der Bewältigung katastrophaler Hochwasserereignisse berücksichtigt. Auch wenn das

⁷⁴ Kopp, M., Zeddies, M. (2019): „Feuerwehren im Starkregeneinsatz: Defizite und Lösungsansätze am Beispiel der Feuerwehr Kaiserslautern“. In: WasserWirtschaft, Heft 12/2019, Springer Professional, S. 48 - 51

⁷⁵ Scheid, C.; Zeddies, M.; Kopp, M.; Jüpner, R. (2021): „BiWaWehr – DAS: Bildungsmodul für Feuerwehren zum Umgang mit wasserbezogenen Naturgefahren“. In: Korrespondenz Wasserwirtschaft, 8/2021, S. 503 - 506

⁷⁶ Verband der Feuerwehren in NRW, Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren und der Arbeitsgemeinschaft der Leiter hauptamtlicher Feuerwehren in NRW (2021): Katastrophenschutz in NRW – Vorschläge für eine Weiterentwicklung (https://www.feuerwehrverband.nrw/fileadmin//Downloads/Verband/Themen/Verband/2021-10_VF_Verbesserungsvorschlaege_Katastrophenschutz.pdf)

⁷⁷ https://www.thw.de/DE/THW/Selbstverstaendnis/Leitbild/leitbild_node.html

⁷⁸ https://www.thw-ausbildungszentrum.de/SharedDocs/Lehrgaenge/THW-BuS/DE/LG_1_787.html

Aus- und Fortbildungssystem auch zukünftig weiterentwickelt werden kann und muss, ist es als hochprofessionell und einsatzerfahren einzuschätzen. Es kommt jedoch darauf an, diese Expertise in einem drohenden Hochwasserkatastrophenfall rechtzeitig und zielgerichtet in die regionale Gefahrenabwehr und die aktiven Strukturen des operativen Hochwasserschutzes einzubinden. Dazu bedarf es im Vorfeld einer engen Abstimmung, einem kontinuierlichen Erfahrungsaustausch sowie angemessen ausgebildeter „Partner“ auf Seiten der Katastrophenschutzbehörden des Landes.

Im Hinblick auf die gutachterliche Fragestellung ist zu konstatieren, dass diese Abstimmung grundsätzlich kontinuierlich und umfassend erfolgt, jedoch seltene (extreme) Hochwasserereignisse nicht im erforderlichen Maße Berücksichtigung gefunden haben.

Bundeswehr

Bei den vergangenen großen Hochwasserereignissen wurde die Hilfe der Bundeswehr regelmäßig von den Katastrophenschutzbehörden angefordert. Die Bitte um Unterstützung bezieht sich üblicherweise auf technische und logistische Fähigkeiten, über die die „zivile Seite“ nicht verfügt, z.B.

- Lufttransportkapazitäten zur Rettung von Personen und Materialtransport,
- schweres Gerät zur Rettung und Bergung,
- logistische Hilfe bei der Versorgung mit Treibstoff und Trinkwasser,
- Aufbau und Betrieb von Satellitenkommunikationsanlagen,
- gezielte und umfassende personelle Unterstützung.

Die Unterstützungs- und Hilfeleistungen von Seiten der Bundeswehr erfolgen auf dem Weg der Amtshilfe für „anforderungsberechtigte Dritte“.

Die Bundeswehr leistet ihre Unterstützung mit den verfügbaren Kräften und führt ihre durch den rechtlichen Rahmen festgelegten Auftrag und die damit verbundenen Aufgaben durch. Eine spezifische Vorbereitung auf einen „Einsatzfall Hochwasserkatastrophe“ erfolgt nicht und ist auch nicht erforderlich. Insofern ist es aus Sicht der Hochwasservorsorge und insbesondere des operativen Hochwasserschutzes von großer Bedeutung zu verstehen, in welcher Form eine Zusammenarbeit mit der Bundeswehr im Einsatzfall möglich und zielführend ist. Dazu ist zwingend erforderlich, dass die Katastrophenschutzbehörden über ausreichend fachkundiges und ausgebildetes Personal verfügt, um im Einsatzfall eine reibungsarme und effektive Zusammenarbeit mit der Bundeswehr zu ermöglichen. Eine angemessene Vorbereitung und gemeinsame regelmäßige Abstimmungen und Übungen zählen dazu (siehe Kap. 6.3).

6.3 Praxis des operativen Hochwasserschutzes, Ausbildungs- und Vorbereitungsstand

Die gutachterliche Fragestellung bezieht sich explizit auf die Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021. Dieses Ereignis ist im Hinblick auf die Katastrophenbewältigung durch folgende Hauptmerkmale zu charakterisieren (Kap. 4.):

- Das Hochwasserereignis wurde durch eine besondere hydrometeorologische Situation verursacht, die in Kap. 4.1 beschrieben ist. Das Tief „Bernd“ brachte erhebliche, teils extreme Niederschlagsmengen, die von örtlichen Starkregenereignissen überlagert wurden und auf weitgehend gesättigte Bodenspeicher trafen. In der Folge kam es zu einer katastrophalen Hochwassersituation, bei der großflächig bisher bekannte Maximalwasserstände übertroffen wurden, z.T. in erheblichem Maße. Hydrologisch bewertet handelt es sich um ein sehr seltenes Ereignis, dass in einigen Flußgebieten über dem als „Extremereignis“ modellierten Modellszenario „ HQ_{extrem} “ eintrat. Damit waren die Katastrophenschutzbehörden mit einer in vielen Teilen unerwarteten und über den bisherigen Modellierungen (und Vorstellungen) liegendem Ereignis konfrontiert. Auch an einigen Zuflüssen in Talsperren wurde die Jährlichkeit der Hochwasserzuflüsse $HQ_{10.000}$ erreicht und überschritten (vgl. Kap. 5.4. S. 40). Dieser Wert ist als Bemessungsabfluss BHQ_2 für die Dimensionierung der Hochwasserentlastungsanlagen von Talsperren entsprechend der Normenreihe DIN 19700 gesetzlich verankert und von grundsätzlicher Bedeutung für den Katastrophenschutz.
- Die Hochwasserkatastrophe betraf großflächig primär den südlichen Landesteil von Nordrhein-Westfalen und den Nordwesten von Rheinland-Pfalz und damit mehrere Flusseinzugsgebiete in einer Größe von mehreren tausend Quadratkilometern (vgl. Abb. 5). Damit war eine nicht nur landkreisübergreifende, sondern auch bundeslandübergreifende Lage zu bewältigen, die eine Vielzahl regionaler Akteure im Katastrophenschutz betraf.
- Das Hochwasserereignis war durch eine vergleichsweise kurze, d.h. nur mehrere Stunden lange, Vorwarnzeit für die Einsatzkräfte gekennzeichnet. Auch wenn die Vorhersagen zur meteorologischen Lage und den zu erwartenden Niederschlagsmengen bereits am 12. Juli 2021 u.a. durch den DWD veröffentlicht wurden und vergleichsweise stabil blieben, konnten pegelbezogene Vorhersagen erst einige Stunden vor Eintreffen der Hochwasserspitzenabflüsse verlässlich und regional präzise ermittelt werden (vgl. Kap. 5.5 und 5.6). Das liegt neben den Unsicherheiten in der Vorhersage der tatsächlichen Lage der prognostizierten „schauerartigen Regenfälle“ auch im Charakter der betroffenen Regionen begründet, insbesondere der Mittelgebirgsregionen Bergisches Land, Eifel und Teilen des Sauerlands.
- In der betroffenen Region ist eine solche Hochwasserkatastrophe seit vielen Jahrzehnten nicht aufgetreten. Daher lagen weder bei den verantwortlichen Katastrophenschutzbehörden noch bei den Betroffenen persönliche Erfahrungen vor. Vielfach wird die Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021 von den Einsatzkräften und Betroffenen als „völlig unvorstellbar“ und die zu bewältigende Hochwasserlage als „noch nie erlebt“ und ähnlich geschil-

dert. Ein Beispiel aus dem Bereich des Wupperverbandes illustriert diese These: „Als Zwischenfazit kann festgehalten werden, dass das Ausmaß des eingetretenen Ereignisses an der Höhe von keinem der Akteure auch nur annähernd vorausgesagt hätte werden können“⁷⁹.

Zusammenfassend lässt sich daraus für die weitere Betrachtung ableiten, dass der konkrete Vorbereitungsstand der Katastrophenschutzbehörden und Einsatzkräfte auf ein seltenes (extremes) Hochwasserereignis betrachtet werden muss, welches in seiner Dimension in weiten Teilen weder durch die wasserwirtschaftlichen Instrumente (Hochwassergefahrenkarten etc.) umfassend und präzise ausgewiesen war, noch von den verantwortlichen Katastrophenschutzbehörden jemals „erlebt“ werden musste (von einzelnen Ausnahmen abgesehen). Insofern sind die weiteren Ausführungen ein gutes Stück theoretische Betrachtungen bleiben, denn es liegt in der Natur der Sache, dass generell die Vorbereitung auf sehr seltene Katastrophen immer nur begrenzt erfolgen kann. Erinnerung sei in diesem Zusammenhang an vergleichbare Diskussionen nach der Tsunamikatastrophe 2011 in Japan. Dennoch ist zu betonen, dass die Gesetzeslage völlig eindeutig ist und die angemessene Vorbereitung auf seltene (extreme) Hochwasserereignisse uneingeschränkt erfolgen muss.

Vorbereitung des Katastrophenschutzes im Hinblick auf seltene (extreme) Hochwasserereignisse

Die Hauptaufgabe der Katastrophenschutzbehörden besteht in der Gefahrenabwehr bei Katastrophen. Im Rahmen einer angemessenen Katastrophenvorsorge sollen die Verringerung des Katastrophenrisikos sowie die Abschwächung von Katastrophenfolgen erreicht werden (BBK, 2021).

Diese Vorbereitung umfasst eine Reihe von Maßnahmen (exemplarisch nach BSISI, 2021⁸⁰):

- Planungen
 - Alarmierungsplanung Katastrophenschutz
 - Allgemeine Katastrophenschutzplanung
 - Katastrophenschutz-Sonderpläne für Anlagen und Einrichtungen mit besonderem Gefahrenpotenzial und für besondere Ereignisse
- Regelungen
 - Regelung der Einsatzleitung und Führung bei Katastrophen und Großschadenereignissen
 - Aus- und Fortbildung
- Übungen

Die hier zu untersuchende Hochwasserkatastrophe war - auch wenn sie einige spezifische Merkmale aufweist und als „extremes Ereignis“ zu charakterisieren ist - grundsätzlich durch die o.g. Maßnahmen vorzubereiten. Im Weiteren werden die aufgeführten „Planungen“, „Regelungen“ und „Übungen“ als wesentliche Katastrophenvorsorgemaßnahmen im Detail betrachtet.

⁷⁹ Ergebnisprotokoll der Sitzung von Vertretern des Wupperverbandes und der Feuerwehr der Stadt Wuppertal zum Thema „Konsequenzen aus dem Hochwasser im Juli 2021 – erste Ergebnisse der Analyse und geplante Maßnahmen“ am 27.07.2021 (Protokoll vom 10.08.2021), (Unterlagen des PUA; Dokument: *2021-08-10_Protokoll_Wupperverband_T1_T3_und_Feuerwehr_Stadt_W_final.pdf*; Wupperverband)

⁸⁰ BSISI-Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Sport und Integration (2021): „Aufgaben und Organisation des Katastrophenschutzes in Bayern“. (<https://www.stmi.bayern.de/sus/katastrophenschutz/katastrophenschutzsystem/aufgabenundorganisation/index.php>)

Wie wurde ein katastrophales Hochwasserereignis in der „Allgemeinen Katastrophenschutzplanung“ abgebildet?

Die Ausführungen zum Hochwasserkrisenmanagement in Nordrhein-Westfalen gemäß dem bereits genannten „Gemeinsamen Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz und des Ministeriums für Inneres und Kommunales“ vom 28.10.2011 beinhalten keine konkreten Aussagen hinsichtlich der Erstellung einer gemeinsamen „Hochwasserkatastrophenplanung“ auf Landesebene. Auch an anderer Stelle wird erstaunlich wenig bezüglich des Umgangs mit „Gebietskörperschaftsübergreifenden Gefahrenlagen“ ausgeführt bzw. geregelt. Das verwundert umso mehr, als dass die Erfahrungen aus Großschadenslagen im Bereich Hochwasser, wie z.B. in Sachsen oder Sachsen-Anhalt, eindeutig auf die Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit einer entsprechenden zentralen Verantwortung auf Landesebene einschließlich fundierter planerischer Vorbereitung hinweisen (vgl. Sächsische Staatskanzlei, 2002 und Sächsische Staatskanzlei, 2013).

Auf kommunaler Ebene sind eine Reihe von Katastrophenschutzplanungen für den Einsatzfall „Hochwasser“ erstellt worden, u.a. von den Städten Remscheid⁸¹ und Solingen⁸². Darin sind dezidierte Einsatzplanungen mit unterschiedlichen Informationen bis hin zu häufig betroffenen Gebäuden enthalten. Eine flächendeckende oder gar landesweit einheitliche und abgestimmte „allgemeine Katastrophenschutzplanung Hochwasser“ existiert nicht.

Welchen Ausbildungsstand hatten die zuständigen Katastrophenschutzbehörden vor der Hochwasserkatastrophe am 14./15. Juli 2021 und welche „Katastrophenschutzübungen Hochwasser“ wurden vorbereitend durchgeführt?

Im Runderlass „Hochwasserkrisenmanagement in Nordrhein-Westfalen“ (siehe Kap. 6.2) wird in § 7 „Übungen und Fortbildungsmaßnahmen“ formuliert: *„Zu Übungszwecken wird empfohlen, im Rahmen der Krisenmanagementübungen nach dem „Krisenstabserlass“ das Szenario „Hochwasser“ zu berücksichtigen sowie entsprechende Aus- oder Fortbildungen zu ermöglichen“.*

Wie wurde in den 10 Jahren seit Inkrafttreten des gemeinsamen Runderlasses dieser Empfehlung Rechnung getragen?

Mit Schreiben vom 26. Januar 2022 beantwortet das Ministerium des Innern des Landes Rheinland-Pfalz eine diesbezügliche Anfrage des Parlamentarischen Untersuchungsausschusses „Hochwasserkatastrophe“ hinsichtlich der Aus- und Fortbildung der Katastrophenschutzbehörden des Landes zu seltenen (extremen) Hochwasserereignissen und durchgeführten „Katastrophenschutzübungen Hochwasser“ vor dem Hochwasserereignis vom 14./15. Juli 2021⁸³.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass

⁸¹ Stadt Remscheid (2013): Fachdienst 1.37 Einsatzplan Hochwasser (Stand 04.12.2013)

(Unterlagen des PUA, Dokument: 20131228_Einsatzplan Hochwasser komplett.pdf; Wupperverband)

⁸² Ergebnisprotokoll der Sitzung von Vertretern des Wupperverbandes und der Feuerwehr der Stadt Wuppertal zum Thema „Konsequenzen aus dem Hochwasser im Juli 2021 – erste Ergebnisse der Analyse und geplante Maßnahmen“ am 27.07.2021 (Protokoll vom 10.08.2021), (Unterlagen des PUA; Dokument: 2021-08-10_Protokoll_Wupperverband_T1_T3_und_Feuerwehr_Stadt_W_final.pdf; Wupperverband)

⁸³ Schreiben des Ministeriums des Innern des Landes NRW vom 26. Januar 2022 zur Beantwortung der Frage nach Aus- und Weiterbildung und Katastrophenschutzübungen „Hochwasser“ (Unterlagen des PUA)

-
- die Aus- und Fortbildung der zuständigen Katastrophenschutzbehörden im Hinblick auf die Bewältigung von Hochwasserereignissen regelmäßig erfolgt, vor allem durch die Nutzung entsprechender Angebote des Instituts der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen (IdF NRW),
 - der Fokus der Aus- und Weiterbildung thematisch auf dem Krisenmanagement und der Stabsarbeit liegt,
 - eine spezifische Beschäftigung mit wasserwirtschaftlichen Aspekten der Hochwasserkatastrophe nicht benannt ist,
 - Übungen zum Thema „Bewältigung von Hochwasserereignissen“ vereinzelt auf Ebene der Bezirksregierungen stattfanden,
 - Übungsszenarien, die ein gezieltes Zusammenwirken mit der Wasserwirtschaft in den Mittelpunkt stellen, nicht dokumentiert sind.

Im Sinne der gutachterlichen Fragestellung kann geschlussfolgert werden, dass eine regelmäßige Aus- und Fortbildung sowie die Durchführung von Übungen im Hinblick auf die „Krisenbewältigung“ von Starkregen und Hochwasserereignissen im IdF NRW erfolgt. Eine vertiefte Beschäftigung mit fachthematischen wasserwirtschaftlichen Fragestellungen wird nur in Ausnahmefällen vorgenommen. Insofern ist der im o.g. Runderlass formulierten Empfehlung nur in Teilen gefolgt werden. Die Durchführung (größerer) Übungen mit wichtigen im operativen Hochwasserschutz tätigen Akteuren wäre im Hinblick auf die Hochwasserkatastrophe am 14./15. Juli 2021- vor allem im Hinblick auf die erforderliche Nutzung gemeinsamer Informationssysteme - sicher sehr wertvoll gewesen.

6.4 Optimierung des operativen Hochwasserschutzes aus Sicht des Katastrophenschutzes

Die vorliegenden Auswertungen und Erfahrungsberichte der Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021 weisen recht eindeutig und überraschend einstimmig auf die Notwendigkeit der Optimierung des Katastrophenschutzes im Falle der notwendigen Bewältigung einer katastrophalen Hochwasserlage hin. Diese Aspekte sollen nachfolgend unter der Frage aufgegriffen werden, wie von Seiten des Katastrophenschutzes eine Optimierung des Operativen Hochwasserschutzes zielführend umgesetzt werden könnte und welche relevanten Aspekte aus fachlicher Sicht integriert werden müssen. Dabei sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass es sich keineswegs um neue Erkenntnisse bzw. Forderungen handelt, wie ein kurzer Blick in den „Bericht der Unabhängigen Kommission der Sächsischen Staatsregierung zur Flutkatastrophe 2002 (Kirchbach-Report)“ zeigt. Dort heißt es u.a. (Sächsische Staatskanzlei 2002, S. 243):

„Die Kommission schlägt vor,

- *einen verbindlichen Standard für die organisatorische Vorbereitung auf Katastrophenfälle für die Katastrophenschutzbehörden aller Ebenen vorzuschreiben und die Durchführung zu prüfen,*
- *die konkreten Notfallpläne vor allem hinsichtlich der Hochwasservorsorge und der Evakuierung fortzuschreiben,*
- *Vorkehrungen für den Ausfall von Strom und Telekommunikationsanlagen zu treffen,*
- *das System „DISMA“ so weiterzuentwickeln, dass es seinen Zweck erfüllt, verbindlich von allen angewendet werden kann und die Anwendung auf allen Ebenen des Katastrophenschutzes zu üben,*
- *das Übungsgeschehen so zu profilieren, dass alle Führungsebenen des Katastrophenschutzes in regelmäßigen Abständen unter Einschluss der Fachberater die Zusammenarbeit der hierarchischen Ebenen üben,*
- *die Ausbildungskapazität insgesamt und speziell für die technischen Einsatzleitungen zu erhöhen und bei jeder unteren Katastrophenschutzbehörde für diese Aufgabe speziell ausgebildete Einsatzleiter vorzuhalten,*
- *die Aufgaben der hierarchischen Ebenen im Katastrophenfall zu beschreiben, ihre Erfüllung sicherzustellen und ein einheitliches Führungsverständnis durchzusetzen.*
- *...“*

Ähnliche Schlussfolgerungen wurden nach anderen großen Hochwasserereignissen gezogen, u.a. an der Elbe 2013, vgl. dazu LHW, 2014 und LfLUG, 2015.

Optimierung des „Systems Operativer Hochwasserschutz“

Aus Sicht des Katastrophenschutzes ist eine Hochwasserkatastrophe eine von mehreren Katastrophensituationen, die im Rahmen der dem Katastrophenschutz übertragenen Aufgaben zu bewältigen ist. Im „Gemeinsamen Runderlass des MKULNV und des MIK zum Hochwasserkrisenmanagement in Nordrhein-Westfalen“ (MULNV und MIK, 2021) soll das „*strukturierte Zusammenwirken aller beteiligten Behörden für den Fall eines akuten (drohenden) Hochwassers sichergestellt werden*“. Hinsichtlich der Aufgaben der Gefahrenabwehrbehörden wird auf das BHKG verwiesen. Für katastrophale Hochwasserlagen heisst es erläuternd:

„Liegt eine Gefährdung von Leben und Gesundheit zahlreicher Menschen oder erheblicher Sachwerte durch das Hochwasser vor und ist aufgrund eines erheblichen Koordinierungsbedarfs eine rückwärtige

Unterstützung der Einsatzleitung der Feuerwehr erforderlich, die von einer kreisangehörigen Gemeinde nicht geleistet werden kann, leiten und koordinieren die für Großschadensereignisse zuständigen Kreise („Katastrophenschutzbehörden“) unter Berücksichtigung der bereits im Vorfeld erstellten Gefahrenabwehr- und Evakuierungspläne den Einsatz (§ 4 Absatz 3 BHKG).“ (ebenda, S. 3 f).

Hier fällt auf, dass nur von den Feuerwehren gesprochen wird. Ein Hinweis auf eine katastrophale Hochwasserlage, die ein enges Zusammenwirken verschiedener Einsatzkräfte, vor allem das koordinierte Zusammenwirken mit THW und Bundeswehr thematisiert, fehlt.

Die Aufgaben der Wasserbehörden werden vor allem im Hinblick auf die Steuerung und Überwachung der technischen Hochwasserschutzanlagen (vgl. Kap. 5.4) betont. Zu den Aufgaben der Wasserbehörden wird zudem die Erstellung eines „Einsatzplans“ gezählt, der „...die Grundlage für das Handeln der Wasserbehörde im Hochwasserfall darstellen und insbesondere die eigene Aufgabenwahrnehmung sowie die Kommunikation und Abstimmung mit anderen verantwortlichen Dienststellen und Institutionen regeln [soll].“ (ebenda, S. 3). Im Punkt 4.3. „Übergang der Verantwortlichkeit“ heisst es:

„Die Wasserbehörden nehmen ihre gesetzliche Überwachungstätigkeit gemäß Einsatzplan wahr. Bei Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung leisten die Wasserbehörden daneben die fachliche Zuarbeit für notwendige Entscheidungen der Gefahrenabwehrbehörde / des Krisenstabes. Dies umfasst insbesondere die fachlichen Lageeinschätzungen hinsichtlich der Standsicherheit der Hochwasserschutzanlagen und daraus abzuleitende Sicherungsmaßnahmen sowie fachliche Beurteilungen zu möglichen Evakuierungsmaßnahmen.“

Dieser „Übergang der Verantwortlichkeit“ beschreibt die tatsächliche Situation im Fall eines katastrophalen Hochwasserereignisses nur unzureichend.

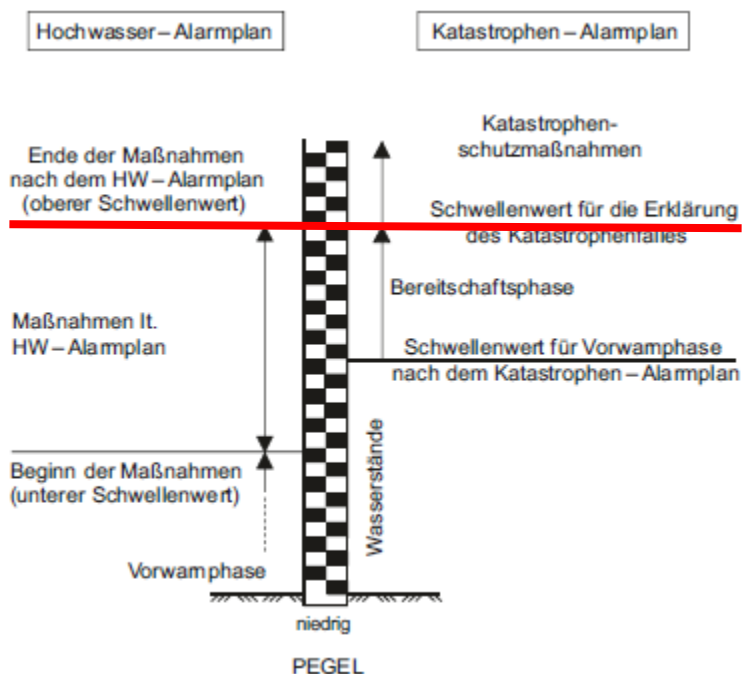


Abb. 29: Veränderung der Abgrenzung zwischen Hochwasser-Alarmplan und Katastrophen-Alarmplan (Patt & Jüpner, 2020)

Wie das Hochwasserereignis vom 14./15. Juli 2021 vor Augen geführt hat, ist bei einer großflächigen Betroffenheit und einer sich dynamisch und vergleichsweise schnell verändernden Lage nicht davon auszugehen, dass ein „planmäßiger“ und vor allem flächendeckender Übergang von einem „Routinefall“ mit Maßnahmen entsprechend eines „Alarm- und Einsatzplans“ (oder Hochwasser-Alarmplans)

und einem „Katastrophenfall“ mit „Gefahrenabwehr- und Katastrophenschutzmaßnahmen“ nach einem Katastrophen-Alarmplan (siehe Abb. 29) der Realität entspricht. Ein „sprunghafter“ und eindeutiger Übergang zwischen beiden „Systemen“ – in Abb. 29 durch einen roten Strich visualisiert – ist eine theoretische und eher praxisferne Vorstellung.

Ein erweiterter Ansatz nach Schüller und Jüpner, 2021, der persönliche Erfahrungen aus dem Katastropheneinsatz 2021 berücksichtigt, schlägt vor, den operativen Hochwasserschutz nicht auf die ausschließliche Ereignisbewältigung, sondern in drei Säulen entsprechend Abb. 30 zu untergliedern:

- operative Hochwasservorsorge
- operative Hochwasserbewältigung und
- operative Hochwassernachsorge

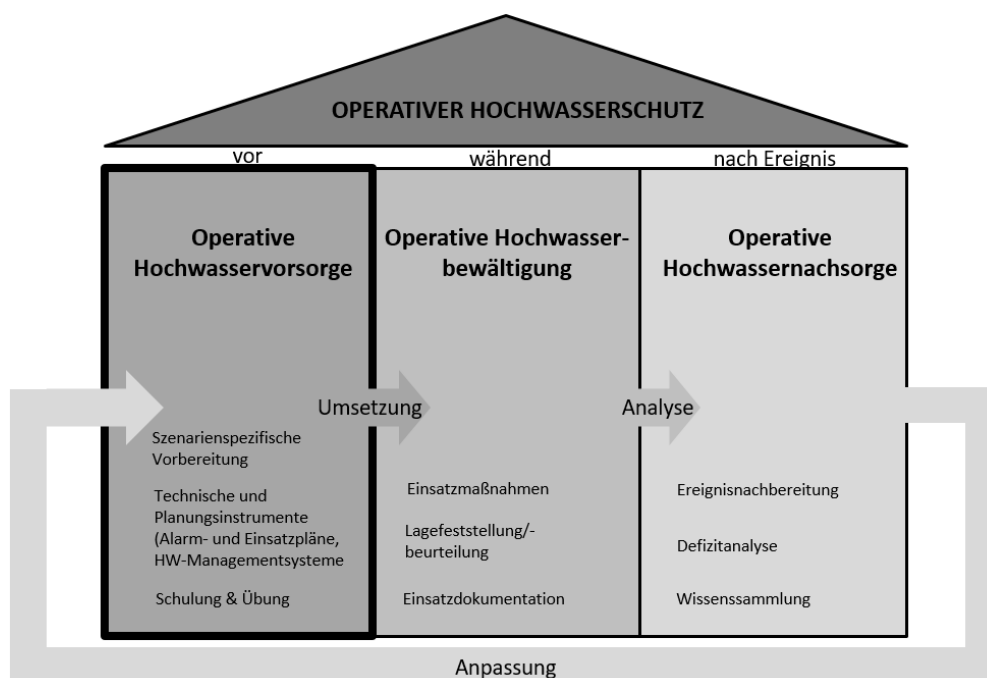


Abb. 30: Erweitertes System des operativen Hochwasserschutzes (verändert nach Schüller und Jüpner, 2021)

Lagebild im Hochwassereinsatz

In Ergänzung zu den in Kap. 5.7 ausgeführten Optimierungsansätzen für die Wasserwirtschaft, muss auch aus Sicht des Katastrophenschutzes das Lagebild als wesentlicher Aspekt der Optimierung angesehen werden. Bei einer flächendeckenden Großschadenslage, wie sie auch für die Hochwassersituation am 14./15. Juli 2021 charakteristisch war, kommt einer präzisen Lagedarstellung für alle im Katastrophenschutz tätigen Akteure und Einsatzkräfte eine zentrale Bedeutung zu. Ohne ein umfassendes und aktuelles Bild der tatsächlichen Situation ist eine effektive Katastrophenebewältigung nur schwer möglich. In ihrer Auswertung der umfangreichen Einsatzerfahrungen der Feuerwehren im Juli 2021 kommen die Feuerwehren in Nordrhein-Westfalen zu folgender gemeinsamer Einschätzung:

„Die Einsatzlage Hochwasser 2021 hat verdeutlicht, dass ein Kernproblem des Katastrophenschutzes in einem nicht in ausreichendem Maße vorhandenen Lagebild auf Landesebene liegt. Mit dem Projekt ViDaL zur Schaffung einer Schnittstelle für die Vernetzung vorhandener Leitstellen-Informationen auf Ebene der Leitstellen der Kreise und kreisfreien Städte soll zukünftig eine deutliche Verbesserung dieses Defizites auf den Weg gebracht werden; dies ist sinnvoll, jedoch nur eine Teillösung. Zur bestmöglichen

Optimierung der Vernetzung des Lagebildes und der Informationslage zwischen Kreisen, kreisfreien Städten, Bezirksregierungen und Landesregierung schlagen wir dringend vor, eine landeseinheitliche Leitstellen- und Stabssoftwarelösung seitens des Landes unter vernetzter Anbindung der Kreise, Städte und Gemeinden vorzuhalten. Damit könnten zugleich bisher analog erfolgende Prozesse gemäß Meldeerlass automatisiert und vereinheitlicht werden. Ebenso würden alle beteiligten Ebenen von einem jederzeit und sofort verfügbaren landesweiten Lagebild profitieren.“ (Verband der Feuerwehren in NRW u.a., 2021).

Diese ernüchternde Feststellung muss um einen wesentlichen Punkt erweitert werden: Das Lagebild muss aus einem umfassenden Informationssystem bestehen, welches die jeweilige „Katastrophensituation“ vor dem Hintergrund des bestehenden Zustandes abbilden kann. Folgendes Beispiel soll dazu als Veranschaulichung dienen:

Wenn im Einsatzfall eine Feuerweereinheit einen konkreten Schaden an einer technischen Infrastrukturanlage aufnimmt, z.B. einen beschädigten oder zerstörten Straßenabschnitt, so ist diese Information nur vor dem Hintergrund des bestehenden Systems „Straßennetz“ zu verstehen und zu interpretieren. Die Bedeutung dieses aufgenommenen Schadens und damit eine korrekte Lageeinschätzung zur resultierenden Einschränkung der Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems ist nur in der Zusammenführung aller Informationen verlässlich möglich. Existiert z.B. eine nahegelegene Ausweichroute, so ist die Lageeinschätzung und die resultierenden operativen Katastrophenschutzmaßnahmen eine völlig andere, als wenn es sich bei dem beschädigten Straßenabschnitt um einen Teil einer wichtigen Evakuierungsrouten handeln würde. Im ersten Fall ist lediglich eine Straßensperrung und die entsprechenden Verkehrssicherungsmaßnahmen vorzunehmen, im zweiten Fall wäre eine (Not)Reparatur zu erwägen bzw. Alternativen zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit zu realisieren.

Systematische Sammlung und Aufarbeitung von Hochwasserwissen - „Wissenszentrum Hochwasser“

Die bereits in Kap. 5.7 auf S. 65 beschriebene Sammlung von „Hochwasserwissen“ aus Sicht der Wasserwirtschaft ist in gleicher Masse mit der gleichen inhaltlichen Begründung auch für den Katastrophenschutz uneingeschränkt empfehlenswert. Zielführend wären dabei sicher eine landesweit einheitliche Vorgehensweise und ein gemeinsamer fachlicher Ansatz. Ob und in welcher Organisationsform ein solches „Wissenszentrum Hochwasser“ aufgebaut und betrieben wird und ob dazu die Installation eines „Katastrophenschutzamtes auf Landesebene“ zielführend ist, wird eine politische Entscheidung sein.

Mit Bezug auf die gutachterliche Fragestellung ist deutlich zu betonen, dass sich das Fehlen von umfassendem „Hochwasserwissen“ in aufbereiteter, strukturierter aber vor allem im operativen Hochwasserschutz direkt verfügbarer Form als deutlicher Mangel erwiesen hat. Auch bei Einbeziehung wasserwirtschaftlicher Expertinnen und Experten (z.B. als Fachberater vor Ort oder im Stab) ist nicht zu erwarten, dass für außergewöhnliche Situationen die erforderliche und umfassende Expertise „abrufbereit“ verfügbar ist. Notwendig ist die Möglichkeit, mit spezifischen Fragestellungen während des operativen Hochwasserschutzes auf eine „Fachdatenbank Hochwasserwissen“ und wenn möglich auf in diesem speziellen Fachthema kundige Expertinnen und Experten zugreifen zu können.

7. Zusammenfassende Beantwortung der gutachterlichen Fragestellung

Das Sachverständigengutachten untersucht welche vorbeugenden Maßnahmen im Fall der Hochwasserkatastrophe ganz konkret bezogen auf den 14./15. Juli 2021 möglich gewesen wären, um die betroffenen Gebiete in NWR vor dem Hochwasser am 14./15. Juli 2021 (besser) zu schützen. Dieses Hochwasserereignis ist nach den bisher vorliegenden Untersuchungen sowohl meteorologisch als auch hydrologisch als sehr seltenes und teilweise extremes Naturereignis einzustufen. Seine Eintrittswahrscheinlichkeit lag in vielen Bereichen deutlich über den für technische Hochwasserschutzanlagen anzusetzenden Bemessungswasserständen bzw. Bemessungsdurchflüssen. Insbesondere in den Mittelgebirgslagen war das Ereignis charakterisiert durch schnell abfließendes Wasser, welches Sediment, Geschiebe, Schwimmstoffe (Treibgut) mit sich riss und in Bereichen geringer Fließgeschwindigkeiten und an Durchflusshindernissen ablagerte. In der Konsequenz verursachte das Hochwasser in vielen betroffenen Regionen katastrophale Folgen. Daraus ergibt sich für die gutachterliche Fragestellung, dass diese auf „Möglichkeiten der Vorbeugung gegen ein seltenes (extremes) Hochwasser mit katastrophalen Folgen“ präzisiert werden muss. Im Fokus stehen dabei die Möglichkeiten staatlichen Handelns der Wasserwirtschaft und des Katastrophenschutzes.

Auch wenn noch keine abschließenden Auswertungen zu wichtigen Aspekten der untersuchten Hochwasserkatastrophe vorliegen, lassen sich wesentliche Antworten auf die gutachterliche Fragestellung ableiten. Diese sind in der nachfolgenden Auflistung thematisch untergliedert zusammengefasst:

1. Grundsätzliche und fachübergreifende Einschätzungen

Seltene und extreme Naturereignisse, wie Hochwasser, werden im Bewusstsein unserer modernen Industriegesellschaft nicht bzw. nur unzureichend als reale Gefahr für „Leib und Leben“ wahrgenommen. Die eingetretenen immensen Schäden infolge der Hochwasserkatastrophe am 14./15. Juli 2021 waren für die meisten Betroffenen und Akteure im Hochwasserrisikomanagement schlicht „unvorstellbar“. Die These „Wir müssen das Udenkbare denken“ wurde nur in Ausnahmefällen in konkretes Handeln umgesetzt. Jedoch ist die geltende Gesetzeslage eindeutig: auch extreme Hochwasserereignisse müssen insbesondere durch die verantwortlichen staatlichen Stellen in ausreichendem Maße vorgedacht, modelliert und angemessen vorbereitet werden. Das ist an verschiedenen Stellen erkennbar nicht geschehen.

Hochwasserkatastrophen haben in den vergangenen Jahren andere Regionen Deutschlands getroffen (u.a. im Einzugsgebiet der Elbe 2002 und 2013 oder der Donau 2013) und wurden in wichtigen Aspekten detailliert in Form von Ereignisanalysen aufgearbeitet. Daraus wurden konkrete Schlussfolgerungen gezogen. Diese Erkenntnisse und das damit verbundene „Lernen aus den Katastrophen“ wurde in Nordrhein-Westfalen nur teilweise aufgenommen und in konkrete Hochwasservorsorgemaßnahmen der zuständigen Institutionen der Wasserwirtschaft und des Katastrophenschutzes umgesetzt. Insbesondere vor dem Hintergrund der prognostizierten Zunahme der Extremereignisse infolge des Klimawandels muss angemessene Vorsorge auch im Hinblick auf Hochwasser- und Starkregenereignisse in praktisches und kontinuierliches staatliches Handeln umgesetzt werden.

Es ist unverzichtbar, die Hochwassergefahr in verständlicher Form auch für fachliche Laien zu kommunizieren. Dazu existieren vielfältige Möglichkeiten der „Hochwasserrisikokommunikation“, die als praxistauglich einzuschätzen sind. Es hat mit Bezug auf die gutachterliche Fragestellung vor allem an konkreter Hochwasserwarnung gefehlt, die eine auch für die breite Bevölkerung verständliche Verbindung zwischen der Hochwasservorhersage (üblicherweise bezogen auf Hochwassermeldepegel) und die konkrete objektspezifische Gefährdung ermöglicht. Die fachliche Bewertung der Hochwasserlage muss grundsätzlich eine klare und eindeutige Warnung enthalten, wenn „Leib und Leben“ akut bedroht sind. Diese konkreten Hochwasserwarnungen sind, vor allem im Zusammenwirken zwischen Wasserwirtschaft und Katastrophenschutz, nicht immer in der notwendigen Präzision und Deutlichkeit formuliert und entsprechend zielgruppenbezogen kommuniziert worden. Jedoch ist auch darauf hinzuweisen, dass staatliche Vorsorge allein auch in Zukunft nicht ausreichen wird. Den Betroffenen muss bewusst sein, dass es in der Hochwasservorsorge neben einer „Bringschuld“ von staatlicher Seite eine „Holschuld“ auf Seiten der Bürgerinnen und Bürger und grundsätzlich aller Betroffenen gibt.

2. Einschätzungen zur Wasserwirtschaft

Im Hinblick auf die gutachterliche Fragestellung muss zunächst festgestellt werden, dass die Vorbereitung der Wasserwirtschaft auf ein Hochwasserereignis entsprechend der gesetzlichen Vorgaben grundsätzlich als strukturierter und administrativ gut und qualitativ hochwertiger kontinuierlicher Prozess erfolgt. Mängel sind jedoch in der gezielten und systematischen Vorbereitung auf seltene (extreme) Hochwasserereignisse zu erkennen. Es fehlt insbesondere an der umfassenden Vorbereitung auf die konkrete operative Hochwasserbewältigung und die fachliche Vorsorge im Hinblick auf „extreme Szenarien“. Auch die aktive und in der Praxis gelebte Zusammenarbeit mit dem Katastrophenschutz, z.B. bei gemeinsamer Aus- und Weiterbildung und entsprechender Katastrophenschutzübungen „Extremhochwasser“ ist deutlich verbesserungsbedürftig.

Hochwasser ist mehr als die Bewegung von Wasser. Hochwasser bedeutet insbesondere in den betroffenen Mittelgebirgslagen des Bergischen Landes und der Eifel den großflächigen Transport von Sediment und Treibgut. Diese Transportprozesse und ihre Auswirkungen müssen in den hydrologischen und hydraulischen Modellen, den Vorhersagen und Warnungen sowie den prognostizierten Folgen angemessen berücksichtigt werden, um eine wirksame Hochwasservorsorge zu ermöglichen. Relevante Informationen waren nur sehr lückenhaft in den konkreten Hochwasservorhersagen und Hochwasserwarnungen sowie den Hochwassergefahrenkarten enthalten und daher vielfach im konkreten Einsatzfall nicht verfügbar.

Die meteorologischen Voraussagen für das Hochwasserereignis vom 14./15. Juli 2021 sind als vergleichsweise präzise für ein Ereignis dieser Dimension einzuschätzen, auch wenn in einigen Bereichen die tatsächlich gefallenen Niederschlagsmengen unterschätzt wurden (Kap. 4.1). Grundsätzlich kritisch zu bewerten ist die Verwendung einer „Fachsprache“, die für Betroffene (und teilweise auch staatliche Stellen – vgl. Kap. 4.2) in manchen durchaus bedeutsamen Bereichen schwer verständlich ist; insbesondere der inflationäre Gebrauch des Wortes „extrem“ hat sich als wenig hilfreich erwiesen.

Das Zusammenwirken von meteorologischer Niederschlagsvorhersage und hydrologischer Hochwasservorhersage muss reibungslos und effektiv erfolgen, um präzise Hochwasservorhersagen und Hochwasserwarnungen erstellen zu können. Es mangelte an der gemeinsamen Verständigung auf ein eindeutiges Begriffssystem vor allem hinsichtlich der eindeutigen Definition verwendeter Fachtermini

(Kap. 4.2). Zudem erfolgte in der tatsächlichen Situation offenbar kein bzw. nur ein unzureichender Abgleich zwischen den meteorologischen Vorhersagen und deren hydrologischer Interpretation.

Die nach den geltenden rechtlichen Vorgaben erstellen Hochwassergefahrenkarten bilden die tatsächlich vorhandene Hochwassergefahr nicht vollständig ab (Kap. 5.1). Sie werden für Fluss-Hochwasser erstellt und berücksichtigen andere Hochwasserten, wie z.B. Starkregen, nicht. Hochwassergefahrenkarten basieren auf definierten Randbedingungen der hydraulischen Modellierung. Eine wesentliche Schwäche der verwendeten Modelle besteht darin, dass Hochwasser mit Wasser gleichgesetzt und das Transportvermögen von Hochwasser nicht bzw. nur unzureichend abgebildet wird. Zudem ist die Bezeichnung „HQ_{extrem} = extremes Hochwasserereignis“ im eigentlichen Wortsinne irreführend, denn in so bezeichneten Hochwassergefahrenkarten wird ein Hochwasserereignis simuliert, welches „deutlich seltener als alle 100 Jahre“ auftritt. Das bedeutet, dass die tatsächliche Überflutung bei einem Hochwasser auch ohne Berücksichtigung von lokalen Aufstauwirkungen größer eintreten kann, als in der Modellierung des (vermeintlichen) Extremereignisses errechnet. Diese Situation ist für die breite Öffentlichkeit nur schwer zu verstehen und stellt auch den operativen Hochwasserschutz vor Probleme, die tatsächliche Überflutungsausdehnung (z.B. für Evakuierungen) verlässlich einschätzen zu können.

Für die Bestimmung des Hochwasserrisikos werden Hochwasserrisikokarten erstellt (Kap. 5.2), jedoch visualisieren diese lediglich die Flächennutzungen bei drei unterschiedlichen Hochwasserszenarien. Die objektspezifischen Risiken und auch die möglichen Hochwasserschäden hängen von einer Reihe von Faktoren ab, wie z.B. der Vulnerabilität der betrachteten Objekte. Diese sind der Hochwasserrisikokarte nicht zu entnehmen und insofern ist eine Bestimmung des Hochwasserrisikos nicht möglich. Objektspezifische Aussagen zum tatsächlichen Hochwasserrisiko in Bezug auf ein konkretes Hochwasserereignis sind – sofern vorliegend – im Alarm- und Einsatzplan (vgl. Kap. 6.) erarbeitet und in konkrete Handlungsanweisungen umgesetzt worden. Es ist festzustellen, dass einheitliche Methoden und Ansätze zur präzisen und objektspezifischen Bestimmung des Hochwasserrisikos in den betroffenen Gebieten nicht angewendet wurden - von einigen wenigen Ausnahmen abgesehen.

Bei seltenen (extremen) Hochwasserereignissen ist davon auszugehen, dass technische Hochwasserschutzanlagen grundsätzlich über ihre Bemessungsansätze hinaus belastet und damit überlastet werden. Diese außergewöhnlichen betrieblichen Zustände müssen wegen ihrer hohen potentiellen Gefährdung infolge eines Bauwerksversagens im Rahmen der Hochwasservorsorge umfassend berücksichtigt werden. Das ist in einigen Fällen, u.a. der Steinbachtalsperre, nicht in ausreichendem Masse erfolgt.

Hinsichtlich der Talsperren ist im Sinne der gutachterlichen Fragestellung festzustellen, dass die durch die Aufsichtsbehörden vorgegebenen Betriebsregeln für einige Anlagen in den Sommermonaten kein (nennenswertes) Retentionsvolumen in Form des „gewöhnlichen Hochwasserschutzraumes“ forderte. Vor dem drohenden Hochwasserereignis und im Hinblick auf die generelle Unsicherheit der Hochwasservorhersagen blieb den Talsperrenbetreibern im Juli 2021 zu wenig Vorlaufzeit für eine substantielle Verringerung der Beckenwasserstände, auch wenn festzustellen ist, dass eine frühere und stärkere Vorentlastung grundsätzlich zu einer Reduzierung der maximalen Abflussmengen beigetragen hätte.

An einigen Stauanlagen ist es während der Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021 zu außergewöhnlichen Betriebszuständen in Folge von Vollenfüllung bzw. unkontrolliertem Aufstau infolge Treibgut und Verklausung gekommen (Kap. 5.4). Auch wenn es erfreulicherweise - sicher auch Dank der Katastrophenschutzmaßnahmen - zu keinem katastrophalen Bauwerksversagen kam ist festzuhalten, dass diese Problematik nicht in ausreichendem Masse berücksichtigt und z.B. in den betrieblichen Notfallszenarien oder Alarm- und Einsatzplänen aufgegriffen wurde.

Der Hochwasserinformationsdienst des Landes NRW ist als etabliertes, gut funktionierendes und verlässliches System langjährig erprobt. Bei Vorliegen einer relevanten hydro-meteorologischen Ausgangslage werden mit Hilfe hydrologischer und hydraulischer Modellierungen für 99 Hochwassermeldepegel Hochwasservorhersagen und -prognosen erstellt. Es werden jedoch standardmäßig keine Systeme eingesetzt, die kurzfristige Entwicklungen der Abflussmengen simulieren können. Eine grundsätzliche Schwäche der auf die Hochwassermeldepegel bezogenen Hochwasservorhersagen besteht darin, dass die Anwender diese Angaben in konkrete regionale oder objektbezogene Werte „übersetzen“ bzw. eine Verbindung mit den Hochwassergefahrenkarten herstellen müssen.

Die Hochwasserwarnung bedeutet in ihrem Kern, die Betroffenen vor einem Hochwasserereignis und den damit verbundenen negativen Auswirkungen in angemessener und verständlicher Form zu informieren und zu warnen. Vorliegende Auswertungen und Erfahrungsberichte zeigen jedoch, dass konkrete Warnungen vor der lebensbedrohlichen Konsequenz des Hochwassers teilweise nicht bzw. nicht in ausreichendem Maße erfolgte. Das ist ein wesentlicher Aspekt, der kritisch hinterfragt werden muss. Denn unabhängig von der Warnung konkreter maximaler Wasserstände oder Abflüsse bleibt es die prioritäre Aufgabe der Hochwasserwarnung, eine Hochwasserlagebeurteilung vorzunehmen und die möglichen Konsequenzen angemessen und auf die Empfänger bezogen allgemein verständlich zu kommunizieren.

Mit Bezug auf die Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021 sind folgende vorbeugende Maßnahmen der Hochwasservorhersage und Hochwasserwarnung abzuleiten, die eine bessere Hochwasserbewältigung ermöglicht hätten (Kap. 5.5 und 5.6):

- die verlässliche kontinuierliche Messung der Hochwasserstände an deutlich mehr Pegeln und deren Übertragung in die Hochwasservorhersagezentralen,
- die Übertragung des Systems der Hochwasservorhersage auch auf kleinere Gewässer,
- die Weiterentwicklung der Hochwasserfrühwarnung, insbesondere für kleinere Einzugsgebiete unter Einbeziehung der Erfahrungen anderer Bundesländer,
- die Weiterentwicklung der bestehenden Systeme der automatisierten Hochwasserinformation von passiven Systemen hin zu aktiven Systemen inklusive einer „Zwangswarnung“,
- der Entwicklung einer geeigneten Hochwasserkommunikationsstrategie, die die Hochwasserwarnungen auch für fachliche Laien verständlich machen und eine drohende (Lebens)gefahr eindeutig ausdrücken,
- die praxistaugliche Entwicklung von „Prognosetools“ zur schnellen und möglichst präzisen Hochwasserlagebeurteilung,
- die Entwicklung von Vorhersage- bzw. Prognosetools, die im operativen Hochwasserschutz eingesetzt werden und bei plötzlichen Lageänderungen Echtzeit-Daten erfassen, auswerten und integrieren können,
- die Schaffung einer institutionellen Struktur, um „Hochwasserwissen“, insbesondere für die Bewältigung seltener (extremer) Hochwasserereignisse systematisch zu sammeln, aufzubereiten und für den operativen Hochwasserschutz verfügbar zu halten.

Es ist jedoch zu konstatieren, dass auch teilweise sehr präzise Hochwasserwarnungen in erschreckendem Maße von direkt Betroffenen ignoriert, weil für unvorstellbar gehalten, wurden.

Die Vorbereitung des operativen Hochwasserschutzes ist als zielgerichtete Beschäftigung mit verschiedenen denkbaren Hochwasserszenarien darauf ausgerichtet, im Einsatzfall durch eine optimierte Bewältigung der Hochwasserlage die potentiellen Hochwasserschäden so gering wie möglich zu halten.

Die aktive und in der Praxis gelebte Zusammenarbeit mit dem Katastrophenschutz, z.B. bei gemeinsamer Aus- und Weiterbildung und entsprechender Katastrophenschutzübungen „Hochwasser“ ist deutlich verbesserungsbedürftig.

3. Einschätzung zum Katastrophenschutz

Die Bewältigung katastrophaler Hochwasserereignisse ist eine zentrale Aufgabe aller Katastrophenschutzbehörden. Vor dem Hintergrund der immensen volkswirtschaftlichen Schäden von seltenen (extremen) Hochwasserereignissen erstaunt es, dass in den rechtlichen Grundlagen keine verbindliche „Katastrophenschutzplanung Hochwasser“ gefordert, sondern das Hochwasser als eine von vielen möglichen Gefahren behandelt wird (Kap. 6.3).

In der generellen Herangehensweise der Katastrophenschutzplanung ist ein Unterschied zwischen dem „Gefahrenfall Hochwasser“ und den meisten anderen Gefahrenlagen deutlich erkennbar: Während z.B. bei der „klassischen“ Brandschutzplanung vor allem die Fähigkeit zur schnellen Lageerfassung und dem flexiblen und angemessenen Reagieren vor Ort im Fokus stehen, entwickeln sich die meisten Hochwasserlagen mit einem gewissen planbaren Vorlauf. Aus den vorliegenden Auswertungen der Hochwasserkatastrophe vom 14./15. Juli 2021 kann geschlussfolgert werden, dass diese Vorbereitung auf konkrete Hochwasserszenarien nicht im angemessenen Umfang erfolgte. Den Katastrophenschutzbehörden und insbesondere den im operativen Einsatzfall tätigen Einsatzkräften ist ein hohes Ausbildungsniveau, ein professionelles Agieren und ein hoher persönlicher Einsatz zu bescheinigen, der vielfach Leben gerettet und Schäden deutlich reduziert hat. Jedoch sind verschiedene Möglichkeiten der Hochwasservorsorge ungenutzt geblieben (vgl. Kap. 6.4), u.a.

- die systematische Vorbereitung auf ein großflächiges „Katastrophenszenario Hochwasser“ und das für die Hochwasserbewältigung erforderliche Zusammenwirken der verschiedenen Akteure,
- die enge und systematische Einbindung wasserwirtschaftlichen Sachverständigen in die Strukturen des Katastrophenschutzes während der unmittelbaren Gefahrenbewältigung,
- die angemessene technische Vorbereitung insbesondere durch entsprechende Informationssysteme (Hochwassermanagementsysteme) die im operativen Hochwasserschutz die relevanten Fachinformationen, wie Hochwasserszenarien beinhalten und für die Erstellung eines aktuellen und genauen Lagebildes verfügbar sind,
- im Fall einer großflächigen Schadenslage während einer Hochwasserkatastrophe sind viele Menschen unmittelbar betroffen und zahlreiche Akteure bei der Hochwasserbewältigung tätig; diese Herausforderung erfordert eine effektive und vor allem zentrale Koordinierung,
- dass Vorhalten von umfassendem „Hochwasserwissen“ in aufbereiteter, strukturierter aber vor allem im operativen Hochwasserschutz direkt verfügbarer Form,
- der regelmäßige und zielgerichtete Übungsbetrieb mit möglichst vielen Akteuren mit Fokus auf die besonderen Herausforderungen bei seltenen (extremen) Hochwasserereignissen,
- die systematische Aufbereitung von Erfahrungen im Umgang mit seltenen (extremen) Hochwasserereignissen anderer Bundesländer (und auch im europäischen und internationalen Maßstab) und die darauf aufbauende Umsetzung in die Optimierung des Systems des operativen Hochwasserschutzes,
- die Durchführung (größerer) und gemeinsamer Übungen mit wichtigen im operativen Hochwasserschutz tätigen Akteuren.

8. Literatur- und Quellenverzeichnis

Attems, M.-S., Thaler, T., Snel, K. A., Davids, P., Hartmann, T., & Fuchs, S. (2020). The influence of tailored risk communication on individual adaptive behaviour. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 49, 101618. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101618>

Bachmann, D.; Huber, N.P.; Schüttrumpf, H. (2013): „Das Entscheidungsunterstützungssystem PROMAIDES zur Bewertung und Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen; Theoretische Grundlagen (Teil 1). – In: *Korrespondenz Wasserwirtschaft*; Heft 7/2013; S. 385-391, Hennef

Bachmann, D. & Schüttrumpf, H. (2014): „Risikobasierte Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen mit unterschiedlichen Wirkungsweisen auf den Hochwasserschutz“, *Der Bauingenieur*, Band 89, Juli/August 2014, S. 283-292

BSISI-Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Sport und Integration (2021): „Aufgaben und Organisation des Katastrophenschutzes in Bayern“. (<https://www.stmi.bayern.de/sus/katastrophenschutz/katastrophenschutzsystem/aufgabenundorganisation/index.php>)

BBK-Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2021): BBK Glossar, https://www.bbk.bund.de/DE/Infothek/Glossar/functions/glossar.html?nn=19742&cms_lv2=19756

BMI-Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat BMI (2020): „Testlauf Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz (Phase 2 – Testplan“, (<https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/moro/studien/2018/testlauf-brop-hochwasserschutz/dl-brph-p2-testplan.pdf?blob=publicationFile&v=1>)

Buchholz, O.; Johann, G.; Piroth, K.; Ross, U. (2021): „Die räumliche und zeitliche Überlagerung von Starkregen und Hochwassergefahren und ihre Darstellung“ in *HKC-Werkstattbericht 2021* (https://www.hkc-online.de/Projekte/HydroBelastung/ePaper%20WSB%202021/epaper/HKC_Werkstattbericht_2021.pdf)

Brauneck, J.; Jüpner, R.; Pohl, R., Friedrich, F. (2016): „Auswertung des Deichbruchs Breitenhagen (Juni 2013) anhand von UAS-basierten Videoaufnahmen“, 39. Dresdner Wasserbaukolloquium, 03. – 04.03.2016. In: *Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen*, Heft 57, S. 119 - 128

BRPHV-Verordnung über die Raumordnung im Bund für einen länderübergreifenden Hochwasserschutz (2021), *Bundesgesetzblatt Jahrgang 2021 Teil I Nr. 57*, ausgegeben zu Bonn am 25. August 2021

Dietze, M., Öztürk, U. (2021): “A flood of disaster response challenges”. *Science* Vol. 373, Issue 6561, p. 1317-1318, 2021. DOI: 10.1126/science.abm0617

DIN 19700 (2004): „Stauanlagen“, Beuth-Verlag, Berlin

DWA-Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2016): Merkblatt DWA-M 553 „Hochwasserangepasstes Planen und Bauen“, Hennef, ISBN: 978-3-88721-407-4

DWA-Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2022): „Audit-Überflutungsvorsorge“, Hennef (<https://de.dwa.de/de/audit-ueberflutungsvorsorge.html>)

DWD-Deutscher Wetterdienst (2021): „Hydro-klimatologische Einordnung der Stark- und Dauerniederschläge in Teilen Deutschlands im Zusammenhang mit dem Tiefdruckgebiet „Bernd“ vom 12. Bis 19. Juli 2021“ (Stand: 21.07.2021) - https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20210721_bernd_starkniederschlaege_tief_bernd.pdf?blob=publicationFile&v=6

DWD-Deutscher Wetterdienst (2021): *Wetterlexikon* (<https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?nn=103346&lv2=100652&lv3=100780>)

Ferdous, M. R., Wesselink, A., Brandimarte, L., Di Baldassarre, G., & Rahman, M. M. (2019): „The levee effect along the Jamuna River in Bangladesh“. In: *Water International*, 44(5), 496–519.

<https://doi.org/10.1080/02508060.2019.1619048>

Gattung, T., Brauneck, J., Jüpner, R. (2018): „Entwicklung einer Methodik zur operativen Datenaufnahme und –verarbeitung unter Nutzung von UAV-Technologie zur optischen Bestimmung von Fließgeschwindigkeiten“. In: SCHÜTZE, N., MÜLLER, U., SCHWARZE, R., WÖHLING, T., GRUNDMANN, J. (Hrsg.): *M³ - Messen, Modellieren, Managen in Hydrologie und Wasserressourcenbewirtschaftung*, Beiträge zum Tag der Hydrologie am 22./23. März 2018 an der Technischen Universität Dresden, Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Heft 39.18, Fachgemeinschaft Hydrologische Wissenschaften in der DWA, ISBN 978-3-88721-606-1, S. 49 – 60

Gretzschel, M. (2008): „Kommunale Hochwassermanagementsysteme als Baustein zur Umsetzung der Europäischen Hochwasserrahmenrichtlinie“, Bericht 18, TU Kaiserslautern, Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft, Hrsg.: R. Jüpner, Shaker-Verlag, Aachen, ISBN 978-3-8322-7879-3

Hagen, L. (2020): „Ansätze für eine grundlegende Kommunikationsstrategie zur Hochwasser-Risikokommunikation im sächsisch-tschechischen Grenzraum“ im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (<https://www.strima.sachsen.de/download/STRIMAIL-Kommunikation-AnalyseundKonzept200811.pdf>)

Hartmann, T. & Jüpner, R. (2014): „The Flood Risk Management Plan – An essential step towards the institutionalization of a paradigm shift“. In: *International Journal of Water Governance*, Volume 2, pp. 107 - 118, Baltzer Science Publishers

Jüpner, R. (2015): „Juni-Hochwasser 2013 an der Elbe – neue Fragestellungen“. In: *WasserWirtschaft*, Heft 3/2015, S. 38 – 41

Jüpner, R. (2014): „Erfahrungen aus dem Hochwasser-Katastropheneinsatz im Juni 2013 an der Elbe“. In: *Das Junihochwasser 2013 - Erfahrungen und Konsequenzen*, Tagungsband zum 11. Hochwasserschutzforum in der Metropolregion Rhein-Neckar, Schriftenreihe des Verbandes Region Rhein-Neckar, Heft 13, S. 1 – 5

Jüpner, R.; Brauneck, J.; Pohl, R. (2015): „Einsatz von Drohnen im Hochwasserfall – Erfahrungen und Ideen“. In: *WasserWirtschaft*, Heft 9, S. 49 - 54

Jüpner, R.; Bachmann, D.; Fekete, A.; Hartmann, T., Pohl, R.; Schmitt, T., Schulte, A. (2018): „Resilienz im Hochwasserrisikomanagement“. In: *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 11/2018, DOI: 10.3243/kwe2018.11.001, S. 656 – 663

Klaus, A.; Königbauer, C.; Kuner, J; Springer, B.; Emrich, C; Schüller, A. (2021): „Einsatzführung 4.0 – mittels Geodaten zum mehrschichtigen Live-Lagebild“. In: *BrandSchutz Deutsche Feuerwehr-Zeitung*, Nr. 10/21, S. 838-841

KommunalAgentur NRW (2015): „Praxis Leitfaden Hochwasser- und Überflutungsschutz - Ansätze für eine fachübergreifende Zusammenarbeit innerhalb der Kommunalverwaltung zum Hochwasserrisikomanagement“ (<https://kommunalagentur.nrw/wp-content/uploads/2019/04/Leitfaden-Hochwasser-und-%C3%9Cberflutungsschutz.pdf>)

Kopp, M., Zeddies, M. (2019): „Feuerwehren im Starkregeneinsatz: Defizite und Lösungsansätze am Beispiel der Feuerwehr Kaiserslautern“. In: *WasserWirtschaft*, Heft 12/2019, Springer Professional, S. 48 - 51

Kreis Düren (2020): „Muster Alarm- und Einsatzplan Hochwasser für kreisangehörige Städte und Gemeinden“ (https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/muster-alarm-einsatzplan-hochwasser_06-2020.pdf)

Kuhlicke, C., Seebauer, S., Hudson, P., Begg, C., Bubeck, P., Dittmer, C., Grothmann, T., Heidenreich, A., Kreibich, H., Lorenz, D. F., Masson, T., Reiter, J., Thaler, T., Thieken, A. H., & Bamberg, S. (2020) „The behavioral turn in flood risk management, its assumptions and potential implications“. In: *WIREs Water*, 50(2), 1017. <https://doi.org/10.1002/wat2.1418>

LANUV-Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2021): „Hydrologischer Monatsbericht Juli 2021“ (<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/wasser/hydrologische-berichte/juli-2021>)

LAWA-Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2013): „Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwasserrisiko-managementplänen“ (https://www.lawa.de/documents/empfehlungen_zur_aufstellung_von_hwrmpl_mit_anlagen_1552299352.pdf)

LfLUG-Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2004): „Ereignisanalyse – Hochwasser 2002 in den Osterzgebirgsflüssen“ (https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/lhwz/download/Ereignisanalyse_neu.pdf)

LfULG-Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2015): „Ereignisanalyse Hochwasser Juni 2013“ (<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15180>)

LHW-Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (2011): „Anleitung für den Operativen Hochwasserschutz – Teil 1: Verteidigung von Flussdeichen, Grundlagen“ (https://lhw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/Landesbetriebe/LHW/neu_PDF/4.0/SB_Hochwasserschutz/DV_Teil_1_-_Grundlagen.pdf)

LHW-Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (2014): „Bericht über das Hochwasser 2013 in Sachsen-Anhalt – Entstehung, Ablauf, Management und statistische Einordnung“ (https://lhw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/Landesbetriebe/LHW/neu_PDF/4.0/SB_Hochwasserschutz/Hochwasserbericht_2013.pdf)

Merz, B. (2006): „Hochwasserrisiken – Möglichkeiten und Grenzen der Risikoabschätzung“, Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, ISBN 978-3-510-65220-4

Merz, B., et al. (2020). "Impact Forecasting to Support Emergency Management of Natural Hazards." *Reviews of Geophysics* **58**(4): e2020RG000704;

Müller, U. (2010): Hochwasserrisikomanagement; Theorie und Praxis, SpringerVieweg, 2010; ISBN: 978-3-8348-9729-9

MULNV und MIK (2021): „Gemeinsamer Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz und des Ministeriums des Inneren und Kommunales vom 28.10.2011 „Hochwasserkrisenmanagement in Nordrhein-Westfalen“ (Stand vom 22.12.2021) https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=1&gld_nr=2&ugl_nr=20020&bes_id=18824&val=18824&ver=7&sg=&aufgehoben=N&menu=0

MULNV-Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2019): „Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW – Überprüfung der Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten im 2. Zyklus der EU-HWRM-RL“, Düsseldorf (<https://www.flussgebiete.nrw.de/hochwassergefahrenkarten-und-hochwasserrisikokarten-8406>)

MULNV-Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2021): „Zweiter fortgeschriebener Bericht zu Hochwasserereignissen Mitte Juli 2021“ (zu Landtags-Vorlage 17/5485) (<https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMV17-5548.pdf>)

Neumeyer, M. (2021): „Gebietsübergreifende Retentionspotenzialanalyse einer naturnahen Gewässer- und Auengestaltung als Beitrag zum dezentralen Hochwasserrückhalt“, Dissertationsschrift, TU München, <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:bvb:91-diss-20210727-1611208-1-6>

Patt, H. & Jüpner, R. (2020): „Hochwasser-Handbuch“, 3., neu bearbeitete Aufl., Springer Vieweg, Wiesbaden, Print ISBN 978-3-658-26742-1, Online ISBN 978-3-658-26743-8

Petrow, T., Thielen, A. H., Kreibich, H., Merz, B., & Bahlburg, C. H. (2006); „Improvements on Flood Alleviation in Germany: Lessons Learned from the Elbe Flood in August 2002“. In: *Environmental Management*, **38**(5), 717–732. <https://doi.org/10.1007/s00267-005-6291-4>

Piroth, K. (2020): „Hochwasserschäden“. In: Patt, H. & Jüpner, R. (Hrsg.): „Hochwasser-Handbuch“, 3., neu bearbeitete Aufl., Springer Vieweg, Wiesbaden, Print ISBN 978-3-658-26742-1, Online ISBN 978-3-658-26743-8

Pohl, R.: Wenn das Udenkbare passiert: Stauanlagenversagen – Ausgewählte Beispiele und Ursachen.- In: Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken. Berichtsband zur 25. Jahrestagung der Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung Baden-Württemberg mbH, 2019, S. 8-15, ISSN 1438-3586

Rinnert, C., Pohl, R., Jüpner, R. (2019): „Ist Resilienz messbar? Ein Beitrag aus Sicht des Hochwasserrisikomanagements“- In: Wasserwirtschaft 109, 12, S. 52-55, ISSN 0043-0978

Rufat, S., Fekete, A., Armaş, I., Hartmann, T., Kuhlicke, C., Prior, T., Thaler, T., & Wisner, B. (2020) “Swimming alone? Why linking flood risk perception and behavior requires more than “it's the individual, stupid”. In: WIREs Water, 7(5). <https://doi.org/10.1002/wat2.1462>

Sächsische Staatskanzlei (2002): „Bericht der Unabhängigen Kommission der Sächsischen Staatsregierung Flutkatastrophe 2002 – 1. Kirchbach-Report“ (<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/10825>)

Sächsische Staatskanzlei (2013): „Bericht der Kommission der Sächsischen Staatsregierung zur Untersuchung der Flutkatastrophe 2013 – 2. Kirchbach-Report“ (<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/20534>)

Scheid, C.; Zeddies, M.; Kopp, M.; Jüpner, R. (2021): „BiWaWehr – DAS: Bildungsmodul für Feuerwehren zum Umgang mit wasserbezogenen Naturgefahren“. In: Korrespondenz Wasserwirtschaft, 8/2021, S. 503 - 506

Schüller, A. & Jüpner, R. (2021): „Operativer Hochwasserschutz im Wandel - Erste Erfahrungen aus der Hochwasserkatastrophe im Juli 2021“. In: Korrespondenz Wasserwirtschaft, 11/2021, S. 684 - 690, DOI: 10.3243/kwe2021.11.001

Seidel, M. und Nickel, S. (2020): „Totholzmanagement in der Entwicklung von Fließgewässern“, Wasser und Abfall, Ausgabe 7-8/2020

Snel, K. A. W., Witte, P. A., Hartmann, T., & Geertman, S. C. M. (2020). The shifting position of homeowners in flood resilience: From recipients to key-stakeholders. WIREs Water, 7(4). <https://doi.org/10.1002/wat2.1451>

STRIMA II - Sächsisch-Tschechisches Hochwasserrisikomanagement (2019): (<https://www.strima.sachsen.de/kommunikation-des-hochwasserrisikos-3990.html>)

Verband der Feuerwehren in NRW, Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren und der Arbeitsgemeinschaft der Leiter hauptamtlicher Feuerwachen in NRW (2021): „Katastrophenschutz in NRW – Vorschläge für eine Weiterentwicklung“ (https://www.feuerwehrverband.nrw/fileadmin//Downloads/Verband/Themen/Verband/2021-10_VF_Verbesserungsvorschlaege_Katastrophenschutz.pdf)

Weichel, T. (2011): „Entwicklung eines Werkzeugs zur systematischen Bewertung der Grundlagen von Hochwassergefahrenkarten“. Dissertation. Berichte des Fachgebietes Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität Kaiserslautern, Bericht 21. Shaker Verlag. Aachen

White, G. F. (1936): “The Limit of Economic Justification for Flood Protection” In: The Journal of Land & Public Utility Economics, 12(2), 133–148

Wingen, M.; Schüttrumpf H. (2020): „Wasserwirtschaft 4.0“- In: Handbuch Industrie 4.0: Recht, Technik, Gesellschaft (Eds: W. Frenz), Springer Berlin Heidelberg. 2020.

Wupperverband (2021): „Statusbericht zum Hochwasserereignis vom 14. und 15. Juli 2021 im Wupperverbandsgebiet - Stand: 8. September 2021“ ([https://www.wupperverband.de/internet/miediendb.nsf/gfx/DDB92E1F934A397EC125874B002B7410/\\$file/210908_Statusbericht_Hochwasser.pdf](https://www.wupperverband.de/internet/miediendb.nsf/gfx/DDB92E1F934A397EC125874B002B7410/$file/210908_Statusbericht_Hochwasser.pdf))

Zehetmair, S. (2012): „Zur Kommunikation von Risiken – Eine Studie über soziale Systeme im Hochwasserrisikomanagement“, SpringerVieweg, 2012, ISBN: 978-3-531-19312-0

Unterlagen, die vom Parlamentarischen Untersuchungsausschuss am 17.12.2021 zur Verfügung gestellt wurden

Aggerverband (2021): Dokumentation – Fließgewässer-HWRB

(Unterlagen des PUA, Dokument: *Fotos-Talstrasse-Foto A501527_HWB Talstrasse (14)*; Aggerverband)

Erftverband (2021): Vortrag Dr. Jansen auf der 126. (außerordentlichen) Sitzung des Verbandsrates am 19. August 2021

(Unterlagen des PUA; Dokument: *hw2021_praes_jn.pdf*, S. 13)

Ergebnisprotokoll der Sitzung von Vertretern des Wupperverbandes und der Feuerwehr der Stadt Wuppertal zum Thema „Konsequenzen aus dem Hochwasser im Juli 2021 – erste Ergebnisse der Analyse und geplante Maßnahmen“ am 27.07.2021 (Protokoll vom 10.08.2021),

(Unterlagen des PUA; Dokument: *2021-08-10_Protokoll_Wupperverband_T1_T3_und_Feuerwehr_Stadt_W_final.pdf*; Wupperverband)

Feuerwehr Solingen (2010): „Alarm- und Einsatzplan Hilfeleistung Nr. 204 Hochwasser vom 09.08.2010“

(Unterlagen des PUA, Dokument: *Alarm- und Einsatzplan Hochwasser Solingen.pdf*; Wupperverband)

Schreiben des Ministeriums des Innern des Landes NRW vom 26. Januar 2022 zur Beantwortung der Frage nach Aus- und Weiterbildung und Katastrophenschutzübungen „Hochwasser“

(Unterlagen des PUA)

Stadt Remscheid (2013): Fachdienst 1.37 Einsatzplan Hochwasser (Stand 04.12.2013)

(Unterlagen des PUA, Dokument: *20131228_Einsatzplan Hochwasser komplett.pdf*; Wupperverband)

Wupperverband (2021): Wupper-Talsperre, wasserwirtschaftliche Daten vom 03.02.2001

(Unterlagen des PUA, Dokument: *03.02.01 bis 03.02.02.02_WaWi-Regeln_aus Talsperrenbuch.pdf*, S. 3; Wupperverband)

9. Anlagen

Anlage 1: Akteure und Zuständigkeiten entsprechend LAWA, 2013

EU-Aspekte des HWRM	EU-Maßnahmenart (ehemaliger LAWA-Handlungsbereich)	LAWA-Handlungsfeld	Akteur/Institution	Zuständigkeit/Unterhaltungslastpflicht
Vermeidung	Vermeidung (Flächenvorsorge)	Raumordnungs- und Regionalplanung	Raumordnung	Landesverwaltung und Träger der Raumordnungs- und Regionalplanung
		Festsetzung von Überschwemmungsgebieten	Wasserwirtschaft, Raumordnung	Wasserwirtschaftsverwaltung, Wasserbehörden, kommunale Gebietskörperschaften
		Bauleitplanung	Raumordnung, Kommunale Planung	Kommunale Gebietskörperschaften, Landesverwaltungen
		angepasste Flächennutzungen	Kommunale Planung, Land- und Forstwirtschaft	Kommunale Gebietskörperschaften, Landwirtschaft, Forstwirtschaft
	Entfernung / Verlegung (Flächenvorsorge)	Entfernung / Verlegung	Kommunale Planung, Wasserwirtschaft, Betroffene	Kommunale Gebietskörperschaften, Wasserwirtschaftsverwaltungen, betroffene Eigentümer
	Verringerung (Bauvorsorge)	Hochwasserangepasstes Planen, Bauen und Sanieren	Kommunale Planung, Betroffene	Kommunale Gebietskörperschaften, betroffene Grundstückseigentümer, planende Architekten und Ingenieure
		Objektschutz	Kommunale Planung, Betroffene	Kommunale Gebietskörperschaften, Gewässeranlieger (Eigentümer)
		hochwasserangepasster Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	Betroffene	Betroffene Grundstückseigentümer, Industrie und Gewerbe, kommunale Gebietskörperschaften, Energieversorgungsunternehmen
	Sonstiger Vorbeugungsmaßnahmen	Sonstige Maßnahmen zur Vermeidung von Hochwasserrisiken		Land

EU-Aspekte des HWRM	EU-Maßnahmenart (ehemaliger LAWA-Handlungsbereich)	LAWA-Handlungsfeld	Akteur/Institution	Zuständigkeit/Unterhaltungslastpflicht
Schutz	Management natürlicher Überschwemmungen/Abfluss und Einzugsgebietsmanagement (Natürlicher Wasserrückhalt)	natürlicher Wasserrückhalt im Einzugsgebiet	Kommunale Planung, Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft	Kommunale Gebietskörperschaften, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftsverwaltung
		natürlicher Wasserrückhalt in der Gewässeraue	Kommunale Planung, Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft	Kommunale Gebietskörperschaften, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftsverwaltung
		Minderung der Flächenversiegelung	Kommunale Planung, Wasserwirtschaft	Kommunale Gebietskörperschaften, Wasserwirtschaftsverwaltung
		Natürlicher Wasserrückhalt in Siedlungsgebieten und bei Infrastrukturmaßnahmen	Kommunale Planung	Kommunale Gebietskörperschaften
		Wiedergewinnung von Überschwemmungsgebieten	Kommunale Planung, Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft	Kommunale Gebietskörperschaften, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftsverwaltung
	Regulierung Wasserabfluss (Technischer Hochwasserschutz)	Planung und Bau von Hochwasserrückhaltmaßnahmen	Wasserwirtschaft	Wasserwirtschaftsverwaltung; Beteiligung der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung bei Bundeswasserstraßen
		Betrieb, Unterhaltung und Sanierung von Hochwasserrückhaltmaßnahmen	Wasserwirtschaft	Wasserwirtschaftsverwaltung, Wasserverbände, kommunale Gebietskörperschaften, Eigentümer

	Anlagen im Gewässerbett, an der Küste und in Überschwemmungsgebieten (Technischer Hochwasserschutz)	Deiche, Dämme, Hochwasserschutzwände, mobiler Hochwasserschutz, Dünen, Strandwälle	Wasserwirtschaft	Länder, Verbände, kommunale Gebietskörperschaften
		Unterhaltung von vorhandenen stationären und mobilen Schutzbauwerken	Wasserwirtschaft,	Wasserwirtschaftsverwaltungen, Beteiligung der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung bei Bundeswasserstraßen, Wasserverbände, kommunale Gebietskörperschaften, Eigentümer der Bauwerke an Gewässern
	Management von Oberflächengewässern (Technischer Hochwasserschutz)	Freihaltung und Vergrößerung der Hochwasserabflussquerschnitten im Siedlungsraum und Auenbereich	Wasserwirtschaft	Wasserwirtschaftsverwaltungen, Beteiligung der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung bei Bundeswasserstraßen, Wasserverbände, kommunale Gebietskörperschaften, Eigentümer der Bauwerke an Gewässern
		Freihaltung der Hochwasserabflussquerschnitte durch Gewässerunterhaltung und Vorlandmanagement	Wasserwirtschaft	Wasserwirtschaftsverwaltungen, Beteiligung der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung bei Bundeswasserstraßen, Wasserverbände, kommunale Gebietskörperschaften, Eigentümer der Bauwerke an Gewässern
	Sonstige Schutzmaßnahmen (Technischer Hochwasserschutz)	Sonstige Maßnahmen zur Verbesserung des Schutzes gegen Überschwemmungen	Wasserwirtschaft	Wasserwirtschaftsverwaltungen, Beteiligung der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung bei Bundeswasserstraßen, Wasserverbände, kommunale Gebietskörperschaften, Eigentümer der Bauwerke an Gewässern

EU-Aspekte des HWRM	EU-Maßnahmenart (ehemaliger LAWA-Handlungsbereich)	LAWA-Handlungsfeld	Akteur/Institution	Zuständigkeit/Unterhaltungslastpflicht
Vorsorge	Hochwasservorhersage und Hochwasserwarnung (Informationsvorsorge)	Hochwasserinformation und Vorhersage	Wasserwirtschaft, kommunale Planung	Wasserwirtschaftsverwaltung, kommunale Gebietskörperschaften
		Einrichtung bzw. Verbesserung von kommunalen Warn- und Informationssystemen	Kommunale Planung	Kommunale Gebietskörperschaften
	Planung von Hilfsmaßnahmen für den Notfall / Notfallplanung (Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz)	Alarm- und Einsatzplanung	Gefahrenabwehr/Katastrophenschutz	Kommunale Gebietskörperschaften, Katastrophenschutzbehörden und Hilfsdienste
	Öffentliches Bewusstsein und Vorsorge (Verhaltensvorsorge)	Aufklärung, Vorbereitung auf den Hochwasserfall	Wasserwirtschaft, kommunale Planung, Gefahrenabwehr/Katastrophenschutz	Land (Küstenschutz, Wasserwirtschaft, Katastrophenschutz), kommunale Gebietskörperschaften
	Sonstige Vorsorge (Risikovorsorge)	Versicherung, finanzielle Eigenvorsorge	Versicherungswirtschaft, kommunale Planung, Betroffene	Versicherer, kommunale Gebietskörperschaften, Gewässeranlieger (Eigentümer)