



Einführung

Holger Schüttrumpf , Jörn Birkmann , Elena-Maria Klopries , Alessa Trüdinger  und Stefanie Stenger-Wolf 

2.1 Handlungsbedarf nach der Flutkatastrophe 2021

Das Hochwasser vom Juli 2021 hat in Nordrhein-Westfalen (NRW) an Erft, Inde, Vicht und Wupper sowie in Rheinland-Pfalz (RLP) an der Ahr zum Verlust von über 180 Menschenleben und ökonomischen Schäden von über 30 Mrd. € geführt (BMI und Bundesfinanzministerium 2021). Damit zählt das Hochwasser 2021 neben der Sturmflutkatastrophe 1962 und dem Elbe-Hochwasser 2002 zu den größten Naturkatastrophen, die Deutschland nach 1945 getroffen haben. Extreme Schadensereignisse waren bereits in der Vergangenheit Auslöser für ein Umdenken im Hochwasser- und Katastrophenschutz sowie eine intensive BMBF-Begleitforschung. Beispiele hierfür sind die KFKI-Forschung nach der Sturmflutkatastrophe 1962 sowie das RIMAX-Programm des BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) nach dem Elbe-Hochwasser 2002. Beide Programme, die intensiv durch das BMBF unterstützt wurden bzw. werden, haben zu einem erheblichen Wissensgewinn für die betroffenen Regionen und schlussendlich zu einer Verbesserung des Hochwasser- bzw. Sturmflutschutzes geführt.

Im Juli 2021 waren insbesondere Mittelgebirgsregionen sowie die Übergangsbereiche zum Flachland vom Hochwasser betroffen. Bereits kurz nach dem Hochwasserereignis wurde deutlich, dass neben den umfangreichen Aufräum- und Wiederherstellungsarbeiten auch eine intensive wissenschaftliche Begleitung auf dem Gebiet des Hochwasserisikomanagements und der vorsorgenden räumlichen Planung erforderlich ist, um die betroffenen Regionen zukunftsfähig und gegenüber zukünftigen Ereignissen resilienter zu gestalten. Wiederaufbauprozesse nach vergangenen Extremereignissen aus anderen Regionen und Ländern zeigen, dass der Wiederaufbau kein linearer und vollständig steuerbarer Prozess ist (z. B. Fu und Gregory 2019; Vahanvati und Raffiana 2019). Demzufolge zielt die den Wiederaufbauprozess begleitende Forschung darauf, die jeweiligen Phasen, Dynamiken und Akteure innerhalb der Wiederaufbauphasen in ausgewählten Regionen und Kommunen zu ermitteln und für ausgewählte Fragen und Prozesse wissenschaftliche Expertise passgenau bereit zu stellen. Das heißt in bestimmten Phasen des Wiederaufbaus sind anhand konkreter Beispiele neue Ansätze und Weiterentwicklungen von Instrumenten, Informationen und Methoden zu testen und in den Prozess einzubeziehen (Birkmann et al. 2023). Dies kann von kleineren Demonstrationsprojekten einer schadloseren Ableitung von Wassermassen durch bestimmte Stadtquartiere auch die Sensibilisierung von Akteuren oder die Weiterentwicklung von Bewertungskriterien für einzelne Maßnahmen und ihre Effektivität, Umsetzbarkeit und Akzeptanz umfassen.

Durch den Wiederaufbau werden zudem vielfach Fakten geschaffen, die sich später nur schwer verändern lassen. Dabei werden die Potenziale, die Hochwassergefährdung und Verwundbarkeit der betroffenen Bevölkerung, Unternehmen oder kritischen Infrastrukturen zu mindern, nur teilweise ausgeschöpft. Ein Blick in die Vergangenheit zeigt, dass ähnliche Hochwasserereignisse bereits mehrfach vorgekommen sind (Roggenkamp und Herget 2015) und aufgrund des Klimawandels zukünftig eher mit häufigeren und noch intensiveren Ereignissen – insbesondere Starkregenereignissen – zu rechnen sein wird (Tradowsky et al. 2023; Koks et al. 2022; Blöschl et al. 2019). Eine wissenschaftliche Begleitforschung des Wiederaufbaus erscheint somit zielführend, um aus dem Hochwasser 2021 die richtigen Lehren zu ziehen und die Fähigkeit zur Bewältigung von Hochwasserereignissen, Resilienz und Anpassungskapazitäten der betroffenen Regionen im Sinne nachhaltiger Raumentwicklung dauerhaft zu verbessern. Eine wichtige Aufgabe des Begleitprojekts bzw. der bearbeitenden Partner liegt u. a. auch darin, in ihrer wissenschaftlichen, beratenden und unterstützenden Rolle den Kommunen und anderen

Akteure vor Ort, den Landkreisen, Bezirksregierungen oder den Ministerien auf Landesebene Chancen und Herausforderungen für einen resilienteren Wiederaufbau in Bezug auf Hochwasserschutz, Starkregenvorsorge- und klimagerechte und adaptive Entwicklung darzustellen und konkrete Strategien und Maßnahmen zu prüfen. Zudem sollen die begleitenden und beratenden Arbeiten Betroffene und Zuständige unterstützen und motivieren, auch neue innovative Konzepte und Lösungen zu erproben mit dem Ziel, in Zukunft besser aufgestellt zu sein als vorher – und das nicht nur in der Hochwasser- bzw. der Starkregenvorsorge, sondern auch in anderen Handlungsfeldern der Zukunftsvorsorge, wie z. B. bezogen auf Klimaschutz.

Der Handlungsbedarf nach dem Hochwasser 2021 ist groß und viele Themenfelder müssen neu bewertet und ggf. neu behandelt werden. So wurden z. B. die ausgewiesenen Überschwemmungsflächen der Hochwassergefahrenkarten vielerorts bei Weitem überschritten (vgl. Thieken et al. 2021) und es kam zu massiven Schäden an Infrastrukturen, insbesondere kritischen und sensiblen Infrastrukturen wie Krankenhäusern, Feuerwehrestationen, Alten-/Pfleheimen, Polizeiwachen, Schulen, etc. (Koks et al. 2022; Voss et al. 2022; Truedinger et al. 2023). Diese waren nicht ausreichend gegen Hochwasser geschützt und vorbereitet. Warnungen sind teilweise bei der betroffenen Bevölkerung nicht hinreichend oder auch zu spät angekommen und die Vorbereitungskonzepte für solche Notlagen waren teilweise nicht existent (Thieken et al. 2022). Auch die Komplexität des Wiederaufbaus verlangt nach mehr Wissen über die Prozesse, Organisation und Abläufe unterschiedlicher Phasen der Ereignisbewältigung und des Wiederaufbaus sowie der Zielsetzungen und Interessen unterschiedlicher Akteure und entsprechender Synergien und Konflikte.

Daher ist es für die betroffenen Regionen dringend erforderlich, zukünftig Hochwasservorsorge und planerische Vorsorgestrategien zu gewährleisten, die sich nicht starr an Eintrittswahrscheinlichkeiten von Hochwasserereignissen orientieren, sondern auch mögliche zukünftige Veränderungen von Gefahren, Verwundbarkeiten und Risiken in den Blick rücken (Greiving et al. 2023a, b). Ebenso sind Szenarien zu entwickeln, die über den Bemessungsfall hinausgehen und eine Grundlage bieten, um Vorsorge und Katastrophenmanagement besser auf (bisher undenkbar) Ereignisse vorzubereiten. Die existierenden Gefahren- und Risikokarten für ein HQ_{extrem} sind so zu überarbeiten und zu ergänzen, dass sie die relevanten Entscheidungsprozesse möglichst gut unterstützen können. Dabei sind auch mehrere Szenarien mit Versagensfällen bis hin zu einem maximal möglichen Hochwasser denkbar. Auch die Schutzwürdigkeit unterschiedlicher Infrastrukturen und Nutzungen sollte ein höheres Gewicht erhalten.

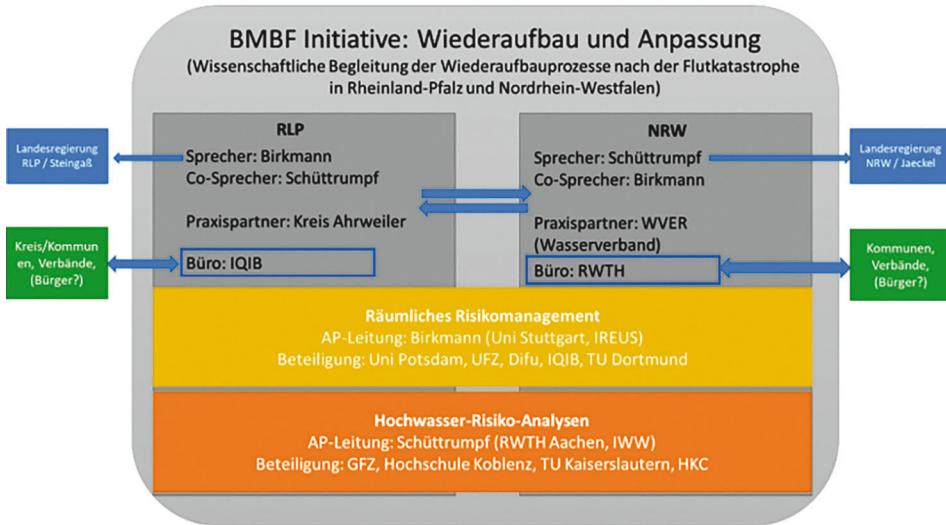
Dabei geht es auch um die Weiterentwicklung der Schutz- und Planungskonzepte hin zu einem adaptiveren und risikobasierten Ansatz, der durch die Kombination wasserwirtschaftlicher, raumplanerischer, städtebaulicher und sozialwissenschaftlicher Expertise verhindert, dass zukünftige Ereignisse zu solch hohen extremen Auswirkungen in Form von Schäden und Menschenleben führen. Diesbezüglich geht es auch um neue Erkenntnisse über die Möglichkeiten und Hemmnisse, entsprechende Informationen in unterschiedlichen Phasen des Wiederaufbaus für verschiedene Akteure passgenau zur Verfügung zu stellen. Zudem bieten die komplexen und weitreichenden Wiederaufbauprozesse eine einmalige Chance, die Effektivität, Umsetzbarkeit und Akzeptanz verschiedener Strategien und Maßnahmen innerhalb unterschiedlicher Phasen des Wiederaufbaus zu untersuchen. So kann über die klassische Kosten-Nutzen-Betrachtung hinaus wichtiges Methodenwissen generiert und für andere Regionen bereitgestellt werden. In diesem Zusammenhang wird auch auf den am 19.08.2021 als Rechtsverordnung in Kraft getre-

tenen „Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz“ verwiesen, der u. a. erstmals in der deutschen Raumplanung das Prinzip der risikobasierten Planung als verbindliches Prinzip eingeführt hat (Greiving et al. 2023a, b).

2.2 Das KAHR-Projekt

Das vom BMBF geförderte Projekt KAHR (**K**lima-**A**npassung, **H**ochwasser und **R**esilienz) unterstützt mit neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen die Aufbaumaßnahmen in den von der Flutkatastrophe im Juli 2021 zerstörten Regionen in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz. Mit einer Projektlaufzeit von November 2021 bis Februar 2025 wurden in dem Verbundprojekt mit insgesamt 13 Partnern aus Wissenschaft und Praxis Empfehlungen zur Klimaanpassung, der risikobasierten Raumplanung und zum Hochwasserschutz erarbeitet. Ziel ist es, konkrete Strategien und Maßnahmen für einen klimaresilienten und zukunftsorientierten Wieder- und Neuaufbau in den betroffenen Regionen zu schaffen. Als Pilotgebiete wurden in NRW die Gemeinden Stolberg und Eschweiler inkl. des Vicht- und Inde-Einzugsgebiets sowie in RLP die Verbandsgemeinde Altenahr inkl. des Ahr-Einzugsgebiets identifiziert. Die Auswahl weiterer Kommunen mit ergänzenden Untersuchungs- und Beratungsbedarfen erfolgte auf Basis einer vorlaufenden Akteurs- und Regionsanalyse. Bei der Auswahl der Pilotgebiete wurden als zentrales Kriterium die unterschiedlichen Betrachtungsebenen der Verbundpartner berücksichtigt. Während die Wasserwirtschaft üblicherweise einzugsgebietsbezogen ganze Flüsse von der Quelle bis zur Mündung betrachtet, arbeiten Stadt- und Raumplaner auf unterschiedlichen räumlichen Skalen und betrachten dabei ausgewählte Planungsprozesse oder Planungsinstrumente, wie beispielsweise die Bauleitplanung oder die Raumordnung. Sozialwissenschaftliche Studien können ebenfalls auf unterschiedlichen räumlichen Skalen durchgeführt werden, wobei zusammen mit der Raumforschung auch gerade die Betrachtung von Entscheidungs- und Bewertungsprozessen auf der Ebene von Haushalten und Unternehmen sowie kommunalen Akteuren besonders relevant im Kontext des Wiederaufbaus erscheint. Demzufolge sind für die konkrete Zusammenarbeit Akteure und Partner auf der lokalen und regionalen Ebene besonders relevant (z. B. Landkreis, Kommune). Ein zweites Kriterium für die Auswahl war die Betroffenheit der jeweiligen Kommunen bei dem Hochwasser 2021, ein drittes Kriterium ist darüber hinaus die Verfügbarkeit lokaler Ansprechpartner in den ausgewählten Regionen.

Die Struktur des KAHR-Projekts (■ Abb. 2.1) hat diese Herausforderungen aufgenommen und fachlich abgebildet. Das KAHR-Projekt baut horizontal auf den beiden Themen „Hochwasser-Risiko-Analysen“ und „Räumliches Risikomanagement“ auf und verzahnt beiden Themen in den jeweiligen Pilotregionen in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen, die die vertikale Struktur des Projekts bilden. Durch Einbindung ausgewiesener Forschungspartner mit hoher Kompetenz in ihren jeweiligen Forschungsfeldern konnte der Stand der Wissenschaft unmittelbar in den Wiederaufbauprozess implementiert werden. Durch Einbindung lokaler Praxispartner wurde einerseits ein Schwerpunkt auf den Transfer der Ergebnisse in die Pilotregionen gelegt, andererseits konnten dadurch aktuelle Fragestellungen vor Ort direkt in das Forschungskonsortium zurückgespielt werden. Auf diese Weise konnten die Forschungsarbeiten ständig dem Wiederaufbauprozess angepasst und somit optimiert werden. So wurden beispielsweise diverse soziale Aspekte des Hochwasserrisikos und des (Wieder-)Aufbaus beleuchtet (z. B. Truedinger et al. 2023; Thieken et al. 2022; Kuhlicke et al. 2024; Birkmann et al. 2023).



■ **Abb. 2.1** Struktur des Gesamtvorhabens und der beiden Cluster zum Zeitpunkt der Antragstellung

2.3 Kommunikation

Der Wiederaufbau stellt die Kommunen genauso wie die Bürgerinnen und Bürger vor massive Herausforderungen. Im Rahmen des Wieder- und Neuaufbaus sind innovative Ansätze des Hochwasserschutzes und einer klimaresilienten Raum- und Stadtentwicklung zu fördern, da es darum gehen muss, zukünftig besser aufgestellt zu sein. Allerdings ist die Kommunikation zusätzlicher Anforderungen an den Wieder- und Neuaufbau auch ein komplexer Gegenstand, da zahlreiche Akteure (Stadtverwaltungen, Unternehmen) und Bevölkerungsgruppen auch selbst Schäden und konkrete Wiederaufbauprozesse zu bewältigen haben. Dennoch müssen aus wissenschaftlicher Sicht die Lehren aus dem Hochwasserereignis 2021, aber auch die Erfahrungen beim Wiederaufbau und seinen Herausforderungen systematisch dokumentiert und in andere Regionen in Deutschland kommuniziert werden, die sich besser auf zukünftige Extremereignisse einstellen müssen oder auch mit Fragen des Wiederaufbaus nach Hochwassern zu tun haben. Diese Aspekte sind zentrale Herausforderungen für die wissenschaftliche Kommunikation, die in solchen Zeiten schwierig, aber extrem notwendig ist.

Die Wissenschaft beschäftigt sich schon seit Jahrzehnten mit Hochwasserrisiken und Hochwasserschutz sowie in den letzten Jahren auch stärker mit Fragen der Klimaresilienz und Klimaanpassung. Wissenschaft kann neutral und unabhängig Lösungsansätze für die genannten Herausforderungen skizzieren und wissenschaftliche Befunde und Empfehlungen in diesen speziellen Zeiten in die Diskussion einbringen. Erkenntnisse aus der Wissenschaft müssen dabei sowohl direkt an die relevanten Akteure vor Ort, aber auch in

2 die breite Öffentlichkeit kommuniziert werden, um alle Ebenen und verschiedene Akteure gleichzeitig zu erreichen. Ziel der Aktivitäten im Rahmen des vom BMBF geförderten KAHR-Projekts sowie sonstiger Aktivitäten war es, wissenschaftliche Erkenntnisse in die praktische Umsetzung vor Ort bei Bürgerinnen und Bürgern, Kommunen und Gemeinden sowie auf Landes- und Bundesebene einzubringen und damit der Wissenschaft in Bezug zu Themen des Hochwasserschutzes und der klimaresilienten Entwicklung von Städten und Infrastrukturen eine eigene Stimme zu geben. Dazu haben wir vielfältige Kommunikationsformate aufgebaut und genutzt, um alle betroffenen Ebenen von der individuell betroffenen Person bis zur Bundesebene anzusprechen. Wir konnten so durch die wissenschaftliche Kommunikation einige wichtige Transformations- und Veränderungsprozesse anstoßen und darauf hinweisen, dass der reine Wiederaufbau keinen hinreichenden Schutz vor neuen Extremereignissen bietet.

Der Schutz vor Risiken im Kontext von Hochwasser und Starkregen geht uns alle etwas an und kann nicht auf einen einzelnen Akteur oder eine Institution abgeschoben werden, daher muss die Kommunikation vielfältig, flächendeckend und auf unterschiedliche Zielgruppen angepasst sein. Aus diesem Grund wurde u. a. mit dem Wissenschafts-Praxis-Dialog in Form einer Abendveranstaltung ein Austauschformat mit politischen Entscheidungsträgern vor Ort entwickelt. Im Rahmen von bislang fünf Veranstaltungen wurden zentrale Themen des Wiederaufbaus, des zukünftigen Hochwasserschutzes, der Klima-Resilienz und der Risikokommunikationen gemeinsam erörtert. An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass sich die wissenschaftliche Kommunikation vor Ort in einem hoch-emotionalen, da teilweise traumatisierten und belasteten Umfeld abspielt, d. h. oftmals fehlt auch nach solchen Katastrophen das Vertrauen zwischen Institutionen oder Bürgern in bestimmte Teile der Verwaltung und Politik. Zudem verstärkt der langjährige Wiederaufbauprozess die emotionale Belastung der Bevölkerung. Hier ist sowohl eine sachliche wie auch empathische Kommunikation durch die Wissenschaft erforderlich, um gemeinsame Wiederaufbauprozesse zielgerichtet zu aktivieren.

Ein zweites wichtiges Instrument der Kommunikation waren die 2022 und 2023 durchgeführten Wissenschaftskonferenzen, um durch nationale und internationale Vernetzung unter Beteiligung von Universitäten, Verwaltungen und interessierten Gruppen neueste Forschungserkenntnisse von hohem Interesse für die vom Hochwasser betroffenen Regionen auszutauschen. Aus diesen Wissenschaftskonferenzen sind insgesamt drei Special Issues zu unterschiedlichen Themen entstanden, damit auch der weltweite Transfer der Erkenntnisse gesichert ist. Auch weltweit war das Geschehen in der Eifel etwas Besonderes, da ein Industrieland mit einem hohen Hochwasserschutzstandard betroffen war.

Die Medien spielten ebenfalls eine zentrale Rolle in der wissenschaftlichen Kommunikationsstrategie. Unter der Prämisse, dass grundsätzlich jeder von Hochwasser oder Starkregen betroffen sein kann, wurde durch viele Beiträge in Podcasts, im Fernsehen, im Radio und in den Printmedien versucht, die Bevölkerung und die breite Öffentlichkeit für die Themen Hochwasserrisikovorwarnung und Klimaresilienz zu sensibilisieren und wichtige Empfehlungen an die Politik und Verwaltung über diese Medien zu kommunizieren. Hohe Zugriffszahlen auf die Beiträge sowie ein vielfältiges Feedback – auch Kritik von einigen Ministerien – zeigen, dass hiermit mehr Personen erreicht werden können, als durch klassische wissenschaftliche Formate. Insgesamt können weit über 150 Medienbeiträge nachgewiesen werden.

Doch auch die Fachcommunity sollte durch die Kommunikation erreicht werden. Hierfür wurden in Zusammenarbeit mit Fachgesellschaften (z. B. DWA, HTG, BWK,

DTK, ARL, SRL) weitere Formate der Wissenschaftskommunikation entwickelt, um die handelnden Personen vor Ort zu erreichen und auch neues Wissen in Fachverbände und Akademien weiterzutragen. Mehr als 100 Vorträge belegen diesen Teil der Kommunikation.

Ein wichtiger Akteur im Rahmen der Kommunikation war auch das Hochwasser-KompetenzCentrum e. V. (HKC) aus Köln mit seinem KAHR-Infomobil. Im Rahmen zahlreicher Vor-Ort-Termine wurden Bürgerinnen und Bürger über die Möglichkeiten der Eigenvorsorge im Hochwasser- und Starkregenfall informiert. Jede interessierte Person hatte die Möglichkeit, am KAHR-Infomobil Hochwasserschutz anzufassen, sich mit Informationsmaterial einzudecken und ggf. auch ganz konkrete Hinweise bzgl. der eigenen Möglichkeiten zu erhalten.

Die Impacts dieser sehr breit angelegten wissenschaftlichen Kommunikation des KAHR-Projekts sind inzwischen fassbar und messbar (siehe ► Kap. 23). Hierzu zählen die Umsetzung von Empfehlungen für hochwasserresiliente Brückenbauweisen, Masterpläne für den zukünftigen Hochwasserschutz, Empfehlungen für den besonderen Schutz von kritischen und sensiblen Infrastrukturen im Wiederaufbau, Grundlagen für den technischen und natürlichen Hochwasserrückhalt und vieles mehr. Konkret haben Empfehlungen u. a. zu räumlichen Verlagerungen von Infrastrukturen oder höheren Schutzstandards für kritische Infrastrukturen geführt. Beispielsweise wurde im Herbst 2024 auf Basis von KAHR-Empfehlungen beschlossen, eine Schule für Kinder mit körperlichen und geistigen Behinderungen aus dem Gefahrenbereich der Ahr weg zu verlegen (Au 2024). Auch haben Ministerien wissenschaftliche Empfehlungen von uns genutzt, um höhere Schutzstandards für kritische Infrastrukturen zu genehmigen, die über den gesetzlich vorgeschriebenen Schutzstandard hinausgehen. Damit hat die wissenschaftliche Kommunikation und die interdisziplinäre Zusammenarbeit in dem Forschungsprojekt mit 13 unterschiedlichen Partnern auch zu konkreten Veränderungen am Boden geführt und zu einigen Verbesserungen im Wieder- bzw. Neuaufbau der zerstörten Regionen in Richtung Hochwasserrisikoreduktion und Klimaresilienz. Die verschiedenen Beiträge in diesem Band zeigen dabei die Bedeutung der wissenschaftlichen Begleitforschung auf und verdeutlichen zudem die Notwendigkeit unterschiedliche Handlungsfelder interdisziplinär im Wieder- und Neuaufbauprozess anzugehen, um gemeinsam mit Akteuren aus der Praxis integrierte Strategien und Maßnahmen zu entwickeln, die auch die Synergien zwischen verschiedenen Sektoren und Handlungsfeldern aufzeigen. In dieser Hinsicht beinhaltet der folgende Sammelband, der im Rahmen des KAHR-Projektes entstanden ist, nicht nur für die wissenschaftliche Community interessante Beiträge, sondern bietet auch wichtige Anregungen und Empfehlungen für die Praxis.

2.4 Fazit

Das Hochwasser im Juli 2021 in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz führte zu über 180 Todesfällen und Schäden von über 30 Mrd. €. In der Folge wurde die Notwendigkeit einer intensiven wissenschaftlichen Begleitung im Wiederaufbau und Hochwasserrisikomanagement erkannt, um betroffene Regionen resilienter zu gestalten. Das KAHR-Projekt, gefördert vom BMBF, unterstützt den Wiederaufbau mit Empfehlungen zur Klimaanpassung und risikobasierten Raumplanung. Es zielt darauf ab, konkrete Maßnahmen für einen klimaresilienten Wiederaufbau in den betroffenen Gebieten zu entwickeln. Die

wissenschaftliche Kommunikation spielt hierbei eine zentrale Rolle, um Lehren aus dem Hochwasser zu ziehen und die Öffentlichkeit sowie Fachgemeinschaften für Hochwasservorsorge und Klimaresilienz zu sensibilisieren. Durch vielfältige Kommunikationsformate wie Wissenschafts-Praxis-Dialoge konnten wichtige Transformations- und Veränderungsprozesse angestoßen werden, die u. a. den Schutz kritischer Infrastrukturen und die Anpassung an zukünftige Extremereignisse betreffen.

Zusammenfassung

- Wissenschaftliche Kommunikation ist zentral, um Lehren aus dem Hochwasser zu ziehen und Öffentlichkeit sowie Fachgemeinschaften für Hochwasservorsorge und Klimaresilienz zu sensibilisieren
- Wissenschaftliche Kommunikation dient einer objektiven und fundierten Diskussion und Entscheidungsfindung
- Vielfältige Kommunikationsformate wie Wissenschafts-Praxis-Dialoge und Empfehlungen aus der Wissenschaft führen zu messbaren Impacts
- Wissenschaftliche Begleitung im Wiederaufbau unterstützt Transformations- und Veränderungsprozesse hin zu einer resilienteren Gesellschaft

Danksagung Die Autorinnen und Autoren von ► Kap. 2 bedanken sich im Namen aller Projektpartner beim Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und beim DLR Projektträger für die Unterstützung und Förderung des KAHR-Projekts, welches vom BMBF unter dem Förderkennzeichen 01LR2102A-M finanziert wurde. Besonderer Dank gilt in diesem Zusammenhang den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern von BMBF und DLR Projektträger für den kollegialen Austausch sowie die vertrauensvolle Zusammenarbeit während der Antragstellung und der gesamten Projektlaufzeit.

Literatur

- Au B (2024) Weg ist frei: Levana-Schule bekommt neuen Standort im Kreis Ahrweiler, Rhein-Zeitung. https://www.rhein-zeitung.de/lokales/kreis-ahrweiler/weg-ist-frei-levana-schule-bekommt-neuen-standort-im-kreis-ahrweiler_arid-2693591.html. Zugegriffen: 25. Sept. 2024
- Birkmann J, Schüttrumpf H, Handmer J, Thieken A, Kuhlicke C, Truedinger A et al (2023) Strengthening resilience in reconstruction after extreme events – Insights from flood affected communities in Germany. *Int J Disaster Risk Reduct* 96:103965. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.103965>
- Blöschl G, Hall J, Viglione A, Perdigão RAP, Parajka J, Merz B et al (2019) Changing climate both increases and decreases European river floods. *Nature* 573(7772):108–111. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1495-6>
- BMI, Bundesfinanzministerium (2021) Zwischenbericht zur Flutkatastrophe 2021: Katastrophenhilfe, Soforthilfen und Wiederaufbau. Hg. v. Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat und Bundesministerium der Finanzen. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1963706/613b934d3f359a5118df16755e9e527c/2021-09-27-zwischenbericht-hochwasser-data.pdf?download=1>. Zugegriffen: 20. Juli 2022
- Fu C, Gregory J (2019) Estimation of an equilibrium model with externalities: post-disaster neighborhood rebuilding. *ECTA* 87(2):387–421. <https://doi.org/10.3982/ECTA14246>
- Greiving S, Kruse P, Othmer F, Fleischhauer M, Fuchs M (2023a) Implementation of risk-based approaches in Urban land use planning – the example of the city of Erfstadt, Germany. *Sustainability* 15(21):15340. <https://doi.org/10.3390/su152115340>
- Greiving S, Othmer F, Fleischhauer M (2023b) Die Umsetzung des Prinzips der risikobasierten Planung in der Bauleitplanung am Beispiel der Stadt Erfstadt. *Korrespondenz Wasserwirtsch* 7(23):417–422

- Koks EE, van Ginkel KCH, van Marle MJE, Lemnitzer A (2022) Brief communication: critical infrastructure impacts of the 2021 mid-july western European flood event. *Nat Hazards Earth Syst Sci* 22(12):3831–3838. <https://doi.org/10.5194/nhess-22-3831-2022>
- Kuhlicke C, de Brito MM, Otto D, Reckhaus Z (2024) Resilienter wiederaufbauen? Erste Thesen zur Rekonfiguration hydrosozialer Territorien nach dem Hochwasser 2021. In: Kabisch S, Rink D, Banzhaf E (Hrsg) *Die Resiliente Stadt*. Springer, Berlin, Heidelberg, S 267–281
- Roggenkamp T, Herget J (2015) Historische Hochwasser der Ahr – Rekonstruktion von Scheitelabflüssen ausgewählter Ahr-Hochwasser. *Heimatjahrbuch. Kreis Ahrweiler*
- Thieken A, Kemter M, Vorogushyn S, Berghäuser L, Sieg T, Natho S, Mohor GS, Petrow T, Merz B, Bronstert A (2021) Extreme Hochwasser bleiben trotz integriertem Risikomanagement eine Herausforderung. Ein Statement zum Hochwasser in Rheinland-Pfalz, 31. Juli 2021. <https://www.uni-potsdam.de/en/natriskchange/activities/publications>
- Thieken AH, Bubeck P, Heidenreich A, von Keyserlingk J, Dillenardt L, Otto A (2022) Performance of the flood warning system in Germany in July 2021 – insights from affected residents
- Tradowsky JS, Philip SY, Kreienkamp F, Kew SF, Lorenz P, Arrighi J et al (2023) Attribution of the heavy rainfall events leading to severe flooding in Western Europe during July 2021. *Clim Change*. <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03502-7>
- Tuedinger AJ, Jamshed A, Sauter H, Birkmann J (2023) Adaptation after extreme flooding events: moving or staying? The case of the Ahr valley in Germany. *Sustainability* 15(2):1407. <https://doi.org/10.3390/su15021407>
- Vahanvati M, Raffiana I (2019) Reliability of Build Back Better at enhancing resilience of communities. *IJDRBE* 10(4):208–221. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-05-2019-0025>
- Voss M, Rüger A, Bock N, Dittmer C, Merkes ST (2022) Die Evakuierung des St.-Antonius-Hospitals Eschweiler während der Flutereignisse im Juli 2021 (Unter Mitarbeit von Universitätsbibliothek der FU Berlin)

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

