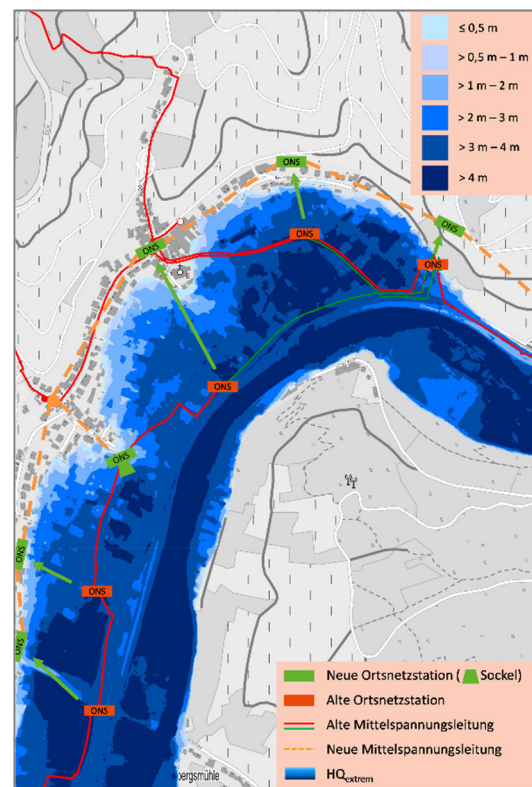


Praxishilfe

Stärkung der Resilienz der Stromversorgung gegenüber Starkregen und Hochwasser: *Vorsorge, Anpassung, Wiederaufbau*



Im KAHR-Projekt bearbeitet von:

Verbundpartner:

IREUS | Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung, Universität Stuttgart
Prof. Dr.-Ing. habil. Jörn Birkmann, joern.birkmann@ireus.uni-stuttgart.de
Alessa Truedinger, M. Sc., alessa.truedinger@ireus.uni-stuttgart.de

RER | Lehrstuhl Regionalentwicklung und Risikomanagement, TU Dortmund
Prof. Dr.-Ing. Stefan Greiving, stefan.greiving@tu-dortmund.de
Dr. Mark Fleischhauer, mark.fleischhauer@tu-dortmund.de

bwk | bauen-kunst-werkstoffe Bauingenieurwesen, HS Koblenz
Prof. Lothar Kirschbauer, kirschbauer@hs-koblenz.de
Michael Schäfer, mschaefer@hs-koblenz.de

FWW | Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft, RPTU Kaiserslautern-Landau
Prof. Dr. Robert Jüpner, robert.juepner@rptu.de
Dr. Martin Fabisch, martin.fabisch@rptu.de

GFZ | Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum
Dr. Heiko Apel, heiko.apel@gfz-potsdam.de

HKC | HochwasserKompetenzCentrum
Georg Johann, georg.johann@hkc-online.de
Hans-Theodor Arenz, hans-theodor.arenz@hkc-online.de

IQIB | Institut für qualifizierende Innovationsforschung und -beratung
Bert Droste-Franke, bert.droste-franke@iqib.de

IWW | Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen University
Prof. Dr. Holger Schüttrumpf, schuettrumpf@iww.rwth-aachen.de
Dr. Stefanie Wolf, wolf@iww.rwth-aachen.de

L-Ahr | Landkreis Ahrweiler
Charlotte Burggraf, charlotte.burggraf@kreis-ahrweiler.de

Assoziierter Partner:

Westnetz GmbH, Spezialservice Strom, Sekundärtechnik
Fabian Dolfus, f.dolfus@westnetz.de
Larissa Tholl, larissa.tholl@westnetz.de

Zitiervorschlag:

Truedinger, A.; Birkmann, J.; Fleischhauer, M.; Greiving, S.; Kirschbauer, L.; Schäfer, M.; Burggraf, C.; Fabisch, M.; Jüpner, R.; Droste-Franke, B.; Apel, H.; Arenz, H.-T.; Johann, G.; Wolf, S.; Schüttrumpf, H.; Dolfus, F.; Tholl, L. (2024): Praxishilfe – Stärkung der Resilienz der Stromversorgung gegenüber Starkregen und Hochwasser: Vorsorge, Anpassung, Wiederaufbau. Veröffentlichung im Rahmen des Vorhabens KAHR – Klima-Anpassung, Hochwasser und Resilienz (2021-2025), BMBF-Förderkennzeichen 01LR2102. Online verfügbar: <https://www.hochwasser-kahr.de/index.php/de/kahr-produkte>.

Bildnachweise Titelseite:

Westnetz GmbH: oben links, oben rechts, mittig links; M. Fleischhauer (TU Dortmund): unten links; L. Kirschbauer (HS Koblenz): unten rechts.

Das dieser Praxishilfe zugrunde liegende Vorhaben KAHR – Klima-Anpassung, Hochwasser und Resilienz (2021-2025) wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 01LR2102 gefördert.

September 2024, weitere Infos: KAHR-Webseite: <https://www.hochwasser-kahr.de>

Inhaltsverzeichnis

TEIL I - Grundlagen	1
1. Einleitung	1
2. Kritische und sensible Infrastrukturen.....	2
2.1. Infrastrukturtypen	2
2.2. Neue Anforderungen und Gesetze.....	5
TEIL II - KRITIS-Ausfälle am Beispiel Hochwasser im Ahrtal und der umliegenden Region.....	9
3. Bedeutung der KRITIS Stromversorgung – Beispiele zu Hochwasserfolgen im Ahrtal und der Region... 9	
3.1. Betroffenheit der Stromversorgung gegenüber Hochwasserereignissen	9
3.2. Kaskadeneffekte durch den Ausfall der Stromversorgung.....	11
TEIL III - Schaffung von Bewertungs- und Entscheidungsgrundlagen (Sachebene).....	13
4. Ermittlung der Gefährdung gegenüber Hochwasser und Starkregen (Gefahrenkarten).....	13
4.1. Hochwasser.....	13
4.2. Starkregen.....	15
4.3. Einfluss und Auswirkungen des Klimawandels am Beispiel Rheinland-Pfalz.....	18
5. Berücksichtigung der Vulnerabilität sensibler Infrastrukturen.....	20
6. Berücksichtigung der Kritikalität von Infrastrukturen.....	21
TEIL IV - Zielfestlegung und Maßnahmenauswahl (Wertebebe)	27
7. Merkmale und Ziele einer hochwasserresilienten Stromversorgung.....	27
7.1. Prinzipien und Merkmale von Hochwasserresilienz.....	27
7.2. Festlegung von Schutzzielen	29
8. Auswahl geeigneter Maßnahmen	30
8.1. Objektbezogene Maßnahmen	31
8.2. Planerische Maßnahmen	38
8.3. Organisatorische Maßnahmen auf kommunaler Ebene	41
Krisenkommunikation	41
8.4. Maßnahmen für Betreibende sensibler, schutzwürdiger Infrastruktur bei Stromausfall	44
TEIL V - Empfehlungen – kurz und bündig	45
Literaturverzeichnis.....	48
Anhang	I

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung von Kaskadenkomponenten	4
Abbildung 2: Beispiele für die Betroffenheit der Infrastruktur	12
Abbildung 3: Hochwassergefahrenkarten für verschiedene Szenarien am Beispiel Dernau, Rheinland-Pfalz	14
Abbildung 4: Wasserstandshöhen und Fließgeschwindigkeiten bei einem extremen Starkregenereignis (90 Millimeter pro Stunde) in Eschweiler	17
Abbildung 5: Sturzflutgefahrenkarte des Landes Rheinland-Pfalz	17
Abbildung 6: Entwicklung der Jahresmitteltemperatur 1881–2023 für Rheinland-Pfalz	18
Abbildung 7: Entwicklung der Jahresmittelwerte des Niederschlags 1881–2023	19
Abbildung 8: Definition zentraler Begriffe der Kritikalitätsanalyse am Beispiel eines Kaskadendiagramms zum Ausfall der Wasserversorgung	22
Abbildung 9: Beispieldarstellung Kaskadendiagramm, hier: Kaskadeneffekte in der Branche Wasserversorgung bei längerem Stromausfall	23
Abbildung 10: Starkregen- und Hochwasserexponierte Anlagenstandorte der Branche Elektrizität umgeben von relevanten KRITIS-Anlagen anderer Branchen in Bochum	25
Abbildung 11: Beispiel Kaskadendiagramm, farbige Punkte markieren die Stellen, an denen die Sicherheitslösungen ansetzen	25
Abbildung 12: Schutzstrategien in der Bauvorsorge	33
Abbildung 13: Mobile Hochwasserschutzmaßnahmen	34
Abbildung 14: Konzeptplanung Dernau	35
Abbildung 15: Ortsnetzstationen auf Sockeln	36
Abbildung 16: Abschrumpfen der Kabelenden (links Ortsnetzstation; rechts Hausanschlusskasten)	36
Abbildung 17: Hausanschlusssäule (links: an Hauswand, rechts: anderer Fixpunkt)	37
Abbildung 18: Zeichnerische Darstellung der Festlegungen zu Gebieten mit hohen Schutzbedarfen und Schwerpunktbereichen zur Minderung von Gefahrenpotenzialen im Regionalplan Leipzig-West-sachsen	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erwägungsgründe für die Schutzwürdigkeit verschiedener Infrastrukturtypen	6
Tabelle 2: Übersicht über maßgebende Wiederkehrintervalle zur Definition eines Extremhochwassers (HQ_{extrem}) in den Bundesländern (Stand: Juni 2024)	15
Tabelle 3: Resilienzprinzipien und Perspektiven einer hochwasserresilienten Stromversorgung	28
Tabelle 4: Aufgaben von Akteurinnen und Akteuren im Krisenfall bezüglich einer hochwasserresilienten Stromversorgung	30
Tabelle 5: Kategorien der Hochwasserresilienz	31

Abkürzungsverzeichnis

BauGB	Baugesetzbuch
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BHKG NRW	Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz Nordrhein-Westfalen
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMI	Bundesministerium des Innern und für Heimat
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BRPHV	Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz (Verordnung über die Raumordnung im Bund für einen länderübergreifenden Hochwasserschutz)
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BSIG	Gesetz über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
CER-RL	Richtlinie über die Resilienz kritischer Einrichtungen
CSV	Comma-separated values (Tabellendateiformat)
DSchG RLP	Denkmalschutzgesetz Rheinland-Pfalz
EU	Europäische Union
HQ	Hochwasserabfluss
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie
IE-RL	Industrieemissionsrichtlinie
IP68	International Protection, Schutzart 68
ISEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept
IT	Informationstechnik
IVU-RL	Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung
KAHR	Klima-Anpassung, Hochwasser und Resilienz
KAnG	Bundes-Klimaanpassungsgesetz
KRITIS	Kritische Infrastrukturen
ROG	Raumordnungsgesetz
SRI	StarkRegenIndex
THW	Technisches Hilfswerk
UNESCO	Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur
WfMS	Workflow Management System (Prozesssoftware)
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WMS	Web Map Service (Geodatenformat)

TEIL I - Grundlagen

1. Einleitung

In den vergangenen 30 Jahren haben Hochwasserereignisse an fast allen großen Flüssen und auch an kleineren Gewässern in Deutschland erhebliche Schäden angerichtet und in einigen Fällen zu hohen Zahlen an Todesopfern geführt. In aktueller Erinnerung ist besonders das verheerende Starkregen- und Hochwasserereignis an Ahr, Erft und weiteren Flüssen aus dem Jahr 2021, das insbesondere in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen mehr als 180 Todesopfer gefordert und Gesamtschäden von rund 40 Mrd.€ an Siedlungs- und Infrastruktur verursacht hat¹. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt Klima-Anpassung, Hochwasser und Resilienz (KAHR) unterstützt mit neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen die Aufbaumaßnahmen in den von der Flutkatastrophe zerstörten Regionen, indem Lösungen zur Klimaanpassung, der risikobasierten Raumplanung und zum Hochwasserschutz erarbeitet werden. Ziel ist es, konkrete Maßnahmen für einen klimaresilienten und zukunftsorientierten Wieder- und Neuaufbau in den betroffenen Regionen zu schaffen.

Um zu verhindern, dass sich eine Katastrophe wie im Juli 2021 wiederholt, ist es wichtig, den Wiederaufbau so zu gestalten, dass die Resilienz der Gesellschafts-, Siedlungs- und Infrastruktur gegenüber künftigen Ereignissen gestärkt wird. Da Zeit und Geld im Wiederaufbauprozess oft kritische Faktoren sind, ist es wichtig, sich zunächst auf die am meisten gefährdeten Gruppen sowie kritische und sensible Infrastrukturen zu konzentrieren, die eine besonders hohe Schutzwürdigkeit aufweisen. Auch wenn gerade der Wiederaufbau die Chance bietet, neue, resilientere Strukturen zu errichten, müssen ebenso mittel- und langfristig die Bestandsstrukturen – auch außerhalb der betroffenen Gebiete – auf ihre Resilienz hin überprüft und überarbeitet werden. Ebenso ergeben sich aus geänderten Rahmenbedingungen, sowohl gesetzlicher als auch natürlicher Art (Stichwort: Klimawandel),

neue Anforderungen an den Aufbau von Infrastrukturen.

Der Elektrizitätsinfrastruktur kommt bei einem resilienten Wiederaufbau eine zentrale Rolle zu, da von der Stromversorgung wiederum weitere kritische sowie sensible Infrastrukturen abhängig sind. Fällt die Stromversorgung aus, kommt es zu sogenannten Kaskadeneffekten, das heißt infolge des Stromausfalls wird beispielsweise die Wasserversorgung beeinträchtigt, was wiederum den Betrieb von Krankenhäusern aufgrund der mangelnden Hygiene einschränkt. Daher bestand der Bedarf, im Rahmen von KAHR eine auf die Praxis ausgerichtete Broschüre zur Stärkung der Resilienz der Stromversorgung gegenüber Starkregen und Hochwasser im Zusammenhang von Vorsorge, Anpassung und Wiederaufbau zu erstellen.

Anlass für die Erstellung dieser Praxishilfe im Rahmen des Projekts KAHR war zum einen die Beobachtung, dass es bislang kaum Konzepte und Überlegungen dazu gibt, was eine resiliente Infrastruktur ausmacht – eine Fragestellung, die insbesondere bei sensibler und kritischer Infrastruktur von hoher Bedeutung ist. Zum anderen wurde die Idee einer Praxishilfe dadurch gestärkt, dass der regionale Verteilnetzbetreiber für Strom, die Westnetz GmbH, eine bis zum Ende des Jahres 2023 tätige unternehmensinterne Task Force eingerichtet hatte, die sich mit Fragen eines resilienten Wiederaufbaus des Stromverteilnetzes in den vom Hochwasser 2021 betroffenen Regionen beschäftigte. Die Synergien aus der Kooperation zwischen KAHR und Westnetz lagen auf der Hand: Westnetz konnte von den in KAHR erzielten Forschungsergebnissen der Forschungspartner mit unterschiedlicher Fachexpertise profitieren, wohingegen KAHR sich die ingenieurtechnische und insbesondere praxisbezogene Expertise der Westnetz GmbH zunutze machen konnte.

¹ Prognos AG 2022: Schäden der Sturzfluten und Überschwemmungen im Juli 2021 in Deutschland. Eine ex-post Analyse. Projektbericht „Kosten durch Klimawandelfolgen“. Zugriff: https://www.prognos.com/sites/default/files/2022-07/Prognos_KlimawandelfolgenDeutschland_Detailuntersuchung%20Flut_AP2_3b_.pdf; zuletzt geprüft am 29.08.24

Aus der Kooperation herausgekommen ist die vorliegende Praxishilfe, die im Rahmen des Verbundprojekts KAHK gemeinsam mit dem assoziierten Partner Westnetz GmbH entstanden ist, und die auf wissenschaftlichen und praktischen Erkenntnissen aus der Hochwasserkatastrophe vom Juli 2021 und dem anschließenden Wiederaufbau beruht. Auch weiterführende Literatur zur Thematik, zum Beispiel zu den gesetzlichen Rahmenbedingungen oder der Risikokommunikation, wurde berücksichtigt. Die Praxishilfe hat zum Ziel, Akteurinnen und Akteuren, die direkt und indirekt mit der Planung, Gestaltung und Nutzung von sensibler und kritischer Infrastruktur in Gefährdungsbereichen sowie deren Wiederherstellung im Ereignisfall betraut sind, Ansatzpunkte für eine resiliente Gestaltung und insbesondere einen resilienten Wiederaufbau von Infrastruktur aufzuzeigen.

Die Praxishilfe dient Netzbetreibern sowie Politik und Verwaltung auf kommunaler und regionaler Ebene (insbesondere Raumplanung und Katastrophenschutz) der anschaulichen Information zur

Thematik der hochwasserresilienten Stromversorgung, wobei ein Schwerpunkt auf den Wiederaufbau nach Katastrophen gelegt wird. Die Praxishilfe erhebt keinen Anspruch darauf, vollständig alle Aspekte der Thematik abzudecken und kann auch keine Leitlinien für eine vertiefte Projektplanung zur Errichtung von Infrastrukturen bieten – vielmehr soll sie als Inspiration und Ideensammlung Impulse hin zu einer künftig hochwasserresilienteren Stromversorgung liefern.

Die Praxishilfe ist in fünf Teile gegliedert: Dem Einleitungsteil mit Grundlagen und Definitionen folgt in Teil II die Darstellung von Ausfällen kritischer Infrastruktur am Beispiel des Hochwassers im Ahrtal und der umliegenden Region aus dem Jahr 2021. In Teil III wird die wissenschaftliche Grundlage für die resiliente Wiederaufbauplanung von Infrastrukturen gelegt („Sachebene“), wohingegen in Teil IV Grundlagen für die Bewertung der Sachergebnisse und Entscheidungsprozesse gelegt werden („Wertebene“). Der abschließende Teil V benennt kurz und bündig die wesentlichen Empfehlungen.

2. Kritische und sensible Infrastrukturen

2.1. Infrastrukturtypen

Im Kontext der Krisenresilienz ist die Integrität und Leistungsfähigkeit von Infrastrukturen im Krisenfall von herausragender Bedeutung. Dabei liegt der Schwerpunkt auf kritischen sowie anderen Arten von Infrastrukturen²:

- **Kritische Infrastrukturen (KRITIS)** „sind Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erheb-

liche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden“³. Der Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz⁴ präzisiert diese Definition, indem er kritische Infrastrukturen anhand ihrer Bedeutung über Länder- oder Staatsgrenzen hinweg bestimmt. Neben den bundesweit bedeutenden kritischen Infrastrukturen, die in der

² Greiving, S.; Kruse, P.; Othmer, F.; Fleischhauer, M.; Fuchs, M. 2023: Implementation of Risk-Based Approaches in Urban Land Use Planning - The Example of the City of Erfurt, Germany. Sustainability 2023, 15, 15340. S. 4. Zugriff: <https://doi.org/10.3390/su152115340>; zuletzt geprüft am 29.08.24

³ Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) 2009: Kritische Infrastrukturen. Zugriff: [⁴ Verordnung über die Raumordnung im Bund für einen länderübergreifenden Hochwasserschutz \(BRPHV\), 19. August 2021, mit Länderübergreifender Raumordnungsplan für den Hochwasserschutz \(Anlage zur Verordnung über die Raumordnung im Bund für einen länderübergreifenden Hochwasserschutz\) vom 19. August 2021 \(BGBl. I S. 3712\)](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/KRITIS-und-regulierte-Unternehmen/Kritische-Infrastrukturen/kritis_node.html#:~:text=Kritische%20Infrastrukturen%20(%20KRITIS%20)%20sind%20Organisationen,undere%20dramatische%20Folgen%20eintreten%20w%C3%BCrden; zuletzt geprüft am 29.08.24</p>
</div>
<div data-bbox=)

BSI-KRITIS-Verordnung⁵ definiert sind, gibt es auch solche, die im regionalen oder kommunalen Kontext als „kritisch“ betrachtet werden, da ihr Ausfall oder ihre Beeinträchtigung dort zu erheblichen Störungen oder dramatischen Folgen führen könnte.

- Als **sensible Infrastrukturen** gelten Einrichtungen, deren Beschädigung zwar nicht das Funktionieren des staatlichen oder regionalen Gemeinwesens beeinträchtigt, jedoch erhebliche soziale Schäden verursachen kann. Oft erfordert die Sicherung dieser Infrastrukturen einen hohen Aufwand, da die Nutzerinnen und Nutzer, wie beispielsweise in Alten- und Pflegeheimen, Schulen oder Kindergärten, oft nicht in der Lage sind, sich in Gefahrensituationen selbst zu retten. Im Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz werden diese Einrichtungen als „bauliche Anlagen, die ein komplexes Evakuierungsmanagement erfordern“, bezeichnet⁶.
- **Infrastrukturen, von denen im Ereignisfall besondere Gefährdungen ausgehen** bilden einen weiteren Typ von Infrastruktur, der bei Krisen oder Schadensereignissen sowie im Rahmen eines vorsorgenden Risikomanagements besonders berücksichtigt werden muss. Diese Infrastrukturen haben das Potenzial, beispielsweise bei Überflutungen, die bereits entstandenen Schäden zu verschlimmern, insbesondere durch das Austreten gefährlicher Stoffe wie Treibstoff oder anderer Gefahrstoffe, was zur Kontamination von Grundwasser, Erdreich und Gebäuden führen kann.
- **Infrastrukturen als Teil des Baukulturerbes:** Eine Infrastrukturart, die in den letzten Jahren verstärkt in den Fokus gerückt ist, ist das baukulturelle Erbe. Die Beschädigung oder Zerstörung dieses Erbes kann eine Gesellschaft emotional erschüttern und langfristig

psychologische Auswirkungen haben. Derartige Infrastruktur besitzt erhebliche kulturelle oder identitätsstiftende Bedeutung.

Die Bedeutung kritischer Infrastrukturen wurde durch Ereignisse wie den Stromausfall 2006 im Emsland, der zu Notabschaltungen in ganz Europa führte, sowie die Flutkatastrophe im Juli 2021 in den Einzugsgebieten der Ahr, der Erft und anderer Flüsse, die zu Ausfällen kritischer Infrastrukturen führten, deutlich.

Die KRITIS-Branchen (zum Beispiel Wasserversorgung, Abwasserentsorgung, Energie, Gesundheitseinrichtungen) stehen jedoch nicht nur für sich, sondern sind branchenintern und branchenübergreifend miteinander verbunden und können somit in Abhängigkeit zueinanderstehen. Oftmals zeigt sich erst durch den Ausfall einer kritischen Infrastruktur, dass deren Versorgungsleistungen für andere KRITIS unerlässlich sind. So breiten sich die Auswirkungen auf diverse Infrastruktursysteme und über administrative Grenzen hinweg (mit zunehmender Schwere) aus, was als **Kaskadeneffekt** bezeichnet wird⁷. Kaskadeneffekte treten demnach erst aufgrund der systemischen Vernetzung von kritischen Infrastrukturen auf und sind insofern Ausdruck systemischer Kritikalität. Die hohe Kritikalität von kritischen Infrastrukturen ist ausschlaggebend für den hohen Grad der Schutzwürdigkeit, der kritischen Infrastrukturen innewohnt.

Um die Kaskadeneffekte, die infolge des Hochwasserereignisses im Ahrtal ausgelöst wurden, zu beschreiben, ist zunächst zu definieren, welche Art von Effekten und betroffenen Elementen im Gesamtsystem auftreten können. Als geeigneter Ansatz erscheint die Kategorisierung von Kaskadenkomponenten gemäß Fekete⁸ (Abbildung 1). Demnach sind die direkten Schäden durch das auslösende Ereignis von den Folgewirkungen durch den Ausfall weiterer Infrastrukturen voneinander zu un-

⁵ Verordnung des BSI zu Kritischen Infrastrukturen vom 22. April 2016 (BGBl. I S. 958), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 29. November 2023 (BGBl. 2023 I Nummer 339) geändert worden ist. Zugriff: <https://www.gesetze-im-internet.de/bsi-kritisv/BSI-KritisV.pdf>; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁶ BRPHV 2021 (siehe (4))

⁷ Im Gegensatz dazu werden Ausfallfolgewirkungen *innerhalb* eines Infrastruktursystems (also innerhalb einer KRITIS-Branche) als sogenannte „Dominoeffekte“ bezeichnet

⁸ Fekete, A 2018: Urban Disaster Resilience and Critical Infrastructure. Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg. S. 31

terscheiden. Diese Systematisierung dient der weiteren Darstellung der Ausfallkaskaden kritischer

Infrastrukturen, die im Juli 2021 im Ahrtal und den umliegenden Regionen aufgetreten sind.

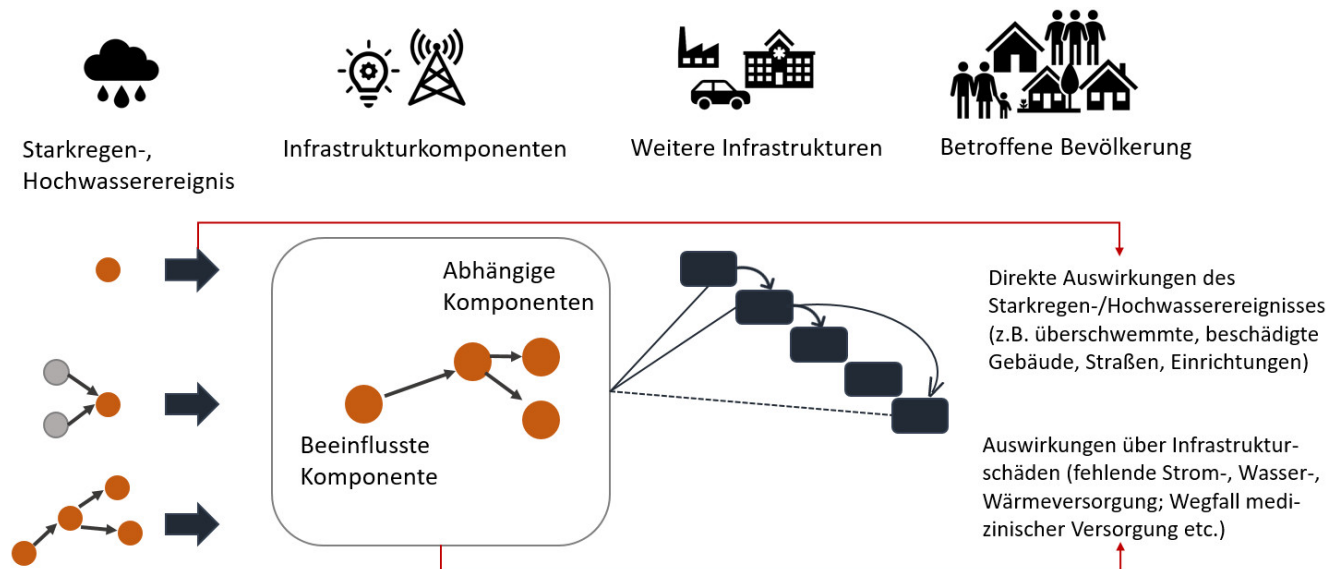


Abbildung 1: Schematische Darstellung von Kaskadenkomponenten⁹

Die **Kritikalität** einer Infrastruktur ist das relative Maß für ihre Bedeutung hinsichtlich der Konsequenzen, die ein Ausfall oder eine Störung für die Versorgungssicherheit der Gesellschaft mit wichtigen Gütern und Dienstleistungen hat. Störungen können insbesondere durch Kaskadeneffekte ausgelöst werden, die sich von einer betroffenen Infrastrukturbranche auf weitere Bereiche auswirken¹⁰. Dies führt zu einer besonderen Schutzwürdigkeit kritischer Infrastrukturen¹¹, wie sie beispielsweise auch in § 2 Absatz 2 Nummer 3 Satz 4 des Raumordnungsgesetzes betont wird: „Dem Schutz kritischer Infrastrukturen ist Rechnung zu tragen“¹².

Ein grundlegendes Problem besteht darin, dass Krisen in der Regel raum- und gefährdungsbezogen analysiert werden und kumulative sowie indirekte Effekte, die außerhalb exponierter Gebiete auftreten, nicht systematisch erfasst werden. Dies liegt zum einen am Raum- und Flächenbezug der Raumplanung¹³, bei der die Planungshoheit für den eigenen Planungsraum besteht und Kaskadeneffekte, die über kommunale oder Kreisgrenzen hinausgehen, oft nicht berücksichtigt werden¹⁴. Zum anderen liegt es an der kommunalen oder kreisweiten Zuständigkeit für den Katastrophenschutz, wodurch der „Blick über den Tellerrand“ fehlt. Vor Ort sind die Gemeinden, Kreise und kreisfreien

⁹ Veränderte Darstellung nach Fekete, A 2018: Urban Disaster Resilience and Critical Infrastructure. Julius-Maximilians-Universität Würzburg. S. 31

¹⁰ Schmitt, H.C. 2019: Systemisches Kaskadenpotenzial von Kritis-Teilsektoren. Informationen zur Raumentwicklung 2019, 49; BBK. S. 77

¹¹ Greiving, S.; Hartz, A.; Saad, S.; Hurth, F.; Fleischhauer, M. 2016: Developments and Drawbacks in Critical Infrastructure and Regional Planning. J. Extrem Events 2016, 3, S. 1–24; Kruse, P.; Schmitt, H.; Greiving, S. 2021: Systemic criticality – A new assessment concept improving the evidence basis for CI protection. Climatic Change, 2021, 165. S. 2

¹² Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nummer 88) geändert worden ist. Zugriff: https://www.gesetze-im-internet.de/rog_2008/ROG.pdf; zuletzt geprüft am 29.08.24

¹³ Greiving et al. 2016 (siehe 11))

¹⁴ Verband der Feuerwehren in NRW e. V. 2021: Katastrophenschutz in Nordrhein-Westfalen - Vorschläge für eine Weiterentwicklung. Zugriff: https://www.feuerwehrverband.nrw/fileadmin/Downloads/Verband/Themen/Verband/2021-10_VF_Verbesserungsvorschlaege_Katastrophenschutz.pdf; zuletzt geprüft am 29.08.24; Greiving, S.; Fleischhauer, M.; Hartz, A.; Terfrüchte, T. 2023: Resiliente Raum- und Infrastrukturen gestalten. Neue Flächenansprüche in der Zeitenwende. Informationen zur Raumentwicklung, 2023. S. 34f.

Städte als untere Katastrophenschutzbehörden für Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen Ansprechpartner und verantwortlich für den Schutz bei größeren Unfällen oder Katastrophen¹⁵. In ihren Alarm- und Einsatzplänen, auch als Notfallpläne bekannt, planen die Kommunen im Voraus die Auf-

gaben für bestimmte Notfälle und legen die Verantwortlichkeiten fest. Zum Beispiel wird in einem Alarm- und Einsatzplan für Hochwasser festgehalten, welche Maßnahmen zu welchem Zeitpunkt ergriffen werden müssen¹⁶. Oft fehlt bei den Notfallplänen der Blick über die eigenen Gebietsgrenzen und Zuständigkeiten hinweg.

2.2. Neue Anforderungen und Gesetze

2.2.1 KRITIS und Hochwasser

Neben der Europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL)¹⁷ legen der im September 2021 in Kraft getretene Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz (Verordnung über die Raumordnung im Bund für einen länderübergreifenden Hochwasserschutz – BRPHV)¹⁸, das Raumordnungsgesetz (ROG)¹⁹, das Baugesetzbuch (BauGB)²⁰ und das Wasserhaushaltsgesetz (WHG)²¹ rechtliche Grundlagen für das Hochwasserrisikomanagement und die Hochwasservorsorge fest. In Bezug auf kritische Infrastrukturen enthält die im Januar 2023 verabschiedete EU-Richtlinie über die Resilienz kritischer Einrichtungen (Critical Entities Resilience directive – CER-Richtlinie)²² Vorgaben zur Identifizierung und Resilienzstärkung von kritischen Infrastrukturen – dies soll ab 2024 im Rahmen des geplanten KRITIS-Dachgesetzes im deutschen Recht verankert werden (seit Dezember 2023 liegt hierfür ein überarbeiteter Gesetzesentwurf vor). Zudem definiert die BSI-Kritisverordnung (BSI = Bundesamt für Sicher-

heit in der Informationstechnik) kritische Dienstleistungen sowie Schwellenwerte im Kontext der Cybersicherheit, ab denen die Melde- und Nachweispflichten des Gesetzes über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSIG) gelten²³, wobei durch die relativ hohen Schwellenwerte von mindestens 500.000 versorgten Personen lokal und regional bedeutsame Dienstleistungen oft nicht erfasst werden²⁴.

In Bezug auf sensible Infrastrukturen sieht die Lage etwas anders aus. Diese standen bisher nicht im Fokus, weswegen hier auch weder auf bundesweiter noch auf regionaler oder lokaler Ebene Vorschriften, Verfahren zur Identifikation oder gesetzliche Vorgaben existieren.

Hinsichtlich der gesetzlichen Lage bezüglich der Hochwasservorsorge sind im Bereich der Raumordnung besonders das allgemeine „Vorsorgeprinzip“ im Sinne des § 1 Absatz 1 Nummer 2 ROG „Vorsorge für einzelne Nutzungen und Funktionen

¹⁵ Bundesministerium des Innern und für Heimat (BMI): Bevölkerungsschutz 2024: Katastrophenschutz-Node. Zugriff: <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/bevoelkerungsschutz/zivil-und-katastrophenschutz/verkehrsschutz/verkehrsschutz-und-katastrophenschutz-node.html>; zuletzt geprüft am 29.08.24

¹⁶ Hochwasserrisikomanagement Baden- Württemberg 2023: Alarm- und Einsatzplanung. Zugriff: <https://www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de/alarm-und-einsatzplanung>; zuletzt geprüft am 29.08.24

¹⁷ Europäische Union 2007: Richtlinie 2007/60/EG. Zugriff: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:de:PDF>; zuletzt geprüft am 29.08.24

¹⁸ BRPHV 2021 (siehe (4))

¹⁹ Raumordnungsgesetz BGBl I S. 2986 von 2008 (siehe 12))

²⁰ Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Januar 2023 (BGBl. 2023 I Nummer 6) geändert worden ist

²¹ Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Januar 2023 (BGBl. 2023 I Nummer 5) geändert worden ist

²² Bundesministerium des Innern und für Heimat 2023: EU-Richtlinien zum Schutz Kritischer Infrastrukturen. Zugriff: <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/kurzmeldungen/DE/2023/01/eu-richtlinien-kritis.html>; zuletzt geprüft am 29.08.24

²³ Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik 2024: Was sind Kritische Infrastrukturen? Zugriff: <https://www.bsi.bund.de/dok/kritis-kompakt>; zuletzt geprüft am 29.08.24

²⁴ BSI KRITIS 2016 (siehe (5))

des Raums“ sowie der ebenfalls im Raumordnungsgesetz verankerte Grundsatz § 2 Absatz 2 Nummer 3 Satz 4 ROG „Dem Schutz Kritischer Infrastrukturen ist Rechnung zu tragen“ hervorzuheben. Auch im BauGB sind unter § 1 Absatz 6 Nummer 12 die „Belange des Küsten- oder Hochwasserschutzes und der Hochwasservorsorge, insbesondere die Vermeidung und Verringerung von Hochwasserschäden“ benannt, die bei der Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung sowie der Aufstellung von Bauleitplänen zu berücksichtigen sind²⁵. Allerdings ist die Bauleitplanung in diesem

Fall auf Überschwemmungsgebiete (§ 76 Absatz 1 WHG) ausgerichtet, innerhalb derer nach § 78 Absatz 1 WHG weitgehende Bauverbote bestehen. Der Lastfall ist hierbei jedoch lediglich das im statistischen Mittel alle 100 Jahre auftretende Bemessungsereignis (HQ₁₀₀) – Gefährdungsintensitäten, Empfindlichkeiten und Schutzwürdigkeiten, ebenso wie die möglichen Auswirkungen zukünftiger Klimaänderungen werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 1: Erwägungsgründe für die Schutzwürdigkeit verschiedener Infrastrukturtypen²⁶

Infrastrukturtyp	Beispiele	Rechtliche Grundlagen	Gründe für besondere Schutzwürdigkeit
Kritische Infrastrukturen, deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltige Störungen im Gesamtsystem zur Folge hat	Versorgungsnetze (Gas, Wasser, Strom, Telekommunikation) Verkehrsnetze	Art. 2 EU-Richtlinie über die Resilienz kritischer Einrichtungen § 1 BSI-Kritisverordnung	Vermeidung von Funktionsverlusten außerhalb exponierter Bereiche und in anderen Infrastrukturbereichen (Kaskadeneffekte)
Sensible Infrastrukturen	Kindergärten Schulen Senioreneinrichtungen	zum Beispiel § 1 Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz (BHKG NRW)	Vermeidung von Personenschäden bei Personengruppen, die im Ereignisfall Hilfe durch Dritte benötigen
Infrastrukturen, von denen im Überflutungsfall besondere Gefährdungen ausgehen	Störfallbetriebe Betriebe, die unter die Industrieemissionsrichtlinie fallen (IE-RL, ehemals IVU-Betriebe), zum Beispiel Chemische Industrie, Düngemittelherstellung, Zellstoffverarbeitung, Abfallbehandlung und so weiter	EU-Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) EU-Richtlinie 2012/18/EU zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen (SEVESO III) § 50 BImSchG in Verbindung mit Störfallverordnung	Vermeidung von Sekundärschäden durch Kontaminationen von Grundwasser, Erdreich und Gebäuden
Infrastrukturen als Teil des Baukulturerbes	UNESCO Weltkulturerbe Denkmalbereich Denkmalobjekte (zum Beispiel historische Brücken)	Hague Convention for the Protection of Cultural Property (1972) World Heritage Convention (1972) Denkmalschutzgesetze der Bundesländer (zum Beispiel § 37 Schutz von Kulturdenkmälern bei bewaffneten Konflikten und bei Katastrophenfällen nach DSchG RLP)	Symbolische Kritikalität: kulturelle oder identitätsstiftende Bedeutung. Zerstörung kann eine Gesellschaft emotional erschüttern und psychologisch nachhaltig aus dem Gleichgewicht bringen

²⁵ BauGB 2023 (siehe (20))

²⁶ Greiving et al. 2023 (siehe (2))

Im Wasserrecht wird in § 73 Absatz 1 Satz 2 WHG der Begriff des Hochwasserrisikos als „Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Hochwasserereignisses mit den möglichen nachteiligen Hochwasserfolgen für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe, wirtschaftliche Tätigkeiten und erhebliche Sachwerte“ definiert, wobei hier implizit ebenfalls eine Berücksichtigung der Empfindlichkeit der potenziell betroffenen Infrastrukturen und Bevölkerungsgruppen bei der Risikobetrachtung enthalten ist. Kaskadeneffekte, aufgrund derer Teile der Bevölkerung auch indirekt zu Betroffenen werden können, werden allerdings nicht explizit erwähnt.

Der Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz, dessen Ziele unmittelbar für alle öffentlichen Planungsträger zu beachten und dessen Grundsätze zu berücksichtigen sind, erfordert seit seiner Veröffentlichung im Jahr 2021 einen risikobasierten Ansatz in der Raumplanung. Zusätzlich zur Eintrittswahrscheinlichkeit wird auch die Berücksichtigung der Fließgeschwindigkeit und Überflutungstiefe sowie insbesondere der Empfindlichkeit und Schutzwürdigkeit verlangt. Gemäß Ziel I.1.1 des Bundesraumordnungsplans Hochwasserschutz sind bei „raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen einschließlich der Siedlungsentwicklung die Risiken von Hochwassern nach Maßgabe der bei öffentlichen Stellen verfügbaren Daten zu prüfen; dies betrifft neben der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Hochwasserereignisses und seinem räumlichen und zeitlichen Ausmaß auch die Wassertiefe und die Fließgeschwindigkeit. Ferner sind die unterschiedlichen Empfindlichkeiten und Schutzwürdigkeiten der einzelnen Raumnutzungen und Raumfunktionen in die Prüfung von Hochwasserrisiken einzubeziehen.“²⁷

Außerdem besteht gemäß Ziel I.1. des Bundesraumordnungsplans Hochwasserschutz das Erfordernis, sich mit der besonderen **Schutzwürdigkeit von Infrastrukturen** in der planerischen Abwä-

gung auseinanderzusetzen. Dabei sind vier verschiedene Erwägungsgründe für die Schutzwürdigkeit zu betrachten (Tabelle 1).

In der CER-Richtlinie werden kritische Infrastrukturen definiert als „Objekte, Anlagen, Ausrüstung, Netze oder Systeme oder Teile eines Objekts, einer Anlage, Ausrüstung, eines Netzes oder eines Systems, die für die Erbringung eines wesentlichen Dienstes erforderlich sind“²⁸, wobei folgende Sektoren enthalten sind: Energie, Verkehr, Bankwesen, Finanzmarktinfrastrukturen, Gesundheit, Trinkwasser, Abwasser, digitale Infrastruktur, öffentliche Verwaltung, Weltraum sowie Produktion, Verarbeitung und Vertrieb von Lebensmitteln. Dies deckt sich in großen Teilen mit der BSI-Kritisverordnung, ist allerdings nicht identisch.

Als konkrete Kategorie von Einrichtungen im Sektor Energie, Teilsektor Strom werden in der CER-Richtlinie beispielsweise Verteilernetzbetreiber im Sinne des Artikels 2 Nummer 29 der Richtlinie (EU) 2019/944 genannt. Die CER-Richtlinie fordert von den Mitgliedstaaten unter anderem die Identifizierung von kritischen Einrichtungen, eine regelmäßige Risikobewertung sowie die Sicherstellung der Ergreifung von Resilienzmaßnahmen und eigenen Risikobewertungen durch die identifizierten Einrichtungen. So müssen kritische Einrichtungen beispielsweise über einen Resilienzplan oder etwas Gleichwertiges verfügen. Die Mitgliedstaaten wiederum sind dazu verpflichtet, die Einrichtungen zu unterstützen, zum Beispiel durch die Entwicklung von Leitfäden und Methoden oder die Unterstützung bei Übungen. Durch das geplante KRITIS-Dachgesetz wird diese europäische Richtlinie ab 2024 in nationales Recht umgesetzt. Hiermit sollen kritische Infrastrukturen in Ergänzung zur BSI-Kritisverordnung, die sich lediglich mit dem Bereich der IT-Sicherheit kritischer Infrastrukturen befasst, auf Bundesebene systematisch, umfassend und einheitlich identifiziert, Risiken sowie Störungen des Gesamtsystems erkannt, Schutzniveaus durch Mindestvorgaben verbindlich erhöht und ein institutioneller Rahmen für die Zusammenarbeit geschaffen werden. Dennoch müssen auch hier nur

²⁷ BRPHV 2021 (siehe (4))

²⁸ Europäische Union 2022: Richtlinie 2022/2557. content/DE/TEXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2557; zuletzt geprüft am 29.08.24

Zugriff: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TEXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2557>

die Betreibenden von solchen kritischen Infrastrukturen verpflichtende Resilienzmaßnahmen ergreifen, die essenziell für die Gesamtversorgung Deutschlands sind und mindestens 500.000 Personen versorgen.²⁹

Unterhalb der Schwellenwerte gibt es aktuell keine Definition beziehungsweise Vorgabe zur Identifizierung von kritischen Infrastrukturen. Die Erfahrungen des Hochwasserereignisses 2021 zeigen jedoch, dass es weitere sensible sowie kritische Infrastrukturen auf lokaler und regionaler Ebene gibt. Diese müssten zukünftig jeweils auf lokaler

und regionaler Ebene definiert werden. Sie ergeben sich aus den Zuständigkeitsbereichen der relevanten regional und kommunal Handelnden (Kommunalverwaltung, Kreisverwaltung, Katastrophenschutz, regionale Energieversorger und so weiter) und können beispielsweise Pflegeeinrichtungen, Apotheken, Arztpraxen und landwirtschaftliche Großbetriebe umfassen. Eine beispielhafte Auflistung regional und kommunal „kritischer“ und sensibler Infrastrukturen, die insbesondere im Zusammenhang mit Stromausfällen und Hochwasserereignissen einer besonderen Aufmerksamkeit bedürfen, findet sich im Anhang dieser Praxishilfe.

2.2.2 KRITIS und Starkregen

Der Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz legt Ziele und Grundsätze für die Errichtung kritischer und sensibler Infrastrukturen in Überschwemmungsgebieten (nach § 76 WHG) sowie in Risikogebieten (nach § 78b WHG) fest. Die Abgrenzung dieser Gebiete erfolgt anhand von Gefahren- und Risikokarten, die von den Ländern erstellt werden. Dadurch gibt es klare Zuordnungen für das räumliche Hochwasserrisikomanagement von kritischen Infrastrukturen, das mit wasserwirtschaftlicher Fachplanung und Raumordnung sowie später mit kommunaler Bauleitplanung verbunden ist.

Im Gegensatz dazu fehlt eine solche eindeutige Zuordnung im Zusammenhang mit Starkregenereignissen und deren Folgen, wie etwa Überschwemmungen oder Sturzfluten, bislang. Die Folgen von Starkregen für die Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung werden hauptsächlich auf kommunaler Ebene diskutiert, da der Umgang mit Niederschlagswasser in den kommunalen Zuständigkeitsbereich fällt. Eine systematische, kommunale Risikomanagementstrategie für Starkregenereignisse würde zunächst die Erstellung von Gefahrenkarten erfordern. Diese Karten sind jedoch gegenwärtig keine verpflichtende Aufgabe auf kommunaler Ebene und liegen auch noch nicht für alle

kommunalen Gebietskörperschaften (Kreise, Städte und Gemeinden) vor. Somit fehlt es oft an analytischen Grundlagen, um Siedlungs- und Infrastruktur hinsichtlich einer Erhöhung der Starkregenresilienz zu gestalten.

Das Inkrafttreten des Klimaanpassungsgesetzes (KAnG)³⁰ bringt eine Verpflichtung zur Erstellung von Klimaanpassungskonzepten auf kommunaler Ebene gemäß § 12 KAnG mit sich, was eine Anerkennung der besonders gravierenden Auswirkungen des Klimawandels bedeutet. Sowohl die bereits eingetretenen als auch die zukünftig zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels, einschließlich Starkregenereignissen und Sturzfluten gemäß § 8 KAnG, müssen berücksichtigt werden. Für ein effektives kommunales Risikomanagement sind ausreichende fachliche Grundlagen zur Bewertung der Gefährdung durch Starkregenereignisse entscheidend. Ebenso wichtig ist eine Abstimmung darüber, welche Infrastrukturen im kommunalen Kontext besonders schützenswert sind. Dies kann aufgrund ihrer Bedeutung für die regionale Versorgung der Bevölkerung von essenzieller Bedeutung sein oder weil sie in den Zuständigkeitsbereich kommunaler oder regionaler Instanzen wie dem Katastrophenschutz fallen.

²⁹ Bundesministerium des Innern und für Heimat 2023: Entwurf eines Gesetzes zur Umsetzung der CER-Richtlinie und zur Stärkung der Resilienz kritischer Anlagen. Zugriff: <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/DE/KRITIS-DachG.html>; zuletzt geprüft am 29.08.24

³⁰ Bundesklimaanpassungsgesetz 2023: Vorhaben im Bundestag. Zugriff: <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2023/kw46-de-bundesklimaanpassungsgesetz-976584>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Zusätzlich zur lokalen Ebene ist ein verstärktes überörtliches, vorsorgendes Risikomanagement für Starkregenereignisse erforderlich. Das Starkregen-Hochwasserereignis an Ahr und Erft im Jahr

2021 hat gezeigt, dass die Folgen von Starkregen auch eine bedeutende überörtliche Dimension haben, sodass auch auf der Ebene der Raumordnung raumplanerische Risikovorsorge erforderlich ist.

TEIL II - KRITIS-Ausfälle am Beispiel Hochwasser im Ahrtal und der umliegenden Region

3. Bedeutung der KRITIS Stromversorgung – Beispiele zu Hochwasserfolgen aus dem Ahrtal und der umliegenden Region

Eine funktionierende Stromversorgung ist für nahezu alle kritischen Infrastrukturen und Dienstleistungen von grundlegender Bedeutung. Infolge von Hochwasser- und Starkregenereignissen können jedoch einzelne Komponenten der Stromversorgung oder gar die gesamte Stromversorgung eines Gebiets oder einer Region zusammenbrechen, wo-

bei vergangene Ereignisse gezeigt haben, dass insbesondere großflächige Stromausfälle zu erheblichen Problemen führen. Die Flutkatastrophe vom Juli 2021 demonstrierte dabei, welche kurz-, mittel- und langfristigen Auswirkungen starke Regenfälle und ausgedehnte Überschwemmungen auf die Stromversorgung haben können.

3.1. Betroffenheit der Stromversorgung gegenüber Hochwasserereignissen

Eine potenziell hohe Gefährdung der Stromversorgung besteht gegenüber Hochwasser- und Starkregenereignissen, da sie in extremen Fällen zu massiven Zerstörungen und langfristigen Ausfällen von Anlagen der Stromerzeugung und Stromverteilung führen können. Besonders stark hat sich dies bei der Hochwasserkatastrophe 2021 gezeigt, von der in Rheinland-Pfalz das Ahrtal und die umliegende Region in besonderem Maße betroffen war. Die großen Wassermengen, die in der Nacht vom 14. auf den 15. Juli 2021 das Tal fluteten, haben auch noch Jahre nach der Katastrophe spürbare Folgen hinterlassen.

Mindestens 135 Menschen verloren im Ahrtal ihr Leben und mindestens 700 Personen wurden verletzt. Etwa 9.000 Gebäude lagen in direkt betroffenen und überschwemmten Gebieten, mehr als ein Drittel davon in Bad Neuenahr-Ahrweiler. Über 40.000 Bürgerinnen und Bürger waren von der Flut betroffen, rund 17.000 verloren unmittelbar Hab

und Gut. Da rund 56.000 Menschen entlang der Ahr leben³¹, bedeutet

dies, dass über 70 % der Bevölkerung an der Ahr direkt oder indirekt von den Auswirkungen des Hochwassers betroffen waren.

Neben den direkten Schäden an Leib und Leben sowie an mobilem und immobilem Eigentum traten in großem Maße auch indirekte Schäden auf. So brach die elektrische Versorgung nach der Flut in vielen Orten für Tage und sogar Wochen komplett weg. Im Ahrtal und Umkreis waren nach Schätzungen der Westnetz GmbH rund 64.400 Haushalte von der Stromversorgung abgeschnitten³². Die Zahl umfasst auch diejenigen Haushalte, die nicht direkt vom Ahr-Hochwasser betroffen waren, aber aufgrund unterbrochener Leitungen dennoch keinen Strom hatten – mit der Folge von Ausfällen weiterer Infrastrukturen durch die eingetretenen Kaskadeneffekte (siehe Abschnitt 3.2).

³¹ Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion RLP 2023: EU Road Mapping – Hochwasser in Ahrweiler: So groß ist der Schaden. Zugriff: <https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/flut-in-ahrweiler-so-gross-ist-der-schaden-104.html>; zuletzt geprüft am 29.08.24

³² Schätzwerte auf Basis einer Anfrage an die Westnetz GmbH

Betrachtet man die einzelnen Gemeinden des Landkreises Ahrweiler, verteilen sich die von der unterbrochenen Stromversorgung betroffenen 64.400 Haushalte folgendermaßen³³:

- Verbandsgemeinde Adenau: circa 9.800 Haushalte
- Verbandsgemeinde Altenahr: circa 7.500 Haushalte
- Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler: circa 19.500 Haushalte
- Gemeinde Grafschaft: circa 6.100 Haushalte
- Stadt Remagen: circa 11.000 Haushalte
- Stadt Sinzig: circa 10.500 Haushalte

Insgesamt wurden große Teile des Stromnetzes durch das Hochwasser beschädigt. So wurden allein im Zuständigkeitsbereich der Westnetz GmbH in Rheinland-Pfalz im Mittel- und Niederspannungsbereich ungefähr 1.300 Kilometer Kabel und Freileitung beschädigt. Zusätzlich waren 621 Ortsnetzstationen und ungefähr 29.700 Hausanschlüsse der Westnetz GmbH in Rheinland-Pfalz vom Hochwasser betroffen. Aufgrund der umfangreichen Schäden dauerte der Stromausfall in einigen Teilbereichen sogar mehrere Wochen an. Die Stromversorgung in Bad Neuenahr-Ahrweiler wurde beispielsweise im Versorgungsbereich der Ahrtalwerke erst am 19. August 2021 wieder provisorisch hergestellt.³⁴ Im Versorgungsbereich der Westnetz GmbH waren zwei Wochen nach der Flut 99 % der Einwohnerinnen und Einwohner wieder mit Strom versorgt.

Neben der Stromversorgung wurde auch weitere kritische Infrastruktur stark geschädigt. So waren 8.261 Gasanschlüsse unterbrochen und erst im Oktober beziehungsweise teilweise erst im November 2021 wieder provisorisch verfügbar. Die Versorgung erfolgte zwischenzeitlich über größtenteils private Flüssiggasbehälter. In einigen Orten wurde seitdem eine Nahwärmeversorgung umgesetzt. Wegen der Langfristigkeit des Aufbaus

wurde dort größtenteils auch im Winter 2023 noch mit Provisorien gearbeitet.

Auch die Wasserversorgung ist in den Flutgebieten praktisch flächendeckend ausgefallen. In Sinzig und Bad Bodendorf konnte die Versorgung knapp zwei Wochen nach dem Hochwasserereignis über eine Notleitung wiederhergestellt werden. Im Versorgungsgebiet von Bad Neuenahr-Ahrweiler, zwischen Bad Bodendorf und Walporzheim, konnte nach zehn Tagen wieder Brauchwasser über die Leitungen bereitgestellt werden. Ab Ende August 2021 erfolgte ein gesicherter Notbetrieb der Trinkwasserversorgung. In den Verbandsgemeinden Altenahr und Adenau war die Wasserversorgung in den Orten an der Ahr unterhalb von Müsch zusammengebrochen und konnte erst im Dezember 2021 wiederhergestellt werden. Zwischenzeitlich erfolgte die Versorgung zu Beginn über Tankwagen, die Wasser in eigene Behälter der Bewohnerinnen und Bewohner, zum Beispiel Flaschen, Töpfe, Eimer und Mülltonnen füllten, als auch über Notleitungen. Zusätzlich waren mobile Trinkwasseraufbereitungsanlagen des Technischen Hilfswerks (THW) im Einsatz an denen die Einwohner sich ebenfalls Wasser abholen konnten. Zudem erfolgte die Befüllung von Hochbehältern und großen Trinkwasserbehältern in den Straßen mit Tankwagen.

Auch die Abwasserentsorgung war in vielen Gebieten zusammengebrochen, zahlreiche Kanäle waren beschädigt. Zwei Kläranlagen wurden vollständig, zwei teilweise zerstört; provisorische Kläranlagen mussten eingerichtet werden.³⁵

³³ Angaben auf Basis einer Anfrage an die Kreisverwaltung Ahrweiler

³⁴ Ahrtal Werke 2022: Provisorische Stromversorgung seit 19.08. wiederhergestellt. Zugriff: <https://ahrtal-werke.de/aktuelles/stand-stromnetz-wiederherstellung>; zuletzt geprüft am 29.08.24

³⁵ Landtag Rheinland-Pfalz 2022: Drucksache des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität. Zugriff: <https://dokumente.landtag.rlp.de/landtag/drucksachen/3437-18.pdf> S.11ff; zuletzt geprüft am 29.08.24

3.2. Kaskadeneffekte durch den Ausfall der Stromversorgung

Der Stromausfall und der Ausfall weiterer Infrastruktur im Juli 2021 hatte diverse Folgen, die sich am Beispiel des Ahrtals und der umliegenden Region plastisch darstellen lassen.

Kritisch wurde schnell die fehlende Brauchwasserversorgung, die dann mit Hilfe der Feuerwehr über mit Schwimmbeckenwasser gefüllte Mülltonnen bereitgestellt werden wurde.³⁶ Zudem kam es zu einem Zusammenbruch der Mobilfunknetze, vor allem, weil kein Strom dafür verfügbar war. Die private provisorische Stromversorgung, unter anderem zum Betrieb von Pumpen und anderen Werkzeugen, wurde zwischenzeitlich vielfach mit Hilfe kleiner Generatoren sichergestellt. Treibstoff dafür wurde regelmäßig an zentralen Plätzen bereitgestellt. Diese Versorgung stellte aber nur eine reine Notversorgung dar.³⁷

Durch die Hochwasserschäden wurde auch die Funktionsfähigkeit vieler Aufzüge teilweise monatelang beeinträchtigt. Insbesondere ältere beziehungsweise immobile Personen waren besonders betroffen, wenn sie von Aufzügen abhängig waren. In einigen Fällen konnten sie erst 2022 wieder ihre Wohnungen regelmäßig selbst verlassen, nachdem die Aufzüge repariert worden waren. Freiwillige sowie Nachbarinnen und Nachbarn halfen in vielen Fällen weiter.³⁸

Pflegeeinrichtungen zur Versorgung von Seniorinnen und Senioren waren unterschiedlich betroffen.³⁹ So wurden etwa 400 Bewohnerinnen und Be-

wohner des Augustinums in Bad Neuenahr evakuiert, weil der Zeitpunkt der Wiederherstellung von Strom- und Wasserversorgung nicht absehbar war.⁴⁰ Das Seniorenzentrum Maranatha in Bad Bodendorf konnte zeitweise kein Essen mehr kochen, sodass auch der Lieferservice „Essen auf Rädern“ eingestellt werden musste, bis ein Notstromaggregat zur Verfügung stand. Teilweise mussten die Seniorinnen und Senioren bei geschlossenen Rolläden und ohne Aufzug die erste Zeit in ihren Zimmern verharren.

Die fehlende Stromversorgung war ein wesentlicher Grund, weswegen das Krankenhaus Maria Hilf in Bad Neuenahr-Ahrweiler, das vorübergehend mit den eigenen Notstromaggregaten betrieben wurde, nach einigen Tagen evakuiert werden musste. 140 Patientinnen und Patienten wurden verlegt, da durch den endgültigen Ausfall der Stromversorgung Wasserversorgung, Kühlung und Lüftung ausfielen. Zwischenzeitig wurde ein Notfallbetrieb zur Bereitstellung erster Hilfe eingerichtet.⁴¹ Der Klinikbetrieb war ab 12. August 2021 wiederhergestellt.⁴² Auch wurden viele Arztpraxen und Apotheken zerstört. Die Versorgung dieser Personen erfolgte durch die Ärzteschaft, wenn möglich, in ihren Privaträumen, in Containern oder in anderen zeitweise zur Verfügung gestellten Räumlichkeiten „mit Rezeptblock und Stethoskop, so wie früher“⁴³. Insgesamt blieben nach der Flut 70 Apotheken in den Flutgebieten geschlossen. Allein in Bad Neuenahr-Ahrweiler und Altenahr waren neun von

³⁶ Seniorenzentrum Maranatha 2024: Drucksache – Ausnahmezustand durch Flutkatastrophe. Zugriff: <https://www.maranatha.de/ausnahmezustand-durch-flutkatastrophe/>; zuletzt geprüft am 29.08.24

³⁷ Landtag RLP 2022 (siehe 35))

³⁸ Rhein-Zeitung 2022: Wenn die eigene Wohnung zum Gefängnis wird: Bad Neuenahrer Senioren können seit Flut ihr Haus kaum verlassen. Zugriff: https://www.rhein-zeitung.de/region/aus-den-lokalredaktionen/kreis-ahrweiler_artikel,-wenn-die-eigene-wohnung-zum-gefaengnis-wird-bad-neuenahrer-senioren-koennen-seit-flut-ihr-haus-kaum-ve-_arid,2384318.html; zuletzt geprüft am 29.08.24

³⁹ Deutsches Komitee Katastrophenvorsorge e.V. 2022: Informationen zur Flutkatastrophe im Ahrtal. Zugriff: https://dkkv.org/wp-content/uploads/2023/02/Anfrage_Opfer_und_Schadensdaten_der_Flut_2021.pdf; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁴⁰ Rhein-Zeitung 2021: Fünf Altenzentren sind unbewohnbar: Ihre „idyllische Lage“ wurde ihnen zum Verhängnis. Zugriff: https://www.rhein-zeitung.de/region/aus-den-lokalredaktionen/kreis-ahrweiler_artikel,-fuenf-altenzentren-sind-unbewohnbar-ihre-idyllische-lage-wurde-ihnen-zum-verhaengnis-_arid,2293849.html; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁴¹ Zeit Online 2021: Die Wasserversorgung ist ein großes Dilemma. Zugriff: <https://www.zeit.de/gesellschaft/2021-07/evakuierte-klinik-bad-neuenahr-hochwasser-azt-nabard-faiz-wasserversorgung>; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁴² Marienhaus GmbH 2021: Klinikbetrieb nach Hochwasser wiederhergestellt. Zugriff: <https://www.marienhaus.de/pressemeldung/klinikbetrieb-nach-hochwasser-wiederhergestellt>; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁴³ Ärzte Zeitung 2021: Ärzte praktizieren nach der Flut mit einfachsten Mitteln. Zugriff: <https://www.aerztezeitung.de/Politik/Aerzte-praktizieren-nach-der-Flut-mit-einfachsten-Mitteln-421824.html>; zuletzt geprüft am 29.08.24

elf Apotheken nicht im regulären Betrieb.⁴⁴ Auch für Apotheken wurden schnell Provisorien wie Container oder andere Räumlichkeiten genutzt.⁴⁵ Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt beispielhaft Schä-

den an kritischer Infrastruktur, insbesondere der Stromversorgung, und verweist auf damit zusammenhängende Kaskadeneffekte.



Beschädigung kritischer Infrastruktur Strom: Umgekippter Strommast – beeinflusste Komponente, die über den Infrastrukturausfall zu Auswirkungen für die Bevölkerung führt (Quelle: Westnetz GmbH, 2021).



Beschädigung kritischer Infrastrukturen Leitungen und Straße: Starke Beschädigung einer Straße und Leitungen – beeinflusste Komponente Straße wirkt sich auf abhängige Komponente Leitungen aus, da diese durch den Zusammenbruch beschädigt wurden. Auswirkungen durch den Infrastrukturausfall für die Bevölkerung (Quelle: Westnetz GmbH, 2021).



Wiederherstellung: Provisorische Versorgungsleitung zum Wiederherstellen von kritischer Infrastruktur (Quelle: Westnetz GmbH, 2021).



Beschädigung kritischer Infrastruktur Strom: Freigespülte Leitungstrasse; unterwasserseitig, Blick in Fließrichtung; HRB Horchheim, Erftverband (Quelle: Lothar Kirschbauer, 2021).

Abbildung 2: Beispiele für die Betroffenheit der Infrastruktur

⁴⁴ General-Anzeiger 2021: Apotheken und Ärzte öffnen wieder. Zugriff: https://ga.de/news/panorama/so-laeuft-die-medizinische-versorgung-in-den-flutregionen_aid-61728403; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁴⁵ General-Anzeiger 2022: Bilanz des Schreckens an der Ahr. Zugriff: https://ga.de/region/ahr-und-rhein/flutschaeden-bilanz-des-schreckens-an-der-ahr_aid-64945969; zuletzt geprüft am 29.08.24

TEIL III - Schaffung von Bewertungs- und Entscheidungsgrundlagen (Sachebene)

4. Ermittlung der Gefährdung gegenüber Hochwasser und Starkregen (Gefahrenkarten)

Um die passenden planerischen, baulichen und organisatorischen Maßnahmen für einen resilienten Wiederaufbau zu ergreifen, ist es zunächst notwendig, die Exposition sowie anschließend die Vulnerabilität/Verwundbarkeit sowie die Kritikalität einer Infrastruktur zu analysieren, um schließlich ihre Schutzwürdigkeit zu bestimmen. Die Exposition von Infrastrukturen, sprich das „physische Ausgesetzt-Sein“ dieser gegenüber Naturgefahren⁴⁶, lässt sich im Falle von Hochwasser und Starkregen

am besten mit Hochwasser- sowie Starkregen- beziehungsweise Sturzflutgefahrenkarten bestimmen. Dieser Baustein der Praxishilfe greift die Empfehlung 6 „Die Signalfunktion von Plänen und Planungen muss gestärkt werden. Starkregen- beziehungsweise Sturzflutgefahrenkarten sowie und Risikokarten müssen öffentlich zugänglich sein.“ aus dem 10-Punkte-Papier⁴⁷ des KAHR-Projekts auf.

4.1. Hochwasser

Zur Erfassung der gefährdeten Bereiche durch Hochwasser dienen Hochwassergefahrenkarten. Diese Karten werden von den entsprechenden Behörden der einzelnen Bundesländer erstellt und zur Verfügung veröffentlicht, wobei die Vorgabe hierzu im Wasserhaushaltsgesetz § 73 festgehalten ist. Die Karten müssen für verschiedene Szenarien das Ausmaß der Überschwemmung (überflutete Fläche), die Wassertiefe und – wenn nötig – Informationen zur Fließgeschwindigkeit enthalten.

Das Hochwasserrisiko ergibt sich aus der Kombination von Eintrittswahrscheinlichkeit und den möglichen Folgen aus dem Hochwasser. Die Hochwasserrisikokarten zeigen, wo das Risiko durch die Gefährdung von empfindlichen Nutzungen, der menschlichen Gesundheit oder wirtschaftlicher Werte besonders groß ist.

Bei den Hochwassergefahrenkarten werden die folgenden drei Szenarien unterschieden:

- Ein Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit mit einem Wiederkehrintervall von im Mittel alle 200 Jahre oder mehr (abhängig vom Bundesland). Dieses Szenario wird als HQ_{extrem} (sogenanntes Extremereignis) bezeichnet (Abbildung 3a).
- Ein Hochwasser mit mittlerer Eintrittswahrscheinlichkeit mit einem Wiederkehrintervall von im statistischen Mittel alle 100 Jahre (HQ_{100}). Dieser Lastfall ist Grundlage für die Ausweisung von Überschwemmungsgebieten nach § 76 Absatz 1 WHG, innerhalb derer nach § 78 Absatz 1 WHG weitgehende Bauverbote bestehen (Abbildung 3b).
- Und ein Hochwasser mit häufiger Eintrittswahrscheinlichkeit und einem Wiederkehrintervall von im Mittel alle 10 bis 25 Jahre, $HQ_{\text{häufig}}$. (Abbildung 3c).

⁴⁶ Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe 2013: Abschätzung der Verwundbarkeit gegenüber Hochwasserereignissen auf kommunaler Ebene. Zugriff: https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/PiB/PiB-04-hochwasser-kommuna-ebene.pdf?__blob=publicationFile&v=7; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁴⁷ KAHR – Klima-Anpassung, Hochwasser und Resilienz 2022: 10 Empfehlungen aus Sicht der Wissenschaft zum Thema Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit der flutbetroffenen Regionen. Zugriff: <https://hochwasser-kahr.de/index.php/de/neuigkeiten/10-empfehlungen>; zuletzt geprüft am 29.08.24

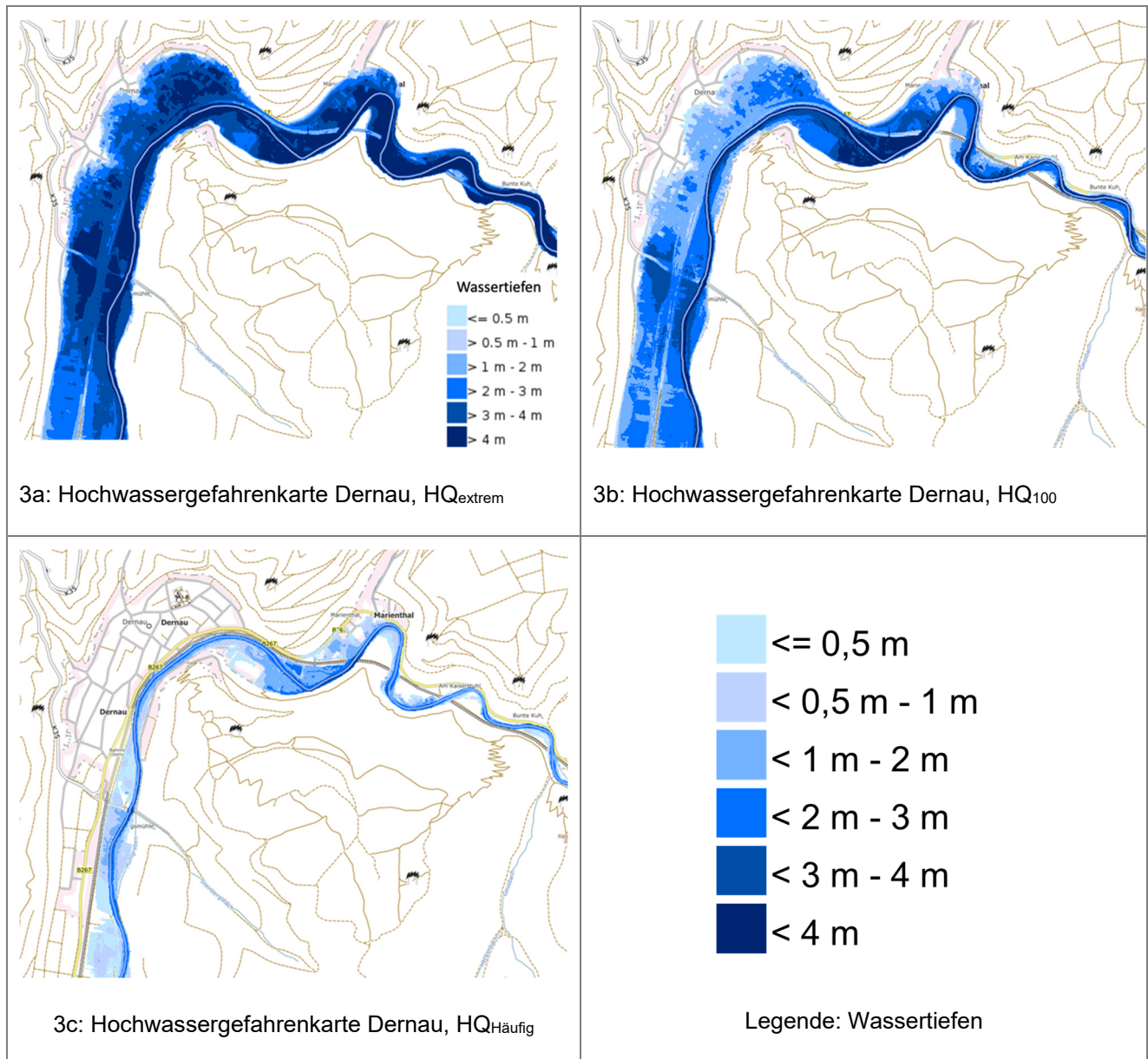


Abbildung 3: Hochwassergefahrenkarten für verschiedene Szenarien am Beispiel Dernau, Rheinland-Pfalz⁴⁸

Die verschiedenen Hochwassergefahrenkarten, stehen sowohl für Rheinland-Pfalz⁴⁹ als auch für Nordrhein- Westfalen⁵⁰ online zur Verfügung.

Während ein Hochwasser mit einem Wiederkehrintervall von (mindestens) 100 Jahren in allen Bundesländern gemäß WHG zur Bemessung von

Schutzmaßnahmen heranzuziehen ist, gibt es bei der Definition, was als ein HQ_{extrem} anzusehen ist, zum Teil beträchtliche Unterschiede zwischen den Ländern. Die nachfolgende Tabelle 2 stellt die Wiederkehrintervalle für ein HQ_{extrem} in den verschiedenen Bundesländern einander gegenüber.

⁴⁸ Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität des Landes Rheinland-Pfalz 2024: Hochwassermanagement. Zugriff: <https://hochwassermanagement.rlp-umwelt.de/servlet/is/200041>; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁴⁹ Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität des Landes Rheinland-Pfalz 2024: Hochwassergefahrenkarten. Zugriff: <https://hochwassermanagement.rlp-umwelt.de/servlet/is/200041>; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁵⁰ Ministerium für Umwelt Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen 2024: Hochwasserkarten. Zugriff: <https://www.giscloud.nrw.de/arcgis/apps/experiencebuilder/experience/?id=8e3c1cee6c944400bbd93dbbe1838842>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Tabelle 2: Übersicht über maßgebende Wiederkehrintervalle zur Definition eines Extremhochwassers (HQ_{extrem}) in den Bundesländern
(Stand: Juni 2024)

Bundesland	Wiederkehrintervall HQ_{extrem} (in Jahren)	Quelle
Baden-Württemberg	1.000	https://www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de/documents/20122/39136/Arbeitshilfe-zur-Bewertung-von-HWS-Massnahmen-in-BW.pdf
Bayern	1.000	https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_risikomanagement_umsetzung/hwgk_hwrk/index.html
Berlin	200	https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/wasser-und-geologie/hochwasser/hochwasserrisikomanagementrichtlinie/#risikokarten
Brandenburg	200	https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/wasser/hochwasser-schutz/hochwasserrisikomanagement/#
Bremen	4.000	https://umwelt.bremen.de/umwelt/wasserwirtschaft-hochwasser-und-kuestenschutz/hochwasserrisikomanagement-23599
Hamburg	200	https://geoportal-hamburg.de/hochwasserrisikomanagement/
Hessen	200	https://www.hlnug.de/themen/wasser/hochwasser/hochwasserrisikomanagement/main/hw-gefahrenkarten
Mecklenburg-Vorpommern	200 (ohne Hochwasserschutz)	https://www.lung.mv-regierung.de/fachinformationen/wasser/hochwasserrisikomanagementrichtlinie/hochwassergefahren-und-hochwasserrisikokarten/
Niedersachsen	100 x 1,3 >200	https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/wasser/hochwasser_amp_kuestenschutz/hochwasserrisikomanagement_richtlinie/hochwassergefahren_und_hochwasserrisikokarten/hochwasserkarten-121920.html
Nordrhein-Westfalen	>100	https://www.flussgebiete.nrw.de/hochwassergefahrenkarten-inhalte-und-symbole
Rheinland-Pfalz	>200	https://hochwassermanagement.rlp-umwelt.de/servlet/is/8662/
Saarland	>100	https://metaver.de/trefferanzeige?docuuid=612e9bcc-d4ac-457e-8dab-ee012061e934
Sachsen	200-300	https://luis.sachsen.de/wasser/hw/hochwassergefahrenkarte.html
Sachsen-Anhalt	200 (ohne Hochwasserschutz)	https://lhw.sachsen-anhalt.de/planen-bauen/eu-risikomanagement/hochwassergefahren-und-risikokarten-stufe-2/hochwasserszenarien
Schleswig-Holstein	200	https://umweltanwendungen.schleswig-holstein.de/webauswertung/index.xhtml
Thüringen	200	https://hnz.thueringen.de/hochwasservorsorge/gefahrenkarten.html

4.2. Starkregen

Starkregen tritt in der Regel in den Sommermonaten durch konvektiven Niederschlag auf. Innerhalb weniger Stunden fällt so viel Regen, dass die Infiltrationskapazität des Bodens überstiegen wird. Der Regen kommt fast vollständig zum Abfluss und überschreitet rasch die Kapazität des Kanalnetzes und weiterer herkömmlicher Entwässerungssys-

teme. Kleine Bäche schwellen aufgrund der Regenmengen rasch auf hohe Wasserstände an und überfluten sonst nur selten betroffene Bereiche.

Die hohen Regenmassen folgen Hauptabflussstrassen im Gelände und akkumulieren sich im Gewässer zu einer Sturzflut auf, die aufgrund der hohen Fließgeschwindigkeiten viel Treibgut mitreißen und hohen Schaden anrichten kann. Aber auch entlang

der oberflächigen Hauptabflusstrassen können sich beispielsweise in engen, steilen Straßenzügen hohe Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten einstellen. Besonders in tieferliegende Gebäudeöffnungen wie Garagentore, Kellerfenster und Souterraineingänge tritt zügig viel Wasser ein. Starkregen kann sehr lokal begrenzt und überall auftreten. Aufgrund steigender Lufttemperaturen in den Sommermonaten infolge des Klimawandels nimmt die Eintrittswahrscheinlichkeit in der Zukunft zu.

Da sich der Abfluss von Starkregen auch außerhalb von Gewässern akkumuliert, ist die Abgrenzung von Gefahrenbereichen hierbei besonders schwierig. Starkregen- beziehungsweise Sturzflutgefahrenkarten stellen Hauptabflusstrassen sowie Senken dar und enthalten auch Informationen zu Wasserständen und Fließgeschwindigkeiten. Analog zu den Hochwasserrisikokarten gibt es auch Starkregenrisikokarten.

Für Nordrhein-Westfalen gibt es seit Ende Oktober 2021 eine flächendeckende Starkregen- beziehungsweise Sturzflutgefahrenkarte, die Abflüsse bis zu einem extremen Starkregen von 90 Millimetern pro Stunde darstellt⁵¹ (Abbildung 4). Für Rheinland-Pfalz liegen seit Ende 2023 flächendeckend neue Sturzflutgefahrenkarten vor, die die Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten und Fließrichtungen von oberflächlich abfließendem Wasser infolge von Starkregenereignissen unterschiedlicher Ausprägung darstellen⁵².

Die Starkregen- beziehungsweise Sturzflutgefahrenkarten sind ein guter erster Anhaltspunkt, in welchen Ortsteilen tendenziell viel Oberflächenabfluss aus dem Umland ankommt. Dort wird ein einheitlicher StarkRegenIndex (SRI) angesetzt, der

die unterschiedlichen regionalen Niederschlagsintensitäten berücksichtigt. Der SRI beschreibt anhand einer Skala von 1 bis 12 die zunehmende Überflutungsgefahr in Abhängigkeit eines Starkregenereignisses. In Rheinland-Pfalz werden die Auswirkungen für drei Szenarien dargestellt⁵³ (Abbildung 5):

- ein außergewöhnliches Starkregenereignis (Regendauer: eine Stunde, Regenmenge: 40 bis 47 Millimeter in einer Stunde) (SRI 7)
- ein extremes Starkregenereignis (Regendauer: eine Stunde, Regenmenge: 80 bis 94 Millimeter in einer Stunde) (SRI 10)
- ein extremes Starkregenereignis (Regendauer: vier Stunden, Regenmenge: 124 bis 136 mm in vier Stunden) (SRI 10)

Das dem SRI 7 zugeordnete Ereignis tritt in den verschiedenen Regionen in Rheinland-Pfalz im statistischen Mittel etwa alle hundert Jahre auf. Dennoch ist dieses Starkregenereignis nicht mit dem entsprechenden Hochwasserereignis (HQ₁₀₀) gleichzusetzen. Bislang gibt es in Bezug auf Starkregen und Sturzfluten auch keine gesetzlichen Vorgaben, zum Beispiel bei der Ausweisung von neuen Siedlungsflächen – wie das im Gegensatz dazu bei den Überschwemmungsgebieten nach § 76 Absatz 1 WHG, innerhalb derer nach § 78 Absatz 1 WHG weitgehende Bauverbote bestehen, der Fall ist. In Rheinland-Pfalz – und in den anderen Bundesländern, sofern vorhanden – empfiehlt es sich, für Bauvorhaben, Neubaugebiete und die Bauleitplanung im Allgemeinen (mindestens) das Szenario SRI 7 heranzuziehen – handelt es sich um kritische oder sensible Infrastrukturen sollte aber aufgrund der besonderen Schutzwürdigkeit das SRI 10 als Entscheidungsgrundlage herangezogen werden.

⁵¹ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen 2024: Klimaatlas Nordrhein-Westfalen. Zugriff: <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte>; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁵² Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität des Landes Rheinland-Pfalz 2023: Sturzflutgefahrenkarten für Rheinland-Pfalz. Zugriff: <https://wasserportal.rlp-umwelt.de/auskunftssysteme/sturzflutgefahrenkartenerportal>; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁵³ Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität des Landes Rheinland-Pfalz 2023: Auskunftssysteme. Zugriff: <https://geoportal-wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/>; zuletzt geprüft am 29.08.24

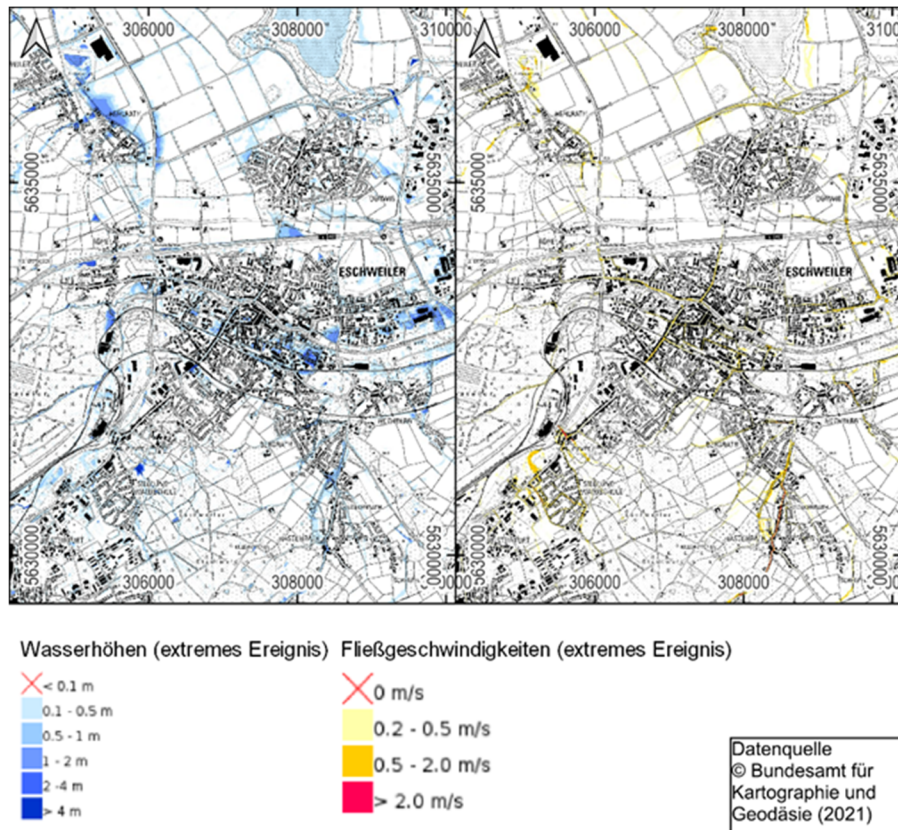


Abbildung 4: Wasserstandshöhen und Fließgeschwindigkeiten bei einem extremen Starkregenereignis (90 Millimeter pro Stunde) in Eschweiler⁵⁴

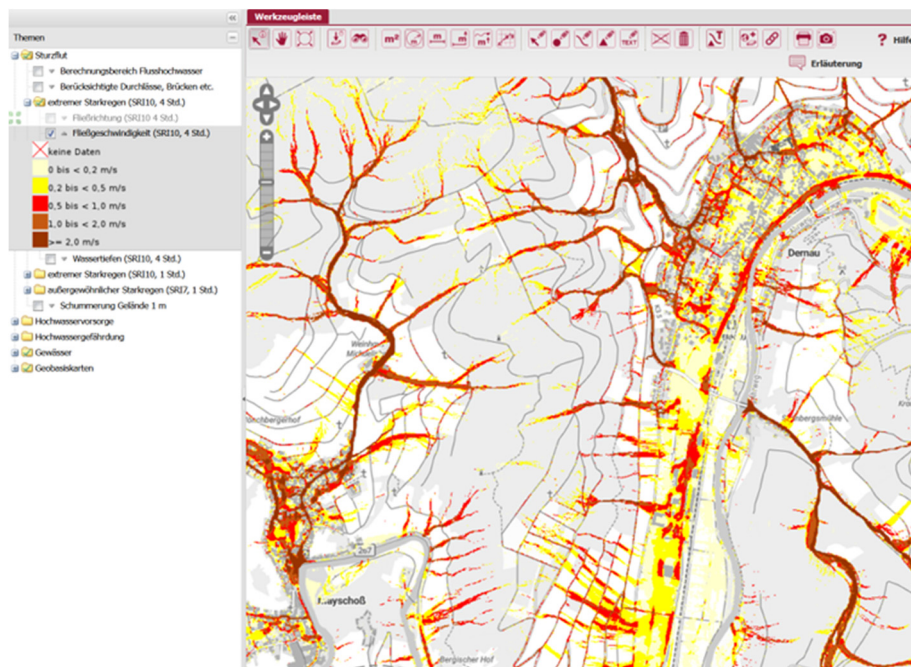


Abbildung 5: Sturzflutgefahrenkarte des Landes Rheinland-Pfalz⁵⁵

⁵⁴ Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2021: Klimaanpassungsstrategie. Zugriff: <https://www.rheinisches-revier.de/wp-content/uploads/2024/05/Klimaanpassungsstrategie-RR-Vorabzug.pdf>; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁵⁵ Landesamt für Umwelt des Landes Rheinland-Pfalz 2024: Sturzflutgefahrenkarten. Zugriff: <https://wasserportal.rlp-umwelt.de/auskunftssysteme/sturzflutgefahrenkarten/sturzflutkarte>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Die Strominfrastruktur ist neben dem Hochwasser auch durch Starkregen gefährdet. Daher werden zusätzlich zu den Hochwassergefahrenkarten auch Starkregen- beziehungsweise Sturzflutgefahrenkarten bei der Planung resilienter Stromnetze genutzt. So können Bereiche mit einer großen Ansammlung an Regenwasser und mit hohen Fließ-

geschwindigkeiten bei der Planung von Strominfrastruktur vermieden werden. Ähnlich wie bei der Planung in Hochwassergebieten kann es dazu kommen, dass die Stationen nicht außerhalb der ermittelten Gefahrenbereiche errichtet werden können. In diesen Fällen wird auf die resiliente Bauweise, wie in Kapitel 8 beschrieben, zurückgegriffen.

4.3. Einfluss und Auswirkungen des Klimawandels am Beispiel Rheinland-Pfalz

Rheinland-Pfalz zählt mit zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Regionen Deutschlands. Bezogen auf den Parameter Lufttemperatur ist der Klimawandel in den großen Flusstälern von Rhein, Mosel und Nahe, im Oberrheingraben, in Rheinhessen sowie im Koblenz-Neuwieder Becken besonders stark zu spüren. Die Auswertungen langjähriger Temperaturzeitreihen zeigen, dass die

Jahresmitteltemperatur seit 1881 um 1,7 Grad Celsius angestiegen ist und damit um 0,5 Grad Celsius über der globalen mittleren Zunahme liegt (Abbildung 6). Das Jahr 2022 war mit 11,3 Grad Celsius das bisher wärmste und 2023 mit 11,1 Grad Celsius das bisher zweitwärmste Jahr in Rheinland-Pfalz.⁵⁶

Entwicklung der mittleren Temperatur
im Kalenderjahr (Jan-Dez) in Rheinland-Pfalz

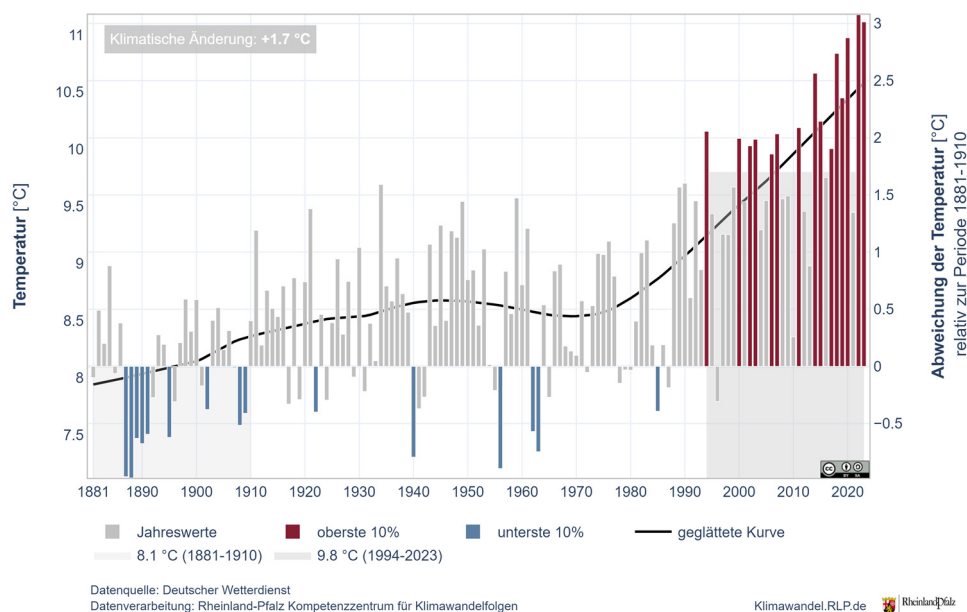


Abbildung 6: Entwicklung der Jahresmitteltemperatur 1881–2023 für Rheinland-Pfalz⁵⁷

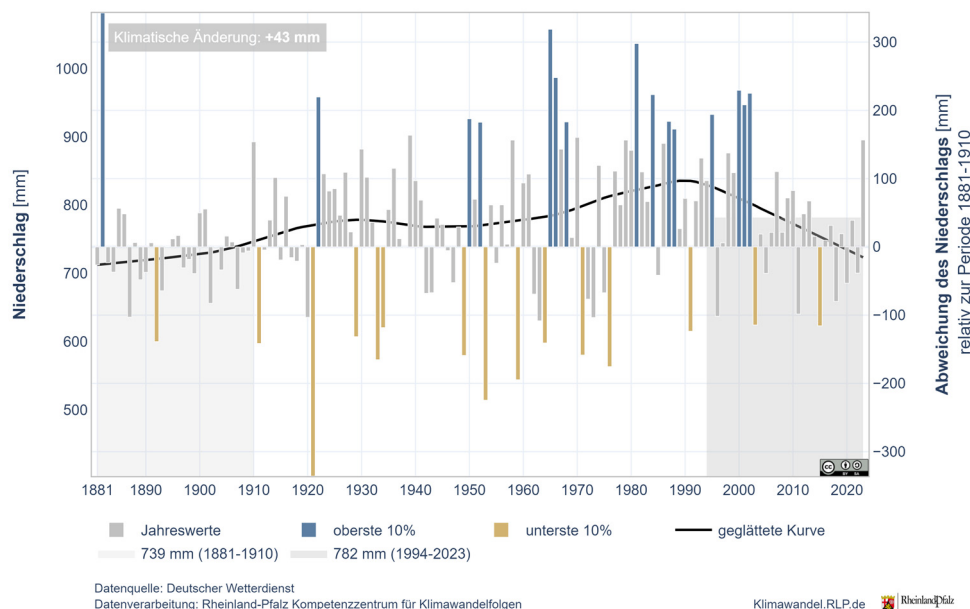
⁵⁶ MKUEM-RLP 2023 (siehe (53) sowie Klimawandel.RLP.de)

⁵⁷ Datenquelle: Deutscher Wetterdienst 2024; Datenverarbeitung: Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen. Darstellung der Datenlage durch RLP-KfK & LfU RLP im Zeitraum der Berichterstattung. Zugriff: <https://www.klimawandel-rlp.de>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Die jährliche Niederschlagsmenge in Rheinland-Pfalz hat seit Aufzeichnung regelmäßiger Wetterdaten insgesamt leicht zugenommen. Allerdings werden seit 2003 nur wenige Jahre mit überdurchschnittlich hohen Niederschlagssummen beobachtet (Abbildung 7). In den letzten Jahren traten gehäuft sehr warme Jahre mit länger anhaltenden Trockenphasen und Hitzewellen auf. Auch Starkregenereignisse waren immer wieder zu beobachten, insbesondere, da die Niederschläge im Sommer immer häufiger an wenigen Tagen auftreten. Einzelne extreme Wetterereignisse, wie die Starkregenereignisse vom Juli 2021, lassen sich, so zeigt der aktuelle Forschungsstand, auf den Klimawandel zurückführen. Die Attributionsforschung kann mittlerweile den Anteil des Klimawandels an einzelnen Ereignissen quantifizieren. Dies bezieht sich auf die Wahrscheinlichkeit, das heißt auf die Frage, wie viel wahrscheinlicher ein Ereignis durch den Klimawandel geworden ist, sowie auf die Stärke des Ereignisses, wenn man die Eintritts-

wahrscheinlichkeit der Ereignisse mit und ohne Klimawandel miteinander vergleicht. Für die Ahr-Katastrophe ist das, bezogen auf Niederschlag, auch geschehen.⁵⁸ Die Analyse enthält aufgrund der Kleinräumigkeit des Ereignisses und konvektiven Niederschlagskomponenten zwar Unsicherheiten, aber eine Steigerung der Intensität und Häufigkeit von Starkregenereignissen durch den Klimawandel der letzten Jahrzehnte lassen sich gesichert belegen. Im Vergleich zu einem 1,2 Grad Celsius kühleren Klima belaufen sich die Schätzungen einer Steigerung der Niederschlagsintensität auf 3 bis 19 Prozent. Ebenso wird die Erhöhung der Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses wie im Juli 2021 auf 1,2- bis 9-fach beziffert. Trotz dieses vergleichsweise weiten Unsicherheitsbereichs muss davon ausgegangen werden, dass Ereignisse wie im Juli 2021 in einem sich weiter erwärmenden Klima häufiger vorkommen werden, ebenso wie sich die Intensität von Starkregenereignissen generell weiter erhöhen wird.

Entwicklung des Niederschlags im Kalenderjahr (Jan-Dez) in Rheinland-Pfalz

Abbildung 7: Entwicklung der Jahresmittelwerte des Niederschlags 1881–2023⁵⁹

58 Tradowsky, J.S., Philip, S.Y., Kreienkamp, F. 2021: Attribution of the heavy rainfall events leading to severe flooding in Western Europe during July 2021. *Climatic Change* 176, 90 (2023). Zugriff: <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03502-7>; zuletzt geprüft am 29.08.24

59 DWD 2024 (siehe (57))

5. Berücksichtigung der Vulnerabilität sensibler Infrastrukturen

Im Rahmen der Terminologie des Sendai-Rahmenwerks wird Vulnerabilität verstanden als die „durch physische, soziale, wirtschaftliche und ökologische Faktoren oder Prozesse bestimmten Bedingungen, die die Anfälligkeit eines Einzelnen, einer Gemeinschaft, von Vermögenswerten oder Systemen gegenüber den Auswirkungen von Gefahren erhöhen“⁶⁰.

Gegenüber Starkregen und Hochwasser sind im Akutfall insbesondere Personen mit eingeschränkter Mobilität, Personen unter sechs Jahren und über 65 Jahren, Schwangere, Pflegebedürftige und Intensivpatientinnen und Patienten als besonders vulnerabel einzustufen⁶¹, wodurch die Infrastrukturen, die von den genannten Personengruppen genutzt werden, aufgrund des erschwerten Evakuierungsmanagements als besonders schutzwürdig eingestuft werden müssen. Auch Personen mit psychischen Beeinträchtigungen und Erkrankungen, deren Erholung sich häufig langwieriger und schwieriger darstellt und die je nach Beeinträchtigung auch bereits bei der Bewältigung von Katastrophen schlechter gestellt sind, werden als besonders vulnerabel eingeschätzt. Außerdem sind beispielsweise aufgrund sozialer Umstände auch Wohnungs- und insbesondere Obdachlose, Flüchtlinge (zum Beispiel wegen Sprachbarrieren) und Sträflinge besonders vulnerabel. Gegenüber einem Stromausfall wiederum sind ebenfalls Pflegebedürftige, Intensivpatientinnen und Intensivpatienten sowie Personen, die strombetriebene Hilfsmittel wie Infusionspumpen oder Sauerstoffgeräte benötigen, zum Teil also auch private Haushalte, besonders vulnerabel. Somit sind Krankenhäuser, Pflegeheime und ähnliche Gesundheitseinrichtungen besonders schutzwürdig, ebenso aber auch zum Teil Schulen und Kindergärten, die von den genannten Personengruppen genutzt werden. Die (kontinuierliche) Stromversorgung ist für viele dieser Infrastrukturen zumeist essenziell. So brauchen zum Beispiel Krankenhäuser zwangsweise

Strom, um ihre Patientinnen und Patienten versorgen und zum Teil sogar am Leben halten zu können. Zudem sind neben den Infrastrukturen, die vulnerable Bevölkerungsgruppen beherbergen beziehungsweise von diesen genutzt werden, auch die meisten kritischen Infrastrukturen von der Stromversorgung abhängig und zudem für das Gemeinwesen von herausragender Bedeutung (Kapitel 3). So benötigen beispielsweise die Ernährungswirtschaft und der Lebensmittelhandel für die Kühlkreisläufe und die Telekommunikationsnetze für den Betrieb der Sendemasten Strom.

Die Liste solcher abhängiger und zugleich besonders schutzwürdiger Infrastrukturen ist folglich sehr lang und abhängig von dem betrachteten Gebiet, wobei dieses nicht zwangsweise dort endet, wo beispielsweise die Überflutung endet – aufgrund von Interdependenzen und Kaskadeneffekten können viele Infrastrukturen auch indirekt von Hochwasser oder Starkregen betroffen sein (vergleiche Abbildung 1, Seite 4).

Die Tabelle im Anhang liefert für verschiedene Sektoren eine Auswahl besonders schutzwürdiger und von der Stromversorgung abhängiger Infrastrukturen. Die konkrete Identifizierung kann allerdings nur unter Berücksichtigung der Gegebenheiten vor Ort stattfinden. Eine Angabe von Schwellenwerten ist auf lokaler und regionaler Ebene schwierig, da in ländlichen Gebieten zum Teil auch deutlich kleinere Einrichtungen von besonderer Bedeutung sein können und die Schutzwürdigkeit wiederum in einem gesellschaftspolitischen Diskurs zu ermitteln ist.

⁶⁰ United Nations Office for Disaster Risk Reduction 2023: Sendai Framework Terminology on Disaster Risk Reduction: Vulnerability. Zugriff: <https://www.undrr.org/terminology/vulnerability>; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁶¹ Der Paritätische Gesamtverband 2023: Bedarfe vulnerabler Bevölkerungsgruppen im Katastrophenfall. Zugriff: https://www.der-paritaetische.de/fileadmin/user_upload/171215_Positionspapier_Katastrophenfall_Bedarfe_vulnerable_Personengruppen_final.pdf; zuletzt geprüft am 29.08.24

6. Berücksichtigung der Kritikalität von Infrastrukturen

Kritikalität (siehe Abschnitt 2.1) ist ein relatives Maß für die Bedeutung einer Infrastruktur in Bezug auf die Folgen einer Störung oder eines Ausfalls für die Sicherheit der Versorgung der Gesellschaft mit wichtigen Gütern und Dienstleistungen. Eine Infrastruktur mit hoher systemischer Kritikalität hat aufgrund ihrer strukturellen, funktionalen und technischen Stellung eine sehr hohe Bedeutung für die Gesellschaft innerhalb des Gesamtsystems.

Aufgrund der Kaskadeneffekte (siehe Abbildung 1 und Abbildung 8), die beim Ausfall miteinander vernetzter kritischer Infrastrukturen entstehen, können sich die Risiken innerhalb eines Systems (zum Beispiel einer Kommune, einer Region oder eines ganzen Landes) verstärken, obwohl der physische Schaden nur auf einen sehr begrenzten Bereich beschränkt sein kann (zum Beispiel eine stark frequentierte Brücke); oder umgekehrt können physische Schäden in abgelegenen Gebieten erhebliche negative (wirtschaftliche) Auswirkungen auf eine zentrale Region oder Stadt haben. Kaskadeneffekte verstärken die Herausforderungen bei Risikobewertung und Risikomanagement, da den Planungsbehörden größtenteils keine geeigneten Informationen zur systemischen Kritikalität zur Verfügung stehen. Folglich steht der systemische Fokus der Kritikalität der flächenorientierten Sichtweise der Raumplanung entgegen, die in erster Linie darauf abzielt, wichtige Infrastrukturelemente außerhalb exponierter Gebiete zu platzieren.

Somit lässt sich sagen, dass Kaskadeneffekte weder durch ortsbezogene Managementkonzepte der

Raumplanung noch allein durch technische Lösungen angegangen werden können, sondern eine umfassende **Risiko-Governance** erfordern. In diesem Zusammenhang ist eine schnelle und effektive Risikokommunikation von großer Bedeutung, um Vorsorge zu treffen und im Ereignisfall angemessene Verhaltensmaßnahmen sicherzustellen. Partizipative Unsicherheitsabschätzungen sind in enger Zusammenarbeit mit den Betroffenen erforderlich. Das lokale Wissen der Akteurinnen und Akteure zur Identifizierung von Ungewissheiten und um unerwartete Herausforderungen zu erkennen, ist für das Verständnis der akteursbezogenen Zusammenhänge zwischen KRITIS-Sektoren und für die Entwicklung einer umfassenden Risikomanagementstrategie von großer Bedeutung.

Das nachfolgende Beispiel einer **partizipativen Kritikalitätsanalyse**, das im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts SysKa am Beispiel der Stadt Bochum bearbeitet wurde, zeigt eine mögliche Herangehensweise zur Identifikation von Kaskadeneffekten und zur Abschätzung der Kritikalität einzelner kritischer Infrastrukturen auf. Die folgende Abbildung 8 visualisiert am Beispiel des Ausfalls der Wasserversorgung hierfür zentrale Begriffe, die in der Analyse verwendet werden.

Am Beispiel eines Kaskadendiagramms zum Ausfall der Wasserversorgung werden die Begriffe der Kaskade, Kaskadeneffekte, Kaskadenwirkungen und des Kaskadenpotenzials visualisiert.

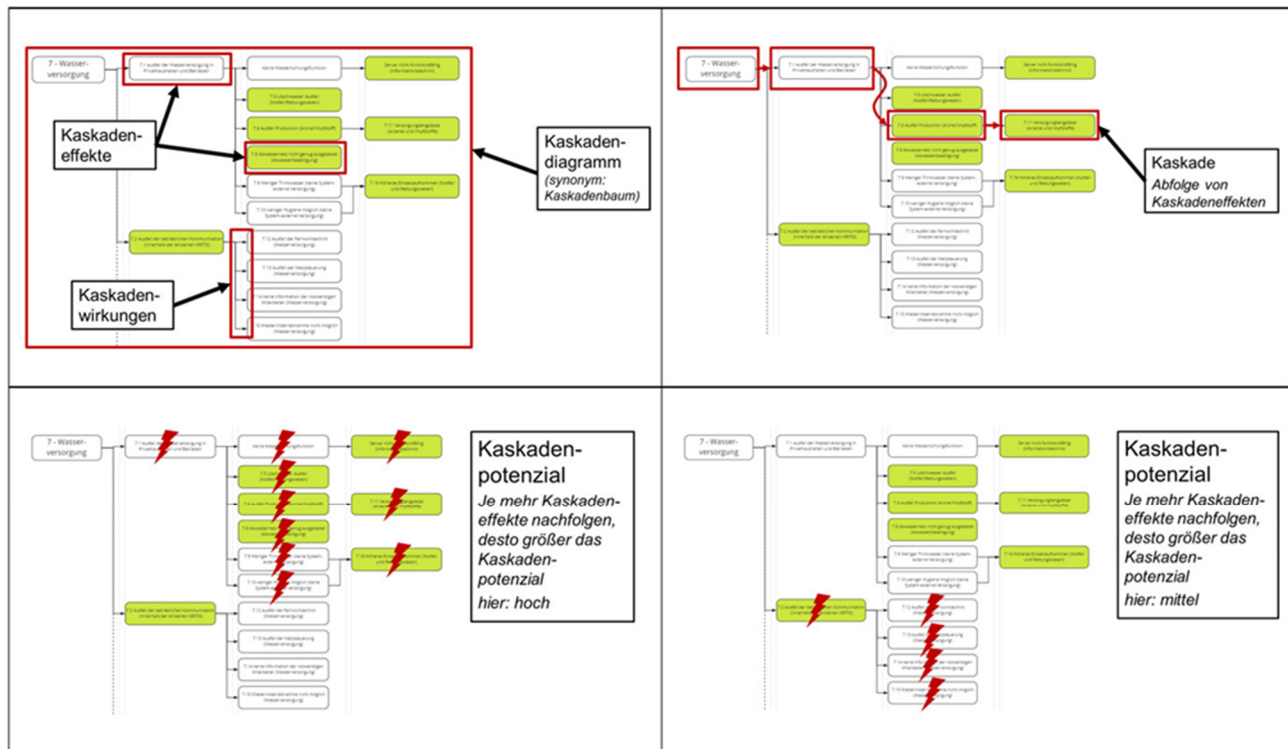


Abbildung 8: Definition zentraler Begriffe der Kritikalitätsanalyse am Beispiel eines Kaskadendiagramms zum Ausfall der Wasserversorgung.⁶²

Im Projekt SysKa wurde die Kritikalität lokal bedeutsamer kritischer Infrastrukturen in einem partizipativen Vorgehen ermittelt. Die Ergebnisse des Projekts sind aufgrund der häufig ähnlichen Strukturen verschiedener Kommunen auf andere Kreise und kreisfreie Städte übertragbar. Die Methodik zur Ermittlung von Kaskadeneffekten und die kartografische Darstellung von diesen kann auf Grundlage

der nachfolgend beschriebenen Arbeitsschritte durchgeführt werden. Die im Projekt erarbeiteten Ausfallkaskaden können als erster Input und zur Ideengebung und Übertragbarkeit auf andere Städte und Regionen herangezogen werden. Der Ausfall in Bezug auf den Teil-Sektor Elektrizität wird sich in vielen Bereichen mit den realen Auswirkungen in anderen Kommunen decken.

Partizipative Kritikalitätsanalyse am Beispiel des Projekts SysKa Bochum

Das übergeordnete Ziel des Projekts SysKa – Integration systemischer Kritikalität in die Katastrophenschutzplanung (BMBF, SifoLIFE, 2021-2022) war es, einerseits die Evidenzbasis zu systemischen Kaskadeneffekten aus kritischen Infrastrukturen zu verbessern und zum anderen den Umgang mit diesen Kaskadeneffekten im Risiko- und Krisenmanagement der Beispielstadt Bochum zu verankern. Es geht also darum, das bislang von hoher Ungewissheit und Unsicherheit geprägte Thema der kritischen Infrastrukturen und potenzieller Kaskadeneffekte in kommunale Managementbereiche einzuführen, sodass ein verbesserter Umgang im Ereignisfall möglich ist.

Schritt 1: Ermittlung von Ausfallkaskaden kritischer Infrastrukturen

Die Kaskadeneffekte im Bereich der KRITIS wurden im Rahmen von zwei Workshops mit Akteurinnen und Akteuren der Stadt Bochum, der zivilen Hilfsorganisationen und weiterer Personen relevanter Branchen identifiziert. Nach Vorstellung eines Ausfallszenarios wurden im ersten Workshop gemeinsam mögliche Ausfallkaskaden und Schadensparameter erarbeitet sowie die Einschätzungen und das Expertenwissen aller Beteiligten hinzugezogen. Die gewonnenen Informationen und Erkenntnisse wurden für die bedeutendsten KRITIS-Branchen in den Sektoren Gesundheit, Wasser, Staat und Verwaltung, Informationstechnik und Telekommunikation in Kaskadendiagrammen visualisiert und später in einem zweiten Workshop verfeinert und verifiziert (Abbildung 9 für das Beispiel Öffentliche Wasserversorgung).

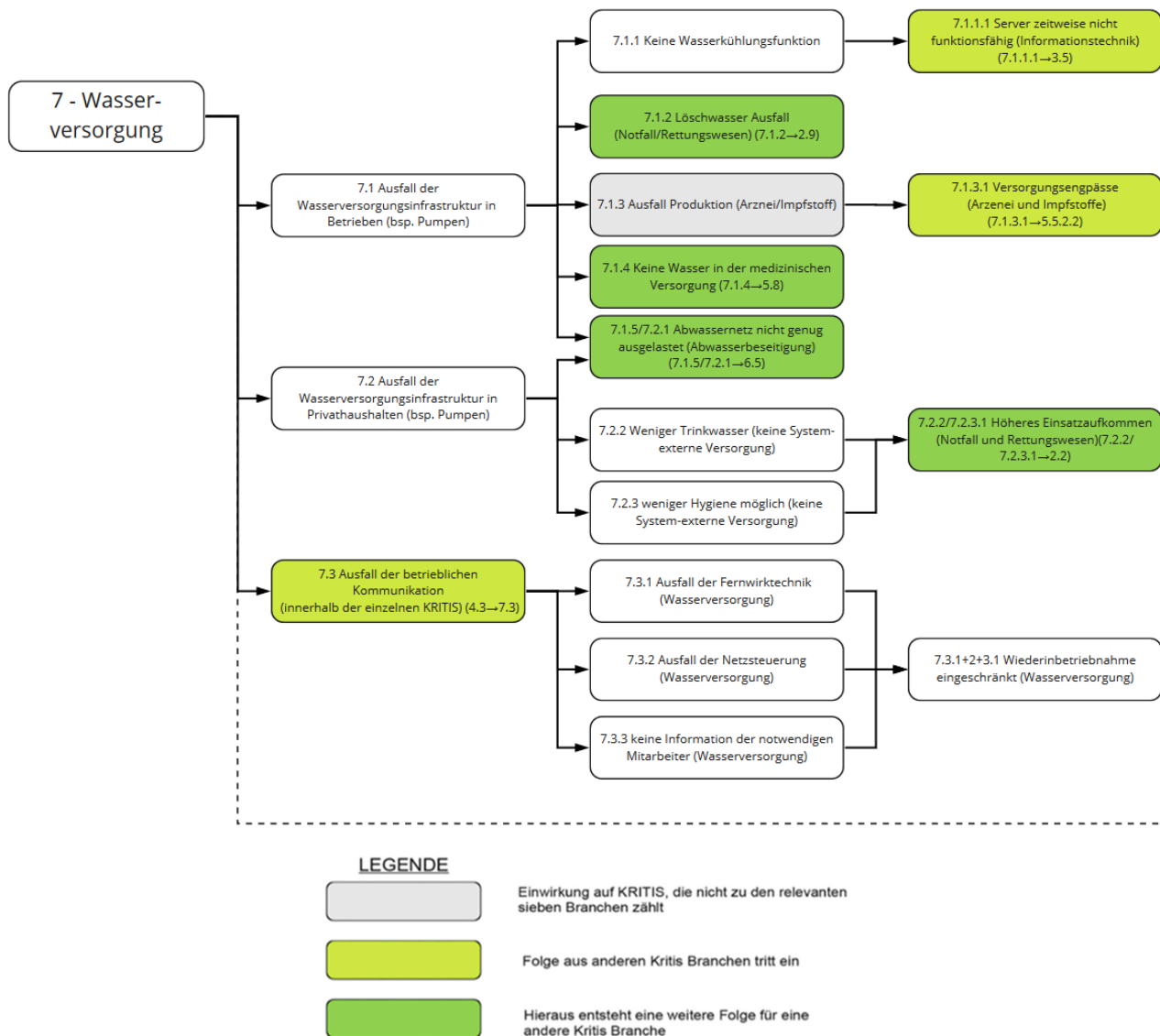


Abbildung 9: Beispieldarstellung Kaskadendiagramm, hier: Kaskadeneffekte in der Branche Wasserversorgung bei längerem Stromausfall⁶³

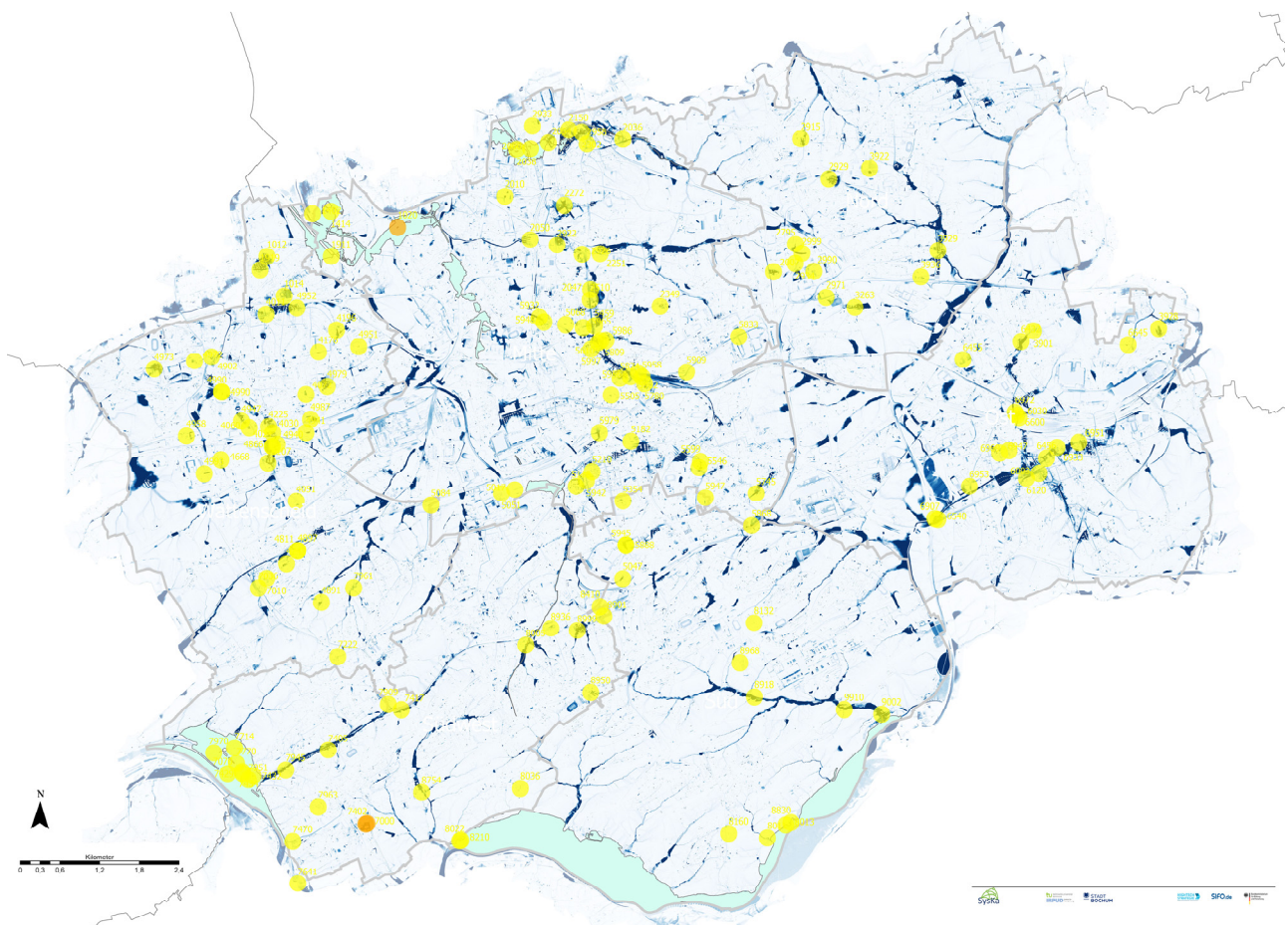
Schritt 2: GIS-Analyse

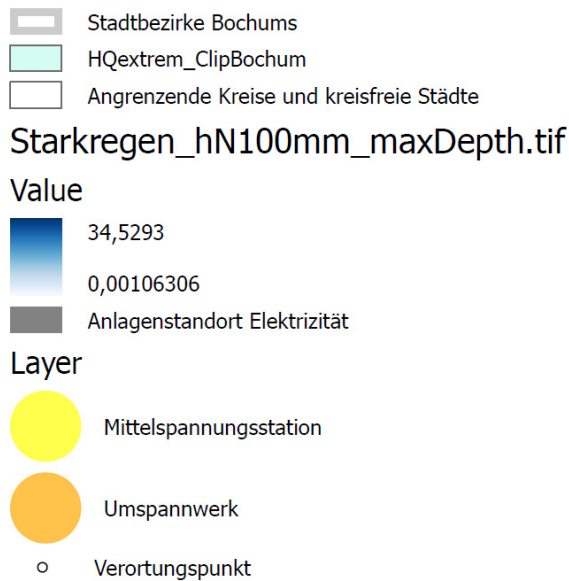
Auf dieser Grundlage wurden unter anderem mit Hilfe von Daten der beteiligten Akteurinnen und Akteuren sowie eines geographischen Informationssystems (GIS) räumliche Analysen zu den Auswirkungen des ge-

wählten Ereignisses durchgeführt. Die Ergebnisse wurden dann in Interviews mit KRITIS-Betreibenden vertieft, um die kritischen Punkte innerhalb der Ausfallkaskaden (das heißt Stellen mit hohem Kaskadenpotenzial) besser einschätzen und diese auch konkret räumlich verorten zu können. Insbesondere ging es um die Beantwortung der folgenden Fragen:

- (a) Welche Anlagen und Netzbereiche der Stromversorgung wären infolge eines extremen Starkregenereignisses in Kombination mit einem Hochwasser an der Ruhr potenziell ausfallgefährdet (Einstauung)?
- (b) Welche Anlagen und Netzbereiche der für Bochum als prioritär eingestuften weiteren KRITIS-Branchen wären in welcher Weise und an welcher Stelle innerhalb Bochums in ihrer Funktion beeinträchtigt?
- (c) Welche Auswirkungen auf weitere KRITIS, aber auch auf die Bevölkerung und die Wirtschaft wären an welcher Stelle innerhalb Bochums zu erwarten?
- (d) Welche Auswirkungen hat der Ausfall von KRITIS-Anlagen innerhalb Bochums auf KRITIS, Bevölkerung und Wirtschaft außerhalb Bochums?

Die Ergebnisse der GIS-Analyse wurden in Kartenform aufbereitet. Zunächst wurden starkregen- und hochwasserexponierte Standorte dargestellt sowie die in unmittelbarer Umgebung liegenden stromabhängigen KRITIS-Einrichtungen aus den Branchen Medizinische Versorgung, Wasserver- und Wasserentsorgung sowie Informations- und Telekommunikationstechnik. Auf diese Weise ergab sich ein erstes Bild räumlicher Betroffenheit, auch in Bezug auf potenzielle Folgewirkungen eines Stromausfalls (Abbildung 10). In einem nächsten Schritt wurde die tatsächliche Abhängigkeit einzelner Einrichtungen von bestimmten Einrichtungen der Stromversorgung geprüft (aufwändiger und zeitintensiver Analyseschritt durch den lokalen Stromversorger).





Beschreibung: Abgebildet sind alle Anlagenstandorte der Branche Elektrizität, die den Stadtwerken Bochum bekannt sind. Von diesen Anlagen sind jene gelb bzw. orange hinterlegt, die in einem Umgebungsradius von 1,5m in über 66% der Fläche über 10cm überflutet sind bei einem extremen Starkregenereignis (90 mm in 60min). Zusätzlich sind Anlagen hervorgehoben, in denen über 66% der Fläche von einem Überschwemmungsgebiet eines HQ extrem Hochwassers umfasst sind. Zusätzlich sind die bekannten Anlagenstandorte der Branche Medizinische Versorgung, Wasserver- und Entsorgung und der Branche Telekommunikation und Informationstechnik verortet, um die Auswirkungen eines Stromausfalls auf diese Anlagen abzuschätzen.

Quellen: Stadtbezirke, Raumbezugssystem der Stadt Bochum, 1980, <https://bostatis.bochum.de/#app/mainpage//stadtbezirke> Verortung, Lage und Standortdaten zu UW/Strom-Stationen, Persönliche Datenweitergabe Stadtwerke Bochum 2021 Starkregengefahrenkarte Bochum, Einstautiefen eines extremen Starkregenereignis (90 mm in 60min), Stadt Bochum 2021 Überschwemmungsgebiete NRW, Ruhr und Emscher, Lizenz-URI <http://dcat-ap.de/def/licenses/dl-zero-de/2.0>

Abbildung 10: Starkregen- und Hochwasserexponierte Anlagenstandorte der Branche Elektrizität umgeben von relevanten KRITIS-Anlagen anderer Branchen in Bochum⁶⁴

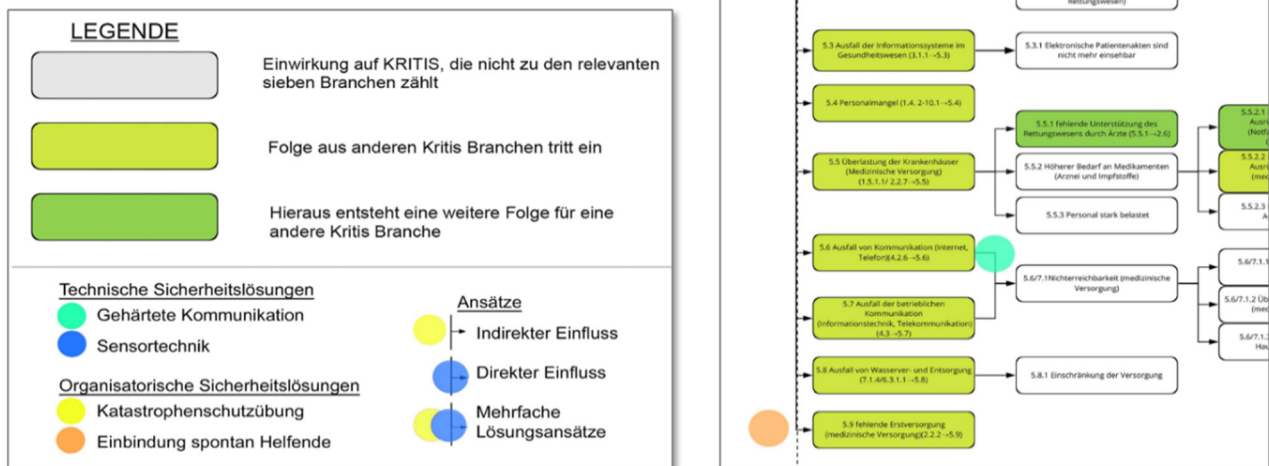


Abbildung 11: Beispiel Kaskadendiagramm, farbige Punkte markieren die Stellen, an denen die Sicherheitslösungen ansetzen⁶⁵

Schritt 3: Ansatzpunkte für Sicherheitslösungen

Die in den Kaskadendiagrammen zu den wichtigsten Bochumer KRITIS-Branchen (Elektrizität, Telekommunikation/Informationstechnik, Notfall- und Rettungswesen einschließlich Katastrophenschutz, Öffentliche Wasserversorgung, Öffentliche Abwasserbeseitigung, Medizinische Versorgung) zusammengeführten Kaskadeneffekte wurden als Grundlage für die Definition von Sicherheitslösungen verwendet. Ziel der Sicherheitslösungen war die möglichst frühzeitige Unterbrechung der Ausfallkaskaden kritischer Infrastrukturen. Die in Abbildung 11 gesetzten farbigen Punkte markieren die Stellen, an denen die Sicherheitslösungen ansetzen.

⁶⁴ SysKa 2024 (siehe (62))

⁶⁵ SysKa 2024 (siehe (62))

Die für Bochum entwickelten Sicherheitslösungen auf Grundlage des Starkregen-/Stromausfall-Szenarios setzen am konkreten Sicherheitsbedarf an. Die Lösungsansätze, die im Rahmen eines Maßnahmenworkshops zusammengetragen wurden, zielen darauf ab, möglichst frühzeitig Bevölkerung und KRITIS-Betreibende informieren zu können, eine Basiskommunikation zwischen Leitstellen der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) und KRITIS-Betreibenden sowie von KRITIS-Betreibenden untereinander sicherzustellen sowie das (Selbst-) Hilfefpotenzial der Bevölkerung besser nutzbar machen zu können. Daher umfassen die Sicherheitslösungen die folgenden vier Elemente:

- I. Einrichtung eines flächendeckenden Sensorsystems zur Frühwarnung bei kritischen Anlagen im Starkregenfall
- II. Härtung der Kommunikation zwischen KRITIS-Betreibenden im Krisenfall
- III. Einbindung registrierter und ungebundener Helfender
- IV. Übungen zur Erprobung, Evaluierung und Optimierung und schließlich konsolidierten Umsetzung der Lösungsbausteine im Krisenfall

Ergebnisverwertung der partizipativen Kritikalitätsanalyse

Mithilfe der Ergebnisse der partizipativen Kritikalitätsanalyse kann neben der Identifizierung von Wirkungen, Interdependenzen und Akteuren auch ein kommunales KRITIS-Kataster erarbeitet werden. Dabei ist der Aspekt der Datensicherheit und des Datenschutzes zwingend zu klären. Eine gemeinsame Bearbeitung und Aktualisierung der Daten durch verschiedene Akteurinnen und Akteure sollte dabei gewährleistet werden.

TEIL IV - Zielfestlegung und Maßnahmenauswahl (Werteebene)

7. Merkmale und Ziele einer hochwasserresilienten Stromversorgung

7.1. Prinzipien und Merkmale von Hochwasserresilienz

Die im vorangegangenen Beispiel beschriebene Festlegung von Sicherheitslösungen und die Auswahl von Maßnahmen sollten auf Schutzziele ausgerichtet sein, die am Leitbild einer hochwasserresilienten Stromversorgung orientieren. Resilienz ist ein Begriff, der in einer Vielzahl von Zusammenhängen verwendet wird. Im Zusammenhang mit räumlicher Entwicklung lässt sich Resilienz definieren als „die Fähigkeit, sich an Belastungen durch Gefahren anzupassen und sich schnell von deren Auswirkungen zu erholen“⁶⁶. Godschalk (2003) betont, dass sich die Antworten der Raumentwicklung auf potenzielle Krisen im Sinne der Resilienz nicht nur allein auf die Gefahrenabwehr beschränken dürfen. Um katastrophenresiliente Städte und Regionen zu schaffen, leitet Godschalk Prinzipien resilienter Systeme ab, denen sich bestimmte Merkmale für deren Gestaltung und Verwaltung zuordnen lassen.⁶⁷ Greiving et al. (2023) spezifizieren diese Prinzipien.⁶⁸ Resiliente Systeme (Infrastrukturen) oder Räume (Städte und Regionen) lassen sich demzufolge anhand der folgenden Resilienz Kriterien beschreiben:

- Fokus Raum- und Infrastrukturen:
 - Diversität – verschiedene, sich ergänzende Funktionen
 - Redundanz – gleiche, sich ersetzende Funktionen
 - Robustheit – Widerstandsfähigkeit, Stärke
 - Expositionsreduktion – gefährdete Standorte meiden
 - Effizienz – strategische und wirksame Allokation von Ressourcen

- Fokus Akteurinnen und Akteure sowie Institutionen:
 - Autonomie – Entscheidungen auf der geeigneten Ebene treffen
 - Kooperation – Mehrwert aus Zusammenarbeit erkennen und nutzen
 - Anpassungsfähigkeit – Flexibilität, auf neue Situationen zu reagieren und daraus zu lernen

Nach diesem Modell ist Resilienz eine Möglichkeit, mit Unsicherheiten umzugehen, da die Häufigkeit und das Ausmaß von Gefährdungen selten vorhergesagt werden können und die Anfälligkeit von infrastrukturellen und räumlichen Systemen vor einem Gefahrenereignis nicht vollständig bekannt ist. Daher müssen diese so konzipiert sein, dass sie Gefahren widerstehen können und flexibel genug sind, um Extremsituationen zu bewältigen, ohne zu versagen, und dass sie so robust sind, dass sie sich von den Auswirkungen einer Katastrophe schnell erholen.⁶⁹

Übertragen auf die Stromversorgung lassen sich aus diesen Resilienzprinzipien Merkmale einer resilienten Stromversorgung ableiten, die in eine objektbezogene, systemische und organisatorische Perspektive unterteilt werden können, wie es anhand der folgenden Tabelle 3 unter Verweis auf einige Beispiele dargestellt ist.

⁶⁶ Henstra, D.; Kovacs, P.; McBean, G.; Sweeting, R. 2004: Background paper on disaster resilient cities, Institute for Catastrophic Loss Reduction, prepared for Infrastructure Canada, Research and Analysis Division, Ottawa. S. 5

⁶⁷ Godschalk, D. R. 2002: Urban hazard mitigation: Creating resilient cities. Plenary paper presented at the Urban Hazards Forum, John Jay College, City University of New York, January 22–24, 2002. S. 5

⁶⁸ Greiving et al. 2023 (siehe (11))

⁶⁹ Henstra et al. 2004 (siehe (66))

Tabelle 3: Resilienzprinzipien und Perspektiven einer hochwasserresilienten Stromversorgung

Prinzipien physischer Resilienz (Raum- und Infrastrukturen)	Merkmale einer hochwasserresilienten Stromversorgung (Beispiele)
Objektbezogene Perspektive	
Robustheit	Anlagen des Stromversorgungssystems werden so geplant und gebaut beziehungsweise ertüchtigt, dass sie auch den Auswirkungen extremer Ereignisse (zum Beispiel HQ _{extrem} , 500-jährlich wiederkehrendes Starkregenereignis) widerstehen können, ohne dass sie geschädigt werden. Selbst bei einer Überschwemmung kann die Stromversorgung aufrechterhalten werden, zum Beispiel durch die Gestaltung und Technologie der Anlagen (vergleiche dazu Tabelle 5: „hochwassersicher durch Technologie“). Durch die bauliche Gestaltung werden Schäden trotz Überschwemmung vermieden, zum Beispiel durch Vermeidung von Kellerstationen, Hausanschlüsse außerhalb von Kellern (vergleiche dazu Tabelle 5: „hochwassergeschützt“).
Expositionsreduktion	Trassenführungen und Einzelstandorte werden so geplant, dass sie nicht gegenüber Gefahrenereignissen exponiert sind, sie beispielsweise also außerhalb des HQ _{extrem} -Hochwasserszenarios liegen oder außerhalb von potenziell einstaugegefährdeten Bereichen. Die Überschwemmung reicht nicht an die Anlage heran, die Stromversorgung kann ungehindert aufrechterhalten werden, zum Beispiel durch Hochwasserschutzmaßnahmen (mobiler Hochwasserschutz, Deiche/Dämme, Standsicherung und so weiter; vergleiche dazu Tabelle 5: „hochwassersicher durch Lage“). Abschaltung eines Gebiets, damit es nicht zu weiteren Folgeschäden kommt (vergleiche dazu Tabelle 5: „hochwasserfest“).
Systemische Perspektive	
Effizienz	Stromversorgungssystem so planen, dass im Krisenfall Wiederinbetriebnahme, Reparatur und Wiederaufbau schnell und möglichst kostengünstig geschehen kann (zum Beispiel zusätzliche Einspeisepunkte vorsehen, Modulbauweisen und so weiter).
Diversität	Unterschiedliche, sich ergänzende Funktionen innerhalb des Stromversorgungssystems (Produktion, Transformation, Transport/Leitungen, Speicherung) sind nicht an einem Ort gebündelt, sondern die Funktionen sind räumlich verteilt. Bei einer Beschädigung sind nicht alle Systemkomponenten betroffen; Reparaturen sind schneller möglich, Reparaturkosten geringer.
Redundanz	Gleiche, sich ersetzende Funktionen innerhalb des Stromversorgungssystems werden so angeordnet, dass der Ausfall einer Komponente durch eine andere gleiche Komponente ersetzt werden kann. Bei der Beschädigung eines Standorts (Umspannwerk) oder eines Leitungsabschnitts können andere Systemkomponenten (an anderen Standorten) diesen Ausfall kompensieren (relevant insbesondere bei isoliert gelegenen Anlagen oder Stichstrecken).
Organisatorische Perspektive	
Autonomie	Im Ereignisfall Einsatz von Ressourcen und Entscheidungsfindung durch dezentrale Einheiten vor Ort; setzt Ressourcenautonomie und Entscheidungsbefugnis sowie erprobte Kommunikations- und Entscheidungswege voraus; Miteinsatz kann schneller und effizienter erfolgen.
Kooperation	Kooperation zwischen Infrastrukturbetreiber und Betreibern weiterer (kritischer) Infrastrukturen sowie den Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben: Informationsaustausch zu Strategien, Ressourcen, aber auch Limitierungen; Nutzung von Synergien, Vermeidung von Konflikten, Identifikation von Interdependenzen/Ausfallkaskaden.
Anpassungsfähigkeit	Kultur der Flexibilität, Zielorientierung (schnelle Wiederherstellung der Mindestversorgung), Offenheit für und Vorbereitung von pragmatischen, lösungsorientierten Ansätzen.

7.2. Festlegung von Schutzzielen

Als wichtiger Schritt auf dem Weg zur Entwicklung von geeigneten Maßnahmen für die Gestaltung (Bestandserhaltung, Wiederaufbau, Neubau) der Stromversorgungsinfrastruktur steht die Definition von Schutzzielen, mit denen ein angestrebter Soll-Zustand operationalisiert werden kann. Dieser Baustein der Praxishilfe greift die Empfehlung 10 „Neue Schutzstandards und Schutzziele für Kritische und Sensible Infrastrukturen müssen definiert und das Bewusstsein für ein unvermeidbares Restrisiko muss gestärkt werden.“ aus dem 10-Punkte-Papier⁷⁰ des KAHR-Projekts auf.

Unter einem Schutzziel versteht man den angestrebten Zustand eines Schutzguts, der bei einem Schadensereignis erhalten bleiben beziehungsweise nach einer Beschädigung wieder erreicht werden soll. Schutzgüter sind entweder aufgrund ihres ideellen oder ihres materiellen Werts vor einem Schaden zu bewahren. Ein Beispiel für ein Schutzziel ist die Versorgung der Bevölkerung in einer Krise mit Trinkwasser. Im Wassersicherstellungsgesetz werden für die Notversorgung der Bevölkerung im Verteidigungsfall (Schutzgut) beispielsweise 15 Liter Trinkwasser pro Person und Tag als Schutzziel vorgeschrieben.⁷¹

Bei der Festlegung von Schutzzielen verlässt man die Sachebene und begibt sich auf die Wertebene, da hier politische, planerische, aber auch gesellschaftliche Wertentscheidungen mit einfließen. Dies ergibt sich auch schon aufgrund der Tatsache, dass unterschiedliche Akteurinnen und Akteure auch unterschiedliche Ziele verfolgen oder zumindest priorisieren. Jegliche Zielfestlegung sollte daher unter Beteiligung dieser relevanten Personen, Gruppen und Institutionen stattfinden, die Einbeziehung kommunaler Entscheidungsbefugter ist notwendig, um die erforderliche politische Legitimation sicherzustellen. Nachfolgend sind typische Aufgaben von Akteurinnen und Akteuren im Themenfeld kritische Infrastrukturen, insbesondere Stromversorgung einander gegenübergestellt, die schließlich durch konkrete Schutzziele operationalisiert werden können. Die Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ist im Einzelfall zu spezifizieren. Dennoch werden die unterschiedlichen Zielsetzungen der Akteurinnen und Akteure deutlich.

⁷⁰ KAHR 2022 (siehe (47))

⁷¹ Gerhold, L.; Hartmann, J.; Thiebes, B.; Thieken, A. H. 2019: DESKRIS - Definition von Schutzzielen für Kritische Infrastrukturen - Forschungsstand, rechtlicher Rahmen und politische Entscheidungsfindung. Bonn. BBK: Forschung im Bevölkerungsschutz; Band 28. Zugriff: https://www.researchgate.net/profile/Lars-Gerhold-2/publication/349822466_Definition_von_Schutzzielen_fur_Kritische_Infrastrukturen/links/605b8c8b299bf17367685ba6/Definition-von-Schutzzielen-fuer-Kritische-Infrastrukturen.pdf; zuletzt geprüft am 29.08.24

Tabelle 4: Aufgaben von Akteurinnen und Akteuren im Krisenfall bezüglich einer hochwasserresilienten Stromversorgung

Zeitpunkt	Kommunale Akteurinnen und Akteure	Stromversorger
Reaktionsphase: während und unmittelbar nach der Krise	• Grundversorgung der Bevölkerung mit wichtigen Daseinsgrundfunktionen aufrechterhalten • Schutz und schnelle Wiederherstellung der Funktion von sensiblen und kritischen Infrastrukturen • Versorgung besonders vulnerabler Gruppen • Schnelle Wiederherstellung der Kommunikationsmöglichkeiten	• Schäden an Anlagen und Leitungen möglichst gering halten • (Temporäre) Stromversorgung möglichst schnell wiederherstellen • Einnahmeverluste vermeiden
Wiederaufbauphase	• Schneller Wiederaufbau des KRITIS-Sektors Energie, vor allen Dingen der Branchen Strom- und Treibstoffversorgung mit höchster Priorität im direkten Wiederaufbau nach der Phase der reinen Menschenrettung	• Stromversorgungsinfrastruktur hochwasserresilient aufbauen

Nach erfolgter Zielfestlegung besteht der nächste Schritt darin, einen Ist-Soll-Vergleich durchzuführen, um zu prüfen, inwieweit der angestrebte Soll-Zustand vom zu ermittelnden gegenwärtigen Ist-Zustand abweicht. Dies zielt darauf ab, einerseits bestehende Lösungsansätze unterschiedlicher Akteurinnen und Akteure sichtbar zu machen und andererseits Lücken zum gewünschten Umgang mit Kaskadeneffekten zu identifizieren. Daraus werden akteursspezifische Handlungsbedarfe abgeleitet.

In Bezug auf KRITIS sind Priorisierungsentscheidungen zu treffen und aus Schutzzielen und Priorisierungen abgeleitete Maßnahmen zu erarbeiten und zur Umsetzung vorzuschlagen.⁷² Die Priorisierung von Maßnahmen kann beispielsweise auf Grundlage der ermittelten Kaskadendiagramme geschehen (vergleiche Kapitel 6; Kriterien: Anzahl der nachfolgenden Kaskadeneffekte und Länge der Kaskade sowie potenzielle ökonomische und soziale Betroffenheit).

8. Auswahl geeigneter Maßnahmen

Um eine in Bezug auf Starkregen und Hochwasser resiliente Stromversorgung zu erhalten, können verschiedenste Maßnahmen ergriffen werden. Dabei gibt es nicht die *eine* Maßnahme, sondern es müssen abhängig von den Kontextfaktoren wie der Exposition, der Schutzwürdigkeit, des finanziellen Rahmens, der Verantwortlichkeiten und so weiter Maßnahmenbündel ergriffen werden. Im Folgenden werden zahlreiche konkrete

Maßnahmen der Oberthemen „objektbezogene Maßnahmen“, „planerische Maßnahmen“, „organisatorische Maßnahmen auf kommunaler Ebene“ und „Maßnahmen für Betreiber sensibler, schutzwürdiger Infrastruktur bei Stromausfall“ dargestellt.

⁷² Studierendenprojekt Euskirchen 2022: Integration der systemischen Kritikalität in die Planung - Handlungsempfehlungen für den Wiederaufbau und den Hochwasserschutz des KRITIS-Sektors Gesundheit in der Stadt Euskirchen. Endbericht des Studierendenprojekts, Dortmund.

8.1. Objektbezogene Maßnahmen

Der Begriff der Hochwasserresilienz kann in Bezug auf die Stromversorgung aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden (Tabelle 3). Aus Sicht eines Netzbetreibers ist insbesondere die objektbezogene Perspektive von Bedeutung, die in vier Kategorien unterteilt werden kann (Tabelle 5):

„hochwassersicher durch Lage“, „hochwassersicher durch Technologie“, „hochwasserfest“ und „hochwassergeschützt“. Die Bedeutung dieser Kategorien wird nachfolgend anhand von Beispielen erläutert.

Tabelle 5: Kategorien der Hochwasserresilienz

Kategorie	Betriebszustand	Stromversorgung/ Funktionalität	Beispiel
Hochwassersicher durch Lage	Überflutung tritt nicht auf	Sichergestellt	- Verlagerung der Anlagen außerhalb der HQ_{extrem}-Marke - Erhöhung der Anlage über den erwarteten (oder definierten) Hochwasserstand
Hochwassersicher durch Technologie	Überflutung ist zulässig	Sichergestellt	- Auslegung der Betriebsmittel nach Schutzart IP68 (staubdicht, wasserdicht) - Beispiel Straßenbeleuchtung „Hamburg Fischmarkt“
Hochwasserfest	Überflutung ist definiert	Nicht sichergestellt Keine Maßnahmen zur Wiederversorgung erforderlich	- Automatisierte Zu-/Abschaltung von Hochwassergebieten - Zu-/Abschaltung aus der Ferne
Hochwassergeschützt	Überflutung ist definiert	Nicht sichergestellt Maßnahmen zur Wiederversorgung erforderlich	- Hausanschlüsse außerhalb der Keller (zum Beispiel Hausanschlusssäule) - Vermeidung von Kellerstationen - Trennung von Hochwassergebieten durch zusätzliche Kabelverteilerschränke

8.1.1 KRITIS Strom – Exposition, Vulnerabilität und Vorsorge

Beim Ausbau von Stromnetzen sollte die Resilienz des Netzes gesteigert werden. Schon bei der Planung sollten die Hochwasser- und Starkregenbeziehungsweise Sturzflutgefahrenkarten genutzt werden, wobei – auch aufgrund des Klimawandels – extreme Ereignisse bei einer so kritischen Infrastruktur wie der Stromversorgung zu betrachten sind. Als Grundlage zur resilienten Netzplanung sollten daher in Bezug auf Hochwasser die HQ_{extrem}-Karten herangezogen werden. Dabei sind Mit-

tel- und Niederspannungsbereiche separat zu betrachten. In der Mittelspannung sollte vermieden werden, dass Stationen in den von Wasser betroffenen Gebieten stehen (HQ_{extrem}-Bereiche beziehungsweise bei Starkregen zum Beispiel in Senken oder Abflusstrassen). Mithilfe der Gefahrenkarten können bei der Planung neuer Stationsstandorte die entsprechenden Bereiche gemieden werden. Für Detailplanungen wird empfohlen, die simulierten Fließgeschwindigkeiten zu berücksichtigen – sowohl in Bezug auf die Hochwasser-, als

auch die Starkregenthematik (vergleiche Kapitel 4). Gegebenenfalls müssen eine höher aufgelöste Simulation und ein Gutachten in Auftrag gegeben werden.

Wenn Gefahrenbereiche aus technologischen Gründen nicht gemieden werden können, dann sollten die Stationen gegen Wasser geschützt werden. An besonders gefährdeten Standorten sollte Netzinfrastruktur daher generell mit höheren Schutzstandards ausgerüstet werden. Dieser Schutz kann durch einen erhöhten Standort der Station, mithilfe von Sockeln, gewährleistet werden. Außerdem können die Kabelenden innerhalb der Station zusätzlich abgeschrumpft werden. Dabei werden sogenannte Schrumpfschläuche eingesetzt, die sich durch Erwärmung zusammenziehen und dafür sorgen, dass der Wassereintritt in die Kabel verringert wird.

Um die Widerstandsfähigkeit der Infrastrukturelemente gegen hohe Fließgeschwindigkeiten zu erhöhen, empfiehlt es sich, auf freistehende Elemente zu verzichten und eine Verankerung im Boden mithilfe von Fundamenten vorzunehmen.

8.1.2 Fokus Hochwasser

Grundlegend für Planungen hinsichtlich der Überflutungsvorsorge sind die für eine effektive, objektbezogene Bauvorsorge entwickelten Strategien „Ausweichen, Widerstehen und Anpassen“. Im Ide-

Die Niederspannungsnetze innerhalb der Hochwasser- und Starkregengebiete können nicht aus den gefährdeten Bereichen verlegt oder nur außerhalb dieser geplant werden, da beispielsweise Anschlüsse von Häusern in HQ_{extrem}-Gebieten zwangsläufig in den Gefahrengebieten liegen. Auch hier besteht die Möglichkeit durch resiliente Bauweisen und Technologien diese Bestandteile des Netzes gegen Wassereintritt zu schützen beziehungsweise den Betrieb des Netzes an die Gegebenheiten anzupassen. In der Niederspannung werden die Kabelenden in den Hausanschlüssen abgeschrumpft, um auch hier einen Wassereintritt zu verringern. Außerdem sollten die Hausanschlüsse aus den Kellern heraus verlagert werden. Dies wäre über einen Hausanschlussraum im Erdgeschoss des Gebäudes oder mit einer Hausanschlusssäule vor dem Gebäude möglich. So kann sichergestellt werden, dass betroffene Gebäude schneller wieder mit Strom versorgt werden können.

allfall sind sie in dieser Reihenfolge kaskadierend für die Planung von Objektschutzmaßnahmen heranzuziehen.

	Abbildung 12a: Schutzstrategie „Ausweichen“ Den effektivsten Schutz gegen Grund- beziehungsweise Hochwasser und Starkregen bietet die Strategie Ausweichen. Sie verfolgt das Ziel, der Gefahr durch horizontales oder vertikales Verlagern des Bauwerks zu entgehen.
	Abbildung 12b: Schutzstrategie „Widerstehen“ Sofern dies nicht praktikabel oder unwirtschaftlich sein sollte, gilt es zu prüfen, ob das Objekt gemäß der Strategie „Widerstehen“ vor dem Eindringen von Grund- oder Hochwasser beziehungsweise Starkregen geschützt werden kann.
	Abbildung 12c: Schutzstrategie „Anpassen“ Sollten der Schutzstrategie „Widerstehen“ konstruktive oder wirtschaftliche Gründe entgegenstehen, ist die Möglichkeit der Flutung etwaiger Bauwerksbereiche in Betracht zu ziehen, sofern sich dies nicht negativ auf die Bausubstanz auswirken sollte. Damit einher geht in jedem Fall die Anpassung von Bauteilen und/oder der Haustechnik und die Umnutzung der entsprechenden Gebäudeteile.

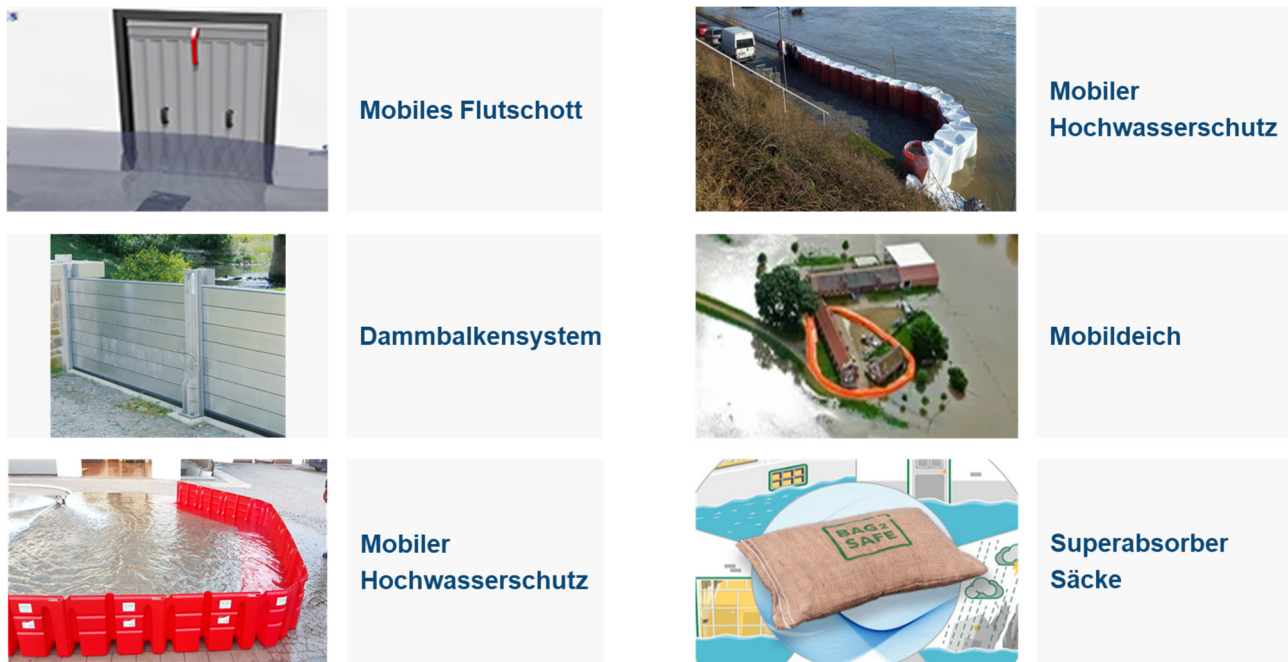
Abbildung 12: Schutzstrategien in der Bauvorsorge⁷³

Zur Entscheidungsfindung für eine einzelne oder die Kombination mehrerer Schutzstrategien können unter anderem folgende Fragestellungen, immer unter Berücksichtigung der jeweiligen Gefährdungslage, zurate gezogen werden:

- Handelt es sich um einen Neubau oder ein Bestandsobjekt?
- Wie ist die geplante beziehungsweise vorhandene Bauweise beziehungsweise konstruktive Ausbildung des Bauwerks zu bewerten?
- Wie ist die räumliche Lage des geplanten beziehungsweise vorhandenen Objekts zu bewerten? Gibt es gegebenenfalls einen Alternativstandort?

In der praktischen Umsetzung der jeweiligen Schutzstrategie beziehungsweise Schutzkombinationen ist wiederum zwischen temporären und permanenten Maßnahmen zu unterscheiden. Zu den temporären Maßnahmen zählen beispielsweise Sandsäcke beziehungsweise Sandsackäquivalente, mobile Flutschotts und Mobildeiche (Abbildung 13). Sie ergänzen die permanenten Maßnahmen wie beispielweise Deiche oder Schutzmauern. Eine Mischung der beiden Maßnahmenstränge hinsichtlich des zeitlichen Verbleibs stellen beispielsweise Dammbalkensysteme dar, bei denen die Vorrichtung für die im Ereignisfall einzusetzen den Balken dauerhaft bestehen bleibt (Abbildung 13).

⁷³ Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen 2022: Hochwasserschuttfibel – Objektschutz und bauliche Vorsorge. Zugriff: https://www.fib-bund.de/Inhalt/Themen/Hochwasser/2022-02_Hochwasserschuttfibel_9.Auflage; zuletzt geprüft am 29.08.24

Abbildung 13: Mobile Hochwasserschutzmaßnahmen⁷⁴

8.1.3 Beispiel: Hochwasserresiliente Planung der Stromversorgung auf örtlicher Ebene

Nachfolgend wird anhand des Beispiels Derna die hochwasserresiliente Planung eines Ortsnetzes durch die Westnetz GmbH erläutert.

Hochwasserresiliente Planung eines Ortsnetzes – Beispiel Derna der Westnetz GmbH

Um einschätzen zu können, welche Teile des Stromnetzes im Gefahrenbereich liegen, werden die Hochwassergefahrenkarten der Bundesländer genutzt (vergleiche Abschnitt 4.1). Über die im Folgenden dargestellte Berücksichtigung der Hochwassergefahr hinausgehend wären zudem Starkregen- beziehungsweise Sturzflutgefahrenkarten zu nutzen (vergleiche Abschnitt 4.2).

Die Hochwassergefahrenkarten geben die Wahrscheinlichkeit an, in der ein Hochwasserereignis auftritt. Betrachtet werden hier drei verschiedene Szenarien: HQ_{extrem} , HQ_{100} und $HQ_{\text{häufig}}$. Als Beispiel gibt die Karte HQ_{100} an, dass ein Hochwasser mit diesem entsprechenden Ausmaß eine Eintrittswahrscheinlichkeit von einmal in 100 Jahren hat.

Damit das Stromnetz gegen Hochwasser geschützt ist, werden verschiedene Maßnahmen präventiv ergriffen. Vor 2021 wurden die Stromnetze, beispielsweise des Verteilnetzbetreibers Westnetz GmbH, auf Grundlage der HQ_{100} -Marke geplant. Da dies jedoch im Fall des Hochwassers 2021, ausgelöst durch das Tiefdruckgebiet „Bernd“, nicht ausgereicht hat, wird in Zukunft im Verantwortungsbereich der Westnetz GmbH mit der HQ_{extrem} -Marke geplant.

⁷⁴ Mobiles Flutschott: <https://www.tas-hochwasserschutz.de/produkte/acquastop-flutschotts/integra-f%C3%BCr-fenster/>; zuletzt geprüft am 29.08.24
 Dammbalkensystem: <https://steinhardt.de/produkte-und-leistungen/hydrobeam-dammbalkensysteme/>; zuletzt geprüft am 29.08.24
 Mobiler Hochwasserschutz Boxwall: <https://noaq.de/noaq-boxwall/>; zuletzt geprüft am 29.08.24
 Mobiler Hochwasserschutz Aquariwa: <https://aquariwa.de/produkt/>; zuletzt geprüft am 29.08.24
 Mobildeich: <https://www.mobildeich.de/>; zuletzt geprüft am 29.08.24
 Superabsorber Säcke: <https://bag2safe.com/products/sandsaecke-jute-hochwasserschutz/>; zuletzt geprüft am 29.08.24

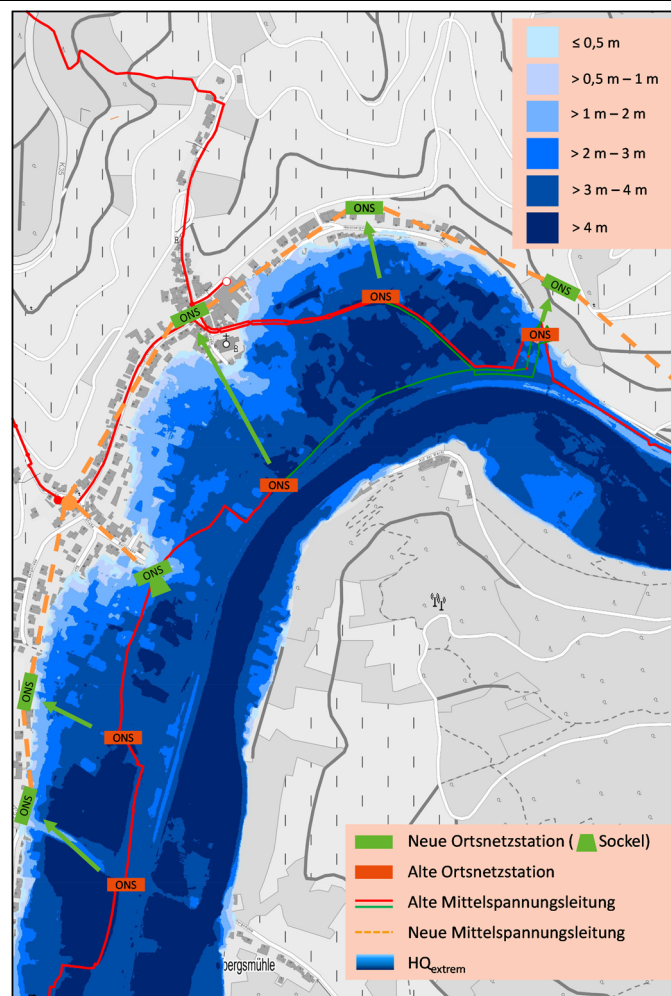


Abbildung 14: Konzeptplanung Dernau⁷⁵

Als Beispiel zur Planung eines Ortsnetzes unter Berücksichtigung der HQ_{extrem} Überschwemmungsgebiete dient der Ort Dernau (Abbildung 14). Hier ist zu erkennen, dass die Planung des neuen Stromnetzes vorsieht, die Stationen außerhalb der HQ_{extrem} -Gebiete aufzustellen. Aufgrund von technischen Gegebenheiten können nicht alle Stationen aus diesem Bereich heraus geplant werden, weshalb es für diese Fälle besondere Baumaßnahmen gibt. Eine dieser Maßnahmen ist in Abbildung 15 zu sehen: Hier werden die Stationen auf Sockel gestellt, um zu verhindern, dass Wasser in die Station fließt. Die Angaben zur Höhe des Hochwassers im jeweiligen Ereignisfall ist ebenfalls den Hochwassergefahrenkarten zu entnehmen. Jedoch besteht hier die Möglichkeit, dass ein selteneres Hochwasser eintritt, welches diese Höhe überschreitet. Somit wird mithilfe dieser Planung die Resilienzkategorie „Hochwassersicher durch Lage“ erfüllt.

⁷⁵

Westnetz GmbH 2023: Grundsätze zur Planung resilienter Energieinfrastrukturen – Konzeptplanung (erstellt auf Grundlage der ursprünglichen Gebietskulisse HQ_{extrem} vor der Neuberechnung). Erhältlich auf Anfrage



Abbildung 15: Ortsnetzstationen auf Sockeln⁷⁶

Eine weitere Maßnahme, um die Station im Hochwasserfall resilienter zu machen, ist das Abschrumpfen der Kabelenden. Somit wird ein vermehrter Eintritt von Wasser in die Kabel verhindert. Dies findet zudem auch bei Kabelhausanschlüssen, welche im HQ_{extrem}-Bereich liegen, Anwendung (Abbildung 16). Diese Umbau-maßnahme fällt unter die Kategorie „Hochwassersicher durch Technologie“.

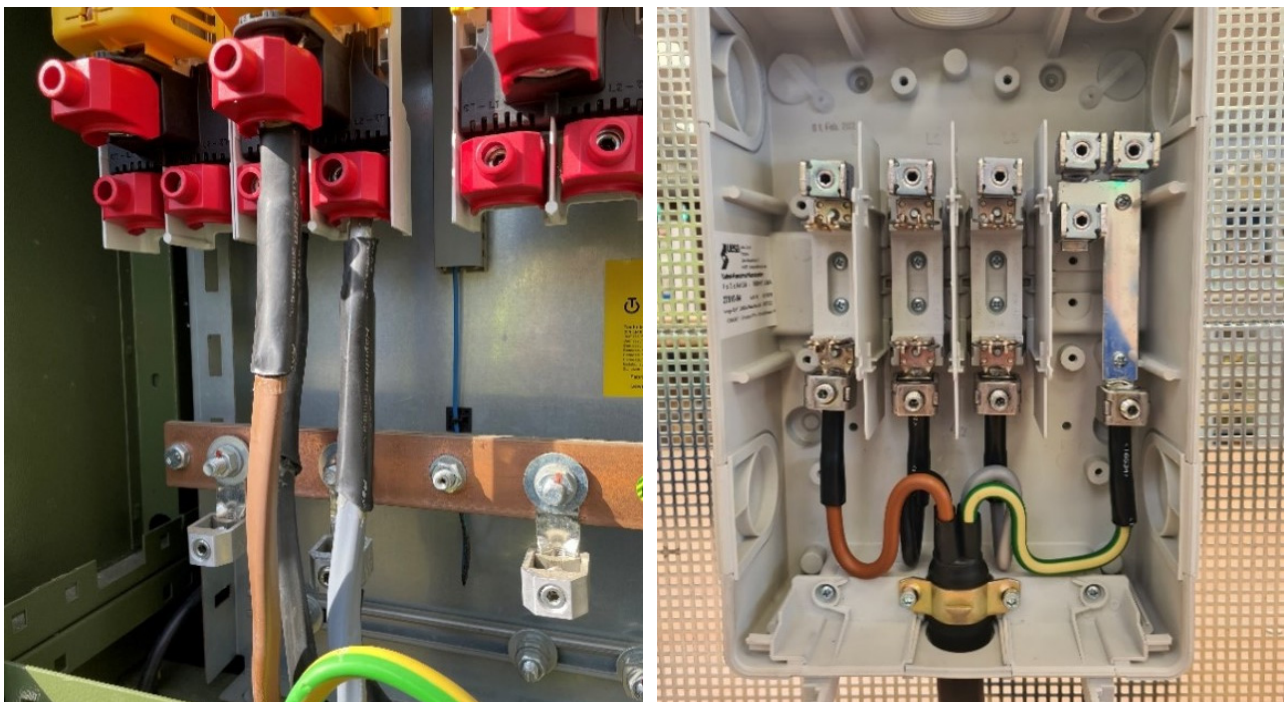


Abbildung 16: Abschrumpfen der Kabelenden (links Ortsnetzstation; rechts Hausanschlusskasten)⁷⁷

Aufgrund der Tatsache, dass viele Häuser im HQ_{extrem}-Gebiet stehen, ist es unvermeidbar, innerhalb der HQ-Bereiche Infrastruktur zur Stromversorgung zu verlegen. Daher ist es nötig, die Kabelhausanschlüsse resilienter auszuführen. Hierbei sollen die Kabelhausanschlüsse außerhalb der Keller installiert werden, um eine Zugangsmöglichkeit für Netzbetreiber bei Abwesenheit der Eigentümer/Mieter zu erhalten.

⁷⁶ Westnetz GmbH 2023 (siehe (75))

⁷⁷ Westnetz GmbH 2023 (siehe (75))

Um dies zu realisieren gibt es drei Varianten. Die erste Variante besteht darin, den Kabelhausanschluss mithilfe einer Hausanschlusssäule an der Hauswand oder – zweite Variante – an einem anderen Fixpunkt auf dem Grundstück anzubringen (Abbildung 17). Bei der dritten Variante wird der Hausanschluss im Erdgeschoss oder Obergeschoss des Gebäudes installiert. Somit ist der Verteilnetzbetreiber in der Lage, nach etwaigem Wassereintritt den Hausanschluss jederzeit instand zu setzen und zuschalten zu können, wodurch die Wiederversorgung schneller gewährleistet werden kann. Das Verlegen der Hausanschlüsse aus den Kellern heraus wird der Kategorie „Hochwassergeschützt“ zugeordnet.



Abbildung 17: Hausanschlusssäule (links: an Hauswand, rechts: anderer Fixpunkt)⁷⁸

⁷⁸ Westnetz GmbH 2023 (siehe (75))

8.2. Planerische Maßnahmen

Dieser Baustein der Praxishilfe greift die Empfehlung 7 „Hochwasser- und klimaresilientes Planen und Bauen muss auf allen Ebenen der räumlichen Planung integriert werden und alle Facetten der Klimawandelauswirkungen berücksichtigen.“ aus dem 10-Punkte-Papier⁷⁹ des KAH-Projekts auf.

Die konkreten Planungsherausforderungen beim Wiederaufbau nach Naturkatastrophen liegen sowohl auf der lokalen als auch auf der regionalen Ebene und erzeugen einen hohen Kooperationsbedarf zwischen allen Akteurinnen und Akteuren in der Region sowie speziell zwischen räumlicher Gesamtplanung und Fachplanungen. Grundsätzlich stellt sich die Frage, ob der Wiederaufbau an gleicher oder an anderer Stelle erfolgen soll. Häufig stellt dabei alleine die Suche nach verfügbaren, geeigneten Ersatz-/Alternativstandorten eine Herausforderung dar, insbesondere, wenn die Region bereits dicht bebaut ist oder es aus topographischen Gründen nur wenig freies Bauland gibt. Vor allem kritische Infrastrukturen müssen entweder außerhalb gefahrenexponierter Bereiche neu gebaut beziehungsweise dorthin verlagert, durch bauliche Schutzmaßnahmen in ihrer Resilienz gestärkt oder die Redundanz erhöht werden, um Ausfälle im Krisen- oder Störfall zu kompensieren (vergleiche Abschnitt 8.1). Hierbei können Zielkonflikte zwischen Nachhaltigkeit, Umweltschutz und Widerstandsfähigkeit als Leitprinzipien entstehen, die auch zwischen den verschiedenen Fachplanungen und der räumlichen Gesamtplanung ausgetragen und gelöst werden müssen.

Die nachfolgende Zusammenstellung greift in erster Linie neuere Ansätze zur planerischen Hochwasserrisikovor- und -vorsorge auf, die im Zusammenhang mit kritischen und weiteren Infrastrukturen der Daseinsvorsorge stehen. Für die schon länger diskutierten und sich in der Umsetzung befindlichen Ansätze zur räumlichen Vorsorge gegenüber Hochwasser wird auf die einschlägigen Quellen verwiesen. Ein aktueller Überblick hierzu findet sich im Steckbrief „Hochwasservorsorge: Risikovor- und -vorsorge gegenüber Hochwasser und Starkregenereignissen durch Raumordnung verbessern“⁸⁰.

Überörtliche Ebene: Gebietsfestlegungen durch die Regionalplanung

Auf überörtlicher Ebene kann die Regionalplanung Gebiete festlegen, in denen sensible oder kritische Einrichtungen besonders geschützt oder sogar zurückgebaut oder hochwasserangepasst errichtet werden müssen. Dies könnte beispielsweise bedeuten, dass kritische und sensible, stromabhängige Infrastrukturen nur durch redundante Strukturen außerhalb von Gebieten mit extremem Hochwasser versorgt werden dürfen, um auch die indirekten Auswirkungen eines hochwasserinduzierten Stromausfalls zu berücksichtigen. Solche Aspekte erhalten durch Vorbehaltsgebiete eine hohe Bedeutung und müssen im planerischen Abwägungsprozess berücksichtigt werden (Grundsatzcharakter). Darüber hinaus könnten solche Festlegungen in Form von Vorranggebieten einen Zielcharakter erhalten, sodass andere Planungsträger wie die kommunale Ebene oder Fachplanungen diese zwingend beachten müssen.

⁷⁹ KAH 2022 (siehe (47))

⁸⁰ Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2024: Hochwasservorsorge: Risikovor- und -vorsorge gegenüber Hochwasser und Starkregenereignissen durch Raumordnung verbessern. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/moro/jahr/2022/klimawandel-energiegewende-gestalten/downloads/steckbrief-hochwasservorsorge.pdf?__blob=publicationFile&v=4; zuletzt geprüft am 29.08.24

Ein Beispiel hierfür ist der Regionale Planungsverband Leipzig-West-sachsen, der mit dem 2021 in Kraft getretenen Regionalplan Festlegungen mit Grundsatzcharakter zur Anpassung und Verlagerung vulnerabler Raumnutzungen, insbesondere von Siedlungsgebieten und kritischen Infrastrukturen, trifft. In Gebieten mit einem hohen Schutzbe-

darf gegenüber Hochwasser sollen sensitive Nutzungen und kritische Infrastrukturen geschützt werden. Darüber hinaus sollen in regionalen Schwerpunktbereichen für die Minderung bestehender Gefahrenpotenziale im Hochwasserfall hochwasserexponierte Anlagen zurück- oder umgebaut werden beziehungsweise der Neubau von Anlagen hochwasserangepasst erfolgen.⁸¹

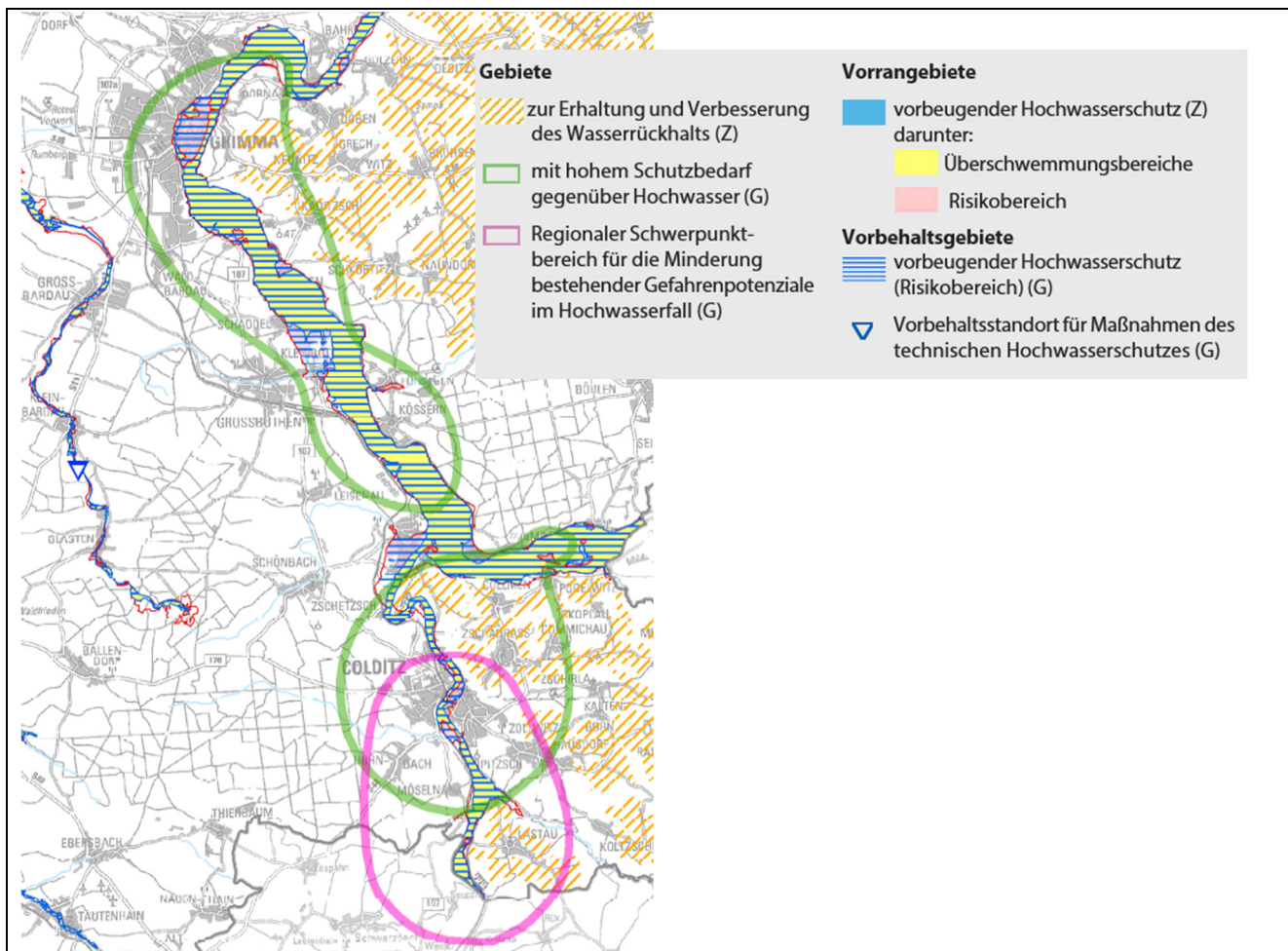


Abbildung 18: Zeichnerische Darstellung der Festlegungen zu Gebieten mit hohen Schutzbedarfen und Schwerpunktbereichen zur Minderung von Gefahrenpotenzialen im Regionalplan Leipzig-West-sachsen⁸²

⁸¹ Regionaler Planungsverband Leipzig-West-sachsen 2021: Regionalplan Leipzig-West-sachsen, S. 132; 147 f.

⁸² RPV-LW 2021 (siehe (81))

Überörtliche Ebene: Definition von regional bedeutsamer kritischer Infrastruktur

Die BSI-Kritisverordnung definiert für verschiedene Sektoren kritische Dienstleistungen und Schwellenwerte für die bundesweite Bedeutsamkeit entsprechender Einrichtungen, Anlagen oder Teile davon. Allerdings gibt es auch zahlreiche weitere kritische Infrastrukturen mit regionaler Bedeutung, für die bisher keine Operationalisierung und Schwellenwerte existieren. Zudem gibt es KRITIS-Sektoren, die von der BSI-Kritisverordnung nicht erfasst sind, wie zum Beispiel Staat und Verwaltung sowie Medien und Kultur. Regionale KRITIS haben jedoch, selbst wenn sie unterhalb der im Anhang zur BSI-Kritisverordnung genannten Schwellenwerte liegen, eine überörtliche und überfachliche Bedeutung, da sie oft eine Versorgungsfunktion für Gemeinden außerhalb der Standortgemeinde oder andere KRITIS-Sektoren ausüben. Dabei gibt es konzeptionelle Parallelen zur Versorgungsfunktion im Zentrale-Orte-Konzept sowie teilweise Überschneidungen von kritischen Infrastrukturen und Infrastrukturen der Daseinsvorsorge.

Dieser Zusammenhang wurde im Rahmen des Forschungsprojekts „Krisenfeste Raum- und Infrastrukturen durch zentralörtliche Konzepte“ (2021-2024)⁸³ des BBSR untersucht. Eine Erkenntnis daraus ist, dass das Zentrale-Orte-Konzept und die Standorte und Netze kritischer Infrastrukturen nicht getrennt voneinander betrachtet werden dürfen. Angesichts des besonderen Schutzerfordernisses von KRITIS gegenüber Krisen und Extremereignissen sowie ihrer Bedeutung zur Sicherung der Gesamtfunktionsfähigkeit des Systems ist es notwendig, regionale KRITIS zu bestimmen und zu schützen, um nachhaltige regionale Versorgungsengpässe und erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen zu verhindern. Diese Bestimmung kann bereits von Behörden veranlasst werden, wie beispielsweise während der Corona-Pandemie in Baden-Württemberg⁸⁴. Eine angepasste Tabelle zu den Themen Stromversorgung und Hochwasser findet sich

im Anhang zu dieser Praxishilfe. Die Überlegungen in dem genannten Forschungsprojekt gehen jedoch dahin, derartige Festlegungen auch in Regionalplänen zu treffen.

Kommunale Ebene: Ausschöpfung der Möglichkeiten des Städtebaurechts

Das Städtebaurecht bietet verschiedene Ansätze, um die Funktionsfähigkeit kritischer Infrastrukturen gegenüber Krisen und Schadensereignissen zu verbessern.

Im Rahmen des KAHR-Projekts wurde ein Plan-spiel zum risikobasierten Bebauungsplan und einer hochwasserangepassten Siedlungsentwicklung durchgeführt, das Ansatzpunkte des Städtebaus zur Nutzungssteuerung und baulichen Gestaltung sensibler und kritischer Infrastrukturen aufgezeigt hat⁸⁵. Formelle Instrumente wie der Flächennutzungsplan und Bebauungspläne bieten dabei vielfältige Möglichkeiten für eine hochwasserangepasste Siedlungsentwicklung und Bauweise, basierend auf fachlichen Grundlagen wie Hochwassergefahren- und -risikokarten (§ 74 WHG) sowie Überschwemmungsgebieten (§76 WHG) in Verbindung mit Bau- und Planungsverböten nach § 78 WHG. Das Prinzip der risikobasierten Planung gemäß Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz nach § 17 Absatz 2 ROG bindet alle öffentlichen Planungsträger unmittelbar. Demnach sollten kritische Infrastrukturen möglichst nicht in Gebieten zugelassen werden, die einem erhöhten Risiko für (Natur-) Gefahren ausgesetzt sind, um Ausfälle oder Funktionseinschränkungen zu vermeiden. Zudem sollten leitungsgebundene Infrastrukturen, sofern eine Baugenehmigung erforderlich ist, nicht gebündelt in gefährdeten Gebieten zugelassen werden, um die Versorgungssicherheit zu erhöhen.

Der neu eingeführte § 246c BauGB ermöglicht es den Ländern, Wiederaufbaugelbiete festzulegen, innerhalb derer Vorhaben, die auf resilienten Wiederaufbau setzen, von den Regelungen der §§ 30-35 BauGB befreit sind. Dies bietet die Möglichkeit,

⁸³ BBSR 2024 (siehe (80))

⁸⁴ Ministerium des Inneren, für Digitalisierung und Kommunen des Landes Baden-Württemberg 2020: Informationen für KRITIS-Betreiber. Zugriff: <https://im.baden-wuerttemberg.de/de/sicherheit/krisenmanagement/kritische-infrastrukturen/kritis-betreiber>; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁸⁵ Greiving 2023 (siehe (2))

nach Naturkatastrophen einen strategischen Transformationsprozess einzuleiten und die Katastrophenresilienz zu stärken, sei es durch eine hochwasserangepasste Bauweise am alten Standort oder durch Verlagerung an sichere Standorte.

Wenn in einem bestehenden Gebiet städtebauliche Mängel oder funktionelle Defizite auftreten, können diese durch städtebauliche Sanierungsmaßnahmen gemäß den §§ 136 ff. BauGB behoben werden. Aufgrund dieser Regelung haben Kommunen die Möglichkeit, gezielt in bestehende Gebiete einzugreifen, um beispielsweise Maßnahmen zur Klimaanpassung umzusetzen. Dabei können die Belange der Klimaanpassung sowohl bei den Sanierungszielen als auch bei der Behebung städtebaulicher Mängel berücksichtigt werden. Gemäß § 136 Absatz 2 Satz 2c BauGB können auch Maßnahmen zur Förderung blau-grüner Infrastruktur ergriffen werden, um städtebauliche Mängel zu

beheben. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, im Rahmen einer städtebaulichen Sanierungsmaßnahme auch die lokal und regional bedeutende sensible und kritische Infrastruktur zu stärken oder zu verlagern, um sie letztendlich widerstandsfähiger zu machen.

Kommunale Ebene: Nutzung informeller Instrumente

In der Praxis kommen über die formellen Instrumente hinaus auch eine Vielzahl informeller Instrumente zur Anwendung. Integrierte Stadtentwicklungskonzepte (ISEKs) haben sich aufgrund ihrer querschnittsorientierten Ausrichtung für Themen wie das der Klimaanpassung etabliert und können zukünftig auch stärker Fragen einer resilienten kommunalen und regionalen Infrastrukturgestaltung einbeziehen. Sie können schließlich als Basis für Planungen und Entscheidungen sowie für die Ausgestaltung formeller Instrumente fungieren.

8.3. Organisatorische Maßnahmen auf kommunaler Ebene

Krisenkommunikation

Die wirksame Kommunikation während Krisen spielt eine entscheidende Rolle bei der Bewältigung der Auswirkungen und der Sicherstellung der Sicherheit und des Wohlbefindens der Bevölkerung. Die Auswirkungen von Katastrophen betreffen in der Regel auch die modernen Kommunikationsmittel. Durch den Ausfall der Stromversorgung, Beschädigung von Telekommunikationsknotenpunkten und durch eine Vielzahl weiterer Ereignisse treten in Krisen und bei Katastrophen sehr dynamische Rahmenbedingungen für Kommunikationsmöglichkeiten auf. Eine optimale Kommunikationsstrategie kann zwar im Vorfeld entwickelt werden, doch ist davon auszugehen, dass diese im Katastrophenfall nicht (vollständig) umsetzbar ist.

Im Wesentlichen können für die Krisenkommunikation „Strom“ im Hochwasser- beziehungsweise Starkregenfall zwei unterschiedliche Kommunikationsebenen berücksichtigt werden.

Ebene 1: Akteurinnen und Akteure in der Krisenbewältigung (Einsatzkräfte, Krisenstab, ...)

Kommunikation sicherstellen:

Eine Empfehlung, die sich aus dem stattgefundenen Hergang der Katastrophe und den identifizierten Einschränkungen, Betroffenheiten und Kaskadeneffekten der KRITIS-Sektoren ergibt, ist die Verbesserung der Prävention und Vorsorge im Bereich des Sektors Energie: „Ein Beispiel dafür wäre die Anschaffung von Satellitentelefonen, um eine Kommunikation zwischen den von der Stadt und dem Kreis als relevant bewerteten Akteurinnen und Akteuren sicherzustellen“. Dies können Personen des KRITIS-Sektors Gesundheit, IT und der Branchen Stromversorgung, Treibstoffversorgung, Hilfs- und Rettungswesen sowie des Katastrophenschutzes sein. Durch eine Sicherstellung der Kommunikationsmöglichkeit dieser involvierten Akteure soll die Katastrophe besser beherrschbar und ein gemeinsames, abgestimmtes Vorgehen in die Wege geleitet werden.⁸⁶

⁸⁶ SPEU 2022 (siehe (72))

Im Krisenstab sollten alle wichtigen Informationen einer Katastrophe zusammenlaufen. Von dort aus können Informationen an die Einsatzkräfte weitergegeben und notwendige Maßnahmen koordiniert werden. Die Verfügbarkeit von Strom ist nach der Rettung von Leib und Leben eine zentrale Aufgabe in der Bewältigung einer Katastrophe. Dabei stellt ein möglichst genaues Lagebild die Grundlage für die Koordination von temporären Maßnahmen durch die Einsatzkräfte dar. Das Lagebild sollte im besten Fall eine möglichst detaillierte Abgrenzung der betroffenen Gebiete sowie eine Abschätzung der zu erwartenden Dauer des Stromausfalls beinhalten.

Einsatzkräfte (zum Beispiel Feuerwehr, THW, Bundeswehr) in der Krisenbewältigung sind in ihrer Arbeit nicht zwangsläufig auf eine funktionierende Stromversorgung angewiesen. Die Einsatzmittel sind in der Regel darauf ausgelegt, dass diese auch ohne eine externe Stromversorgung funktionieren (zum Beispiel durch mobile Generatoren). Dennoch sind Informationen über die Stromverfügbarkeit für die Einsatzkräfte von großer Bedeutung. Durch die Beschädigung von Komponenten des Stromnetzes können potenzielle Gefahrenstellen entstehen, die die Einsatzmaßnahmen der Einsatzkräfte beeinflussen oder eine Absicherung durch die Einsatzkräfte erfordern. Die Kommunikation der Einsatzkräfte untereinander kann grundsätzlich zwar durch unabhängige Systeme sichergestellt werden, ein großflächiger Stromausfall führt allerdings zu einem Ausfall der darüberhin ausgehenden Kommunikationsmittel. Für viele Betroffene sind die Einsatzkräfte vor Ort in der Katastrophe der erste Ansprechpartner. Informationen über den Stromausfall (Dauer, richtiges Verhalten und so weiter) können so an die Bevölkerung übermittelt werden.

Wie bereits zuvor erwähnt, ist eine starre Kommunikationsstrategie in einem Katastrophenfall durch die dynamischen Rahmenbedingungen nur bedingt umsetzbar. Eine Kommunikationsstrategie muss daher Raum für Änderungen offenhalten. Dabei sollte mit fortlaufender Dauer der Katastrophe der Detaillierungsgrad der zur Verfügung gestellten

Daten zunehmen. Während es zu Beginn im Wesentlichen um ein grobes Lagebild geht, sind für die Einleitung von temporären Maßnahmen bereits detailliertere Daten notwendig. Für die abschließende Schadensbewertung, die auch als Grundlage für die Auswertung der Katastrophe und die Wiederaufbaustrategie dient, sind hochdetaillierte Daten notwendig. Die Übermittlungsform der Daten ist sehr stark durch die katastrophenbedingten Rahmenbedingungen und den Detaillierungsgrad der Daten abhängig. Grundsätzlich sollte dabei auf möglichst kompatible beziehungsweise standardisierte Austauschformate (zum Beispiel: WMS, WfMS, CSV) geachtet werden.

Ebene 2: Betroffene

Sensibilisierung und Warnung der Bevölkerung

Ein weiterer wichtiger Baustein ist die Sensibilisierung der Bevölkerung, damit diese im Katastrophenfall angemessen und schnell auf Warnungen und Gefahren reagieren und sich zuerst selbst helfen kann. So wird beispielsweise empfohlen, Sirenenanlagen wieder in Betrieb zu nehmen. Um die Sensibilisierung der KRITIS-Betreibenden, der öffentlichen Stellen, Hilfsorganisationen sowie der Bevölkerung aus der Theorie in die Praxis zu übertragen, wird zudem das Durchführen einer Katastrophenschutzübung empfohlen.⁸⁷

Für Betroffene stellt ein Stromausfall neben den direkten Auswirkungen der Katastrophe eine zusätzliche Herausforderung dar. Viele Funktionen des alltäglichen Gebrauchs sind eingeschränkt und gängige Informationsquellen nicht mehr vorhanden. Doch gerade während einer Katastrophe haben Bürgerinnen und Bürger ein hohes Bedürfnis nach Informationen jeglicher Art, um die Situation einschätzen zu können und Unsicherheiten zu minimieren. Dazu zählen neben der Information, wann mit der Wiederherstellung der Stromversorgung zu rechnen ist, beispielsweise auch Informationen über die Trink- und Brauchwasserversorgung, Verkehrswege und das allgemeine Schadensausmaß. Es ist somit empfehlenswert, eine zentrale, leistungsfähige Informationsstelle zu be-

⁸⁷ SPEU 2022 (siehe (72))

dienen, die alle relevanten Informationen für Betroffene gebündelt zur Verfügung stellt und kommuniziert. Parallel laufende Einzellösungen verringern nicht nur die Transparenz, sondern erhöhen auch die Gefahr, dass sich Falschmeldungen verbreiten. Eine zentrale Informationsstelle kann im Katastrophenfall durch den Krisenstab betreut werden, wie es mit der öffentlichen Informationsplattform⁸⁸ im Sommer 2021 bereits geschehen ist.

Neben der Kommunikation im Krisenfall besteht ein wichtiger Baustein darin, die Bürgerinnen und Bürger bereits im Vorfeld einer Katastrophe auf potenzielle Auswirkungen eines länger anhaltenden Stromausfalls vorzubereiten und darüber zu informieren, wie damit umzugehen ist. Diese Informationen können den vor Ort lebenden Menschen beispielsweise in einer Notfallbroschüre zur Verfügung gestellt werden (Beispiel: Notfallbroschüre des Kreises Ahrweiler⁸⁹).

Kooperation

Dieser Baustein der Praxishilfe greift die Empfehlung 9 „Intensive Vorbereitung des Katastrophenschutzes und der Wasserwirtschaft auf seltene Hochwasser- und Starkregenereignisse verbessert die Bewältigung dieser Ereignisse.“ aus dem 10-Punkte-Papier⁹⁰ des KAHR-Projekts auf.

Übergreifendes Akteursnetzwerk und Austauschplattform

Die Hochwasserkatastrophe 2021 hat die Notwendigkeit der Zusammenarbeit verschiedener Akteurinnen und Akteure zusätzlich hervorgehoben. Auf die Zusammenarbeit und die Verbindungen und Kenntnisse über- und untereinander sollte vonseiten der kreisfreien Städte, Landkreise und der kreisangehörigen Städte und Gemeinden großer Wert gelegt werden. Diesen handelnden Akteuren

wird daher empfohlen, den Austausch aller Beteiligten untereinander, die einen Beitrag zum Katastrophenschutz oder zum Schutz der KRITIS-Sektoren leisten, zu fördern und zu pflegen.⁹¹ Mithilfe des KAHR-Projekts ist im Hinblick auf diese Thematik unter anderem auch ein „Regionales Katastrophenschutz-Netzwerk zur Bewältigung großer Hochwasser- und Starkregenereignisse“ gegründet worden, welches unterschiedliche Personen und Fachbereiche – aus Wissenschaft und Praxis, von Hilfsorganisationen über kommunale Instanzen bis hin zu überörtlichen Behörden – miteinander vernetzt und zum Austausch anregt⁹².

Zur Vernetzung gehört auch, dass vonseiten der KRITIS-Betreibenden nicht nur auf die eigenen Anlagen und von kommunalen Akteuren nicht nur auf das eigene Hoheitsgebiet geschaut wird, sondern auch systemische und räumliche Wechselwirkungen und kumulative Effekte zwischen Infrastrukturbetreibenden untereinander und zwischen Infrastrukturbetreibenden und Behörden beachtet werden.

⁸⁸ Schüller, A.; Maurer, M.; Schicker, F.; Schürer, D. 2024: Die Digitale Lagekarte - Nutzung eines Geoinformationssystems zur Unterstützung des Katastrophenschutzes im Ahrtal. In: FUB - Flächenmanagement und Bodenordnung, Zeitschrift für Liegenschaftswesen, Planung und Vermessung, Heft 1_2024, Verlag Chmielorz GmbH, Wiesbaden

⁸⁹ Kreisverwaltung Ahrweiler 2022: Was tun im Notfall? Informationen für den Kreis Ahrweiler. Zugriff: <https://kreis-ahrweiler.de/wp-content/uploads/2023/06/KV-Ahrweiler-Booklet-18s-KW2423-Einzelseiten.pdf>; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁹⁰ KAHR 2022 (siehe (47))

⁹¹ SPEU 2022 (siehe (72))

⁹² KAHR – Klima-Anpassung, Hochwasser und Resilienz 2023: Regionales Katastrophenschutz-Netzwerk zur Bewältigung großer Hochwasser- und Starkregenereignisse (H-Kat-Net). Zugriff: <https://www.hochwasser-kahr.de/index.php/de/neuigkeiten/regionalen-katastrophenschutz-netzwerk-zur-bewaeltigung-grosser-hochwasser-und-starkregenereignisse-h-kat-net?highlight=WyJolia-wia2F0liwibmV0II0=>; zuletzt geprüft am 29.08.24

8.4. Maßnahmen für Betreibende sensibler, schutzwürdiger Infrastruktur bei Stromausfall

Die Empfehlung 10 des 10-Punkte-Papiers⁹³ des KAHR-Projektes besagt, „[n]eue Schutzstandards und Schutzziele für Kritische und Sensible Infrastrukturen müssen definiert und das Bewusstsein für ein unvermeidbares Restrisiko muss gestärkt werden“, das heißt, neben den kritischen Infrastrukturen wie der Stromversorgung selbst spielen auch die sensiblen Infrastrukturen eine wichtige Rolle in der Vorsorge, bei der Bewältigung und beim Wiederaufbau.

In großen Teilen decken sich hierbei die Maßnahmenempfehlungen mit denjenigen für kritische Infrastrukturen. So ist es auch für Betreiber sensibler Infrastrukturen sinnvoll, eine Kritikalitätsanalyse durchzuführen, um neuralgische Punkte zu erkennen und Ausfallkaskaden zu identifizieren, sodass diese in einem weiteren Schritt durch geeignete Maßnahmen frühzeitig unterbrochen oder komplett verhindert werden können. Auch der Aufbau einer stromunabhängigen Kommunikationsstruktur, zum Beispiel mittels Satellitentelefonen als Redundanz in der (Notfall-) Kommunikation, mit weiteren, im Rahmen der Ausfallkaskaden und der Ereignisbewältigung relevanten Akteurinnen und Akteuren stellt einen wichtigen Baustein zur Stärkung der Resilienz sensibler Infrastrukturen dar. Die Erstellung von Notfallkonzepten beziehungsweise -plänen und die Durchführung von regelmäßigen Katastrophenübungen mit den weiteren beteiligten Personen können die Betreibenden sowie die Nutzenden auf den Ereignisfall vorbereiten und die Bewältigung desselben erleichtern. Hierbei kann zeitgleich auch die interne Organisation festgelegt beziehungsweise verbessert werden (zum Beispiel Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten im Ereignisfall und im Wiederaufbau). Wenn die Stromversorgung für den Betrieb der sensiblen Infrastruktur beziehungsweise für deren Nutzerinnen und Nutzer essenziell ist, muss zudem für eine im Hochwasser- oder Starkregenfall funktionierende Notstromversorgung gesorgt werden. Das bedeutet, dass diese nicht in überflutungsgefährdeten Infrastruktur- beziehungsweise Gebäudeteilen liegen

darf (zum Beispiel Keller) und im Ereignisfall zusätzlich baulich geschützt werden kann. Je nach Art der Notstromversorgung gilt es außerdem zu bedenken, dass zum Beispiel Notstromaggregate häufig Kraftstoff benötigen, der im Ereignisfall nicht immer zur Verfügung steht. Darüber hinaus ist es, ähnlich wie bei den privaten Hausanschlüssen, sinnvoll, Gebäudeanschlüsse (Strom, gegebenenfalls auch Gas und so weiter) außerhalb des Gebäudes und erhöht zu installieren.

Zur Resilienzsteigerung kann bei der Planung und baulichen Gestaltung außerdem das Kriterium der Redundanz berücksichtigt werden, das heißt es kann geprüft werden, ob zum Beispiel eine Versorgung der sensiblen Infrastruktur durch zwei unabhängige hochwassersichere Ortsnetzstationen möglich ist, sodass im Fall der Beschädigung einer Station noch eine weitere Station für die Versorgung vorhanden ist.

Ein sehr wichtiger Aspekt – und ein Alleinstellungsmerkmal dieses Infrastrukturtyps – ist die Evakuierungsthematik. Da die Nutzerinnen und Nutzer sensibler Infrastrukturen sich nicht oder nur unzureichend selbst retten können, ist die Evakuierung zeit-, personal-, ressourcen- und organisationsintensiv. Daher muss die Evakuierungsfähigkeit – auch unter den erschwerten Bedingungen einer Überflutung und/oder eines Stromausfalls – unbedingt gegeben sein. Ist dies nicht der Fall, sollte eine Standortverlagerung geprüft und nach Möglichkeit vollzogen werden – was sich gerade im Wieder- und Neuaufbau auch anbietet.⁹⁴

⁹³ KAHR 2022 (siehe (47))

⁹⁴ Truedinger, A., Birkmann, J., Fleischhauer, M., and Ferreira, C. 2024: Sensitive infrastructures and people with disabilities – Key issues when strengthening resilience in reconstruction, EGU sphere [preprint]. Zugriff: <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-1607>; zuletzt geprüft am 29.08.24

TEIL V - Empfehlungen – kurz und bündig

Die nachfolgenden Empfehlungen fassen die in Kapitel 8 erläuterten – und zum Teil darüber hinausgehende – Empfehlungen adressatenbezogen zusammen.

... für Betreibende der KRITIS Strom

Ortsnetzstationen und Mittelspannungsleitungen sollten außerhalb der HQ_{extrem}-Gebiete geplant und gebaut werden

Vor 2021 wurden die Ortsnetzstationen und Mittelspannungsleitungen, beispielsweise des Verteilnetzbetreibers Westnetz GmbH, auf Grundlage der HQ₁₀₀-Marke geplant. Da dies jedoch im Fall des Hochwassers 2021 nicht ausgereicht hat – und aufgrund des Klimawandels auch immer häufiger nicht ausreichen wird, sollte in Zukunft mindestens auf Grundlage der HQ_{extrem}-Marke geplant werden.

Schutz von Bauteilen

Wenn nicht außerhalb der HQ_{extrem}-Gebiete gebaut werden kann, sollten die Bauteile mit entsprechenden Maßnahmen gegen Hochwasser geschützt werden.

Trennungsmöglichkeit

Netzbereiche sollten in Hochwassergebieten so ausgeführt werden, dass diese von nicht-betroffenen Bereichen getrennt werden können.

Niederspannungshausanschlüsse außerhalb der Keller installieren

Niederspannungshausanschlüsse sollten außerhalb der Keller installiert werden, sodass sie einerseits weniger überflutungsgefährdet sind und andererseits nach einem Ereignis schneller und einfacher gewartet werden können.

Berücksichtigung der Starkregengefahr

Neben der Hochwassergefahr gilt es auch die Starkregengefahr bei der Planung von Strominfrastruktur zu berücksichtigen. Hierbei können bei Vorhandensein Starkregen- beziehungsweise Sturzflutgefahrenkarten herangezogen oder andernfalls Modellierungen und Gutachten beauftragt werden. Die entsprechenden Maßnahmen decken sich mit den Maßnahmen in Bezug auf Hochwas-

ser (Ausweichen: Standortverlagerung – horizontal, falls nicht möglich vertikal; Anpassen der Technologie; Zu-/Abschaltungsmöglichkeiten und so weiter).

... für Betreibende abhängiger, kritischer und sensibler Infrastrukturen

Kritikalitätsanalyse

Die Durchführung einer Kritikalitätsanalyse dient der Identifizierung von Kaskaden und Kaskadeneffekten, sodass anschließend Ansatzpunkte und Maßnahmen zur Unterbrechung der Kaskaden abgeleitet werden können. Bei sensiblen Infrastrukturen wäre analog dazu der Grad der Sensibilität zu ermitteln.

Kommunikationsstruktur und Vernetzung

Der Aufbau einer stromunabhängigen Kommunikationsstruktur mit weiteren, im Rahmen der Bewältigung und der für die Ausfallkaskaden relevanten Akteurinnen und Akteure sowie die Vernetzung mit diesen stellen zwei weitere, wichtige Bausteine zur Erhöhung der Resilienz dar.

Konzepte und Übungen

Die Erstellung von Notfallkonzepten zur Vorbereitung auf und für die bessere Bewältigung eines Ereignisses ist essenziell – ebenso die Durchführung von Katastrophenschutzübungen unter Einbezug der weiteren beteiligten Akteurinnen und Akteure.

Redundanzen herstellen

Nach Möglichkeit sollten Redundanzen, zum Beispiel durch die Versorgung durch zwei Trafostationen oder Ortsnetzstationen oder die Einrichtung einer baulich geschützten und überflutungssicheren Notstromversorgung, hergestellt werden.

Evakuierungsfähigkeit sicherstellen

Gerade bei sensiblen Infrastrukturen muss unbedingt die Evakuierungsfähigkeit im Ereignisfall sichergestellt sein, das heißt es müssen unter anderem ausreichend Vorwarnzeit, Personal und Technik (zum Beispiel Evakuierungsstühle) vorhanden sein. Die Evakuierungsfähigkeit kann zum Beispiel durch Evakuierungsübungen (nicht nur für den Brandfall, sondern auch für den Überflutungsfall) regelmäßig überprüft werden. Bei unzureichender

Evakuierungsfähigkeit sollte eine Standortverlagerung geprüft und vollzogen werden.

... für Kommunen (Städte, Gemeinden und Kreise)

Kommunale KRITIS identifizieren und schützen

Durch das Klimaanpassungsgesetz und die Verpflichtung, auf kommunaler Ebene Klimaanpassungskonzepte zu erstellen (vergleiche Kapitel 2), sollte definiert werden, welche Infrastrukturen im kommunalen Kontext einen hohen Grad an Schutzwürdigkeit aufweisen. Starkregen- sowie Hochwassergefahrenkarten (vergleiche Kapitel 4) müssen miteinbezogen werden und ein überörtliches Denken, über die administrativen Grenzen hinaus, ist unabdingbar. So sollten Kaskadeneffekte infolge Infrastrukturausfall beachtet werden. Die Tabelle im Anhang dient als erste Übersicht über schutzwürdige und von der Stromversorgung abhängige Infrastruktur. Es empfiehlt sich, ein KRITIS-Kataster auf kommunaler Ebene zu erstellen. Zusätzlich sollten Schutzziele erarbeitet, in Bezug auf KRITIS Priorisierungsentscheidungen getroffen und aus Schutzziele und Priorisierungen abgeleitete Maßnahmen erarbeitet und umgesetzt werden.

Notfallkommunikation sicherstellen

Die Notfallkommunikation kann zum Beispiel durch die Anschaffung von Satellitentelefonen sichergestellt werden, um die Kommunikation zu einem zentral eingerichteten Katastrophenstab und zu den Rettungskräften aufrecht erhalten zu können.

Notstromversorgung

Die Anschaffung von Notstromaggregaten, welche gut zugänglich und an verschiedenen Orten im Einzugsgebiet lokalisiert werden sollten, erhöht ebenfalls die Hochwasserresilienz auf der kommunalen Ebene.

Bauleitplanung

Im Sinne der risikobasierten Bauleitplanung (sprich Bebauungs- und Flächennutzungspläne) kann der Neubau von Anlagen, die als kritische oder sensible Infrastrukturen anzusehen sind, in Gebieten verhindert werden, in denen es ein erhöhtes Risiko für (Natur-) Gefahren gibt, die einen Ausfall bezie-

hungsweise Funktionseinschränkungen der Einrichtung herbeiführen könnten. Leitungsgebundene Infrastrukturen können, sofern sie einer Baugenehmigung bedürfen, in gefährdeten Gebieten nicht gebündelt zugelassen werden, um die Redundanz beziehungsweise Versorgungssicherheit zu erhöhen. Außerdem kann in Bebauungsplänen auch die Freihaltung von Flächen sowie die hochwasserangepasste Bauweise von Evakuierungsrouten und Gebäuden festgesetzt werden.

Im Wiederaufbau kann §246c BauGB genutzt werden, welcher zum Beispiel hochwasserangepasste Bauweisen und geringfügige Standortverlagerungen ermöglicht. Bei öffentlicher Infrastruktur sollten allerdings auch weitergehende Standortverlagerungen in Bereiche außerhalb des HQ_{extrem}-Gebiets geprüft werden.

Städtebauliche Maßnahmen

Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen können auch zur Ertüchtigung oder Verlagerung sensibler und kritischer Infrastruktur genutzt werden, insbesondere im Bestand. Zum Zweck der Klimaanpassung kann darüber hinaus zielgerichtet in Bestandsgebiete eingegriffen werden. Durch Gestaltungssatzungen können Kommunen außerdem Vorgaben für die Entwicklung von (Teil-) Bereichen machen und so zum Beispiel den Einsatz hochwasserangepasster Materialien fordern. Daneben können Kommunen auch verschiedene informelle Instrumente wie Stadtentwicklungskonzepte nutzen, um die Resilienz kritischer und sensibler Infrastrukturen zu fördern.

Übungen

Auch auf Ebene der Kommunen empfiehlt sich die Durchführung von Katastrophenschutzübungen und Stabsübungen unter Einbezug der weiteren beteiligten Akteurinnen und Akteure inklusive der Klärung der Verantwortlichkeiten und Erreichbarkeiten (zum Beispiel Ersatz in der Urlaubszeit).

Kommunikationsstrukturen

Eine klare und funktionierende Kommunikationsstruktur, auch in Bezug auf die Bevölkerung (siehe Risikokommunikation), ist essenziell.

Übergreifendes Akteursnetzwerk und Austauschplattform

Die Hochwasserkatastrophe 2021 hat die Notwendigkeit der Zusammenarbeit verschiedener Akteurinnen und Akteure zusätzlich hervorgehoben. Auf die Zusammenarbeit und die Verbindungen und Kenntnisse über- und untereinander sollte von Seiten der Landkreise, Städte und Gemeinden großer Wert gelegt werden. Daher wird empfohlen, die relevanten Akteurinnen und Akteure der kritischen und sensiblen Infrastrukturen zu identifizieren und zu vernetzen sowie den Austausch aller beteiligten Personen, die einen Beitrag zum Katastrophenschutz oder den KRITIS-Sektoren leisten, zu fördern und zu pflegen.

Information der Bevölkerung

Kommunen sollten dafür sorgen, dass (verständliche) Informationen für die Bevölkerung und Infrastrukturbetreiber vor, während und nach einem Ereignis zur Verfügung stehen.

Sensibilisierung für Katastrophen und Warnung

Frühwarnung und das Verhalten während einer Katastrophe sollten bereits in Schulen als fester Bestandteil des Unterrichts etabliert werden. Warnsignale müssen erklärt und Kinder und Jugendliche damit vertraut gemacht werden, um diese richtig deuten zu können. Auch der Zugang zu Karten, Apps und digitalen Diensten muss allen Bevölkerungsgruppen barrierefrei zur Verfügung stehen. Nach einer Katastrophe ist es außerdem sinnvoll, eine Erinnerungskultur zu pflegen, um das Risikobewusstsein aufrechtzuerhalten.

Selbsthilfepotenzial und Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung durch Aufklärung und Sensibilisierung stärken

Die Bevölkerung sollte stetig aufgeklärt und sensibilisiert werden, nicht nur für potenzielle Katastrophen, sondern auch für Warnungen – und wie im Falle einer Warnung zu handeln ist. Dadurch soll vor allem die Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung gestärkt werden. Dazu gehören neben einer baulichen Vorsorge und einer Eigenversorgung bei anhaltendem Ausfall kritischer Infrastruktur (zum Beispiel Vorräte, Kommunikationswege) auch die Notstromversorgung, insbesondere, wenn elektronische Geräte (lebens-) notwendig sind.

... für die Regionalplanung

Definition und Identifizierung regional bedeutsamer KRITIS

Das Zentrale-Orte-Konzept und die Standorte und Netze kritischer Infrastrukturen dürfen nicht getrennt voneinander betrachtet werden. Zudem muss die Lücke zwischen nationaler und KRITIS-Betreiber-Ebene geschlossen werden. Angesichts des besonderen Schutzerfordernisses von KRITIS gegenüber Krisen beziehungsweise Extremereignissen und deren Bedeutung zur Sicherung der Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems ist es daher notwendig, regional bedeutsame KRITIS zu definieren, zu identifizieren und anschließend entsprechend zu schützen.

Festlegungen

Die Regionalplanung kann Festlegungen für überschwemmungsgefährdete Bereiche zur Risikominderung treffen und so zum Beispiel sensible Einrichtungen oder Einrichtungen mit hoher Kritikalität in gefährdeten Bereichen ausschließen. Es können darüber hinaus auch Gebiete festgelegt werden, in denen sensible oder kritische Einrichtungen besonders zu schützen oder gar zurückzubauen oder hochwasserangepasst zu errichten sind (siehe Regionalplan Leipzig-West Sachsen).

Zudem kann durch die Regionalplanung die Forderung umgesetzt werden, dass kritische und sensible, stromabhängige Infrastrukturen nur durch redundante Strukturen beziehungsweise Strominfrastruktur außerhalb der HQ_{extrem}-Gebietskulisse versorgt werden dürfen, wodurch das Problem der indirekten Betroffenheit infolge von Kaskadeneffekten angegangen wird. Kurz und knapp: Kein Krankenhaus oder ähnliches am Ende einer Stichleitung!

Literaturverzeichnis

Ahrtal Werke 2022: Provisorische Stromversorgung seit 19.08. wiederhergestellt. Zugriff: <https://ahrtalwerke.de/aktuelles/stand-stromnetz-wiederherstellung>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Ärzte Zeitung 2021: Ärzte praktizieren nach der Flut mit einfachsten Mitteln. Zugriff: <https://www.aerztezeitung.de/Politik/Aerzte-praktizieren-nach-der-Flut-mit-einfachsten-Mitteln-421824.html>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion RLP 2023: EU Road Mapping – Hochwasser in Ahrweiler: So groß ist der Schaden. Zugriff: <https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/flut-in-ahrweiler-so-gross-ist-der-schaden-104.html>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Januar 2023 (BGBl. 2023 I Nummer 6) geändert worden ist

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik 2024: Was sind Kritische Infrastrukturen? Zugriff: <https://www.bsi.bund.de/dok/kritis-kompakt>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) 2009: Kritische Infrastrukturen. Zugriff: [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/KRITIS-und-regulierte-Unternehmen/Kritische-Infrastrukturen/kritis_node.html#:~:text=Kritische%20Infrastrukturen%20\(%20KRITIS%20\)%20sind%20Organisationen,an-dere%20dramatische%20Folgen%20eintreten%20w%C3%BCrden](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/KRITIS-und-regulierte-Unternehmen/Kritische-Infrastrukturen/kritis_node.html#:~:text=Kritische%20Infrastrukturen%20(%20KRITIS%20)%20sind%20Organisationen,an-dere%20dramatische%20Folgen%20eintreten%20w%C3%BCrden); zuletzt geprüft am 29.08.24

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe 2024: KRITIS. Zugriff: https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/KRITIS/irm-projektbericht-fw-muelheim.pdf?__blob=publicationFile&v=4; zuletzt geprüft am 29.08.24

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe 2013: Abschätzung der Verwundbarkeit gegenüber Hochwasserereignissen auf kommunaler Ebene. Zugriff: https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/PIB/PiB-04-hochwasser-kommuna-ebene.pdf?__blob=publicationFile&v=7; zuletzt geprüft am 29.08.24

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2021: Klimaanpassungsstrategie. Zugriff: <https://www.rheinisches-revier.de/wp-content/uploads/2024/05/Klimaanpassungsstrategie-RR-Vorabzug.pdf>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Bundesklimaanpassungsgesetz 2023: Vorhaben im Bundestag. Zugriff: <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2023/kw46-de-bundesklimaanpassungsgesetz-976584>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2024: Hochwasservorsorge: Risikovorsorge gegenüber Hochwasser und Starkregenereignissen durch Raumordnung verbessern. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/moro/jahr/2022/klimawandel-energie-wende-gestalten/downloads/steckbrief-hochwasservorsorge.pdf?__blob=publicationFile&v=4; zuletzt geprüft am 29.08.24

Bundesministerium des Innern und für Heimat (BMI): Bevölkerungsschutz 2024: Katastrophenschutz-Node. Zugriff: <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/bevoelkerungsschutz/zivil-und-katastrophenschutz/gefahrenabwehr-und-katastrophenschutz/gefahrenabwehr-und-katastrophenschutz-node.html>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Bundesministerium des Innern und für Heimat 2023: EU-Richtlinien zum Schutz Kritischer Infrastrukturen. Zugriff: <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/kurzmeldungen/DE/2023/01/eu-richtlinien-kritis.html>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Bundesministerium des Innern und für Heimat 2023: Entwurf eines Gesetzes zur Umsetzung der CER-Richtlinie und zur Stärkung der Resilienz kritischer Anlagen- Zugriff: <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/DE/KRITIS-DachG.html>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen 2022: Hochwasserschutzfibel – Objektschutz und bauliche Vorsorge. Zugriff: https://www.fib-bund.de/Inhalt/Themen/Hochwasser/2022-02_Hochwasserschutzfibel_9.Auflage; zuletzt geprüft am 29.08.24

Datenportal des Deutschen Wetterdienstes 2024: Darstellung der Datenlage durch RLP-KfK & LfU RLP im Zeitraum der Bericht-erstattung. Zugriff: <https://www.kwis-rip.de>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Der Paritätische Gesamtverband 2023: Bedarfe vulnerabler Bevölkerungsgruppen im Katastrophenfall. Zugriff: https://www.der-paritaetische.de/fileadmin/user_upload/171215_Positionspapier_Katastrophenfall_Bedarfe_vulnerable_Personengruppen_final.pdf

Deutsches Komitee Katastrophenvorsorge e.V. 2022: Informationen zur Flutkatastrophe im Ahrtal. Zugriff: https://dkkv.org/wp-content/uploads/2023/02/Anfrage_Opfer-_und_Schadensdaten_der_Flut_2021.pdf; zuletzt geprüft am 29.08.24

Europäische Union 2022: Richtlinie 2022/2557. Zugriff: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2557>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Europäische Union 2007: Richtlinie 2007/60/EG. Zugriff: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:de:PDF>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Fekete, A 2018: Urban Disaster Resilience and Critical Infrastructure. Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg. S. 31

Veränderte Darstellung nach Fekete, A 2018: Urban Disaster Resilience and Critical Infrastructure. Julius-Maximilians-Universität Würzburg. S. 31

General-Anzeiger 2022: Bilanz des Schreckens an der Ahr. Zugriff: https://ga.de/region/ahr-und-rhein/flutschaden-bilanz-des-schreckens-an-der-ahr_aid-64945969; zuletzt geprüft am 29.08.24

General-Anzeiger 2021: Apotheken und Ärzte öffnen wieder. Zugriff: https://ga.de/news/panorama/so-laeuft-die-medizinische-versorgung-in-den-flutregionen_aid-61728403; zuletzt geprüft am 29.08.24

Gerhold, L.; Hartmann, J.; Thiebes, B.; Thieken, A. H. 2019: DESKRIS - Definition von Schutzzielen für Kritische Infrastrukturen - Forschungsstand, rechtlicher Rahmen und politische Entscheidungsfindung. Bonn. BBK: Forschung im Bevölkerungsschutz; Band 28. Zugriff: https://www.researchgate.net/profile/Lars-Gerhold-2/publication/349822466_Definition_von_Schutzzielen_fur_Kritische_Infrastrukturen/links/605b8c8b299bf17367685ba6/Definition-von-Schutzzielen-fuer-Kritische-Infrastrukturen.pdf; zuletzt geprüft am 29.08.24

Godschalk, D. R. 2002: Urban hazard mitigation: Creating resilient cities. Plenary paper presented at the Urban Hazards Forum, John Jay College, City University of New York, January 22–24, 2002. S. 5

Greiving, S.; Fleischhauer, M.; Hartz, A.; Terfrüchte, T. 2023: Resiliente Raum- und Infrastrukturen gestalten. Neue Flächenansprüche in der Zeitenwende. Informationen zur Raumentwicklung, 2023. S. 34f.

Greiving, S.; Kruse, P.; Othmer, F.; Fleischhauer, M.; Fuchs, M. 2023: Implementation of Risk-Based Approaches in Urban Land Use Planning - The Example of the City of Erfstadt, Germany. Sustainability 2023, 15, 15340. S. 4. Zugriff: <https://doi.org/10.3390/su152115340>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Greiving, S.; Hartz, A.; Saad, S.; Hurth, F.; Fleischhauer, M. 2016: Developments and Drawbacks in Critical Infrastructure and Regional Planning. J. Extrem Events 2016, 3, S. 1–24

Henstra, D.; Kovacs, P.; McBean, G.; Sweeting, R. 2004: Background paper on disaster resilient cities, Institute for Catastrophic Loss Reduction, prepared for Infrastructure Canada, Research and Analysis Division, Ottawa. S. 5

Hochwasserrisikomanagement Baden- Württemberg 2023: Alarm- und Einsatzplanung. Zugriff: <https://www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de/alarm-und-einsatzplanung>; zuletzt geprüft am 29.08.24

KAHR – Klima-Anpassung, Hochwasser und Resilienz 2023: Regionales Katastrophenschutz-Netzwerk zur Bewältigung großer Hochwasser- und Starkregenereignisse (H-Kat-Net). Zugriff: <https://www.hochwasser-kahr.de/index.php/de/neuigkeiten/regionalen-katastrophenschutz-netzwerk-zur-bewaeltigung-grosser-hochwasser-und-starkregenereignisse-h-kat-net?highlight=WyJoliwia2F0liwibmV0II0=>; zuletzt geprüft am 29.08.24

KAHR – Klima-Anpassung, Hochwasser und Resilienz 2022: 10 Empfehlungen aus Sicht der Wissenschaft zum Thema Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit der flutbetroffenen Regionen. Zugriff: <https://hochwasser-kahr.de/index.php/de/neuigkeiten/10-empfehlungen>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Kreisverwaltung Ahrweiler 2022: Was tun im Notfall? Informationen für den Kreis Ahrweiler. Zugriff: <https://kreis-ahrweiler.de/wp-content/uploads/2023/06/KV-Ahrweiler-Booklet-18s-KW2423-Einzelseiten.pdf>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Kruse, P.; Schmitt, H.; Greiving, S. 2021: Systemic criticality – A new assessment concept improving the evidence basis for CI protection. Climatic Change, 2021, 165. S. 2

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen 2024: Klimaatlas Nordrhein-Westfalen. Zugriff: <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Landesamt für Umwelt des Landes Rheinland-Pfalz 2024: Sturzflutgefahrenkarten. Zugriff: <https://wasserportal.rlp-umwelt.de/auskunftssysteme/sturzflutgefahrenkarten/sturzflutkarte>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Landtag Rheinland-Pfalz 2022: Drucksache des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität. Zugriff: <https://dokumente.landtag.rlp.de/landtag/drucksachen/3437-18.pdf> S.11ff; zuletzt geprüft am 29.08.24

Marienhäuser Krankenhaus GmbH 2021: Klinikbetrieb nach Hochwasser wiederhergestellt. Zugriff: <https://www.marienhauer-krankenhaus.de/pressemitteilung/klinikbetrieb-nach-hochwasser-wiederhergestellt>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Ministerium des Inneren, für Digitalisierung und Kommunen des Landes Baden-Württemberg 2020: Informationen für KRITIS-Betreiber. Zugriff: <https://im.baden-wuerttemberg.de/de/sicherheit/krisenmanagement/kritische-infrastrukturen/kritis-betreiber>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Ministerium für Umwelt Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen 2024: Hochwasserkarten. Zugriff: <https://www.giscloud.nrw.de/arcgis/apps/experiencebuilder/experience/?id=8e3c1cee6c944400bbd93dbbe1838842>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität des Landes Rheinland-Pfalz 2024: Hochwassergefahrenkarten. Zugriff: <https://hochwassermanagement.rlp-umwelt.de/servlet/is/200041>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität des Landes Rheinland-Pfalz 2024: Hochwassermanagement. Zugriff: <https://hochwassermanagement.rlp-umwelt.de/servlet/is/200041>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität des Landes Rheinland-Pfalz 2023: Auskunftssysteme. Zugriff: <https://geoportal-wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität des Landes Rheinland-Pfalz 2023: Sturzflutgefahrenkarten für Rheinland-Pfalz. Zugriff: <https://wasserportal.rlp-umwelt.de/auskunftssysteme/sturzflutgefahrenkartenerportal>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Prognos AG 2022: Schäden der Sturzfluten und Überschwemmungen im Juli 2021 in Deutschland. Eine ex-post Analyse. Projektbericht „Kosten durch Klimawandelfolgen“. Zugriff: https://www.prognos.com/sites/default/files/2022-07/Prognos_KlimawandelfolgenDeutschland_Detailuntersuchung%20Flut_AP2_3b_.pdf; zuletzt geprüft am 29.08.24

Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nummer 88) geändert worden ist. Zugriff: https://www.gesetze-im-internet.de/rog_2008/ROG.pdf; zuletzt geprüft am 29.08.24

Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen 2021: Regionalplan Leipzig-West Sachsen, S. 132; 147 f.

Rhein-Zeitung 2022: Wenn die eigene Wohnung zum Gefängnis wird: Bad Neuenahrer Senioren können seit Flut ihr Haus kaum verlassen. Zugriff: https://www.rhein-zeitung.de/region/aus-den-lokalredaktionen/kreis-ahrweiler_artikel,-wenn-die-eigene-wohnung-zum-gefaengnis-wird-bad-neuenahrer-senioren-koennen-seit-flut-ihr-haus-kaum-ve-_arid,2384318.html; zuletzt geprüft am 29.08.24

Rhein-Zeitung 2021: Fünf Altenzentren sind unbewohnbar: Ihre „idyllische Lage“ wurde ihnen zum Verhängnis. Zugriff: https://www.rhein-zeitung.de/region/aus-den-lokalredaktionen/kreis-ahrweiler_artikel,-fuenf-altenzentren-sind-unbewohnbar-ihre-idyllische-lage-wurde-ihnen-zum-verhaengnis-_arid,2293849.html; zuletzt geprüft am 29.08.24

Schmitt, H.C. 2019: Systemisches Kaskadenpotenzial von Kritis-Teilsektoren. Informationen zur Raumentwicklung 2019, 49; BBK. S 77

Schüller, A.; Maurer, M.; Schicker, F.; Schürer, D. 2024: Die Digitale Lagekarte - Nutzung eines Geoinformationssystems zur Unterstützung des Katastrophenschutzes im Ahrtal. In: FUB - Flächenmanagement und Bodenordnung, Zeitschrift für Liegenschaftswesen, Planung und Vermessung, Heft 1_2024, Verlag Chmielorz GmbH, Wiesbaden

Seniorenzentrum Maranatha 2024: Drucksache – Ausnahmezustand durch Flutkatastrophe. Zugriff: <https://www.maranatha.de/ausnahmezustand-durch-flutkatastrophe>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Studierendenprojekt Euskirchen 2022: Integration der systemischen Kritikalität in die Planung - Handlungsempfehlungen für den Wiederaufbau und den Hochwasserschutz des KRITIS-Sektors Gesundheit in der Stadt Euskirchen. Endbericht des Studierendenprojekts, Dortmund.

SysKa – Integration systemischer Kritikalität in die Katastrophenschutzplanung 2024: Planungshandreichung. Zugriff: https://www.sifo.de/sifo/de/foerderung/sifolife/syska-stadt-bochum/syska-stadt-bochum_node.html; zuletzt geprüft am 29.08.24

Tradowsky, J.S., Philip, S.Y., Kreienkamp, F. 2021: Attribution of the heavy rainfall events leading to severe flooding in Western Europe during July 2021. *Climatic Change* 176, 90 (2023). Zugriff: <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03502-7>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Truedinger, A., Birkmann, J., Fleischhauer, M., and Ferreira, C. 2024: Sensitive infrastructures and people with disabilities – Key issues when strengthening resilience in reconstruction, *EGUsphere* [preprint]. Zugriff: <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-1607>; zuletzt geprüft am 29.08.24

United Nations Office for Disaster Risk Reduction 2023: Sendai Framework Terminology on Disaster Risk Reduction: Vulnerability. Zugriff: <https://www.undrr.org/terminology/vulnerability>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Verband der Feuerwehren in NRW e. V. 2021: Katastrophenschutz in Nordrhein-Westfalen - Vorschläge für eine Weiterentwicklung. Zugriff: https://www.feuerwehrverband.nrw/fileadmin//Downloads/Verband/Themen/Verband/2021-10_VF_Verbesserungsvorschlaege_Katastrophenschutz.pdf; zuletzt geprüft am 29.08.24

Verordnung des BSI zu Kritischen Infrastrukturen vom 22. April 2016 (BGBl. I S. 958), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 29. November 2023 (BGBl. 2023 I Nummer 339) geändert worden ist. Zugriff: <https://www.gesetze-im-internet.de/bsi-kritisv/BSI-KritisV.pdf>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Verordnung über die Raumordnung im Bund für einen länderübergreifenden Hochwasserschutz (BRPHV), 19. August 2021, mit Länderübergreifender Raumordnungsplan für den Hochwasserschutz (Anlage zur Verordnung über die Raumordnung im Bund für einen länderübergreifenden Hochwasserschutz) vom 19. August 2021 (BGBl. I S. 3712)

Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Januar 2023 (BGBl. 2023 I Nummer 5) geändert worden ist

Wirtschaftsministerium des Landes Baden-Württemberg 2024: Liste Kritischer Infrastrukturen. Zugriff: https://wm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-wm/intern/Dateien_Downloads/KRITIS-Liste_BW.pdf; zuletzt geprüft am 29.08.24

Zeit Online 2021: Die Wasserversorgung ist ein großes Dilemma. Zugriff: <https://www.zeit.de/gesellschaft/2021-07/evakuierte-klinik-bad-neuenahr-hochwasser-azt-nabard-faiz-wasserversorgung>; zuletzt geprüft am 29.08.24

Anhang

Auswahl schutzwürdiger, von der Stromversorgung abhängiger Infrastrukturen

Die nachfolgende Tabelle enthält kritische Sektoren, Branchen und Dienstleistungen sowie ausgewählte Beispiele. Die Tabelle baut auf der KRITIS-Liste Baden-Württemberg⁹⁵ auf, die anlässlich der Covid-19-Pandemie veröffentlicht und um Erkenntnisse aus einem Kurzzeitprojekt des BBK⁹⁶ ergänzt wurde. Die Liste Baden-Württembergs ist sehr umfangreich, da sie dazu dienen sollte, letztlich alle wichtigen Dienstleistungen während der Pandemie, und somit auch für einen längeren Zeitraum, weiter betreiben zu können und das Personal weniger stark einzuschränken als das von anderen, für die Gesellschaft weniger wichtigen Einrichtungen. Daher umfasst die Liste neben „rein kritischen“ Infrastrukturen beziehungsweise Dienstleistungen auch weitere schutzwürdige Infrastrukturen und Dienstleistungen, wie zum Beispiel das Beispiel „Einrichtungen für Menschen mit Behinderung“ zeigt. Jedoch fehlen aufgrund des Pandemie-Kontexts im Vergleich mit

Tabelle 1 (vier schutzwürdige Infrastrukturtypen) Infrastrukturen aus dem Bereich „Kulturerbe“. So können sowohl ein längerfristiger Stromausfall als auch eine Überschwemmung ein Problem für beispielsweise Archive und Museen darstellen (ein Stromausfall ist insofern problematisch, dass zum Beispiel der Brandschutz oder der Einbruchschutz nicht mehr gegeben sein könnte). Wichtig ist, dass gerade die dargestellten Beispiele nur eine Auswahl von Infrastrukturen darstellen. Eine umfangreichere Auflistung ist der KRITIS-Liste Baden-Württembergs zu entnehmen – doch auch diese kann, unter anderem in Bezug auf die in dieser Praxishilfe angesprochene Thematik (siehe zum Beispiel Kulturerbe), keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

Auflistung verschiedener kritischer Infrastrukturen sowie weiterer Sektoren, den zugehörigen Branchen und (kritischen) Dienstleistungen sowie verschiedener Beispiele von Infrastrukturen und Einrichtungen, die während eines Stromausfalls und während sowie nach einer Überschwemmung besondere Aufmerksamkeit, Schutz-, Sofort- und Wiederherstellungsmaßnahmen erfordern können.

Sektor	Branche	Kritische Dienstleistung	Ausgewählte Beispiele
Energie	Elektrizität	Stromversorgung (einschließlich Kraftwerks- und Netzbetrieb)	Erzeugungsanlagen, Übertragungsnetz, Verteilernetz
	Gas	Gasversorgung	Gasspeicher, Gasverteilernetz
	Mineralöl	Kraftstoff- und Heizölversorgung	Raffinerie, Tankstellen
	Fernwärme	Fern- und Nahwärmeversorgung	Wärmenetz
Wasser	Öffentliche Wasserversorgung	Trinkwasserversorgung	Wasserwerk, Labor
	Öffentliche Abwasserentsorgung	Abwasserbeseitigung	Kläranlage
	Wasserwirtschaft	Hochwasserschutz	
Ernährung	Ernährungswirtschaft	Lebensmittelversorgung	

⁹⁵ Wirtschaftsministerium des Landes Baden-Württemberg 2024: Liste Kritischer Infrastrukturen. Zugriff: https://wm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-wm/intern/Dateien_Downloads/KRITIS-Liste_BW.pdf; zuletzt geprüft am 29.08.24

⁹⁶ Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe 2024: KRITIS. Zugriff: https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/KRITIS/irm-projektbericht-fw-muelheim.pdf?__blob=publicationFile&v=4; zuletzt geprüft am 29.08.24

Sektor	Branche	Kritische Dienstleistung	Ausgewählte Beispiele
	Lebensmittelhandel		
Informations- technik und Telekommunikation	Informationstechnik, Telekommunikation	Sprach- und Datenübertragung	Zugangsnetze, Übertragungsnetze
		Datenspeicherung und - verarbeitung	Rechenzentrum
Gesundheit	Medizinische Versorgung	Stationäre medizinische Versorgung	Krankenhaus, Reha- Einrichtungen, Einrichtung für Menschen mit Behinderung
		Ambulante medizinische Versorgung	Hausarzt (zum Beispiel für Rezepte), niedergelassener Facharzt, MVZ, Homecare-Unternehmen (insbesondere wenn Versorgung von Patientinnen und Patienten mit Apnoe- oder Sauerstoffgeräten)
		Ausstattung medizinischer Einrichtungen	
	Arzneimittel und Medizinprodukte	Versorgung mit Medizinprodukten (Verbrauchsgüter), medizinischen Hilfsmitteln, medizinischen Geräten	
		Versorgung mit Arzneimitteln und Blut- und Plasmakonzentraten (Anwendung im oder am menschlichen Körper)	Apotheke, Anlage oder System zur Entnahme und Weiterverarbeitung von Blutspenden
	Labore	Laboratoriumsdiagnostik	Labor
	Pflege	Ambulante Pflege	Mobiler Pflegedienst
		Stationäre Pflege	Betreutes Wohnen, Altenheim, Pflegeheim
	Hygiene	Versorgung mit ... Desinfektionsmitteln, Waschmitteln, Reinigungsmitteln, Artikeln zur Körperpflege, Hygieneartikeln	
		Schutzausrüstung (neben CE-zertifizierter Schutzausrüstung auch Schutzausrüstung, die den europäischen Schutzstandards entspricht oder nachweislich bei der Bekämpfung der vorliegenden Lage helfen kann)	Anm.: Corona-bedingt enthalten
	Forschung und Entwicklung in der Medizin	Forschung und Entwicklung	
Finanz- und Versicherungs- wesen	Banken, Finanzdienstleister	Bargeldversorgung	Autorisierungssystem einer Abhebung (Bargeld bei Stromausfall Zahlungsmittel Nummer 1)

Sektor	Branche	Kritische Dienstleistung	Ausgewählte Beispiele
		kartengestützter Zahlungsverkehr	Autorisierungssystem, System zur Anbindung an ein Interbanken-Zahlungsverkehrssystem
		konventioneller Zahlungsverkehr	System zur Annahme einer Überweisung oder Lastschrift
		Kreditvergabe	
	Banken, Finanzdienstleister, Börsen	Wertpapier- und Derivatgeschäfte	
	Versicherungen	Versicherungsdienstleistungen und Maklerleistungen	
	Versorgungskassen	Versorgungskassen	
Transport und Verkehr	Luftfahrt, Seeschifffahrt, Binnenschifffahrt, Schienenverkehr, Straßenverkehr, Logistik	Personenverkehr, Güterverkehr	Personen- oder Güterbahnhof, Straßennetz (v.a. überregional bedeutsame Verbindungen und für den Katastrophenschutz und die Rettung bedeutsame Verbindungen), ÖPNV, Logistikzentrum
		Satellitennavigationssysteme und satellitengestützte Positions-, Navigations- und Zeit-Dienste	Satellitennavigationssystem
		Meteorologische Dienste	Anlage zur Wettervorhersage
		Sonstige	
Medien und Kultur	Rundfunk (Fernsehen und Radio), Gedruckte und elektronische Presse Soziale Medien	Warnung und Alarmierung	Rundfunkanstalten, Zeitungsverlage
		Versorgen mit Informationen	
		Herstellen von Öffentlichkeit	
	Kulturgut (Archive, Museen, Bibliotheken, Kulturdenkmale und Kulturdenkmalorte)	Aufbewahrung identitätsstiftender Kulturgegenstände und Dokumente	Archive, Museen, Bibliotheken
		Langzeitsicherung und -lagerung von mikroverfilmten Dokumenten der deutschen Geschichte gemäß Haager Konvention zum Schutz von Kulturgut	Archive
Staat und Verwaltung	Regierung und Verwaltung (Exekutive)	Umsetzung von Recht im Rahmen der Eingriffs- und Leistungsverwaltung	
	Notfall- und Rettungswesen einschließlich Katastrophenschutz	(Polizeiliche und nicht-polizeiliche) Gefahrenabwehr	
		Verteidigung	
	Parlament (Legislative)	Gesetzgebung	
		Kontrolle der Regierung	
	Judikative und Justizeinrichtungen	Rechtsprechung und deren Vollzug	

Sektor	Branche	Kritische Dienstleistung	Ausgewählte Beispiele
Abfallwirtschaft	Abfallverwertung und Abfallbeseitigung	Erfassung, Lagerung, Verwertung, Beseitigung	Unternehmen im Zusammenhang mit der Erfassung, der Lagerung, dem Transport, der Verwertung und der Beseitigung von Abfällen
Sonstige	Sonstige	Sonstige (Sofern nicht bereits anderweitig erfasst)	Betriebe mit Bereichen, die der Störfallverordnung unterfallen; Produktionsanlagen in der chemischen Industrie; kerntechnische Einrichtungen
			Bestattungsunternehmen, Tierkörperbeseitigungsanstalten
			Tierhaltungsbetriebe
		Handwerkernotdienste	Notdienste für technische Gebäudeausrüstung (sowohl für gewerbliche als auch für private Kunden)
		Beratungs- und Unterstützungsleistungen	Kinder- und Jugendhilfe, Frauen- und Kinderschutzhäuser
		Rechtspflege	
		Forstwirtschaft	
		Bildung und Betreuung	Schulen
			Kindergärten
			Kindertagespflege