



Fabian Stolpe, Fabian Untze
Dr. Michael Zschiesche

Hochwasserrisiken und Dürren in Flüssen und Seen - Kurzgutachten zur Darstellung von Krisengewässern in Deutschland

Im Auftrag der Bundestagsfraktion
Bündnis90/Die Grünen

Impressum

Unabhängiges Institut für Umweltfragen e. V.
Greifswalder Straße 4
10405 Berlin

T +49 (0)30 42 84 99 3-0
F +49 (0)30 42 84 99 3-59
info@ufu.de
www.ufu.de
twitter.com/UfUberlin

Autor*innen:
Fabian Stolpe, Fabian Untze, Dr. Michael Zschiesche
Unter Mitarbeit von Nicole Wozny | August 2024

Alle Rechte vorbehalten.

Inhalt

Impressum	2
Inhalt	3
1 Zusammenfassung.....	4
2 Einführung.....	6
2.1 Hintergrund.....	6
2.1.1 Hochwasser	7
2.1.2 Dürren	7
2.2 Ziele des Kurzgutachtens	9
3 Methodik	9
3.1 Vorgehen.....	9
3.2 Datenlage und Datenlücken	10
4 Übersicht zu den Krisengewässern.....	13
4.1 Hochwasserrisiko nach Flussgebietseinheit	13
4.1.1 Flussgebietseinheit Rhein	14
4.1.2 Flussgebietseinheit Ems	15
4.1.3 Flussgebietseinheit Oder.....	16
4.1.4 Flussgebietseinheit Maas	18
4.1.5 Flusseinzugsgebiet Weser	19
4.1.6 Flussgebietseinheit Donau	20
4.1.7 Flussgebietseinheit Elbe.....	22
4.1.8 Flussgebietseinheit Schlei/ Trave.....	24
4.1.9 Flussgebietseinheit Eider	25
4.1.10 Schlussfolgerungen	27
4.1.11 Seen mit dem potentiell höchsten Hochwasserrisiko	28
4.2 Flüsse und Seen mit höchster Austrocknungsgefahr bzw. merkbar absinkenden Pegelständen	29
4.2.1 Rhein.....	29
4.2.2 Obere Donau	30
4.2.3 Elbe	30
4.2.4 Weser	31
4.2.5 Seen	31
Quellen und Literaturverzeichnis.....	33

1 Zusammenfassung

In Deutschland sind für die jeweiligen Flussgebietseinheiten die Hochwasserrisiken gut erfasst. In den jeweiligen Hochwasserrisikomanagementplänen (HWRM-Pläne) werden die Kriterien hohe Wahrscheinlichkeit, mittlere und niedrige Wahrscheinlichkeit für die Klassifizierung anhand des Wiederkehrintervalls bestimmt. Ein hohes Risiko eines Hochwasserereignisses bedeutet, dass man an einem Fluss wohnt, wo alle 10-20 Jahre mit einem Hochwasserereignis und einer Überflutung von mehr als einem Meter zu rechnen ist.

Nach Addition aller Daten aus den HWRM-Plänen der Flussgebietseinheiten in Deutschland mit hoher Wahrscheinlichkeit Betroffener liegt die Zahl bei etwa 384.000 in Deutschland. Diese Zahl entspricht in etwa der Zahl, die der Gesamtverband der Versicherer (GDV) im Frühjahr mit 300.000 betroffene Adressen ermittelt hat.¹ Größte Risiken bestehen dabei in Deutschland am Rhein und seinen Nebenflüssen Ahr, Neckar, Mosel, sowie an der Elbe mit seinen Nebenflüssen Saale und Mulde.

Die Daten zur potenziellen Betroffenheit von Einwohnern und Flächen bei Hochwasserereignissen mit hoher Wahrscheinlichkeit in der Flussgebietseinheit Rhein zeigen, dass insgesamt allein durch den Rhein rund 190.800 Einwohner entlang des Rheins und seinen Nebenflüssen bei einem solchen Hochwasser betroffen wären. Die Flussgebietseinheit Elbe weist ebenfalls eine hohe Betroffenheit in Bezug auf die Bevölkerungszahl auf. Insgesamt sind hier etwa 98.800 Einwohner von Hochwasserereignissen mit hoher Wahrscheinlichkeit betroffen. Die Flächen, die bei solchen Ereignissen potenziell überflutet werden könnten, umfassen bei der Elbe 2.533,7 km². Innerhalb dieser Flussgebietseinheit zeigen insbesondere die Regionen entlang der Saale sowie der Mulde-Elbe-Schwarze Elster die größten Betroffenheiten hinsichtlich der Einwohnerzahl, wobei die Saale-Region mit 42.100 betroffenen Personen die Spitzenposition einnimmt.

Für die Flächennutzung im Wohnbaubereich zeigt sich, dass die höchste Betroffenheit in der Flussgebietseinheit Rhein auftritt. Hier sind insgesamt 33 km² Wohnbau- und gemischte Nutzungsflächen potenziell von Hochwasser betroffen. Innerhalb dieser Einheit stellt der Neckar mit 6,3 km² für Wohnbau- und gemischte Nutzung die größte Einzelbetroffenheit dar.

Auch wenn andere Flusseinzugsgebiete keine Betroffenheiten wie am Rhein oder an der Elbe aufweisen, so sollte nicht außer Betracht bleiben, dass in Bezug auf zukünftige zu erwartende Änderungen im Hochwasserrisiko keine abschließende übergreifende Bewertung vorgenommen werden konnte, da solche Prognosen nur in einzelnen HWRP gemacht werden, in anderen jedoch fehlen. Allein beispielsweise die Zahl Betroffener beim Oderhochwasser 1997 und den Daten Betroffener im entsprechenden aktuellen HWRM-Plan der Oder lassen vermuten, dass bei entsprechenden Katastrophenlagen die ausgewiesene Zahl von vom Hochwasser betroffenen Personen derzeit nur eine untere Annahme darstellt.

Starkregenereignisse und Dürren erzeugen zunehmenden Druck auf Flüsse und Seen in Deutschland. Die Bedrohungen sind vielfältig und sie sind trotz Frühwarnsystemen und Mentoringprogrammen nur bedingt vorhersehbar.

¹ Vgl. Gesamtverband der Versicherer (GDV), Amtliche Zahlen zeigen mehr als 300.000 Adressen sind von Hochwassern bedroht, abrufbar unter: <https://www.gdv.de/gdv/medien/medieninformationen/amtliche-zahlen-zeigen-mehr-als-300-000-adressen-in-deutschland-sind-von-hochwasser-bedroht-168828> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Während die Datenbasis für Hochwasserereignissen gut ist, fehlen für Niederschläge und Starkregenereignisse mit einer Zeitdauer unterhalb von 24 Stunden (konvektive Starkregenereignisse), die aber regional signifikant zunehmen, Daten und somit auch Möglichkeiten, mit Maßnahmen kurzfristig zu reagieren.

Obwohl Starkregenereignisse nur kurzfristig vorhersehbar sind, bleibt der Aufbau von Monitoringsystemen und Vorhersagemodellen wichtig. Allerdings gilt hierbei, Monitoring sollte ähnlich wie in Hessen mit den Starkregen-Gefahrenkarten ortsbezogen, kleinmaßstäbig und anwendungsfreundlich entwickelt werden. Die Einbeziehung und Verzahnung verschiedener Datenstrukturen muss hier künftig im Vordergrund stehen. Das Hessische Herangehen sollte in allen Bundesländern mit Regionen und Gebieten, die Mittelgebirgslagen aufweisen, übertragen werden. Die Modellierung und Vorstellbarkeit selbst größerer Ereignisse für die Bürger*innen ist hierbei künftig relevant. Die Nutzung von KI und die Integration verschiedener Datenebenen sind notwendig. Das Ziel des Monitorings sollte in aktive Krisenprävention münden, um bei Ereignissen wie im Juli 2021 in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen die Schäden für Menschen und Sachwerte deutlich geringer zu gestalten. Das Hessische Modell, ein kommunales Starkregen Monitoring aufzubauen, sollte daher bundesweit aufgegriffen und ausgebaut werden.

Ganz generell sind die großen Voralpenseen am stärksten Hochwasserrisiken in Deutschland ausgesetzt. Zum einen durch die Schneeschmelzen, zum anderen durch Starkregenereignisse.

Anders als zum Hochwasserrisiko, gibt es bisher wenig Daten zum Thema Austrocknung bzw. merkbar absinkenden Pegelstände in Deutschland. Ab 2025 soll jedoch ein Niedrigwasserinformationssystem (NIWIS) der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) deutschlandweit Daten zu Pegelständen sammeln und bereitstellen, was eine Verbesserung der Datenlage erwarten lässt.

Hinsichtlich von Austrocknung gefährdete Seen ist Ostdeutschland und hier die Bundesländer Brandenburg, Berlin und Mecklenburg-Vorpommern besonders betroffen, aber grundsätzlich stellt sich die Frage bei allen Seen in Deutschland, auch bei den etwa 300 Talsperren im Land. Hierbei treffen mannigfache Zielkonflikte hinsichtlich der Nutzungen aufeinander.

2 Einführung

2.1 Hintergrund

Die Auswirkungen der Klimakrise werden in Deutschland zunehmend spürbar, insbesondere durch die steigende Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen wie Starkregen, Überschwemmungen, Hitzeperioden und Dürren. Diese Phänomene haben erhebliche Folgen für den Wasserhaushalt und stellen eine wachsende Bedrohung für die öffentliche Sicherheit sowie die wirtschaftliche Stabilität dar. In diesem Kontext ist es unabdingbar, dass die Politik verantwortungsvoll und vorausschauend handelt. Mit dem Klimaanpassungsgesetz wurden bereits wichtige erste Schritte unternommen, um diesen Herausforderungen zu begegnen. Darüber hinaus stellen die Aktionsprogramme Natürlicher Klimaschutz und die Nationale Wasserstrategie zentrale Maßnahmen dar, die weitere Schritte zur Anpassung und Vorsorge erfordern.

Wetterextreme treffen auf Fluss- und Gewässerlandschaften, die aufgrund fehlender natürlicher Ausgleichsflächen sowie intensiver Uferbebauung oftmals nur geringe Toleranzbereiche für plötzliche Veränderungen im Wasserhaushalt aufweisen. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit lokaler und regionaler Überschwemmungen erheblich. Gleichzeitig führen degradierte Böden und Gewässerprofile, in Kombination mit häufigeren Trockenphasen, zu einer immer deutlicher sichtbaren Austrocknung von Fließgewässern und Seen.

Es scheint in Deutschland hinsichtlich der drohenden Hochwassergefahren und möglicher Dürren im Bereich von Flüssen und Seen zwar alles auf den Weg gebracht. Die EU hat 2007 mit der Hochwasserrisiko Managementrichtlinie eine wichtige Grundlage zur Erkennung der Gefahren und zum Umgang mit entsprechenden Risiken geschaffen.² Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) setzt notwendige Planungen der EU in Deutschland mit den Hochwassergefahrenkarten und den Hochwasserrisikomanagementplänen um. Das Hochwasserschutzgesetz ermöglicht wiederum die beschleunigte Planung und Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen, die nicht selten in den dicht bebauten Gebieten in Deutschland sehr voraussetzungsvoll sind.

Mit der Verabschiedung der Nationalen Wasserstrategie 2023 hat die Bundesregierung das Thema Wasser in einem integrierten Aktionsprogramm mit insgesamt 78 Maßnahmen zuletzt nochmals mehr Gewicht verliehen. Das Thema Hochwasserschutz und der vorsorgende Umgang mit Dürreereignissen oder auch der Umgang mit Starkregenereignissen sind hier prominent adressiert.³ Auch die Wirtschaft, in erster Linie die Versicherungswirtschaft widmet dem Thema starke Aufmerksamkeit.⁴ Und dennoch stellen sich Fragen: Reichen die Pläne und Maßnahmenprogramme bereits aus? Halten die Anpassungsnotwendigkeiten mit den immer dramatischeren Ereignissen infolge des Klimawandels Schritt? Müssen Prioritäten nicht laufend überdacht und neu justiert werden? Ist ein Monitoring, welches abstrakte Daten auflistet und für die Bürger*innen in den Kommunen schwer verständlich

² Vgl. Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken, abrufbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32007L0060#d1e412-27-1> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

³ Siehe Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), Nationale Wasserstrategie, Aktionen 41, 43, 50, 51, 57, abrufbar unter: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewasser/BMUV_Wasserstrategie_bf.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

⁴ Vgl. GDV (Fn. 1).

bleibt, schon ausreichend. Oder anders gesagt, wie muss ein Gewässermonitoring beschaffen sein, das für Katastrophenfälle Handlungsmöglichkeiten aufzeigt und im besten Fall Schäden verhindert?

2.1.1 Hochwasser

Die Unwetter im Juni 2024 in einigen Teilen von Hessen, die starken Niederschlagsmengen in weiten Teilen von Süddeutschland mit Regenmengen, die statistisch alle 100 Jahre auftreten und in fünfzehn bayrischen Landkreisen und drei kreisfreien Städten den Katastrophenfall auslösten, das Hochwasser zu Weihnachten 2023 in Norddeutschland, was insbesondere in Niedersachsen an der Aller, Leine und Oker zu einem außergewöhnlichen Ereignis“ als Vorstufe des Katastrophenfalls führte, nicht zu vergessen die Flutkatastrophe 2021 in Rheinland Pfalz und Nordrhein Westfalen, wo neben dem Ahrtal auch andere Eifel-Regionen sowie die Stadt Trier betroffen waren, wo zudem das Hochwasser in Hagen und Wuppertal, im Kreis Euskirchen, dem Rhein-Sieg-Kreis, sowie in Teilen des Bergischen Landes große Schäden anrichtete. All diese Ereignisse, die bundesweit relativ rasch aus den Schlagzeilen geraten, die aber örtlich und regional noch viele Jahre sichtbare Narben und Spuren hinterlassen und in den betroffenen Orten und vor allem bei den betroffenen Familien das bestimmende Thema bleiben, lassen die Frage aufkommen, ist der vorsorgende Hochwasserschutz trotz der scheinbar lückenlosen gesetzlichen Grundlagen, trotz der vielen Maßnahmen und Förderprogramme, trotz der umfangreichen Pläne bereits da, wo die Situation dies heute erforderlich macht?

Die Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikomanagementpläne (HWRP) in den jeweiligen Flusseinzugsgebieten werden in einem Turnus von sechs Jahren angepasst und überarbeitet. Dabei wird vor jeder Überarbeitung der Pläne die Öffentlichkeit einbezogen und sichergestellt, dass möglichst viele Aspekte Berücksichtigung finden. Zudem gibt es ein länderübergreifendes Hochwasserportal, welches permanent Auskunft über die Hochwassersituation in Deutschland mit jeweils aktuellen Daten gibt.⁵

Im Bundesland Hessen wurde als Antwort auf die zunehmende Zahl an Starkregenereignissen begonnen, zusätzlich zu den Hochwasserschutzplanungen Starkregen-Gefahrenkarten für hessische Kommunen zu entwickeln, um Vorsorge gegen derartige Ereignisse zu treffen.⁶ Gerade in Mittelgebirgslagen wie im Bundesland Hessen, aber auch in anderen Bundesländern, kann dieses Instrument zusätzlich zu anderen Instrumenten helfen, potenzielle Schadensorte zu lokalisieren, Schadensverstärker kleinräumig zu identifizieren und so die Schäden einzugrenzen. Ein solches Instrument sollte daher konsequenterweise auch in anderen Bundesländern eingesetzt und methodisch und praktisch fortentwickelt werden.

2.1.2 Dürren

Neben den immer häufiger auftretenden Hochwasserereignissen infolge von Starkregen sind auch die gegenteiligen Effekte durch monatelang zu wenig oder ganz ausbleibende Niederschläge ein weiteres Krisenthema im Zusammenhang mit Flüssen und Seen in Deutschland. Bereits heute gibt es Regionen

⁵ Länderübergreifendes Hochwasserportal abrufbar unter: <https://www.hochwasserzentralen.de> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

⁶ Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), Starkregen-Viewer, abrufbar unter: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/klimprax/starkregen/Erklaerung_der_Daten_des_Starkregenviewers.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

in Deutschland mit ausbleibenden Niederschlägen, die Dürreerscheinungen hervorrufen, die wiederum zum Austrocknen von Flüssen und Seen führen. Im globalen Maßstab ist das Austrocknen von Seen im Zuge des Klimawandels und der menschlichen Übernutzung bereits seit Jahren ein immer stärkeres Problem.⁷ Aber auch in Deutschland verschwinden inzwischen innerhalb weniger Jahre Seen, wie das Beispiel des Fresdorfer Sees südlich von Potsdam dokumentiert.⁸ Die Gründe für ein allmähliches Austrocknen oder gar Verschwinden von Seen und von Niedrigwasser in Flüssen sind vielfältig und nicht immer zu verhindern. Allerdings gilt auch hier, nur durch ein rechtzeitiges und gutes Monitoring ist ein Austrocknungsprozess feststellbar und ggf. aufzuhalten. Zwar sind auch im Bereich Dürren bereits viele Monitoring-Instrumente in Deutschland installiert.⁹ Diese aber liefern zum einen nicht so flächenhaft und örtlich und zum anderen in zeitlich dichter Folge wie im Hochwasserschutz entsprechend verwertbare Daten.

Auch im Bereich Dürren ist zu fragen, ob bereits alles Notwendige getan und veranlasst wurde, um gegen derartige Ereignisse hinreichend gewappnet zu sein. Hier ist vor allem relevant, wie die vorliegenden Wissensbestände beispielsweise aus Forschungsprojekten¹⁰ und die entsprechenden Daten für die Praxis aufbereitet und genutzt und im behördlichen Vollzug und in der Vorsorge praxisnah Verwendung finden.

⁷ Siehe Fangfang Yao et al., Satellites reveal widespread decline in global lake water storage abrufbar unter: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abo2812> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

⁸ rbb24, Fresdorfer See ausgetrocknet, abrufbar unter: <https://www.rbb24.de/panorama/beitrag/2024/08/brandenburg-potsdam-mittelmark-fresdorf-fresdorfer-see-trockenheit-umwelt-wassermangel-wassermanagement.html> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

⁹ Siehe u.a. Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Dürremonitor, abrufbar unter: <https://www.ufz.de/index.php?de=37937> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024); Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (LGB), Seenkataster des Landes Brandenburg abrufbar unter: <https://geoportal.brandenburg.de/detailansichtdienst/render?view=gdibb&url=https://geoportal.brandenburg.de/gs-json/xml?fileid=D9C4E283-00C3-42A2-9F1F-15BFD6A40B55> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

¹⁰ Siehe beispielhaft Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Dürre in Deutschland: Forschung, Lösungen, Anpassung, abrufbar unter: <https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/kurzmeldungen/de/2022/08/duerre-und-trockenheit-in-deutschland.html> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

2.2 Ziele des Kurzugutachtens

Die Ziele dieses Gutachtens sind es, mittels bestehender und ausgewerteter Daten und Studien, die Dürre- und Überschwemmungsrisiken herauszuarbeiten und so sichtbar zu machen. Dabei sollen insbesondere folgende Fragestellungen adressiert werden:

1. Welche Flusseinzugsgebiete und Regionen und welche Flüsse in Deutschland weisen das größte Hochwasser- bzw. Überschwemmungsrisiko in den nächsten 10 und 20 Jahren auf, sowohl deutschlandweit als auch auf Ebene der einzelnen Bundesländer?
2. In welchen Regionen sind Flüsse und Seen beheimatet, die in den kommenden 10 und 20 Jahren das größte Risiko einer merkbaren saisonalen Austrocknung oder eines signifikanten Absinkens des Pegelstands aufweisen?

Das Gutachten gibt somit eine Grundlage für zukünftige politische Entscheidungen und Anpassungsstrategien im Bereich des Wasserhaushalts in Deutschland, wirft entsprechend zu lösende Fragen auf und verweist auf notwendigen Handlungsbedarf, um im Zweifel bei Extremereignissen im Zuge des Klimawandels Schäden für Menschen und Sachwerte so gering wie möglich zu halten.

3 Methodik

3.1 Vorgehen

Für das Gutachten wurden keine zusätzlichen Daten erhoben, sondern es wurden die Daten und Quellen genutzt, die für den Hochwasserschutz, aber auch für Dürren an Flüssen und Seen in der Bundesrepublik erhoben werden und folglich zur Verfügung stehen. Die Datengrundlage für dieses Gutachten stützt sich dabei auf eine Vielzahl an Quellen, die die unterschiedlichen Aspekte der Hochwasser- und Niedrigwasserrisiken in Deutschland abdecken. Diese Quellen wurden zunächst in einer internetbasierten Desk Research ermittelt und gesichtet, um zu eruieren, welche Informationen sie in Bezug auf die Fragestellung enthalten. Diese wurden entsprechend ausgewertet und beschrieben.

Seit Inkrafttreten der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im Jahr 2000 wurde das Management von Flüssen innerhalb der EU vereinheitlicht. Die WRRL basiert auf dem Konzept der Bewirtschaftung von Flusseinzugsgebieten. Das bedeutet, dass sich die Bewirtschaftung der Wasserressourcen am natürlichen Wasserkreislauf und den natürlichen Flusseinzugsgebieten orientieren muss und nicht an Verwaltungsgrenzen. Der Grundgedanke dieses Konzepts ist, dass ein ganzheitlicher und räumlich integrierter Ansatz verwendet wird, um die Wechselwirkungen zwischen flussaufwärts und flussabwärts gelegenen Auswirkungen, zwischen Wasserqualität und Wassermenge sowie zwischen Wasser und benachbarten Landnutzungsressourcen zu berücksichtigen.¹¹ Gemäß der Richtlinie ist eine Flussgebietseinheit das „Land- und Meeresgebiet, das aus einem oder mehreren

¹¹ MOSS, T. (2003): Raumwissenschaftliche Perspektiverweiterung zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. In: MOSS, T. (2003, ed): Das Flussgebiet als Handlungsraum. Institutionenwandel durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie aus raumwissenschaftlicher Perspektive, S. 21–43.

Flusseinzugsgebieten und den dazugehörigen Grund- und Küstengewässern besteht“ (WRRL, Artikel 2 (13)). Seit vielen Jahren ist auch in Deutschland die Bewirtschaftung von Flüssen entlang von Flussgebietseinheiten organisiert, deren Ausdehnung nicht denen der administrativen Grenzen der Bundesländer, sondern der des natürlichen Flusseinzugsgebiets der jeweiligen Hauptflüsse entspricht. Die zehn Flusseinzugsgebiete erstrecken sich zumeist über mehrere Bundesländer oder auch über mehrere angrenzende EU-Staaten hinweg. Die Daten, die in Deutschland über Flüsse erhoben werden, beziehen sich demnach ebenfalls jeweils auf das Gebiet der entsprechenden Flussgebietseinheit. Deshalb wurden für dieses Gutachten bei der Untersuchung des größten Hochwasser- bzw. Überschwemmungsrisiko in Deutschland ebenfalls die Flussgebietseinheiten als territoriale Einheit für die Untersuchung gewählt und auf eine Gliederung nach Bundesländern verzichtet. Stattdessen wird bei den betrachteten Flussgebietseinheiten jeweils angegeben, welche Bundesländer betroffen sind. Für jede Flussgebietseinheit wurde ermittelt, wie viele Personen bei einem Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit jeweils betroffen wären. Außerdem wurde betrachtet, wie groß bei einem solchen potenziellen Ereignis die überflutete Fläche wäre und welche Flächennutzungsarten davon betroffen wären. Falls vorhanden, wurden anschließend auch Prognosen zu künftig zu erwartenden Veränderungen in der Hochwasserwahrscheinlichkeit für die jeweilige Flussgebietseinheit beschrieben.

Bei der Betrachtung der Hochwasserrisiken verschiedener Seentypen in Deutschland sind vor allem die Voralpenseen (beispielsweise der Bodensee, der Chiemsee oder der Starnberger See) ins Blickfeld zu nehmen, die durch Schneeschmelze oder Starkregen hochwassergefährdet sind. Rückhaltebecken oder Talsperren wurden ebenfalls in die Betrachtung einbezogen.

3.2 Datenlage und Datenlücken

Im Bereich des Flusshochwassers spielen die Hochwasserrisikomanagementpläne (HWRP) der einzelnen Flussgebietseinheiten eine zentrale Rolle. Diese Pläne wurden zuletzt im Jahr 2021 überprüft und werden im Jahr 2027 erneut evaluiert. Sie bieten einen umfassenden Überblick über die Lage und die Risikogebiete sowie über die geplanten und bereits umgesetzten Maßnahmen. Da die einzelnen Bundesländer innerhalb einer Flussgebietseinheit in enger Zusammenarbeit die HWRP erarbeiten, sind diese Pläne einheitlich strukturiert. Dies ermöglicht eine schnellere Auswertung und einen effizienten Vergleich zwischen den verschiedenen Plänen. Im Gegensatz dazu liegen nur wenige Daten zu Überschwemmungen infolge von Starkregen vor. Zwar haben einige Bundesländer, wie beispielsweise Hessen, bereits Starkregenhinweiskarten entwickelt, doch diese bleiben im Vergleich zu den HWRP in Umfang und Qualität deutlich zurück. Daher ist hier ein Datenmangel festzustellen, der die Analyse und das Management von Starkregenereignissen erschwert.

Gemäß Artikel 2 § 1 der europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) wird Hochwasser als eine „zeitlich beschränkte Überflutung von Land, das normalerweise nicht von Wasser bedeckt ist“¹², definiert. Diese Definition umfasst Überflutungen durch Flüsse, Gebirgsbäche, zeitweise wasserführende Ströme im Mittelmeerraum sowie durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser. Für die Zwecke dieses Gutachtens wurde jedoch das Küstenhochwasser nicht betrachtet. Hochwasser beschreibt einen Gewässerzustand, bei dem der Wasserstand deutlich über dem normalen Pegelstand

¹² Richtlinie 2007/60/EG (Fn. 2).

liegt, was in den meisten Fällen zu Überflutungen führt. Es wird zwischen zwei Hauptarten von Überflutungen unterschieden: fluvialen und pluvialen Überflutungen. Fluviale Überflutungen entstehen direkt aus dem Gewässer, während pluviale Überflutungen durch Sturzfluten infolge von Starkregenereignissen weit entfernt vom Gewässer auftreten. Starkregenereignisse stellen zwar ein generelles Risiko dar, jedoch werden sie nicht als Hochwasserrisiko im Sinne von § 73 Abs. 1 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) klassifiziert. Konvektive Niederschlagsereignisse mit hohen Niederschlagshöhen und intensiven Regenfällen können grundsätzlich überall in Deutschland auftreten, beeinflussen jedoch nur begrenzte räumliche Gebiete. Überflutungen, die durch intensive Niederschläge verursacht werden, konnten in diesem Gutachten nicht explizit berücksichtigt werden, da die Wahrscheinlichkeit des Auftretens solcher Ereignisse für spezifische Orte statistisch nicht hinreichend abgesichert angegeben werden kann. Starkregenereignisse, die zu pluvialen Überflutungen führen, sind schwer vorhersagbar und treten in sehr begrenzten geografischen Bereichen auf. Sobald jedoch die Oberflächenabflüsse aus Starkregenereignissen in Gewässern zusammenfließen, sind solche Ereignisse implizit in den Betrachtungen von Hochwasserrisiken an oberirdischen Gewässern berücksichtigt. Dies umfasst Überflutungen entlang von Flüssen und anderen Oberflächengewässern (fluviale Überflutungen).

Aufgrund dieser Herausforderungen wurde auf eine spezifische Darstellung von Überflutungsgebieten durch Starkregen verzichtet. Dennoch haben einzelne Bundesländer, wie Hessen, bereits Maßnahmen ergriffen, um das Risiko solcher Ereignisse besser zu erfassen. So hat Hessen eine Starkregen-Hinweiskarte erstellt, auf der Risikogebiete verzeichnet sind. In der aktualisierten Version dieser Karte aus dem Jahr 2022 treten Siedlungsflächen stärker als in der Vergangenheit hervor, insbesondere in den Regionen Kassel, Rhein-Main, Gießen und Darmstadt. Auch im ländlichen Raum sind Siedlungsgebiete nun deutlicher von den weniger versiegelten Umgebungen abgehoben. Besonders die dicht besiedelten Flusstäler in Hessen, die regelmäßig von Überflutungen betroffen sind, werden in der Karte als Bereiche mit einem deutlich erhöhten Starkregenhinweis-Index ausgewiesen. Diese regionalen Ansätze zeigen, dass das Risiko von Starkregenereignissen anerkannt wird, auch wenn es in diesem Gutachten nicht umfassend aus den vorliegenden Datenbeständen adressiert werden konnte.

Die Gefahren durch Niedrigwasser werden in den Hochwasserrisikomanagementplänen (HWRP) leider nicht oder noch unzureichend dargestellt. Aktuelle Niedrigwassermessungen existieren hauptsächlich für die größeren Flüsse und wurden bereits durch das Bundesumweltministerium (BMUV) und das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) ausgewertet. Das BMDV legt dabei besonderen Fokus auf die potenziellen Gefahren für die Binnenschifffahrt und hat im Jahr 2019 beispielhaft den Aktionsplan „Niedrigwasser Rhein“ ins Leben gerufen, um spezifische Maßnahmen am Rhein zu ergreifen.¹³ Ein zentrales Problem besteht darin, dass die vorhandenen Daten zu den Pegelständen der einzelnen Gewässer bislang noch separat bei den zuständigen Stellen abgefragt und zusammengeführt werden müssen.¹⁴ Dies erschwert eine umfassende und zeitnahe Analyse der Niedrigwasserrisiken. Ein bedeutendes Projekt in diesem Zusammenhang ist *KLIWA*, welches in Süddeutschland wichtige Beiträge zur Niedrigwasserforschung leistet.¹⁵

¹³ Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV), Aktionsplan „Niedrigwasser Rhein“ für zuverlässigen Transport bzw. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR, 2015): Klimawandelanpassungsstrategie für die IFGE Rhein, Bericht Nr. 219, abrufbar unter: https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0219.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

¹⁴ Umweltbundesamt (UBA), Indikator-Factsheets zum Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (WW-1-7), S. 5, abrufbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5612/dokumente/ww-i-7_indikator_wasserstand_seen.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

¹⁵ Klimaveränderung und Wasserwirtschaft (KLIWA), abrufbar unter: <https://www.kliwa.de/> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Das Helmholtz-Zentrum Potsdam sammelt mittels Satellitenmonitoring Daten, die eine Analyse des globalen Wasserhaushalts ermöglichen.¹⁶ Diese Technologie kann Veränderungen von Wassermassen auf großen Flächen ab 100.000 km² erkennen. In Baden-Württemberg wurde ebenfalls ein satellitengestütztes Seenmonitoring eingeführt.¹⁷ Allerdings ist es mit dieser Methode nicht möglich, kleinere Veränderungen wie den Pegelstand eines Sees zu erfassen.

Obwohl es bereits in zahlreichen Bundesländern sogenannte „Pegelportale“ gibt, in denen die Pegelstände von Flüssen angezeigt werden, werden Seen dabei kaum bis gar nicht berücksichtigt. Dies zeigt eine Lücke in der Überwachung von Seen und deren Pegelständen. Ab 2025 soll jedoch ein Niedrigwasserinformationssystem (NIWIS) der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) deutschlandweit Daten zu Pegelständen sammeln und bereitstellen, was eine Verbesserung der Datenlage erwarten lässt.¹⁸

Ganz allgemein umfasst das Hochwassermonitoring an deutschen Seen verschiedene Maßnahmen zur Überwachung und Vorhersage von Hochwasserereignissen:

- Messstationen, die häufig mittels Sensoren in Echtzeit Informationen zu Pegelständen liefern
- Datenanalysen in Zusammenarbeit mit meteorologischen Instituten, die Wettervorhersagen und Niederschlagsprognosen bereitstellen
- Behördliche Maßnahmen auch in Zusammenarbeit beispielsweise zwischen Wasserwirtschaftsämtern, die Landesumweltämter und das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK).
- Informationen an die Bevölkerung über Webseiten, Broschüren und lokale Medien

Neben dem Monitoring werden auch präventive Maßnahmen durchgeführt, wie die Schaffung von Rückhaltebecken, Deichsanierungen und die Planung von Notfallmaßnahmen. Insgesamt ist das Hochwassermonitoring an Seen ein komplexes System, das auf Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Institutionen und Technologien angewiesen ist, um die Sicherheit der Bevölkerung und den Schutz der Umwelt zu gewährleisten.

Das Seenmonitoring wird in verschiedenen Bundesländern wie in Baden-Württemberg inzwischen auch über satellitengestützte Systeme durchgeführt, wobei auch hier der Hochwasserschutz und die Risikowarnung noch entwickelt werden müssen.¹⁹ In Deutschland gibt es in zwölf Bundesländern Seenkataster zu Seen, die Parameter wie Lage, Größe, Tiefe und Nutzungsformen, aber auch die Einstufung des ökologischen Zustandes oder die die Belastung mit Phosphor und Stickstoff. In den

¹⁶ Vgl. Günther, Haas, Schwerpunkt Deutschland und Europa, in globalwaterstorage, abrufbar unter: <https://www.globalwaterstorage.info/medien/schwerpunkt-deutschland-und-europa> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

¹⁷ Vgl. Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), SAMOSEE-BW: Fernerkundung von Seen – unsere Augen im All, abrufbar unter: https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10383-Satellitenbasiertes_Monitoring_von_Stehgew%C3%A4ssern_in_Baden-W%C3%BCrttemberg_-_ein_Teilprojekt_der_Digitali.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

¹⁸ Siehe BfG, NIWIS, abrufbar unter: https://www.bafg.de/DE/5_Informiert/1_Portale_Dienste/NIWIS/niwis_node.html (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

¹⁹ Siehe LUBW, SAMOSEE-BW, abrufbar unter: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/-/samosee-bw-satellitenbasiertes-monitoring-von-seen-in-bw> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Pegelportalen der verschiedenen Bundesländer sind Seen bislang hinsichtlich Hochwasserrisiken kaum berücksichtigt.²⁰

Derzeit in der Entwicklung begriffen sind die Eignung von Klimamodellen im Bereich “Extremwetterniederschläge” (Wetterlage mit Hochwasserdisposition, Korrektur bislang unbeobachteter Ereignisse).²¹ Besonders gering ist die Datenbasis für die Analyse von Niederschlägen mit einer Zeitdauer unterhalb von 24 Stunden (konvektive Starkregenereignisse), die aber regional zunehmen. Es können zwar zu einzelnen Regionen Aussagen aufgrund von Radardaten getroffen werden, doch diese sind aufgrund einer lediglich seit 15 Jahren bestehenden Zeitreihe nicht statistisch hinreichend abgesichert, um eindeutige Tendenzen geben zu können.²²

4 Übersicht zu den Krisengewässern

Im Weiteren werden die in Deutschland existierenden Flusseinzugsgebietseinheiten nach ihrem Risiko für Hochwasserereignisse betrachtet, darüber hinaus Flüsse und Seen mit höchster Austrocknungsgefahr bzw. merkbar absinkenden Pegelständen.

4.1 Hochwasserrisiko nach Flussgebietseinheit

Die im Folgenden dargestellten Daten stammen zum größten Teil aus dem jeweiligen Hochwasserrisikomanagementplänen (HWRM-Pläne) der jeweiligen Flussgebietseinheit. Insgesamt ist Deutschland in zehn Flussgebiete unterteilt.²³ Die hier beschriebenen Daten geben die Betroffenheit in Bezug auf Einwohner und Flächennutzung an, die bei einem Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit anfallen. Die HWRP geben darüber hinaus auch Auskunft über die Zustände bei einem Hochwasserereignis mit mittlerer und niedriger Wahrscheinlichkeit. Diese wurden in diesem Gutachten jedoch nicht berücksichtigt. Die hohe/ mittlere/ niedrige Wahrscheinlichkeit wird anhand eines Wiederkehrintervalles eingeordnet. Der Wiederkehrintervall bei einer hohen Wahrscheinlichkeit beträgt 20 Jahre; bei einer mittleren Wahrscheinlichkeit 100 Jahre; bei einer niedrigen Wahrscheinlichkeit 200 Jahre.²⁴ Außerdem werden für jede Flussgebietseinheit auch die im HWRMP angegebenen Prognosen zur zukünftigen Veränderung des Hochwasserrisikos beschrieben. Diese unterscheiden sich in ihrem Detailgrad je nach HWRMP teilweise stark, so dass nicht für alle Flussgebietseinheiten Aussagen in gleicher Tiefe gegeben werden können.

²⁰ Siehe Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG), Pegelportal Mecklenburg-Vorpommern, abrufbar unter: <https://pegelportal-mv.de> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024); Landesamt für Umwelt (LfU) Pegelportal Brandenburg, abrufbar unter: <https://pegelportal.brandenburg.de> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

²¹ Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Ems, HWRP-Plan Ems, S. 41, abrufbar unter: https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/103301/HWRM-Plan_Ems.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

²² Ebd., S. 12.

²³ Siehe auch UBA, Steckbriefe zu den Flussgebietseinheiten, abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/steckbriefe-zu-den-flussgebietseinheiten> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024). Das Flusseinzugsgebiet Warnow/Peene wurde in dieser Untersuchung ebenfalls analysiert, allerdings konnten hinsichtlich Hochwasser für dieses Flusseinzugsgebiet aus dem letzten HWRM-Plan keine quantifizierbaren Daten abgeleitet werden bzw. sind die Auswirkungen hinsichtlich Hochwasser im Vergleich zu anderen Flusseinzugsgebieten extrem gering.

²⁴ FFG Ems (Fn. 21), S. 54.

4.1.1 Flussgebietseinheit Rhein

Betroffene Bundesländer: Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Thüringen

Die Daten zur potenziellen Betroffenheit von Einwohnern und Flächen bei Hochwasserereignissen mit hoher Wahrscheinlichkeit in der Flussgebietseinheit Rhein zeigen, dass insgesamt rund 190.800 Einwohner entlang des Rheins und seinen Nebenflüssen bei einem solchen Hochwasser betroffen wären. Die betroffene Fläche beläuft sich dabei auf etwa 1.922 km², die sich auf unterschiedliche Nutzungen verteilen. Innerhalb der Flussgebietseinheit Rhein sind die meisten Einwohner am Ober-, Mittel- und Niederrhein sowie am Neckar und am Main von potentiell Hochwasser betroffen. Der Niederrhein weist mit 47.000 betroffenen Einwohnern und einer Fläche von 563 km² die höchste potenzielle Gefährdung auf. Davon entfallen 10,6 km² auf Wohnbau- und gemischte Nutzungsflächen, während 340 km² landwirtschaftliche, Wald- und Forstflächen betreffen. Dies macht den Niederrhein zu einer der am stärksten gefährdeten Regionen entlang des Rheins. Der Oberrhein folgt mit 28.500 betroffenen Einwohnern und einer potenziell überfluteten Fläche von 393 km². Hier sind 2,8 km² für Wohnbau- und gemischte Nutzung und 241,3 km² für landwirtschaftliche und Forstflächen ausgewiesen. Auch der Main mit 28.800 betroffenen Einwohnern und 309 km² potenziell überfluteter Fläche weist ein signifikantes Hochwasserrisiko auf. Der Großteil der betroffenen Fläche entlang des Mains, 222,1 km², wird landwirtschaftlich oder forstwirtschaftlich genutzt. Der Neckar, mit 33.100 betroffenen Einwohnern und 222 km² betroffener Fläche, weist die größte Anzahl an betroffenen Wohnbau- und gemischten Nutzungsflächen auf (6,3 km²), was auf eine hohe Besiedlungsdichte in dieser Region hinweist. Auch der Mittelrhein (25.600 betroffene Einwohner) und die Mosel/Saar-Region (15.800 betroffene Einwohner) zeigen relevante potenzielle Überflutungsflächen von 184 km² beziehungsweise 99 km².

Insgesamt erstreckt sich das Risiko von Hochwasser entlang des Rheins auf große Flächen landwirtschaftlicher und forstwirtschaftlicher Nutzung. Von den 1.922 km² potenziell betroffener Fläche entfallen 1.190 km² auf diese Kategorien. Die Wohnbau- und gemischten Nutzungsflächen sind mit 33 km² zwar deutlich geringer, aber dennoch kritisch, da sie direkt die betroffene Bevölkerung und Infrastruktur betreffen. Die Risiken variieren entlang der unterschiedlichen Abschnitte des Rheins erheblich, was eine differenzierte Betrachtung und spezifische Maßnahmenplanung erforderlich macht.

Im HWRMP für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Rhein werden potenzielle zukünftige Änderungen des Hochwasserrisikos als Folge des Klimawandels zwar diskutiert, allerdings werden dort anders als in den HWRMP für die Flussgebietseinheiten Weser und Elbe keine konkreten Angaben zu möglichen Veränderungen des Hochwasserrisikos für einzelne Flussabschnitte oder Nebenflüsse gemacht.

Rhein	Betroffene Einwohner bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit	Potenziell betroffene Fläche (km ²) bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit		
		Insgesamt	Wohnbau und gemischte Nutzung	Landwirtschaftliche, Wald, Forstflächen
Alpenrhein/Bodensee	4.500	45	1,2	35,1
Hochrhein	4.100	24	0,8	8,4
Oberrhein	28.500	393	2,8	241,3
Neckar	33.100	222	6,3	145,7
Mosel/Saar	15.800	99	1,3	28,7
Mittelrhein	25.600	184	2,4	95,3
Main	28.800	309	5,7	222,1
Niederrhein	47.000	563	10,6	340,0
Deltarhein	3.400	83	1,4	73,6
Summe	190.800	1.922	33	1.190

Tabelle: Flussgebietseinheit Rhein.²⁵

4.1.2 Flussgebietseinheit Ems

Betroffene Bundesländer: Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen

Die obere Ems liegt in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. Es wird für die Mitte des Jahrhunderts für die Ems und die Hase eine Zunahme des mittleren jährlichen Hochwassers von +10% bis +20% prognostiziert.²⁶ Die am meisten potenziell betroffene Flächen sind landwirtschaftlich sowie forstwirtschaftlich genutzte Flächen. Die Analyse der Hochwasserrisiken in der Region Ems Süd zeigt, dass insgesamt etwa 10.520 Einwohner bei Hochwasserereignissen mit hoher Wahrscheinlichkeit betroffen wären. Die potenziell überflutete Fläche erstreckt sich über insgesamt 354 km², die sich auf verschiedene Nutzungsarten verteilen. Die Obere Ems ist mit 8.100 betroffenen Einwohnern und einer potenziell überfluteten Fläche von 146 km² am stärksten gefährdet. Von dieser Fläche entfallen 3 km² auf Wohnbau- und gemischte Nutzungsflächen, während der Großteil, nämlich 119 km², landwirtschaftliche, Wald- und Forstflächen betrifft. Die Region entlang der Hase weist mit 820 betroffenen Einwohnern und einer potenziellen Überflutungsfläche von 90 km² ein geringeres, aber dennoch signifikantes Risiko auf. Hier entfallen nur 1 km² auf Wohnbau- und gemischte Nutzungen und 70 km² auf landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächen. In der Region Ems/Nordradde sind 1.600 Einwohner betroffen, und die potenzielle Überflutungsfläche beläuft sich auf 118 km². Auch hier machen landwirtschaftliche, Wald- und Forstflächen mit 103 km² den größten Anteil der betroffenen Gebiete aus, während nur 1 km² auf Wohnbau- und gemischte Nutzungsflächen entfällt.

²⁵ FGG Rhein, HWRM-Plan, Tabellen 32–34, abrufbar unter: https://fgg-rhein.de/servlet/is/88087/HWRM-Plan_Rhein_2021.pdf?command=downloadContent&filename=HWRM-Plan_Rhein_2021.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

²⁶ FFG Ems (Fn. 21), S. 40.

Insgesamt erstreckt sich das Hochwasserrisiko in der Flussgebietseinheit Ems Süd auf 354 km², von denen 292 km² landwirtschaftlich oder forstwirtschaftlich genutzt werden. Im Vergleich zu größeren Flussgebietseinheiten wie der Weser oder dem Rhein zeigt die Flussgebietseinheit Ems eine deutlich geringere potenzielle Betroffenheit durch Hochwasser. Mit etwa 10.520 betroffenen Einwohnern und einer überfluteten Fläche von 354 km² liegt die Ems zwar über den Werten der Maas, jedoch weit unter denen der Weser. Besonders auffällig ist hier die vergleichsweise kleine Fläche von nur 5 km² für Wohnbau- und gemischte Nutzung, was darauf hindeutet, dass die Infrastruktur weniger stark gefährdet ist. Dennoch spielen landwirtschaftliche Flächen auch in dieser Region eine Rolle, so dass ggf. präventive Maßnahmen in diesem Bereich weiterhin wichtig bleiben.

Die Einschätzung des Hochwasserrisikos im HWRMP der Flussgebietseinheit Ems basiert auf dem Szenario „Weiter wie bisher“ (RCP8.5), das von einem kontinuierlichen Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen ausgeht. Die Projektionen zeigen für die Ems bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts (2031-2060) einen Temperaturanstieg von 1,5-2,5°C und bis zum Ende des Jahrhunderts (2071-2100) von 2,5-4,5°C. Die Sommerniederschläge bleiben weitgehend stabil, während die Wintermonate Zunahmen von bis zu 25 % zeigen könnten. Diese klimatischen Veränderungen führen zu einem Anstieg des mittleren jährlichen Hochwassers (MHQ) in der Emsregion. Für die Ems und ihr Nebengewässer Hase werden sowohl bis Mitte als auch bis Ende des Jahrhunderts Zunahmen des MHQ von 10-20 % erwartet, mit leicht niedrigeren Werten zur Mitte und höheren Werten gegen Ende des Jahrhunderts.²⁷

Ems	Betroffene Einwohner bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit	Potenziell betroffene Fläche (km ²) bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit		
		Insgesamt	Wohnbau und gemischte Nutzung	Landwirtschaftliche, Wald, Forstflächen
Obere Ems	8.100	146	3	119
Hase	820	90	1	70
Ems/Nordradde	1.600	118	1	103
Summe	10.520	354	5	292

Tabelle: Flussgebietseinheit Ems.²⁸

4.1.3 Flussgebietseinheit Oder

Betroffene Bundesländer: Brandenburg, Sachsen, Mecklenburg-Vorpommern

Insgesamt sind in der Flussgebietseinheit Oder 2.550 Einwohner von einem Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit betroffen. Die meisten betroffenen Einwohner sind dabei entlang der Lausitzer

²⁷ FFG Ems (Fn. 21).

²⁸ FFG Ems (FN. 21), Tabellen 13–15.

Neiße zu finden, wo 1.620 Personen gefährdet sind. Die Region Mittlere/Untere Oder verzeichnet 770 betroffene Einwohner, während im Gebiet um das Stettiner Haff 160 Menschen betroffen sein könnten.

Die potenziell betroffene Fläche umfasst insgesamt 297 km², wobei die Verteilung auf die verschiedenen Nutzungsarten differenziert betrachtet werden kann. Wohnbau und gemischte Nutzung betrifft eine relativ geringe Fläche von insgesamt nur 1 km² in allen drei Regionen. Dies deutet darauf hin, dass vor allem Gebiete außerhalb dichter besiedelter Wohngebiete betroffen sind. Landwirtschaftliche, Wald- und Forstflächen umfassen hingegen insgesamt 73 km² potenziell betroffene Fläche. Besonders die Regionen Mittlere/Untere Oder und Lausitzer Neiße weisen mit 40 km² bzw. 20 km² große betroffene Flächen auf.

Im Stettiner Haff wären bei einem Hochwasser 160 Einwohner und eine Gesamtfläche von 13 km², hauptsächlich bestehend aus landwirtschaftlichen und Forstflächen, betroffen. In der Mittleren/Unteren Oder wären 770 Einwohner gefährdet, und die betroffene Fläche würde insgesamt 40 km² umfassen, wobei wiederum der größte Teil auf landwirtschaftliche und Forstflächen entfällt. Die Region Lausitzer Neiße weist die höchste Zahl betroffener Einwohner auf, nämlich 1.620, und die betroffene Fläche beträgt insgesamt 20 km², davon ebenfalls ein bedeutender Anteil landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Risiken lokale Hochwasserereignisse durch häufiger auftretende periodische Starkniederschläge Starkregenereignissen werden im gesamten Oder-Einzugsgebiet steigen.²⁹ Fast die gesamte im deutschen Raum liegende Oder ist als Risikogewässerabschnitt anzusehen. Die Gesamtlänge der betroffenen Flussabschnitte ist 730 km lang. Die drei in der Tabelle aufgeführten Regionen unterteilen sich selbst noch einmal in 25 Risikogebiete.³⁰

Im Vergleich zu den Hochwasserrisiken in den Flussgebieten Rhein und Weser zeigt sich jedoch, dass die Flussgebietseinheit Oder insgesamt eine moderate Risikolandschaft aufweist. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Oder im Vergleich zu den oft stärker urbanisierten Flüssen wie dem Rhein und der Weser weniger stark von potenziellen Hochwasserereignissen betroffen ist, sowohl hinsichtlich der Anzahl der betroffenen Personen als auch der betroffenen Fläche. Allerdings hat das Oderhochwasser 1997 gezeigt, dass damals weit mehr Einwohner betroffen waren, als nunmehr im HWRMP aufgelistet sind. Beim Hochwasser 1997 wurden allein im Oderbruch 8000 Einwohner vorübergehend evakuiert, in der Ziltendorfer Niederung bei Eisenhüttenstadt waren es gut 2000. Einwohner. Das bedeutet, auch Oderhochwasser kann dramatische und weit über den Prognosen verlaufende Katastrophen mit sich bringen und deutlich schwerwiegendere Schäden verursachen, als derzeit in den HWRMP ausgewiesen.

Generell ist festzustellen, der HWRMP der Oder diskutiert die prognostizierten Änderungen des Hochwasserrisikos in der Flussgebietseinheit relativ allgemein. Daraus lassen sich dementsprechend keine Vorhersagen zu spezifischen Änderungen für bestimmte Flussabschnitte oder Nebenflüsse ableiten.

²⁹ Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg (MLUK), Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (MKLLU), Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL), HWRM-Plan Oder, S. 34, abrufbar unter: <https://mluk.brandenburg.de/w/HWRM2022-27/Oder/HWRM-Plan-Oder2021.pdf> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

³⁰ Ebd., S. 38.

Oder	Betroffene Einwohner bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit	Potenziell betroffene Fläche (km ²) bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit		
		Insgesamt	Wohnbau und gemischte Nutzung	Landwirtschaftliche, Wald, Forstflächen
Stettiner Haff	160	131	0,3	13
Mittlere/ Untere Oder	770	138	0,3	40
Lausitzer Neiße	1.620	28	0,3	20
Summe	2.550	297	1,0	73

Tabelle: Flussgebietseinheit Oder.³¹

4.1.4 Flussgebietseinheit Maas

Betroffenes Bundesland: Nordrhein-Westfalen

Die Analyse der Hochwasserrisiken in der Flussgebietseinheit Maas zeigt, dass insgesamt etwa 4.900 Einwohner bei Hochwasserereignissen mit hoher Wahrscheinlichkeit betroffen wären. Die potenziell überflutete Fläche in der Region beläuft sich auf insgesamt 57 km², die sich auf verschiedene Nutzungsarten verteilt. Im nördlichen Abschnitt der Maas (Maas Nord) sind etwa 970 Einwohner von potenziellen Hochwasserereignissen betroffen. Die betroffene Fläche beträgt hier 23 km², wobei 0,4 km² auf Wohnbau- und gemischte Nutzungsflächen entfallen. Der Großteil der betroffenen Fläche, nämlich 19,2 km², umfasst landwirtschaftliche, Wald- und Forstflächen. Der südliche Abschnitt der Maas (Maas Süd) weist eine deutlich höhere potenzielle Betroffenheit auf, mit etwa 3.930 betroffenen Einwohnern. Die betroffene Fläche beträgt 34 km², wovon 1,1 km² für Wohnbau- und gemischte Nutzungen genutzt werden und 22,3 km² landwirtschaftliche, Wald- und Forstflächen ausmachen.

Insgesamt zeigt sich, dass die Flussgebietseinheit Maas in Nord und Süd auf 57 km² potenziell überflutet werden könnte, wobei 41,5 km² landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächen betreffen. Die Wohnbau- und gemischten Nutzungsflächen machen insgesamt 1,5 km² der betroffenen Fläche aus.

Die Hochwasserbetroffenheit in der Flussgebietseinheit Maas fällt in Bezug auf die betroffene Einwohnerzahl und die potenziell überfluteten Flächen im Vergleich zu anderen Flussgebietseinheiten relativ gering aus. Mit insgesamt 4.900 betroffenen Einwohnern und einer überfluteten Fläche von 57 km² ist die Flussgebietseinheit Maas weniger gefährdet, was jedoch nicht bedeutet, dass Schutzmaßnahmen vernachlässigt werden sollten.

³¹ Ebd., Tabelle 10–12.

Maas	Betroffene Einwohner bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit	Potenziell betroffene Fläche (km ²) bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit		
		Insgesamt	Wohnbau und gemischte Nutzung	Landwirtschaftliche, Wald, Forstflächen
Maas Nord	970	23	0,4	19,2
Maas Süd	3930	34	1,1	22,3
Summe	4.900	57	1,5	41,5

Tabelle: Flussgebietseinheit Maas.³²

4.1.5 Flusseinzugsgebiet Weser

Betroffene Bundesländer: Hessen, Bayern, Bremen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt, Thüringen

In der Flussgebietseinheit Weser zeigt sich, dass insgesamt etwa 58.000 Einwohner bei Hochwasserereignissen mit hoher Wahrscheinlichkeit betroffen wären. Die potenziell überflutete Fläche in der Region beläuft sich auf insgesamt 1.180 km², die auf unterschiedliche Nutzungsarten verteilt ist. Der Abschnitt der Ober- und Mittelweser weist mit 15.000 betroffenen Einwohnern und einer potenziell überfluteten Fläche von 400 km² das höchste Risiko auf. Davon entfallen 10 km² auf Wohnbau- und gemischte Nutzungsflächen, während der Großteil der betroffenen Fläche, nämlich 300 km², landwirtschaftliche, Wald- und Forstflächen umfasst.

Die Regionen entlang der Werra und der Aller sind ebenfalls stark gefährdet, mit jeweils 15.000 und 11.000 betroffenen Einwohnern. Die potenziell überfluteten Flächen betragen hier 150 km² bzw. 180 km². In beiden Regionen überwiegen die landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Flächen, die 120 km² bzw. 160 km² ausmachen. Die Werra-Region weist zudem 5 km² Wohnbau- und gemischte Nutzungsflächen auf. Die Leine-Region ist ebenfalls stark betroffen, mit 11.000 betroffenen Einwohnern und einer potenziell überfluteten Fläche von 200 km². Davon entfallen 5 km² auf Wohnbau- und gemischte Nutzungen, während 150 km² landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächen ausmachen.

In der Region entlang von Fulda und Diemel sind etwa 5.000 Einwohner von potenziellen Hochwasserereignissen betroffen, und die betroffene Fläche beträgt 150 km². Der Großteil dieser Fläche, 120 km², ist landwirtschaftlich oder forstwirtschaftlich genutzt, während 2 km² auf Wohnbau- und gemischte Nutzungen entfallen. Die Tideweser im Binnenland weist mit 1.000 betroffenen Einwohnern die geringste potenzielle Betroffenheit auf. Die überflutete Fläche beträgt hier 100 km², wobei 1 km² für Wohnbau- und gemischte Nutzungen genutzt wird und 70 km² landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächen umfasst.

Insgesamt zeigt die Analyse, dass entlang der Weser auf einer Fläche von 1.180 km² potenzielle Hochwassergefahren bestehen, wobei 920 km² dieser Fläche landwirtschaftlich oder forstwirtschaftlich

³² Bezirksregierung Köln, HWRM-Plan Maas, Tabellen 8–10, abrufbar unter: <https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/hwrm-plan-maas-final.pdf> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

genutzt werden. Die Wohnbau- und gemischten Nutzungsflächen, die 25 km² ausmachen, sind besonders kritisch, da sie direkt die betroffene Bevölkerung und Infrastruktur betreffen.

Die Bewertung des sich zukünftig durch den Klimawandel verändernde Hochwasserrisikos in der Flussgebietseinheit Weser nach ihrem HWRMP 2021-2027 basiert auf dem Szenario „Weiter wie bisher“ (RCP8.5), das einen fortgesetzten Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen annimmt. Projektionen zeigen bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts (2031-2060) einen Temperaturanstieg von 1,5-2,5°C und bis zum Ende des Jahrhunderts (2071-2100) von 3-4,5°C. Die Sommerniederschläge bleiben weitgehend unverändert, während im Winter Zunahmen von bis zu 30 % möglich sind. Diese klimatischen Veränderungen führen zu einem Anstieg des mittleren jährlichen Hochwassers (MHQ) in der Weserregion. Für die Weser und ihre größeren Zuflüsse (Fulda, Werra, Leine, Aller) werden Zunahmen von 10-20 % bis Mitte und Ende des Jahrhunderts erwartet. Eder und der Oberlauf der Werra zeigen bis zur Mitte des Jahrhunderts eher moderate Änderungen (0-10 %).³³

Weser	Betroffene Einwohner bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit	Potenziell betroffene Fläche (km ²) bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit		
		Insgesamt	Wohnbau und gemischte Nutzung	Landwirtschaftliche, Wald, Forstflächen
Tideweser (Binnland)	1.000	100	1	70
Aller	11.000	180	2	160
Leine	11.000	200	5	150
Ober-/Mittelweser	15.000	400	10	300
Fulda/ Diemel	5.000	150	2	120
Werra	15.000	150	5	120
Summe	58.000	1.180	25	920

Tabelle: Flussgebietseinheit Weser.³⁴

4.1.6 Flussgebietseinheit Donau

Betroffene Bundesländer: Baden-Württemberg, Bayern

Die Hochwasseranalyse in der Flussgebietseinheit Donau zeigt, dass insgesamt etwa 18.590 Einwohner bei Hochwasserereignissen mit hoher Wahrscheinlichkeit betroffen wären. Die potenziell überflutete Fläche in der Region beläuft sich auf insgesamt 575 km², die auf verschiedene Nutzungsarten verteilt ist. Der Abschnitt der Donau von der Einmündung der Bära in Fridingen bis zur Einmündung der Riß weist mit 2.700 betroffenen Einwohnern und einer potenziell überfluteten Fläche von 56 km² das höchste Risiko auf. Davon entfallen allerdings nur 0,8 km² auf Wohnbau- und gemischte

³³ FFG Weser, HWRM-Plan Weser, S. 56, abrufbar unter: https://www.fgg-weser.de/component/rsfiles/download-file/files?path=EG-HWRM-RL%252Fhwrmpplan2021_weser_textteil_mit_anlagen_final.pdf&Itemid=111 (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

³⁴ Ebd., Tabellen 4.2, 4.3, 4.6, 4.7.

Nutzungsflächen, während der Großteil der betroffenen Fläche, nämlich 43,6 km², landwirtschaftliche, Wald- und Forstflächen umfasst.

Weitere besonders gefährdete Abschnitte der Donau sind die Gebiete von der Riß bis zur Landesgrenze Baden-Württemberg/Bayern und von der Iller bis zum Lech, mit jeweils 1.900 und 1.550 betroffenen Einwohnern. Die potenziell überfluteten Flächen betragen hier 36 km² bzw. 100 km². Auch in diesen Regionen überwiegen die landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Flächen, die 27,0 km² bzw. 75,7 km² ausmachen. Die Region entlang der Lech weist mit 1.230 betroffenen Einwohnern und einer potenziell überfluteten Fläche von 47 km² ebenfalls ein gewisses Hochwassergefährdung auf. Allerdings ist hier keine Wohnbau- und gemischte Nutzungsfläche betroffen und lediglich 3,3 km² an landwirtschaftlichen Flächen betroffen. Weitere Gebiete wie die Altmühl, die Naab und die Isar zeigen ebenfalls Hochwassergefährdungen, wobei die betroffenen Einwohnerzahlen zwischen 590 und 2.430 schwanken und die überfluteten Flächen zwischen 18 km² und 44 km² liegen. In diesen Gebieten sind jeweils 12,5 km² bis 27,8 km² landwirtschaftliche Flächen betroffen.

Im Vergleich zur Weser, die mit 58.000 betroffenen Einwohnern und 1.180 km² potenziell überfluteter Fläche deutlich höhere Risiken aufweist, zeigt die Donau eine moderatere, aber dennoch signifikante Hochwassergefährdung. Insgesamt beträgt die potenziell betroffene Fläche 575 km², die allerdings überwiegend landwirtschaftlich genutzt wird. Auch im Gegensatz zum Rhein, der ebenfalls eine höhere absolute Betroffenheit aufweist, konzentrieren sich die Hochwasserrisiken entlang der Donau stärker auf landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächen.

Ähnlich wie beim Rhein und der Oder, werden auch im HWRM-Plan der Flussgebietseinheit Donau die zukünftigen potenziellen Änderungen des Hochwasserrisikos durch den Klimawandel eher allgemein diskutiert und es werden keine konkreten Aussagen zu Änderungen an bestimmten Flussabschnitten oder Nebenflüssen getroffen.

Donau	Betroffene Einwohner bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit	Potenziell betroffene Fläche (km ²) bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit		
		Insgesamt	Wohnbau und gemischte Nutzung	Landwirtschaftliche, Wald, Forstflächen
Donau (Breg bis Einmündung Bära Fridingen)	700	30	0,3	25,3
Donau (Einmündung Bära Fridingen bis Einmündung Riß)	2.700	56	0,8	43,6
Donau (Riß bis Landesgrenze BW-BY)	1.900	36	0,5	27,0
Iller	520	16	0,0	8,4

Donau (Iller bis Lech)	1.550	100	0,5	75,7
Wörnitz	410	33	0,2	26,5
Lech	1.230	47	0,0	3,3
Donau (Lech bis Isar)	1.740	36	0,2	19,6
Altmühl	1.060	29	0,5	20,9
Naab	590	18	0,2	12,5
Donau (Naab bis Isar)	1.150	44	0,5	27,8
Regen	650	22	0,3	14,4
Isar	2.430	36	0,5	22,9
Donau (Isar bis Inn)	640	34	0,4	26,4
Ilz	40	2	0,0	0,3
Inn	1260	32	0,3	19,4
Donau (Inn bis Staatsgrenze)	20	4	0,0	0,2
Summe:	18.590	575	5,2	347,2

Tabelle: Flussgebietseinheit Donau.³⁵

4.1.7 Flussgebietseinheit Elbe

Betroffene Bundesländer: Bayern, Berlin, Brandenburg, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein, Thüringen

Die Hochwasseranalyse der Flussgebietseinheit Elbe zeigt, dass insgesamt etwa 98.800 Einwohner bei Hochwasserereignissen mit hoher Wahrscheinlichkeit betroffen wären. Die potenziell überflutete Fläche in der Region beläuft sich auf insgesamt 2.533,7 km², die auf unterschiedliche Nutzungsarten verteilt ist.

Der Abschnitt der Saale weist mit 42.100 betroffenen Einwohnern und einer potenziell überfluteten Fläche von 496,6 km² das höchste Risiko auf. Davon entfallen 8,5 km² auf Wohnbau- und gemischte Nutzungsflächen, während der Großteil der betroffenen Fläche, nämlich 381,0 km², landwirtschaftliche, Wald- und Forstflächen umfasst.

Die Mulde-Elbe-Schwarze Elster-Region zeigt ebenfalls hohe Werte, mit 39.800 betroffenen Einwohnern und einer potenziell überfluteten Fläche von 598 km². Hierbei entfallen 6,5 km² auf Wohnbau- und gemischte Nutzungsflächen, während 421,2 km² landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächen betreffen. Diese Region hat damit eine ähnliche Verteilung der Betroffenheit wie die Saale, jedoch mit einem etwas größeren Anteil an landwirtschaftlichen Flächen.

³⁵ FFG Donau, HWRM-Plan Donau, Tabellen 12–14, abrufbar unter: https://www.fgg-donau.bayern.de/hwrm_rl/hochwasserrisikomanagement/doc/hwrm_plan_donau.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Weitere Risiken bestehen entlang der Havel und der mittleren Elbe/Elde. Die Havel-Region hat 8.500 betroffene Einwohner und eine potentiell überflutete Fläche von 727,7 km², wobei 3,4 km² auf Wohnbau- und gemischte Nutzungsflächen entfallen. Der Großteil der betroffenen Fläche, 459,8 km², betrifft landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächen. Der Abschnitt der mittleren Elbe/Elde weist mit 3.600 betroffenen Einwohnern und einer überfluteten Fläche von 598,7 km² ebenfalls hohe Werte auf, wobei der Anteil an Wohnbau- und gemischten Nutzungsflächen mit nur 0,5 km² relativ gering ist.

Die Tideelbe (Binnland) zeigt eine geringere absolute Betroffenheit, mit 4.500 betroffenen Einwohnern und einer potenziell überfluteten Fläche von 103,3 km². Hier entfallen 1,3 km² auf Wohnbau- und gemischte Nutzungsflächen, während 61,3 km² landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächen betreffen. Auch die Region Eger und Untere Elbe weist eine geringe Betroffenheit auf, mit nur 300 betroffenen Einwohnern und 9,4 km² potenziell überfluteter Fläche.

Im Vergleich zu den anderen großen Flüssen wie der Weser, der Donau und dem Rhein zeigt die Elbe die größte absolute Betroffenheit bei Hochwasserereignissen. Mit insgesamt 98.800 betroffenen Einwohnern und einer potenziell überfluteten Fläche von 2.533,7 km² ist die Flussgebietseinheit Elbe die Region mit der höchsten Gefährdung. Besonders hervorzuheben ist die hohe Betroffenheit in den Regionen der Saale und der Mulde-Elbe-Schwarze Elster, die signifikante Flächengrößen und Bevölkerungszahlen umfassen.

Die Bewertung des zukünftig prognostizierten Hochwasserrisikos im Einzugsgebiet der Elbe, die im HWRMP für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Zeitraum von 2021 bis 2027 vorgenommen wird, basiert auf Szenarien des fünften IPCC-Sachstandsberichts und nutzt das ungünstige „Weiter wie bisher“-Szenario (RCP8.5). Die Projektionen zeigen, dass die mittleren Temperaturen bis Mitte des Jahrhunderts um 1-2,5°C und bis Ende des Jahrhunderts um 3-5°C steigen werden. Die Sommerniederschläge bleiben weitgehend unverändert, während die Wintermonate Zunahmen von bis zu 35 % verzeichnen können. Diese klimatischen Veränderungen führen zu einem Anstieg des mittleren jährlichen Hochwassers (MHQ) im Elbegebiet. An der deutsch-tschechischen Grenze wird ein Anstieg des MHQ um 10-20 % bis Mitte des Jahrhunderts und um 20-30 % bis Ende des Jahrhunderts erwartet. Flüsse wie die Mulde, Weiße Elster und Saale zeigen relativ moderate Anstiege (unter 10 %). Hingegen sind östliche Zuflüsse wie die Spree besonders stark betroffen, mit möglichen Anstiegen von bis zu 50 %. Die Elbe selbst wird von diesen regionalen Unterschieden beeinflusst, mit insgesamt erwarteten MHQ-Anstiegen von 10-20 % bis Mitte des Jahrhunderts und 20-30 % bis Ende des Jahrhunderts.³⁶

³⁶ FFG Elbe, HWRM-Plan Elbe, S. 58, abrufbar unter: https://www.fgg-elbe.de/hwrm-rl/hwrm-plan.html?hash=IqtvJYKftysrHi01kUiYRVafLZ5%2FHkX%2BvW6L6K7UwRg%3D&ctx=a%3A1%3A%7Bs%3A2%3A%22id%22%3Bi%3A14924%3B%7D&d=attachment&f=HWRM-Plan_FGG_Elbe_2021.pdf&p=Downloads%2FHWRM_RL%2Fber%2Fhwrm_2021%2FHWRM-Plan_FGG_Elbe_2021.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Elbe	Betroffene Einwohner bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit	Potenziell betroffene Fläche (km ²) bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit		
		Insgesamt	Wohnbau und gemischte Nutzung	Landwirtschaftliche, Wald, Forstflächen
Tideelbe (Binnland)	4.500	103,3	1,3	61,3
Mittlere Elbe/Elde	3.600	598,7	0,5	409,9
Havel	8.500	727,7	3,4	459,8
Saale	42.100	496,6	8,5	381,0
Mulde-Elbe-Schwarze Elster	39.800	598,0	6,5	421,2
Eger und Untere Elbe	300	9,4	0,1	6,5
Summe	98.800	2.533,7	20,3	1.739,7

Tabelle: Flussgebietsgemeinschaft Elbe.³⁷

4.1.8 Flussgebietseinheit Schlei/ Trave

Bundesländer: Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein

Die Hochwasseranalyse in der Flussgebietseinheit Schlei/Trave zeigt, dass insgesamt etwa 192 Einwohner bei Hochwasserereignissen mit hoher Wahrscheinlichkeit betroffen wären. Die potenziell überflutete Fläche in der Region beläuft sich auf insgesamt nur 6,1 km², die auf unterschiedliche Nutzungsarten verteilt ist.

Die Region Wagrien-Fehmarn weist mit 125 betroffenen Einwohnern und einer potenziell überfluteten Fläche von 0,7 km² das größte Risiko auf. In dieser Region beträgt die überflutete Fläche 0,3 km² landwirtschaftliche Flächen, während keine Wohnbau- oder gemischten Nutzungsflächen betroffen sind.

Die Mittlere Trave hat kaum betroffenen Einwohner und eine potenziell überflutete Fläche von nur 3,6 km², wobei 2,6 km² landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächen betreffen. Die Untere Trave verzeichnet nur 36 betroffene Einwohner und eine potenziell überflutete Fläche von 1,3 km², wobei 0,1 km² auf landwirtschaftliche Flächen entfallen. Auch hier ist die absolute Fläche relativ klein, jedoch gibt es eine etwas höhere Anzahl betroffener Einwohner im Vergleich zur Mittleren Trave, die aber noch immer relativ gering ist. Die anderen Abschnitte wie Schlei, Eckernförder Bucht, Baltic-Schwentine, Baltic-Probstei, und Baltic-Neustädter Bucht zeigen eine minimale Betroffenheit, da keine oder nur sehr wenige Einwohner betroffen sind und die potentiell überfluteten Flächen sehr gering sind.

³⁷ Ebd., Tabellen 4-3, 4-4, 4-5.

Insgesamt zeigt die Analyse der Schlei/Trave-Region, dass die potenziellen Hochwassergefahren niedrig sind, sowohl hinsichtlich der betroffenen Bevölkerung als auch der überfluteten Fläche. Auf Grund der Küstennähe dieser Region ist hier hervorzuheben, dass für dieses Gutachten lediglich das fluviale, also das von Flüssen ausgehende Hochwasserrisiko betrachtet wird und diese Analyse keine Aussagen zu dem potentiellen Hochwasserrisiko, das von der Ostsee ausgeht, zulässt.

Schlei/ Trave	Betroffene Einwohner bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit	Potenziell betroffene Fläche (km ²) bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit		
		Insgesamt	Wohnbau und gemischte Nutzung	Landwirtschaftliche, Wald, Forstflächen
Schlei	0	0,1	0	0,0
Eckernförder Bucht	0	0,0	0	0,0
Baltic-Schwentine	30	0,3	0	0,2
Batic-Probstei	0	0,1	0	0,0
Wagrien-Fehmarn	125	0,7	0	0,3
Baltic-Neustädter Bucht	0	0,0	0	0,0
Mittlere Trave	1	3,6	0	2,6
Untere Trave	36	1,3	0	0,1
Schwartau	0	0,1	0	0,0
Summe	192	6,1	0,1	3,3

Tabelle: Flussgebietseinheit Schlei/Trave.³⁸

4.1.9 Flussgebietseinheit Eider

Betroffenes Bundesland: Schleswig-Holstein

Die Hochwasseranalyse in der Flussgebietseinheit Eider zeigt, dass insgesamt etwa nur 9 Einwohner bei Hochwasserereignissen mit hoher Wahrscheinlichkeit betroffen wären. Die potenziell überflutete Fläche in der Region beläuft sich auf insgesamt 38,5 km², die auf unterschiedliche Nutzungsarten verteilt ist.

Die Region Arlau weist mit 9 betroffenen Einwohnern und einer potenziell überfluteten Fläche von 1,3 km² das größte Risiko auf. Von diesen 1,3 km² sind 0,6 km² landwirtschaftliche Flächen, während keine

³⁸ Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MEKUN) Schleswig-Holstein, HWRM-Plan Schlei/Trave, Tabellen 15–17, abrufbar unter: https://www.schleswig-holstein.de/mm/downloads/Fachinhalte/Hochwasserschutz/FGE_SchleiTrave_2021.zip (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Wohnbau- oder gemischten Nutzungsflächen betroffen sind. Die anderen Abschnitte, wie Treene, Mittellauf Eider, und Tideeider, zeigen eine größere potenziell überflutete Fläche, aber keine betroffenen Einwohner. Zum Beispiel beträgt die überflutete Fläche in der Tideeider-Region 20,4 km², davon 2,1 km² landwirtschaftliche Flächen. Auch in der Mittellauf Eider-Region beträgt die überflutete Fläche 10,2 km², wobei 1,1 km² landwirtschaftliche Flächen betroffen sind.

Die Nordfriesischen Inseln, Halligen, Husumer Au, nördliches Eiderstedt, Miele, und Gotteskoog zeigen keine betroffenen Einwohner und nur geringe überflutete Flächen auf. Die Gotteskoog-Region hat 0,3 km², die Bongsieler Kanal-Region 2,7 km², und die Treene-Region 3,7 km².

Insgesamt zeigt die Analyse der Eider-Region, dass die potenziellen Hochwassergefahren relativ gering sind, sowohl hinsichtlich der betroffenen Bevölkerung als auch der überfluteten Fläche. Auf Grund der Küstennähe dieser Region ist hier nochmal hervorzuheben, dass für dieses Gutachten lediglich das fluviale, also das von Flüssen ausgehende Hochwasserrisiko betrachtet wird und diese Analyse keine Aussagen zu dem potentiellen Hochwasserrisiko, das von der Nordsee ausgeht, zulässt.

Eider	Betroffene Einwohner bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit	Potenziell betroffene Fläche (km ²) bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit		
		Insgesamt	Wohnbau und gemischte Nutzung	Landwirtschaftliche, Wald, Forstflächen
Nordfriesische Inseln, Halligen	0	0	0	0
Gotteskoog	0	0,3	0	0,1
Bongsieler Kanal	0	2,7	0	1,3
Arlau	9	1,3	0	0,6
Husumer Au, nördliches Eiderstedt	0	0,0	0	0
Treene	0	3,7	0	1,0
Mittellauf Eider	0	10,2	0	1,1
Tideeider	0	20,4	0	2,1
Miele	0	0	0	0
Summe	9	38,5	0	6,2

Tabelle: Flussgebietseinheit Eider.³⁹

³⁹ MEKUN Schleswig-Holstein, HWRM-Plan Eider, Tabellen 16–18, abrufbar unter: https://www.schleswig-holstein.de/mm/downloads/Fachinhalte/Hochwasserschutz/FGE_Eider_2021.zip (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

4.1.10 Schlussfolgerungen

Zusammenfassend lässt sich aus der vorliegenden Analyse der Hochwasserrisiken in den verschiedenen Flussgebietseinheiten Deutschlands feststellen, dass nach Addition aller Daten aus den HWRM-Plänen der Flussgebietseinheiten in Deutschland mit hoher Wahrscheinlichkeit Betroffener die Zahl bei etwa 384.000 in Deutschland liegt. Diese Zahl entspricht in etwa der Zahl, die der Gesamtverband der Versicherer (GDV) im Frühjahr mit 300.000 betroffene Adressen ermittelt hat.⁴⁰ Größte Risiken bestehen dabei in Deutschland am Rhein und seinen Nebenflüssen Ahr, Neckar, Mosel, sowie an der Elbe mit seinen Nebenflüssen Saale und Mulde.

Die Flussgebietseinheit Elbe weist eine hohe Betroffenheit in Bezug auf die Bevölkerungszahl auf, insgesamt sind hier etwa 98.800 Einwohner von Hochwasserereignissen mit hoher Wahrscheinlichkeit betroffen. Die Daten zur potenziellen Betroffenheit von Einwohnern und Flächen bei Hochwasserereignissen mit hoher Wahrscheinlichkeit in der Flussgebietseinheit Rhein zeigen, dass hier mit insgesamt rund 190.800 Einwohner entlang des Rheins und seinen Nebenflüssen betroffen wären. Damit weist der Rhein die höchste Betroffenheit in Deutschland auf. Die Flächen, die bei solchen Ereignissen potenziell überflutet werden könnten, umfassen bei der Elbe 2.533,7 km². Innerhalb dieser Flussgebietseinheit zeigen insbesondere die Regionen entlang der Saale sowie der Mulde-Elbe-Schwarze Elster die größten Betroffenheiten hinsichtlich der Einwohnerzahl, wobei die Saale-Region mit 42.100 betroffenen Personen die Spitzenposition einnimmt. Für die Flächennutzung im Wohnbaubereich zeigt sich, dass die höchste Betroffenheit in der Flussgebietseinheit Rhein auftritt. Hier sind insgesamt 33 km² Wohnbau- und gemischte Nutzungsflächen potenziell von Hochwasser betroffen. Innerhalb dieser Einheit stellt der Neckar mit 6,3 km² für Wohnbau- und gemischte Nutzung die größte Einzelbetroffenheit dar.

In Bezug auf zukünftige zu erwartende Änderungen im Hochwasserrisiko kann keine abschließende übergreifende Bewertung vorgenommen werden, da solche Prognosen nur in einzelnen HWRP gemacht werden, in anderen jedoch fehlen.

Gesamt ⁴¹	Betroffene Einwohner bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit	Potenziell betroffene Fläche (km ²) bei Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit		
		Insgesamt*	Wohnbau und gemischte Nutzung	Landwirtschaftliche, Wald, Forstflächen
Rhein	190.800	1.922	33	1.190
Ems	10.520	354	5	292
Oder	2.550	297	1,0	73
Maas	4.900	57	1,5	41,5
Weser	58.000	1.180	25	920
Donau	18.590	575	5,2	347,2
Elbe	98.800	2.533,7	20,3	1.739,7
Schlei/Trave	192	6,1	0,1	3,3
Eider	9	38,5	0	6,2
Summe	384 361	6963,30	91,1	4612,90

⁴⁰ Vgl. GDV (Fn. 1).

⁴¹ Vgl. auch Fn 23 zum Flusseinzugsgebiet Warnow/Peene.

4.1.11 Seen mit dem potentiell höchsten Hochwasserrisiko

Hochwasser wird in der Regel mit Flüssen in Verbindung gebracht. Das ist auch in den allermeisten Fällen zutreffend. Aber auch Seen können in Deutschland Hochwasser aufweisen und bergen Schadensrisiken. So gibt es beispielsweise für den Bodensee aufgrund der zahlreichen Hochwasserlagen seit 2004 ein länderübergreifendes Vorhersagesystem, das Hoch- und Niedrigwasser Vorhersagen beinhaltet.⁴² Im Juni 2024 lag der Pegel im Bodensee über der Hochwassergrenze. Um Schäden zu vermeiden, waren über 1000 Helfer von Feuerwehr, Technischem Hilfswerk (THW) Polizei und Deutschen Rotem Kreuz (DRK) im Einsatz, um vollgelaufene Keller leer zu pumpen, mittels Sandsäcken Barrikaden zu errichten und die Infrastruktur wie zum Beispiel Bahnstrecken zu überwachen.

Ganz generell sind die großen Voralpenseen am stärksten Hochwasserrisiken in Deutschland ausgesetzt. Zum einen durch die Schneeschmelzen, zum anderen durch Starkregenereignisse. Folgende Seen sind zu nennen.

Bodensee: Der größte Voralpensee ist regelmäßig (siehe 2024) von Hochwasser betroffen. Städte wie Lindau, Friedrichshafen und Konstanz sind gefährdet.

Chiemsee: Der Chiemsee tritt bei Schneeschmelze und starken Regenfällen regelmäßig über die Ufer und überschwemmt umliegende Gebiete.

Ammersee: Der Ammersee ist ebenfalls anfällig für Hochwasser, die tieferliegenden Uferregionen werden regelmäßig bei Starkregen und Schneeschmelze überflutet.

Starnberger See: Auch der Starnberger See ist hochwassergefährdet, wie die Überschwemmungen in den letzten Jahren gezeigt haben.

Die Seen in Deutschland mit dem potentiell höchsten Hochwasserrisiko liegen also im Alpennordraum, im Süden Deutschlands, in den Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg. Überschwemmungsgefährdete Gebiete, worunter auch Seen zu subsumieren sind, werden beispielsweise im UmweltAtlas durch das Bayrische Landesamt für Umwelt ausgewiesen und die Daten laufend ergänzt und erneuert.⁴³

Neben den Voralpenseen weisen auch Stauseen und Talsperren⁴⁴ sowie Bergbauseen⁴⁵ Besonderheiten hinsichtlich von Hochwasserrisiken auf.⁴⁶

Um zum Beispiel Talsperren als technische Bauwerke vor Hochwassergefahren zu schützen, gibt es in Deutschland Überlaufsysteme, Entlastungstürme oder Hochwasserrückhaltebecken.

⁴² Siehe Sieber, et al., Länderübergreifende operationelle Hoch- und Niedrigwasservorhersage für den Bodensee, WasserWirtschaft 7-8 (2008), S. 40 ff., abrufbar unter: <https://www.bodensee-hochwasser.info/pdf/operationelle-bodensee-vorhersage.pdf> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

⁴³ Siehe LfU Bayern, Überschwemmungsgefährdete Gebiete, abrufbar unter: https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_ue_gebiete/index.htm (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

⁴⁴ Siehe UFZ, Von einem Extrem ins andere - Fragen und Antworten zur aktuellen Hochwassersituation, abrufbar unter: https://www.ufz.de/index.php?de=36336&webc_pm=01/2024 (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

⁴⁵ Siehe UFZ, Bergbauseen nachhaltig sanieren und nutzen, abrufbar unter: https://www.ufz.de/export/data/2/84186_UFZ_XII_FT3_Bergbauseen.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

⁴⁶ Zur Klassifizierung von Seen in Deutschland allgemein siehe UBA, Seen, abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/seen> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

4.2 Flüsse und Seen mit höchster Austrocknungsgefahr bzw. merkbar absinkenden Pegelständen

Anders als zum Hochwasserrisiko, gibt es bisher wenig Daten zum Thema Austrocknung bzw. merkbar absinkenden Pegelstände in Deutschland. Satellitendaten zeigen, dass über den GRACE/GRACE-FO Beobachtungszeitraum (2002 bis 2021) die Wasserspeicherung in Deutschland im Mittel um rund 0,76 Gt pro Jahr (2,1 mm pro Jahr) abgenommen hat.

Eine der wenigen Arbeiten, die sich mit diesem Thema befasst, ist der Schlussbericht des Schwerpunktes Schiffbarkeit und Wasserbeschaffenheit (SP-106) im Themenfeld 1 des BMVI-ExpertenNetzwerks mit dem Titel „Beiträge zu einer verkehrsträgerübergreifenden Klimawirkungsanalyse: Wasserstraßenspezifische Wirkungszusammenhänge“. Hier wird versucht, Aussagen über mögliche Änderungen der Pegelstände von wichtigen Flüssen in Deutschland die in Zukunft unter Einfluss des Klimawandels zu erwarten sind, zu machen. Entwickelte Szenarien, welche Niedrigwasserereignisse in Flüssen aufzeigen, prognostizieren für die erste Jahrhunderthälfte jeweils nur geringe Änderungen. Die größten Veränderungen werden voraussichtlich am Mittel- und Niederrhein auftreten. Dies wird im Falle des „Weiter-wie-bisher-Szenario“ der Fall sein. Bei dem Klimaschutzszenario, in welchem die derzeitigen Klimaziele eingehalten werden, sind kaum Verschärfungen der Tage mit Niedrigwasser zu erwarten. Das jeweilige Szenario ist jeweils noch einmal in „niedrige Schätzungen“ und „hohe Schätzungen“ unterteilt. Die Referenz bilden die Jahre 1971–2000 in denen definitionsgemäß die Anzahl an Unterschreitungstagen an allen Wasserstraßen 20 Tage beträgt. Unter der „Nahen Zukunft“ ist der Zeitraum 2031-2060 gemeint.⁴⁷

Da nicht zu allen Flussgebietseinheiten aussagekräftige Daten vorliegen, wurde für dieses Gutachten eine Auswahl getroffen und nur die Flussgebietseinheiten mit ausreichender Datengrundlage für die Analyse berücksichtigt.

4.2.1 Rhein

Die vorliegende Datenlage zur Entwicklung des Rheins ist äußerst umfangreich und bietet eine fundierte Grundlage zur Modellierung und Simulation verschiedener Zukunftsszenarien. Diese Daten ermöglichen es, Vorhersagen über die zukünftige Entwicklung des Wasserhaushalts und der Wassertemperatur des Rheins zu treffen. Dabei lassen sich Prognosen sowohl für die "nahe Zukunft" bis 2060 als auch für die "ferne Zukunft" bis 2100 erstellen. Die Prognosen des Internationalen Komitees zum Schutz des Rheins (IKSR) zeigen für die Sommerhalbjahre bis 2050 eine Veränderung des Niedrigwasserabflusses (NM7Q) im Bereich von –10% bis +10%. Diese Spannweite weist auf die Unsicherheiten und die möglichen Variabilitäten hin, die in den Modellen berücksichtigt werden. Die Klimaveränderungsinitiative KLIWA hat ebenfalls Modellierungen durchgeführt, die für den Zeitraum bis 2050 eine Zunahme der Niedrigwasserabflüsse im Winter um 10% bis 20% prognostizieren. Im Gegensatz dazu wird im Sommer eine Abnahme der Abflüsse um –5% bis –15% erwartet. Die Zunahme der Abflüsse im Winter dürfte dazu beitragen, die Niedrigwassersituation zu entschärfen. Das hydrologische Sommerhalbjahr wird durch mehrere Faktoren geprägt: Eine Abnahme der

⁴⁷ BMUV, Beiträge zu einer verkehrsträgerübergreifenden Klimawirkungsanalyse: Wasserstraßenspezifische Wirkungszusammenhänge – Schlussbericht des Schwerpunktthemas Schiffbarkeit und Wasserbeschaffenheit (SP-106) im Themenfeld 1 des BMVI-ExpertenNetzwerks, abrufbar unter: <https://henry.baw.de/bitstreams/fae80de5-576f-4c32-ab53-441005e0f94a/download> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Niederschläge, eine Verringerung der Abflüsse an vielen Pegeln sowie eine Zunahme der Niedrigwasserperiode und deren Dauer. Diese Entwicklungen werden voraussichtlich zu signifikanten Herausforderungen in der Wasserwirtschaft führen. Das hydrologische Winterhalbjahr hingegen wird durch eine Zunahme der Niederschläge, einen Anstieg der Abflüsse und Hochwasserereignisse sowie eine frühzeitige Schneeschmelze beeinflusst. Zusätzlich verschiebt sich die Schneefallgrenze, was die Hydrologie des Rheins weiter verändert. Im Verlauf des Jahrhunderts, insbesondere in der zweiten Hälfte, werden die oben beschriebenen Ursachen für die Ausprägung der hydrologischen Sommer- und Winterhalbjahre in ihrer Intensität deutlich zunehmen. Dies könnte weitreichende Auswirkungen auf die Region haben. Für die Schifffahrt auf dem Rhein, insbesondere auf dem Niederrhein, wird unter der Annahme eines "Weiter-wie-bisher-Szenarios" eine erhebliche Einschränkung erst in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts erwartet. Diese könnte sich aus den veränderten hydrologischen Bedingungen und den damit einhergehenden Herausforderungen ergeben.

4.2.2 Obere Donau

Das jahreszeitliche Abflussverhalten der oberen Donau zeigt eine ähnliche Entwicklung wie im Rheingebiet. Aufgrund des Klimawandels und der damit einhergehenden Veränderungen in den Niederschlagsmustern, insbesondere im Alpenraum, ist eine Verschiebung der Abflüsse zwischen Sommer- und Winterhalbjahr zu beobachten. Bis 2060 wird eine Zunahme der Winterabflüsse um bis zu 15% erwartet. Dieser Anstieg lässt sich auf die verringerte Niederschlagspeicherung durch Schnee in der Alpenregion zurückführen, da die milderen Wintertemperaturen zunehmend eine frühzeitige Schneeschmelze und mehr Niederschlag in Form von Regen mit sich bringen. Die gespeicherte Wassermenge in Form von Schnee, die früher im Frühjahr und Sommer zur Verfügung stand, wird dadurch reduziert. Im Gegensatz dazu wird eine Abnahme der Abflüsse im Sommerhalbjahr von bis zu –20% prognostiziert. Die geringeren Niederschläge sowie die höhere Verdunstung in den wärmeren Monaten tragen maßgeblich zu dieser Entwicklung bei, was insbesondere für die Wasserwirtschaft und Ökologie in der Region zu einer Herausforderung werden könnte. Insgesamt zeigt sich bis zur Mitte des Jahrhunderts jedoch nur eine moderate Veränderung des Abflussverhaltens. Wesentliche Veränderungen der Niedrigwasserabflüsse sind vor allem erst in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts zu erwarten. Hier werden Abnahmen der Niedrigwasserabflüsse von 0 bis –20% prognostiziert, was auf längere Trockenperioden und intensivere sommerliche Niedrigwasserereignisse hindeutet.

4.2.3 Elbe

Die Abflussprognosen für die Elbe bis zum Jahr 2060 deuten auf eine Zunahme der Jahresmittelabflüsse um +5% bis +20% hin. Diese Zunahme ist vor allem auf die signifikant erhöhten Winterabflüsse zurückzuführen, die voraussichtlich um +5% bis +25% steigen werden. Die klimatischen Veränderungen führen zu vermehrtem Niederschlag und milderen Temperaturen im Winter. Im Sommerhalbjahr hingegen ist die Veränderung der Abflüsse weniger ausgeprägt. Hier werden nur geringe Schwankungen erwartet, die von einer Abnahme um –10% bis zu einem leichten Anstieg um +10% reichen könnten. Diese vergleichsweise stabile Entwicklung im Sommer, trotz der klimabedingten Trockenheit und geringeren Niederschläge, trägt dazu bei, dass die Gesamtveränderungen des Abflusses in der Elbe moderat bleiben.

Für die Havel hingegen wird bis 2060 eine deutliche Zunahme des Sommerabflusses prognostiziert, die zwischen 0 und +30% liegen könnte.

4.2.4 Weser

Für die Weser wird bis zur Mitte des Jahrhunderts ein leichter Anstieg des Niedrigwasserabflusses prognostiziert. Dieser Anstieg ist vor allem auf die erwarteten Zunahmen der Abflüsse sowohl im Winter als auch im Sommer zurückzuführen. Im Winter führen steigende Niederschläge und mildereres Klima zu einer Erhöhung der Abflussmengen, während im Sommer eine ähnliche, wenn auch weniger ausgeprägte, Entwicklung beobachtet wird.

4.2.5 Seen

Austrocknende Seen in Deutschland, wie der Fresdorfer See bei Potsdam, sind noch selten. Aber die Geschwindigkeit, mit der dieser See innerhalb weniger Jahre verschwand, ließ aufhorchen.⁴⁸ Zu großzügige Grundwasserentnahmen gemessen an der Trockenheit bestimmter Jahre (hier ab 2018) waren die Ursache der Verlandung dieses Grundwassersees. Der fortschreitende Klimawandel und die hohe Verdunstung begünstigen generell Austrocknungserscheinungen an deutschen - und besonders an flachen - Binnenseen.

Insbesondere im Osten Deutschlands, der in den Bundesländern Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern eine große Dichte an Seen aufweist, ist die hohe Dürrefährdung mit weniger Niederschlägen als in Westdeutschland auffällig.⁴⁹ Kommt in einer solchen Region wie beispielsweise Brandenburg 95 % des Trinkwassers aus Grundwasserquellen, bedeutet das für Grundwasserseen nicht selten eine hohe Gefährdung des Absinkens der Pegelstände in der Zukunft. So ist der Pegelstand des Parsteiner Sees seit 1968 um ca. 20 cm gesunken, der Peetschsee sogar um 90 cm.⁵⁰ Und der fortschreitende Klimawandel verschärft diese Lage noch.

Im Land Brandenburg versucht man seitens der Landesregierung mit dem Landesniedrigwasserkonzept entgegenzusteuern.⁵¹ Die Schlussfolgerungen im Konzept sind angesichts der Folgen des Klimawandels für das Land Brandenburg recht eindeutig und werden im Konzept auch so benannt:

„Um die negativen Auswirkungen des Klimawandels verbunden mit anhaltenden Trockenwetterperioden und zunehmenden Wasserdefiziten entgegenzuwirken, muss den Problemen in Brandenburg vor allem dadurch begegnet werden, dass die Flächenentwässerung reduziert und der Wasserrückhalt in den na-

⁴⁸ Vgl. rbb24 (Fn. 8).

⁴⁹ Siehe UFZ, (Fn. 9).

⁵⁰ Vgl. entsprechende Daten des LfU Brandenburg: rbb24, Grundwassermangel lässt Wasserstände der Seen sinken, abrufbar unter: <https://www.rbb24.de/panorama/beitrag/2021/04/seen-brandenburg-wasser-grundwasser-niedrigwasser-mangel.html> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

⁵¹ Vgl. MLUK Brandenburg, Landesniedrigwasserkonzept, abrufbar unter: <https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Landesniedrigwasserkonzept-Brandenburg.pdf> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

*türlichen Speichern der Landschaft erhöht wird. Die bisher vorrangig nutzungsorientiert auf Flächenentwässerung und Zusatzwassereinspeisung ausgerichtete Bewirtschaftung eines ausgedehnten Netzes von künstlichen Gewässern und Anlagen muss an die Anforderungen eines nachhaltigen Wasserressourcenmanagements und damit auf Niedrigwasservorsorge ausgerichtet werden.*⁵²

Die Frage ist allerdings, ob die Zielkonflikte insbesondere bei Nutzungskonkurrenzen von Grundwasser im Land Brandenburg (Tesla, Braunkohleabbau, private Brunnen) bereits gemäß der erkannten dramatischen Situation der prognostizierten anhaltenden Trockenheit in der Praxis nicht nur zu einem Umdenken führt, sondern tatsächlich beispielsweise verhindert, dass noch mehr Seen wie der See bei Fresdorf innerhalb weniger Jahre verlanden.

Auch wenn Ostdeutschland und hier die Bundesländer Brandenburg, Berlin und Mecklenburg-Vorpommern hinsichtlich austrocknender Seen besonders gefährdet sind, stellt sich diese Frage grundsätzlich bei allen Seen in Deutschland, aber auch bei den etwa 300 Talsperren im Land.⁵³

⁵² Ebd., S. 9.

⁵³ Siehe auch Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel, abrufbar unter: https://www.lawa.de/documents/umgang-zielkonflikte-anpassung-klimawandel-barrierefrei_1689856947.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Quellen und Literaturverzeichnis

Bezirksregierung Köln, Hochwasserrisikomanagementplan für das nordrhein-westfälische Einzugsgebiet der Maas für den Zeitraum 2021 bis 2027, abrufbar unter: <https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/hwrm-plan-maas-final.pdf> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Niedrigwasserinformationssystem (NIWIS), abrufbar unter: https://www.bafg.de/DE/5_Informiert/1_Portale_Dienste/NIWIS/niwis_node.html (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Bundesministerium für Bildung und Forschung, Dürre in Deutschland: Forschung, Lösungen, Anpassung, <https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/kurzmeldungen/de/2022/08/duerre-und-trockenheit-in-deutschland.html> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Aktionsplan „Niedrigwasser Rhein“ für zuverlässigen Transport bzw. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR, 2015): Klimawandelanpassungsstrategie für die IFGE Rhein, Bericht Nr. 219, abrufbar unter: https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0219.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

- (Hg.), Beiträge zu einer verkehrsträgerübergreifenden Klimawirkungsanalyse: Wasserstraßenspezifische Wirkungszusammenhänge. Schlussbericht des Schwerpunktes Schiffbarkeit und Wasserbeschaffenheit (SP-106) im Themenfeld 1 des BMVI-Expertennetzwerks, abrufbar unter: <https://henry.baw.de/bitstreams/fae80de5-576f-4c32-ab53-441005e0f94a/download> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, Nationale Wasserstrategie, https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewasser/BMUV_Wasserstrategie_bf.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel, https://www.lawa.de/documents/umgang-zielkonflikte-anpassung-klimawandel-barrierefrei_1689856947.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Flussgebietsgemeinschaft Donau, Hochwasserrisikomanagement-Plan Donau, https://www.fgg-donau.bayern.de/hwrm_rl/hochwasserrisikomanagement/doc/hwrm_plan_donau.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Flussgebietsgemeinschaft Elbe, Hochwasserrisikomanagement-Plan Elbe, <https://www.fgg-elbe.de/hwrm-rl/hwrm-plan.html?hash=IqtvJYKftysrHi01kUiYRVafLZ5%2FHkX%2BvW6L6K7UwRg%3D&ctx=a%3A1%3A%7Bs%3A2%3A%22id%22%3Bi%3A14924%3B%7D&d=attachment&f=HWRM->

[Plan_FGG_Elbe_2021.pdf&p=Downloads%2FHWRM_RL%2Fber%2Fhwrmp_2021%2FHWRM-Plan_FGG_Elbe_2021.pdf](#) (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Flussgebietsgemeinschaft Ems, Hochwasserrisikomanagement-Plan Ems, https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/103301/HWRM-Plan_Ems.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Flussgebietsgemeinschaft Rhein, Hochwasserrisikomanagement-Plan Rhein, https://fgg-rhein.de/servlet/is/88087/HWRM-Plan_Rhein_2021.pdf?command=downloadContent&filename=HWRM-Plan_Rhein_2021.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Flussgebietsgemeinschaft Weser, Hochwasserrisikomanagement-Plan Weser, https://www.fgg-weser.de/component/rsfiles/download-file/files?path=EG-HWRM-RL%252Fhwrmpplan2021_weser_textteil_mit_anlagen_final.pdf&Itemid=111 (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Gesamtverband der Versicherer, Amtliche Zahlen zeigen mehr als 300.000 Adressen sind von Hochwassern bedroht, abrufbar unter: <https://www.gdv.de/gdv/medien/medieninformationen/amtliche-zahlen-zeigen-mehr-als-300-000-adressen-in-deutschland-sind-von-hochwasser-bedroht-168828> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Güntner, Andreas; Haas, Julian, Schwerpunkt Deutschland und Europa, in globalwaterstorage, 2023, abrufbar unter: <https://www.globalwaterstorage.info/medien/schwerpunkt-deutschland-und-europa> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Starkregen-Viewer, abrufbar unter: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/klimprax/starkregen/Erklaerung_der_Daten_des_Starkregenviewers.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Klimaveränderung und Wasserwirtschaft, abrufbar unter: <https://www.kliwa.de/> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Länderübergreifendes Hochwasserportal abrufbar unter: <https://www.hochwasserzentralen.de> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (LGB), Seenkataster des Landes Brandenburg abrufbar unter: <https://geoportal.brandenburg.de/detailansichtdienst/render?view=gdibb&url=https://geoportal.brandenburg.de/gs-json/xml?fileid=D9C4E283-00C3-42A2-9F1F-15BFD6A40B55> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Landesamt für Umwelt Bayern, Überschwemmungsgefährdete Gebiete, abrufbar unter: https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_ue_gebiete/index.htm (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Landesamt für Umwelt Brandenburg, Pegelportal Brandenburg, abrufbar unter: <https://pegelportal.brandenburg.de> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, SAMOSEE-BW: Fernerkundung von Seen – unsere Augen im All, abrufbar unter: https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10383-Satellitenbasiertes_Monitoring_von_Stehgew%C3%A4ssern_in_Baden-W%C3%BCrttemberg_-_ein_Teilprojekt_der_Digitali.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

- SAMOSEE-BW, abrufbar unter: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/-/samosee-bw-satellitenbasiertes-monitoring-von-seen-in-bw> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung Schleswig-Holstein, Hochwasserrisikomanagement-Plan Schlei/Trave, abrufbar unter: https://www.schleswig-holstein.de/mm/downloads/Fachinhalte/Hochwasserschutz/FGE_SchleiTrave_2021.zip (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

- Hochwasserrisikomanagement-Plan Eider, abrufbar unter: https://www.schleswig-holstein.de/mm/downloads/Fachinhalte/Hochwasserschutz/FGE_Eider_2021.zip (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz, Brandenburg, Landesniedrigwasserkonzept, abrufbar unter: <https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Landesniedrigwasserkonzept-Brandenburg.pdf> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg, Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft, Hochwasserrisikomanagement-Plan Oder, abrufbar unter: <https://mluk.brandenburg.de/w/HWRM2022-27/Oder/HWRM-Plan-Oder2021.pdf> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Moss, Timothy, Raumwissenschaftliche Perspektiverweiterung zur Umsetzung der EU Wasserrahmenrichtlinie. In: Moss, Timothy, Das Flussgebiet als Handlungsraum. Institutionenwandel durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie aus raumwissenschaftlicher Perspektive (Hrsg., 2003, Münster).

rbb24, Rother, P.; Oberwalleney, S., Fresdorfer See ausgetrocknet, 15.08.2024, abrufbar unter: <https://www.rbb24.de/panorama/beitrag/2024/08/brandenburg-potsdam-mittelmark-fresdorf-fresdorfer-see-trockenheit-umwelt-wassermangel-wassermanagement.html> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

- Steinberg, Friederike, Grundwassermangel lässt Wasserstände der Seen sinken, 16.04.2021, abrufbar unter: <https://www.rbb24.de/panorama/beitrag/2021/04/seen-brandenburg-wasser-grundwasser-niedrigwasser-mangel.html> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken, abrufbar unter: <https://eur->

lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32007L0060#d1e412-27-1 (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Sieber, Angela; Homagk, Peter; Mathis, Clemens; Pfaundler, Martin, Länderübergreifende operationelle Hoch- und Niedrigwasservorhersage für den Bodensee, in: WasserWirtschaft 7-8 (2008) S. 40 ff., abrufbar unter: <https://www.bodensee-hochwasser.info/pdf/operationelle-bodensee-vorhersage.pdf> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Umweltbundesamt, Indikator-Factsheets zum Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft (WW-1-7), S. 5, abrufbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5612/dokumente/ww-i-7_indikator_wasserstand_seen.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

- Steckbriefe zu den Flussgebietseinheiten, abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/steckbriefe-zu-den-flussgebietseinheiten> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).
- Themen, Wasser, Seen, abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/seen> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Yao, Fangfang; Livneh, Ben; Rajagopalan, Balaji; Wang, Jida; Crétaux, Jean-Francois; Wade, Yoshihide; Berge-Nguyen, Muriel, Satellites reveal widespread decline in global lake water storage, Science Vol. 380, Issue 6646 S. 743–749, abrufbar unter: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abo2812> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

Zentrum für Umweltforschung, Dürremonitor, abrufbar unter: <https://www.ufz.de/index.php?de=37937> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024 12.08.2024);
Seenkataster des Landes Brandenburg abrufbar unter: <https://geoportal.brandenburg.de/detailansichtdienst/render?view=gdibb&url=https://geoportal.brandenburg.de/gs-json/xml?fileid=D9C4E283-00C3-42A2-9F1F-15BFD6A40B55> (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).

- Von einem Extrem ins andere - Fragen und Antworten zur aktuellen Hochwassersituation, abrufbar unter: https://www.ufz.de/index.php?de=36336&webc_pm=01/2024 (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).
- Bergbauseen nachhaltig sanieren und nutzen, abrufbar unter: https://www.ufz.de/export/data/2/84186_UFZ_XII_FT3_Bergbauseen.pdf (zuletzt abgerufen am: 02.09.2024).