

Projektbericht „Kosten durch Klimawandelfolgen“

Schäden der Sturzfluten und Überschwemmungen im Juli 2021 in Deutschland

Eine ex-post-Analyse



Quelle: © iStock - Marc Bruxelles



Projektbericht „Kosten durch Klimawandelfolgen“

Schäden der Sturzfluten und Überschwemmungen im Juli 2021 in Deutschland

Eine ex-post-Analyse

Von

Dr. Jan Trenczek, Prognos AG
Oliver Lühr, Prognos AG
Lukas Eiserbeck, Prognos AG
Viktoria Leuschner, Prognos AG

Studie im Auftrag des

Bundesministerium für Wirtschaft
und Klimaschutz

Stand:

29. Juni 2022

Erstellt durch:

Prognos AG

Werdener Straße 4
D-40227 Düsseldorf

Ansprechpartner:

Dr. Jan Trenzcek

Tel. +49 – 162 988 2483

E-Mail: jan.trenzcek@prognos.com

prognos

Wir geben Orientierung.

In Kooperation mit:

**Institut für ökologische
Wirtschaftsforschung (IÖW)
(Gesamtprojektleitung)**

Potsdamer Straße 105
D-10785 Berlin



| i | ö | w

INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Ansprechpartnerin:

Dr. Alexandra Dehnhardt

Tel. +49 – 30 – 884 594 29

E-Mail: alexandra.dehnhardt@ioew.de

und

**Gesellschaft für Wirtschaftliche
Strukturforschung mbH (GWS)**

Heinrichstraße 30
D-49080 Osnabrück

GWS

SPECIALISTS IN
EMPIRICAL ECONOMIC
RESEARCH

Ansprechpartner:

Dr. Markus Flaute

Tel. +49 – 541 – 40933295

E-Mail: flaute@gws-os.com

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung und Kernergebnisse	6
2 Entstehung und Entwicklung des Extremereignisses	8
3 Ermittlung der Schäden und Schadenskosten	12
3.1 Chronik bestehender Untersuchungen	12
3.2 Berechnung und Verteilung der direkten Schäden	14
3.3 Berechnung indirekter Schäden	18
3.4 Auswertung nach betroffenen Bundesländern	22
3.5 Abschätzung zur Rolle des Klimawandels	24
4 Schlussfolgerungen und weiterer Forschungsbedarf	26
Quellenverzeichnis	28
Impressum	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Gegenüberstellung Schadenssektoren	der 15
Tabelle 2:	Weitere Disaggregation der Schadensdimensionen	16
Tabelle 3:	Übersicht über die ermittelten Spannweiten der Verhältnisse direkter zu indirekter Schäden	19
Tabelle 4:	Anteil der indirekten Schäden an den direkten Schäden je Handlungsfeld	20
Tabelle 5:	Veränderungen im Schadenserwartungswert des Ereignisses durch den Klimawandel	25

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Niederschlagssummen des Ereignisses	8
Abbildung 2:	Betroffene Regionen in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen im Juli 2021	9
Abbildung 3:	Wo die Regenmengen am 14 Juli 2021 ein 100-jähriges Niederschlagsereignis übertrafen	10
Abbildung 4:	Aufteilung der direkten Schäden der Sturzflut und Überschwemmung des Juli 2021 auf die Handlungsfelder der DAS	18
Abbildung 5:	Aufteilung der direkten und indirekten Gesamtschäden nach Bundesländern (Mrd. €)	21
Abbildung 6:	Aufteilung der monetären direkten und indirekten Gesamtschäden auf die DAS-Handlungsfelder (Mrd. €)	22
Abbildung 7:	Aufteilung der angefallenen Gesamtschäden nach Handlungsfeldern der DAS auf die Bundesländer	23

Abkürzungsverzeichnis

APA	Aktionsplan Anpassung
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BMI	Bundesministerium des Innern und für Heimat
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CEDIM	Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
DWD	Deutscher Wetterdienst
GDV	Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft
IHK	Industrie- und Handelskammer
IKSE	Internationale Kommission zum Schutz der Elbe
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
WWA	World Weather Attribution

1 Einleitung und Kernergebnisse

Im Juli 2021 wurden Deutschland und insbesondere die Bundesländer Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen von der schlimmsten Überflutungskatastrophe seit der Hamburger Sturmflut aus dem Jahr 1962 getroffen. Über 180 Menschen verloren ihr Leben, viele Dörfer und Städte sind auch ein halbes Jahr nach der Katastrophe noch von der Zerstörung gezeichnet. An einem genaueren Gesamtbild über die monetären Ausmaße der Schäden und Betroffenheiten wird weiterhin gearbeitet. Mittlerweile liegen zwei offizielle Regierungsberichte (Bundesinnen- (BMI) und -finanzministerium (BMF), 2021; BMI und BMF, 2022) und Untersuchungen insbesondere aus der Versicherungswirtschaft (GDV, 2021; MunichRE, 2022) zum Ausmaß der direkten finanziellen Schäden vor. Die klare Botschaft: **Die Überschwemmungen im Juli 2021 stellen das kostenträchtigste Einzelereignis der Nachkriegsgeschichte in Deutschland dar.**

Derzeit noch wenig untersucht sind die durch das Ereignis indirekt verursachten Kosten. Im vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) beauftragten Forschungsvorhaben „**Kosten durch Klimawandelfolgen in Deutschland**“, in dessen Kontext die vorliegende Untersuchung erscheint, wurden bereits verschiedene Untersuchungen zu vergangenen Schäden durch klimawandelbedingte Extremereignisse durchgeführt. Neben der Erstellung einer Übersicht wesentlicher Extremwitterschäden seit dem Jahr 2000 (Trenczek et al., 2022c) erfolgte eine Ermittlung der Schadenskosten der Hitze- und Dürresommer 2018 und 2019 (Trenczek et al., 2022a). Die vorliegende Studie ergänzt die Untersuchungsreihe mit einer Betrachtung der monetären Schäden der Flutkatastrophe vom Juli 2021, die insbesondere durch die Sturzfluten und Überschwemmungen an Ahr und Erft in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz, aber auch durch weitere Überflutungen in Bayern und Sachsen auftraten. Dabei sollen insbesondere zwei Fragen beantwortet werden:

- 1. In welchen Bereichen (bspw. Handlungsfeldern der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS), aber auch geografisch) sind die Schäden angefallen?**
- 2. Wie hoch fallen neben den direkten auch die geschätzten indirekten Schäden (bspw. durch Unterbrechungen von Liefer- oder Versorgungsketten) aus und welches Gesamtschadensausmaß ergibt sich hierdurch?**

i

Die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) an den Klimawandel

Im Jahr 2008 verabschiedete die Bundesregierung die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Diese skizziert die Notwendigkeiten und Handlungserfordernisse, sich an das veränderte und sich weiter verändernde Klima anzupassen. Sie definiert dabei 15 zentrale Handlungsfelder (bspw. „Menschliche Gesundheit“ oder „Bauwesen“) in denen Klima(wandel)folgen aufgezeigt und Handlungsoptionen skizziert werden (Bundesregierung, 2008). Neben der DAS wurden in den vergangenen Jahren verschiedene weitere Rahmenwerke zur Klimafolgenanpassung in Deutschland veröffentlicht, so unter anderem die Aktionspläne Anpassung (APA) in den Jahren 2011, 2015 und 2020, die konkrete Maßnahmen und Vorhaben der Anpassung benennen. Darüber hinaus findet ein regelmäßiges Monitoring der DAS statt und mit der Klimawirkungs- und

Risikoanalyse (KWRA) sowie der Vulnerabilitätsanalyse aus dem Jahr 2015 wird auch die Wissensbasis als Grundlage der Anpassungsentscheidungen weiterentwickelt.

Die Untersuchung greift auf bestehende Informationen zu den direkten Schäden (u.a. BMI und BMF, 2022 sowie dem Antrag auf Hilfe aus dem EU-Solidaritätsfonds hinterlegenden Informationen) zurück und ergänzt diese mit weiteren Quellen, insb. zugrunde liegenden Untersuchungen zu Schadensstrukturen ähnlich gelagerter Ereignisse. Sie bricht das Schadensausmaß somit in einer **top-down**-Betrachtungsweise auf spezifische Schadenskategorien und Handlungsfelder der DAS herunter. Die Schätzung indirekter Kosten erfolgt durch Multiplikatoren aus der Literatur, die auf Ebene von Wirtschaftszweigen das Verhältnis von direkten zu indirekten Kosten abbilden. Für diesen Zweck werden die direkten Schäden anhand von Informationen zur Schadensstruktur den Wirtschaftszweigen zugeordnet. Die Summe über alle Wirtschaftszweige ergibt das geschätzte Schadensmaß der indirekten Kosten.

Die im März 2022 vom BMI und BMF (2022) veröffentlichte Schadenssumme von 33,1 Mrd. € umfasst nach vorliegendem Kenntnisstand nur materielle direkte Schäden. Aus nicht veröffentlichten Informationen, die dem Antrag für den Solidaritätsfonds hinterlegen, lassen sich darüber hinaus Einsatzkosten von 0,3 Mrd. € entnehmen. Die vorliegende Untersuchung ermittelt, dass schätzungsweise **weitere 7,1 Mrd. € an indirekten Schäden**, bspw. durch Verzögerungen oder Ausfälle in der industriellen Produktion, aus dem Extremwetterereignis entstanden. Dies entspricht 21% der direkten Schadenssumme von 33,4 Mrd. €. Im Ergebnis ergibt sich ein **Gesamt-schadensausmaß von schätzungsweise 40,5 Mrd. €**.

Ein genauerer Blick zeigt, dass insbesondere Privathaushalte (mit 14 Mrd. € direkter und indirekter Gesamtschäden), sowie die Handlungsfelder Bauwesen und Verkehr und Verkehrsinfrastruktur (jeweils fast 7 Mrd. € direkter und indirekter Gesamtschäden) und der Bereich Industrie und Gewerbe (5 Mrd. € direkter und indirekter Gesamtschäden) besonders betroffen waren. Die in Rheinland-Pfalz angefallenen direkten und indirekten Schäden i.H.v. 21,1 Mrd. € machen dabei über die Hälfte der direkten und indirekten Gesamtschäden aus, weitere 39% der direkten und indirekten Gesamtschäden entstanden in Nordrhein-Westfalen. Neben 0,7 Mrd. € Schäden in Bayern und Sachsen konnten 2,9 Mrd. € der Schäden keinem Bundesland zugewiesen werden.

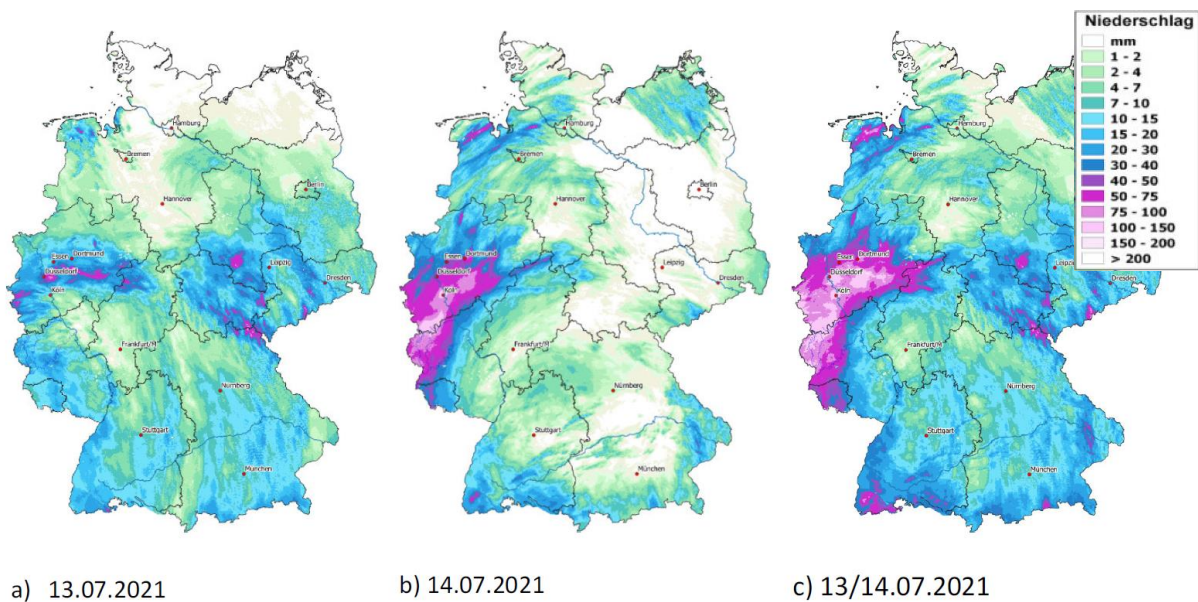
Nur eingeschränkt sind hierbei Aussagen über den Anteil des Klimawandels an den Schäden der Sturzfluten und Überschwemmungen möglich: So wurde zwar ein **Zusammenhang zwischen dem Klimawandel und einer um den Faktor 1,2 bis 9 erhöhten Auftrittswahrscheinlichkeit** des Ereignisses festgestellt (Kreienkamp et al., 2021). Diese große Bandbreite, aber auch methodische Unsicherheiten in der Attribution von statistisch extrem unwahrscheinlichen Einzelereignissen, führen dazu, dass sich eine anteilige Ermittlung der klimawandelbedingten Schadenssummen schwierig gestaltet und bestenfalls als Spannweite anzugeben ist. Sie liegt in diesem Fall bei geschätzten 7,1 bis 35,9 Mrd. €.

2 Entstehung und Entwicklung des Extremereignisses

Innerhalb von 24 Stunden, am 13. und 14. Juli 2021, zerstörte ein „Jahrhunderthochwasser 2021“ ganze Ortschaften des Ahrtals. Um die Entstehung, Entwicklung und die Folgen des Extremereignisses komplett nachzuvollziehen, ist es jedoch notwendig, nicht nur die erschreckenden Geschehnisse aus dem Ahrtal im nördlichen Rheinland-Pfalz zu betrachten. Die hier aufgetretene Sturzflut, die zu den verheerenden Ereignissen führte, war nur ein Teil einer großflächigen Wetterlage mit erheblichen Niederschlägen in West- und Mitteleuropa. Besonders betroffen waren hier zwar Teile der Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz in Deutschland, aber auch in Sachsen und Bayern sowie Regionen in Belgien, Frankreich, den Niederlanden oder Luxemburg traten teils massive Überschwemmungen auf, ausgelöst durch das Tiefdruckgebiet Bernd.

Dieses sorgte großflächig über mehrere Tage für anhaltende und wiederkehrende Starkniederschläge. Ein komplexer und hoch reichender Tiefdruckwirbel hatte sich vom 13. bis 15. Juli 2021 über Mitteleuropa festgesetzt und saugte tagelang auf seiner Süd- und Ostseite feuchtwarme Mittelmeerluft an, um diese in Form eines sogenannten Aufgleitschirms über Norden und Westen auf vom Atlantik einströmende Kaltluft zu schieben (DWD, 2021). Die Folge der von Nordosten einströmenden Luftmassen: Großräumige, sehr ergiebige Niederschläge in Westdeutschland und Ostfrankreich. Die hierbei gemessenen Niederschlagshöchstwerte reichen bis zu 150 Liter Regen pro Quadratmeter innerhalb von 24 Stunden in Teilen von Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen.

Abbildung 1: Niederschlagssummen des Ereignisses



Quelle: CEDIM, 2021

Karte a) und b) geben die jeweilige in 24 Stunden angefallene Niederschlagsmenge wieder, Karte c) zeigt die in 48 Stunden kumuliert aufgetretene Niederschlagsmenge.

Durch den großflächigen und anhaltenden Starkniederschlag wurden große Teile von Flusseinzugsgebieten stark beregnet. Dabei war die räumliche und zeitliche Verteilung der Niederschläge zwischen einzelnen Kreisen in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen sehr unterschiedlich. So wurden beispielsweise an der Wetterstation Aachen-Orsbach vom 13. und 14. Juli 2021 Niederschlagswerte von 153 mm, in Heinsberg-Schleiden 103 Liter und in Düsseldorf 81 Liter (DWD, 2021) registriert. Im gesamten Einzugsgebiet der Ahr fielen am 14. Juli 2021 pro Quadratmeter fast 95 Liter Regen. Zur Einordnung: Seit 1990 fielen in diesem Gebiet im Durchschnitt im gesamten Monat Juli keine 70 Liter. Im Indetal wurden im Mittel sogar Niederschlagssummen von 101 Liter und im Erfttal von 117 Liter verzeichnet. Insgesamt ging somit über ganze Flusseinzugsgebiete betrachtet innerhalb weniger Stunden oder Tage das 1,5 bis 2,0-fache des mittleren Niederschlages im Juli der letzten drei Dekaden herab (siehe Abbildung 1) (DWD, 2021).

Abbildung 2: Betroffene Regionen in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen im Juli 2021



Quelle: Bundeszentrale für politische Bildung, nach Angaben des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK).

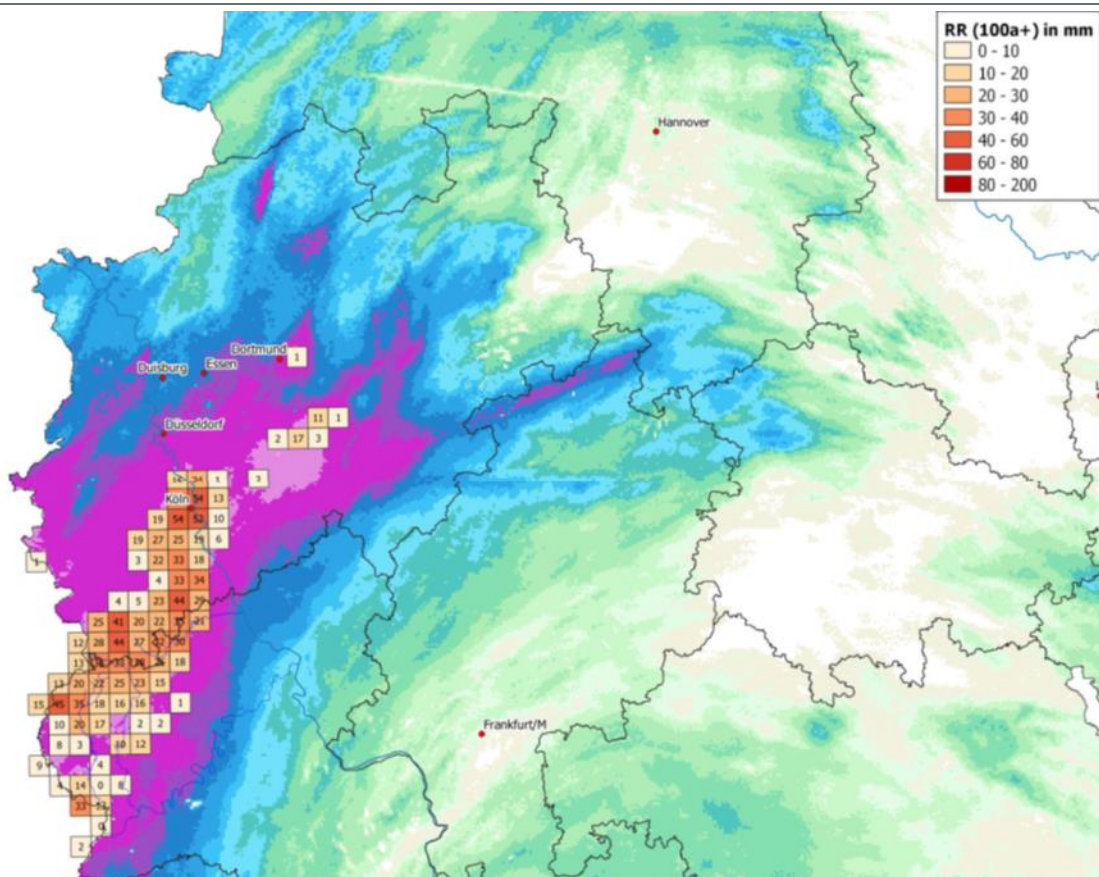
Zwar waren die extremen Niederschlagsmengen die Hauptursache für die Sturzfluten und Hochwasser. Gleichwohl trugen weitere Faktoren zum Ausmaß der Überflutung bei. So spielte die zu diesem Zeitpunkt vorherrschende Bodenfeuchtesituation bei Hochwassersituationen eine wichtige Bedeutung. Prinzipiell sind Böden in der Lage, einen Teil des Niederschlags aufzunehmen. Allerdings war ganz Deutschland in den Wochen zuvor bereits von wiederkehrenden Niederschlagsereignissen geprägt, die die Böden regional bereits gut gefüllt haben. Insbesondere die Überschwemmungen durch Sturzfluten sind somit Folge einer Kombination aus heftigen lokalen Niederschlägen und Böden, die die Niederschlagsmenge nicht mehr aufnehmen können (CEDIM, 2021). Zu Letzterem beigetragen haben auch eine dichte Bebauung bzw. großflächige Versiegelung sowie das Fehlen von Retentionsflächen. Darüber hinaus spielte auch noch das besondere Höhenprofil der Region, vor allem in Rheinland-Pfalz, mit seinen engen Tälern und steilen Hängen eine Rolle: Die größten Niederschlagsmengen entfielen zwar auf höhergelegene Bereiche, sammelten sich jedoch und wurden teils in den engen Flusstälern kanalisiert. Laut dem Deutschen

Wetterdienst (DWD) kam es zunächst örtlich zur Ausuferung kleiner Fließgewässer und Sturzfluten.

Mit anhaltender Niederschlagstätigkeit traten auch mittlere und größere Flüsse wie Ahr, Emscher, Erft, Kyll, Lippe, Prüm, Ruhr, Rur, Sieg und Wupper über die Ufer. So lag der Pegel der Ahr bei Altnahr, bevor die Messinstrumente flutbedingt ausfielen, bei mindestens 5,05 Metern und übertraf damit den bisherigen Höchstpegel aus dem Jahr 2016 um mehr als 1,3 Meter (CEDIM, 2021). Basierend auf Modellrechnungen, die die Abflussleistung des Flusses mit einbeziehen, wird sogar von einem Pegelstand zwischen 7 und 8 Metern ausgegangen, bei einem sekundlichen Abfluss zwischen 400 und 700 m³ Wasser.

Durch die extremen Abflüsse der Wassermassen an den genannten Flüssen entwickelte sich in der Folge eine ausgedehnte Hochwassersituation von der Eifel (Rheinland-Pfalz) über das Rheinland und das Ruhrgebiet bis hin nach Südwestfalen (Nordrhein-Westfalen) (DKKV, 2021 und Abbildung 2). Verschiedene Talsperren, beispielsweise an der Wupper und der Rur, mussten, um eine unkontrollierte Flutung zu verhindern, weiteres Wasser in die Täler entlassen.

Abbildung 3: Wo die Regenmengen am 14. Juli 2021 ein 100-jähriges Niederschlagsereignis übertrafen



Quelle: CEDIM, 2021.

Darstellung der Rasterzellen, in denen der am 14. Juli 2021 jeweils gemessene Niederschlagshöchstwert (in einem Raster von 1 km²) die Schwellenwerte für ein 100-jähriges Niederschlagsereignis übertraf und um wie viele mm. Farblich hinterlegt ist die Verteilung des am 14. Juli 2021 aufgetretenen 24-Stunden-Niederschlags (siehe hierzu auch Abbildung 1).

Die Überschwemmungen im Juli 2021 werden dabei nicht nur medial, sondern auch von offizieller Stelle als „**Jahrhunderthochwasser**“ betitelt. Als Jahrhunderthochwasser werden die höchsten Hochwasser eines Jahrhunderts bzw. Hochwasser mit einem Wiederkehrintervall (bzw. einer statistischen Auftrittswahrscheinlichkeit) von 100 Jahren bezeichnet (DKKV, 2021). In der Tat ist eine Großwetterlage mit stationärem Tief über Mitteleuropa ein seltenes Ereignis und muss auch nicht mit langanhaltenden Niederschlägen einhergehen. Zur Einordnung: Laut der seit 1978 durch den DWD gepflegten „Objektiven Wetterlagenklassifikation“ kam es nur an 293 Tagen beziehungsweise weniger als 2 Prozent aller Tage zu einer vergleichbaren Großwetterlage wie an den Tagen Mitte Juli 2021 (Döscher et al., 2021). Drei aufeinanderfolgende Tage dieser Wetterlage und damit einem stationären Tief, kamen nur in 18 Fällen vor. Großflächig gesehen waren die Ereignisse Mitte Juli 2021 aus meteorologischer Sicht somit ein meteorologisch seltenes Ereignis. In den besonders stark betroffenen Teilen in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen stellten die am 14. Juli 2021 gemessenen Regenmengen jedoch tatsächlich ein „Jahrhundertniederschlagsereignis“ dar (siehe Abbildung 3).

Nach Untersuchungen des CEDIM (Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology) des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) sind jedoch nicht nur die gefallen Regenmengen, sondern insbesondere die gemessenen bzw. (aufgrund der Schäden an den Messinstrumenten) abgeschätzten Abflusswerte von extremer Seltenheit gewesen: Während das Ahrtal in der Zeit seit der Industrialisierung bereits mehrfach von ähnlichen Hochwassersituationen (bspw. 1804 und 1910) betroffen war, entsprechen die im Juli 2021 im Ahrtal gemessenen Abflusswerte (die die Schwere der Sturzflut bzw. der sich in die Täler ergießenden Wassermassen beschreiben) einem statistisch nur einmal in 10.000 Jahren auftretenden Ereignis.

Die Einordnung als Jahrhundertereignis bedeutet jedoch nicht, dass Ereignisse dieses Ausmaßes zukünftig nicht auch in kürzeren Wiederkehrintervallen möglich sind. Zum einen erfordert die genaue statistische Ermittlung eines Wiederkehrintervalls lange und gut dokumentierte Beobachtungsreihen. Darüber hinaus bedarf es ggf. einer Neuberechnung, falls sich die betrachteten Systeme verändern. Dass es durch den menschengemachten Klimawandel zu solch einer Systemveränderung kommt, wird zunehmend evidenter. Laut dem Weltklimarat (IPCC) werden extreme Niederschlagsereignisse in Europa sehr wahrscheinlich bis zum Ende des Jahrhunderts an Häufigkeit und Intensität zunehmen (IPCC, 2018).

Welche Rolle der Klimawandel bei den Überschwemmungsereignissen im Juli 2021 in Deutschland gespielt hat, ist derzeit noch nicht abschließend geklärt. Bestehende Attributionsuntersuchungen liefern eine Einschätzung darüber, wie sich die Auftrittswahrscheinlichkeit von Ereignissen durch den Klimawandel verändern: So wurde auf Basis von komplexen Simulationsrechnungen ermittelt, dass sich die Wahrscheinlichkeit eines solchen Ereignisses wie im Juli 2021 **durch den Klimawandel um den Faktor 1,2 bis 9 verändert**. Nach Angaben der World Weather Attribution (WWA) würde es ohne den Klimawandel in Westeuropa statistisch einmal alle 400 Jahre auftreten, mit dem Klimawandel bedeutet dies je nach Modell eine Wiederkehrzeit zwischen 45 und 330 Jahren (Kreienkamp et al., 2021). Da selbst der untere Rand dieser Spannweite über 1 liegt, deutet dies stark auf einen Zusammenhang zwischen Klimawandel und Extremwetterereignis hin.

3 Ermittlung der Schäden und Schadenskosten

In diesem Kapitel erfolgt eine genaue Betrachtung der monetären direkten und indirekten Schäden durch die Überflutungen im Juli 2021. Die Schadensbetrachtung konzentriert sich insbesondere auf die Schäden der Sturzfluten und Überschwemmungen in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen, berücksichtigt aber auch die entstandenen Schäden in Bayern und Sachsen. Die kommunizierten Gesamtsummen beziehen sich somit auf die Überflutungsschäden in Deutschland insgesamt.

Die Folgen der Überschwemmungen im Juli 2021 waren schier enorm. Zehntausende Gebäude erlitten Schäden (CEDIM, 2021). Pegelstände von über acht Metern im Ahrtal zerstörten Häuser in direkter Flussnähe und überfluteten Gewerbebetriebe. Aber auch 250 Meter von der Ahr entfernte Häuser wurden überflutet. Das Einsatzgebiet des Katastrophenschutzes erstreckte sich über 40 Kilometer links und rechts der Ahr. In Nordrhein-Westfalen waren schätzungsweise 15.000 Unternehmen direkt durch die Überflutung betroffen (IHK Aachen, 2022). Allein im südlichen Ennepe-Ruhr-Kreis, im Märkischen Kreis und in Hagen waren nach Schätzungen der Südwestfälischen IHK zu Hagen 2.000 Unternehmen unmittelbar betroffen (SIHK, 2021). Darüber hinaus hatte das Hochwasser enorme Folgen für die Land- und Tourismuswirtschaft des traditionell als Weinregion bekannten Ahrtales.

Neben zerstörten Gebäuden und Produktionsbestandteilen kam es auch zu verheerenden Schäden an der Infrastruktur. Im Ahrtal wurden sämtliche Bahnbrücken zerstört, Straßen und Schienen weggespült (DWD, 2021). Durch Überschwemmungen fiel in mehreren Gebieten die Strom- und Wasserversorgung aus, zeitweise waren 165.000 Menschen ohne Strom- und Mobilfunkversorgung (DKKV, 2021). Die Bundesstraßen A1, A61 und A553 wurden stark beschädigt und teils monatelang komplett gesperrt. Auch die Bahninfrastruktur wurde stark beschädigt. Rund 600 Kilometer Schienen, über 50 Brücken, 180 Bahnübergänge, knapp 40 Stellwerke und mehr als 1.000 Oberleitungs- und Signalmasten mussten instandgesetzt werden (ZDF, 2021).

Diese Einblicke in die Schäden machen deutlich, wie vielfältig die Schadenswirkungen von Überschwemmungsereignissen sind. Direkte materielle Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen lassen sich mit entsprechendem Aufwand vergleichbar gut erfassen und monetarisiert ausdrücken. Anders sieht es bei Schäden aus, die sich erst mit der Zeit realisieren. Hierzu gehören beispielsweise Schäden durch Betriebsunterbrechungen, Einbußen durch ein reduziertes Touristenaufkommen in der Region oder erhöhte Transportkosten durch die erheblichen Schäden an der regionalen Infrastruktur. Noch schwieriger ist es, die Schäden an Biodiversität, bspw. durch die Freisetzung von gefährlichen, umweltschädlichen Stoffen oder einer Ausbreitung von Schädlingen und Krankheiten zu erfassen. **Die im nachfolgenden Kapitel kommunizierten Schadenssummen aus bestehenden Untersuchungen umfassen daher stets nur eine Teilmenge des tatsächlichen Gesamtschadens. Viele Kosten der Überflutungen des Juli 2021 werden aufgrund unzureichender Daten und methodischer Schwierigkeiten weiterhin unerfasst bleiben.**

3.1 Chronik bestehender Untersuchungen

Die ersten Abschätzungen eines Schadensausmaßes der Sturzflut wurden bereits wenige Tage nach ihrem Auftreten kommuniziert: Der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft

(GDV) gab hier den erwarteten versicherten Schaden mit ca. 4 bis 5 Mrd. € an (GDV, 2021a). Bereits zu diesem Zeitpunkt wurde damit gerechnet, dass das Jahr 2021 das schadensträchtigste Extremereignisjahr seit 2002 mit der dort aufgetretenen Augustflut werden würde. Rund einen Monat später korrigierte der GDV diese Zahl und gab die versicherten Schäden mit ca. 7 Mrd. € an (GDV, 2021b). Zu diesem Zeitpunkt gab es bereits Schätzungen der Kreisverwaltung Ahrweiler, die allein die an den im Kreis angefallenen Schäden an kommunalen Infrastrukturen mit 3,7 Mrd. € bezifferten (KV Ahrweiler, 2022). Ein ebenfalls kurz nach dem Ereignis veröffentlichter Analysebericht des CEDIM prognostiziert auf Basis von Kartierungsdaten und Erkenntnissen vergangener Flutereignisse einen Gesamtschaden zwischen 11 und 29 Mrd. € (CEDIM, 2021). Im Mai 2022 erhöhte der GDV die Summe der versicherten Schäden nochmals auf 8,2 Mrd. € (GDV, 2022).

Gegen Ende des Septembers 2021, ca. zweieinhalb Monate nach dem Ereignis, gaben das BMI und BMF einen Zwischenbericht zur vorläufig abgeschlossenen Erfassung der Schäden heraus: Dieser nennt eine direkte Gesamtschadenssumme von 30,9 Mrd. €, von denen über 17 Mrd. € in Rheinland-Pfalz und über 11 Mrd. € in Nordrhein-Westfalen anfielen. Etwa 2 Mrd. € Schäden entstanden an Bahntrassen und Bundesautobahnen, weitere 0,5 Mrd. € teilen sich auf die Bundesländer Bayern und Sachsen auf (BMI und BMF, 2021). Im November 2021 beantragte die Bundesregierung offiziell Finanzhilfen aus dem Solidaritätsfonds der Europäischen Union und gab hier Medienberichten zufolge eine offizielle direkte Gesamtschadenssumme von 29,2 Mrd. € an (Tagesschau, 2021). Im Januar 2022 bezifferte die Rückversicherung MunichRE in ihrer Naturkatastrophen-Schadenstatistik den Gesamtschaden der Sturzflut auf ca. 54 Mrd. USD, was ca. 46 Mrd. € entspricht. Von diesen entfallen ca. 33 Mrd. € auf Deutschland (MunichRE, 2022). Diese Größenordnung entspricht den aktuellen von der Bundesregierung (BMI und BMF, 2022) kommunizierten Informationen. Wenngleich eine offizielle Gesamtschadenssumme nicht explizit genannt wird, summiert sich die Summe der aktuell geschätzten direkten materiellen Schäden des Berichts zur Hochwasserkatastrophe 2021, welcher im März 2022 von BMI und BMF veröffentlicht wurde, auf 33,1 Mrd. € (BMI und BMF, 2022).

Die Chronik der veröffentlichten Schadenssummen zeigt deutlich: Die bei Ereignissen dieses Ausmaßes veröffentlichten Schadenssummen stehen lange unter Vorbehalt. Einschätzungen zu versicherten und insbesondere nicht-versicherten direkten Schäden basieren auf der Erfassung vieler Datenpunkte und der Beteiligung einer Vielzahl an Akteuren. Folglich nimmt die Erfassung, je nach Ansatz, einige Zeit in Anspruch.¹ Angesichts fortlaufender Abschätzungen der Schadenszahlen ist die **Ermittlung der Gesamtschäden noch nicht final**. Gleichwohl liegt eine Einordnung des ungefähren Gesamtmaßes der direkten materiellen Schäden nunmehr vor. Was derzeit jedoch noch fehlt, sind belastbare Informationen zu den indirekten Schäden, die das Ereignis nach sich zog.

Trotz der derzeit noch bestehenden Erfassungslücke wird bereits deutlich: Die Überschwemmungen im Juli 2021 stellen das kostenträchtigste Einzelereignis der Nachkriegsgeschichte in Deutschland dar. Global gesehen waren sie im Jahr 2021 die nach Hurrikan Ida in den Vereinigten Staaten zweit-kostenintensivste Naturkatastrophe (MunichRE, 2022). Darüber hinaus verstarben laut offizieller Statistik in Deutschland insgesamt 183 Menschen im Zusammenhang mit den Überschwemmungen. Die Zahl der Todesfälle liegt somit um 46 über der Zahl der Todesfälle

¹ Die offiziell erfassten Schäden basieren nach Kenntnisstand der Autoren:innen auf empirischen Daten, die vor Ort von den Lokalbehörden erfasst und anschließend bei den verantwortlichen Landes- und Bundesbehörden (bspw. BMI) zusammengetragen wurden. Die Übermittlung des Schadensausmaßes an die EU erfolgte durch das BMF. Demgegenüber ermitteln die Versicherungen die Schadenssummen der versicherten Schäden auf Grundlage der vorliegenden Informationen des Versicherungsbestandes der betroffenen Gebiete.

aller weiteren sturm- und überschwemmungsbezogenen Einzelereignisse in Deutschland seit dem Jahr 2000 zusammen.

3.2 Berechnung und Verteilung der direkten Schäden

Ziel des folgenden Kapitels ist der Ausweis der Summe der direkten Schäden und eine geschätzte Verteilung dieser auf die Handlungsfelder der DAS. Die Verteilung der direkten Schäden dient in einem weiteren Schritt als Berechnungsgrundlage der abgeleiteten indirekten Kosten. Als Grundlage für die Höhe und Struktur der direkten Schäden dienen zwei Primärquellen:

3. Die an den Solidaritätsfonds der Europäischen Union kommunizierten Schäden (Gesamt: 29,2 Mrd. €).
4. Die Schäden aus dem Bericht zur Hochwasserkatastrophe 2022 von BMI und BMF (Gesamt: 33,1 Mrd. €).

Wenngleich zwei offizielle Schadensübersichten vorliegen ist die Ermittlung eines konsistenten Gesamtschadensbildes schwierig. Dies ist u.a. auf zwei Gründe zurückzuführen. Zum einen unterscheiden sich beide Quellen in Teilen hinsichtlich ihrer Schadenssektoren. So liegt dem Antrag auf Hilfen aus dem Solidaritätsfonds der Europäischen Union eine nicht veröffentlichte Zusammenstellung mit Details zu den Schadenssummen in verschiedenen Kostenkategorien zugrunde (siehe Tabelle 1).² Zum anderen liegen für keine der beiden Quellen tiefergehende Information hinsichtlich der Bestandteile der Schadenssektoren vor. Darüber hinaus sind signifikante Schadensanteile keinem Schadenssektor zugeordnet (laut BMI und BMF (2022) fast 3 Mrd. € Schäden in NRW und 2 Mrd. € an bundeseigenen Infrastrukturen). Dies erschwert nicht nur die Ermittlung einer direkten Gesamtschadenssumme. Limitationen hinsichtlich der Detailinformationen zur Schadeninfrastruktur erschweren insbesondere auch eine Aufteilung der Schäden auf die Handlungsfelder der DAS sowie die Schätzung der indirekten Effekte (siehe Kapitel 3.3).

Die Ermittlung der Schäden auf Ebene der DAS Handlungsfelder basiert auf dem folgenden Ansatz: Als Zielgröße der Gesamtschäden wird die Summe von 33,4 Mrd. € festgelegt. Diese ergibt sich aus der im März 2022 vom BMI und BMF (2022) veröffentlichte Schadenssumme von 33,1 Mrd. €, ergänzt um Einsatzkosten von 0,3 Mrd. €. Die Zuordnung der Schadenssektoren erfolgt wie in Tabelle 1 dargestellt. So werden beispielsweise die Schäden an der Infrastruktur der Gemeinden sowie der Länder aus BMI und BMF (2022) den Schadenssektoren Netzinfrastuktur, öffentliche Einrichtungen und Säuberung aus dem Solidaritätsantrag zugeordnet. Als **rahmengebende Schadensstruktur** dient die Klassifizierung der Schadenssektoren des Solidaritätsfondsantrags. Grund hierfür ist, dass insbesondere die Unterteilung in Netzinfrastuktur und öffentliche Einrichtung eine bessere Zuordnung auf DAS Handlungsfelder und Wirtschaftszweige ermöglicht. Für dieses Ziel werden die Schadenssektoren des Solidaritätsantrags auf Basis von Informationen aus weiteren Quellen in Unterkategorien aufgespalten. Dies umfasst Informationen über vergangene Hochwasserereignisse (bspw. aus detaillierten Untersuchungen der Hochwässer 2002 und 2013) sowie eine Abschätzung der, ebenfalls als Teil des Solidaritätsfondsantrags angegebenen, vorläufigen Kosten für den Wiederaufbau.³

² In Abstimmung mit den verantwortlichen Behörden erfolgt in dieser Studie keine detaillierte Wiedergabe der Schäden und Schadenshöhen nach den expliziten Kategorien. Stattdessen werden die Daten lediglich als Ausgangspunkt einer Abschätzung weiterer Detailschäden (bspw. basierend auf Erkenntnissen vergangener Hochwasserereignisse) sowie einer anschließenden Neuuzuordnung auf die korrespondierenden Handlungsfelder der DAS sowie auf die Wirtschaftszweige verwendet.

³ Die Abschätzung der Kosten für den Wiederaufbau erfolgt zur Ermittlung der „Summe zuschussfähige Kosten“, welche wesentlich für die Obergrenze der Hilfszahlung aus dem EU Solidaritätsfonds sind.

Tabelle 1 Gegenüberstellung der Schadenssektoren

Antrag auf Hilfe aus dem Solidaritätsfonds der Europäischen Union	Bericht zur Hochwasserkatastrophe 2022 von BMI und BMF
<ul style="list-style-type: none"> ■ Netzinfrastruktur ■ Öffentliche Einrichtungen ■ Säuberung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Infrastruktur der Gemeinden ■ Infrastruktur der Länder
<ul style="list-style-type: none"> ■ Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wirtschaft
<ul style="list-style-type: none"> ■ Landwirtschaft ■ Forstwirtschaft 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Land -und Fortwirtschaft/Fischerei
<ul style="list-style-type: none"> ■ Wohnraum 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Privathaushalte/Wohnen
<ul style="list-style-type: none"> ■ Kulturerbe 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kulturelle Einrichtungen/ Archive
<ul style="list-style-type: none"> ■ Einsatzkosten 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ „nicht zugeordnet“

So können bspw. Schäden des Sektors **Netzinfrastruktur** sowohl Infrastrukturen der Unterkategorien Energieversorgung, der Wasserver- und Abwasserentsorgung, der Telekommunikationsleitungen aber auch Verkehrsinfrastrukturen betreffen. Diese Unterkategorien besitzen jeweils einen unterschiedlichen Schadenscharakter und sind darüber hinaus unterschiedlichen DAS-Handlungsfeldern zuzuordnen. Die Anteilsfestlegung wurde auf Basis der als Teil des Solidaritätsantrags in denselben Kategorien ausgewiesenen Wiederaufbaukosten (die ihrerseits in den o.g. Sektoren vorliegen) vorgenommen. Dies folgt der Annahme, dass, spezifisch für jedes Bundesland, die angefallenen Schäden proportional zu den Anteilen der Wiederaufbaukosten auftreten. So machen bspw. in Nordrhein-Westfalen die Wiederaufbaukosten an Verkehrsinfrastrukturen ca. 50% der gesamten (öffentlichen) Wiederaufbaukosten in dem Bundesland aus. Entsprechend werden die Schäden an Verkehrsinfrastrukturen ebenfalls auf ca. 50% der Gesamtschäden an Infrastrukturen geschätzt.

Auch die Schäden an **öffentlichen Einrichtungen** wurden basierend auf vergangenen Hochwasserereignissen (2002 und 2013) und den dort etablierten Schadenserhebungsstrukturen weiter in Schäden an Verwaltungsgebäuden, Bildungseinrichtungen, Trink- und Abwassereinrichtungen sowie Gesundheitseinrichtungen aufgeteilt. Hier konnte aufgrund fehlender Daten keine bundeslandspezifische Aufteilung erfolgen. Gleichwohl konnten aus Untersuchungen der Schadensstrukturen des Hochwassers 2013 (Thieken et al., 2016) spezifische Verhältnisse dieser Schadenskategorien zueinander entnommen werden, die dann anteilig auf die Schäden an öffentlichen Einrichtungen angewendet wurden (siehe Tabelle 2).

Die Aufteilung der Schäden im Bereich **Unternehmen und Gewerbe** erfolgt für insgesamt 18 Wirtschaftszweige (ausgenommen sind hier die separat ausgewiesenen Bereiche Land- und Forstwirtschaft und Fischerei), deren jeweiliger Anteil an der Wertschöpfung jedes Bundeslands ermittelt wurde. Die Wirtschaftsstrukturen wurden dabei durch das Prognos-eigene regionalökonomische Modell REGINA (siehe Infokasten) ermittelt. Ist ein Wirtschaftszweig für ca. 5% der Wirtschaftsleistung eines Bundeslands verantwortlich, so gilt folglich die Annahme, dass auch ca. 5% der Schäden in diesem Wirtschaftszweig anfielen. Für die Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz wurde darüber hinaus stellvertretend für die Wirtschaftsstruktur des gesamten

Bundeslands die Wirtschaftsstruktur der besonders betroffenen Kreise Rhein-Erft-Kreis und Ahrweiler angesetzt, um deren spezifische Schadensstrukturen widerzuspiegeln.

Die ermittelten Schäden in den Bereichen **Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wohnraum, Kulturerbe, sowie Säuberungs- und Einsatzkosten** wurden nicht weiter aufgeteilt, da hier keine Informationen zu kleinteiligeren Schadensstrukturen vorlagen. Die Schäden an der bundeseigenen Infrastruktur (Bundesautobahnen, Bundesstraßen, Bundesschienenwege, Bundeswasserstraßen) i.H.v 2 Mrd. € wurden dem Verkehr (Unterkategorien der Netzinfrastruktur) zugeordnet.⁴

Tabelle 2: Weitere Disaggregation der Schadensdimensionen

		Anteil an der übergeordneten Kategorie				
		Rheinland- Pfalz	Nordrhein- Westfalen	Bayern	Sachsen	Ohne Verortung
Netz- infrastruktur	Energieversorgung	14,2%	5,2%	1,1%	0,0%	0,0%
	Wasser und Abwasser	15,1%	18,0%	5,2%	35,2%	0,0%
	Telekommunikation	47,2%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%
	Verkehr	23,6%	76,2%	93,7%	64,8%	99,9%
Öffentliche Einrichtungen	Verwaltungsgebäude	44,3%	44,3%	44,3%	44,3%	44,3%
	Bildungseinrichtungen	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%
	Trink- und Abwassereinrichtungen	17,3%	17,3%	17,3%	17,3%	17,3%
	Gesundheit	16,6%	16,6%	16,6%	16,6%	16,6%
	Weitere technische Infrastrukturen	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Unter- nehmen	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,2%	0,6%	0,1%	0,4%	0,2%
	Verarbeitendes Gewerbe	16,5%	15,1%	27,7%	20,4%	23,2%
	Energieversorgung	0,8%	7,4%	1,3%	2,7%	1,8%
	Wasserversorgung und Abfallentsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen	1,6%	3,2%	0,7%	1,4%	1,1%
	Baugewerbe	7,2%	4,8%	4,8%	7,0%	4,5%
	Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kfz	10,3%	16,7%	9,7%	8,2%	9,8%
	Verkehr und Lagerei	4,2%	7,2%	3,4%	5,3%	4,5%
	Gastgewerbe	4,2%	1,4%	1,7%	1,6%	1,5%
	Information und Kommunikation	2,3%	3,3%	5,3%	3,7%	4,8%
	Erbringung von Finanz- und Versicherungsleis- tungen	3,0%	1,8%	4,4%	2,3%	4,2%
	Grundstücks- und Wohnungswesen	16,0%	8,5%	10,9%	9,8%	11,0%
	Freiberufliche, wissenschaftliche und techni- sche Dienstleistungen	3,3%	4,9%	6,2%	4,8%	6,0%
	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	2,1%	6,4%	4,6%	5,5%	5,1%
	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung	7,4%	5,6%	5,1%	7,9%	6,2%
	Erziehung und Unterricht	5,1%	3,4%	3,9%	5,5%	4,6%
	Gesundheits- und Sozialwesen	9,8%	5,8%	6,4%	9,3%	7,5%
	Kunst, Unterhaltung und Erholung	3,6%	2,1%	1,3%	1,7%	1,4%
	Erbringung von sonstigen Dienstleistungen	2,5%	1,8%	2,4%	2,7%	2,7%

⁴ Die Schadenseinschätzung stammt laut BMI und BMF (2022) vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV).

Landwirtschaft	Landwirtschaft	100%	100%	100%	100%	100%
Forstwirtschaft	Forstwirtschaft	100%	100%	100%	100%	100%
Wohnraum	Wohnraum	100%	100%	100%	100%	100%
Kulturerbe	Kulturerbe	100%	100%	100%	100%	100%
Säuberung	Säuberung	100%	100%	100%	100%	100%
Einsatzkosten	Einsatzkosten	100%	100%	100%	100%	100%

Eigene Darstellung und Berechnung nach Sächsischer Staatskanzlei, Thieken et al., 2016, destatis und den statistischen Ämtern der Länder.

Die disaggregierten und anteilig ermittelten Schadenshöhen werden ihrerseits auf die zugehörigen Handlungsfelder der DAS hochaggregiert. So sind bspw. die ermittelten Schäden an Hochwasserschutzanlagen dem Handlungsfeld Wasser, Hochwasser- und Küstenschutz zugeordnet, während Schäden im Baugewerbe dem Handlungsfeld Bauwesen zugerechnet werden.



Das REGINA-Modell der Prognos AG

REGINA (REGionalized National Accounts) ist ein regionalökonomisches Input-Output-Modell, das auf Grundlage der gesamtwirtschaftlichen und demografischen Entwicklung regionalisierte Prognosen (bis auf Kreisebene) zur Entwicklung von Konsum, Wirtschaftszweigen, Investitionen, Erwerbstätigen und Einkommen für 63 Wirtschaftszweige modelliert.

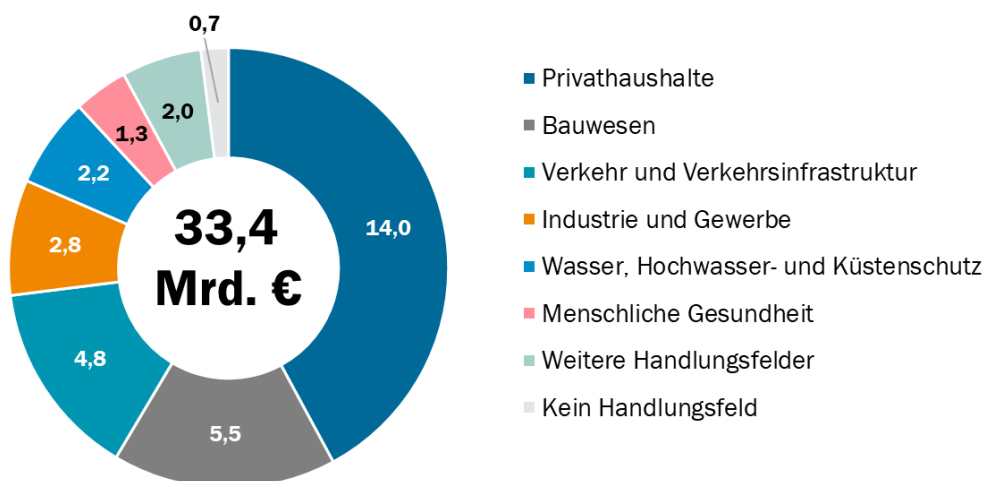
Im Modell sind die Komponenten Konsum (privat und staatlich), Investitionen (Ausrüstung und Bau) und Exporte mit der Wertschöpfung und Erwerbstätigkeit systematisch über regionalspezifische Produktionsfunktionen verbunden. Dabei werden Wertschöpfungsketten anhand detaillierter intersektoraler Verflechtungen und Lieferbeziehungen abgebildet. Vielfältige Wirkungszusammenhänge zwischen Bevölkerungsentwicklung und wirtschaftlicher Entwicklung gehen u. a. in die Modellierung des privaten Konsums und der Bauinvestitionen ein. Die Bruttowertschöpfung und Erwerbstätigkeit in den Kreisen resultiert also im Rahmen von REGINA nicht aus einer Fortschreibung ihrer Vergangenheitswerte, sondern wird über die Zusammenhänge von Nachfrage und Produktion im Kontext volkswirtschaftlicher Identitäten für jeden Kreis einzeln modelliert.

Durch die Möglichkeit der Veränderung von Input-Parametern können Rahmenbedingungen bestimmter Szenarien nach einer entsprechenden Operationalisierung nachgebildet und somit fallspezifische Prognosen erstellt werden. Dabei ist die zu untersuchende Raumeinheit bis auf einzelne Kreise und kreisfreie Städte in Deutschland herunter frei wählbar.

Im vorliegenden Fall konnte so die kreisspezifische Wertschöpfungsstruktur im Rhein-Erft-Kreis, sowie im Kreis Ahrweiler bestimmt werden, um die Schäden an einzelnen Wirtschaftszweigen genauer aufteilen zu können.

Es ergibt sich die aus Abbildung 4 entnehmbare Verteilung der Schäden. Es wird deutlich, dass die massiven Schäden an **Privathaushalten**, die insbesondere in Rheinland-Pfalz auftraten (siehe hierzu auch Kapitel 3.4) für **mehr als 40% (14 Mrd. €) der insgesamt angefallenen direkten Schäden** verantwortlich sind.⁵ Aufgrund ihrer herausgehobenen Relevanz werden die Schäden an Privathaushalten, denen im engeren Sinne kein Handlungsfeld der DAS zugewiesen werden kann, separat ausgewiesen.⁶ Einen großen Anteil der Schäden hält auch das Handlungsfeld Bauwesen (5,5 Mrd. € direkte Schäden, ca. 16%), sowie der Verkehrssektor (4,8 Mrd. € direkte Schäden, ca. 14%) und die Industrie und das Gewerbe (2,8 Mrd. € direkte Schäden, ca. 8%). Schäden über 1 Mrd. € fielen darüber hinaus auch in den Bereichen Wasser bzw. Hochwasserschutz, sowie dem Handlungsfeld Menschliche Gesundheit⁷ an. Die Summe der direkten Schäden in den weiteren Handlungsfeldern (u.a. Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Energiewirtschaft) beträgt 2,0 Mrd. €, während rund 0,7 Mrd. € an weiteren Schäden anfielen, die keinem der Handlungsfelder zugeordnet werden konnten.

Abbildung 4: Aufteilung der direkten Schäden der Sturzflut und Überschwemmung des Juli 2021 auf die Handlungsfelder der DAS



Eigene Darstellung und Berechnung nach BMI und BMF, 2022 sowie Informationen aus dem EU-Solidaritätsantrag. Privathaushalte sind kein eigenständiges Handlungsfeld der DAS, aber aufgrund der hohen ökonomischen Bedeutung für das Ereignis werden diese (keinem Handlungsfeld zuordnungsfähigen) Schäden trotzdem separat ausgewiesen.

3.3 Berechnung indirekter Schäden

Die bis zu diesem Punkt ermittelten Schadenssummen geben nur die direkten monetarisierbaren Schäden wieder, die in den einzelnen Kategorien angefallen sind. Von besonderem Interesse ist zudem die Ermittlung der bisher in keiner der veröffentlichten Schadenssummen enthaltenen **indirekten Schäden**. Diese treten beispielsweise auf, wenn Unternehmen aufgrund eines

⁵ Ein Bericht des DKKV (2021) aus dem September 2021 schätzte die Schäden an Privathaushalten und Wohnungsunternehmen auf 15 Mrd. €.

⁶ Eine Ursache der hohen Schäden an Privathaushalten liegt darin begründet, dass die Kategorie sowohl Schäden an Gebäuden als auch an Hausrat sowie hausbezogenen Infrastrukturen/ Versorgungssystemen umfasst. Diese konnten jedoch nicht anteilig ermittelt und auf einzelne Handlungsfelder heruntergebrochen werden

⁷ Die hier angegebenen Schäden beziehen nur die an der Gesundheitsversorgungsinfrastruktur sowie im Sozialwesen angefallenen Schäden mit ein. Eine Monetarisierung von Verletzungen oder Sterbefällen fand nicht statt.

Produktionsausfalles keine Waren mehr liefern können und es so entlang der Wertschöpfungskette der Produkte zu Ausfällen, Verzögerungen oder teuren Alternativbeschaffungen kommt. Ähnlich verhält es sich bei den Infrastrukturen: Neben dem direkten baulichen Schaden, der bspw. an einer Straße oder Brücke entsteht, können bei entsprechender Nicht-Befahrbarkeit zu dem Produktionsausfälle oder Verzögerungen zu Kosten führen.

In einem ersten Schritt zur Berechnung der indirekten Schäden werden die Schäden anteilig den disaggregierten Wirtschaftszweigen aus Tabelle 2 zugeordnet. Darauf aufbauend erfolgt die Berechnung der indirekten Schäden auf Basis von **Multiplikatoren, die ein Verhältnis von direkten zu indirekten Schäden für jede Schadens-Unterkategorie beschreiben**. Hierzu wird auf eine Untersuchung von Sieg et al. (2019) zurückgegriffen, die auf Basis eines branchenscharfen angebotsseitigen Input-Output-Modells für insgesamt 19 Wirtschaftszweige das Verhältnis direkter zu indirekter Schäden in der Folge des Hochwassers 2013 modellierte. Der Ansatz erlaubt es, sämtliche Faktoren bzw. Verhältnisse aus einer konsistenten Modellwelt zu ermitteln und branchenscharf abzubilden. Um statistischen Ungewissheiten Rechnung zu tragen, geben Sieg et al. (2019) eine Bandbreite (Konfidenzintervall) der geschätzten Multiplikatoren an. Die in Tabelle 3 beschriebenen Spannweiten stellen dabei das **90%-Konfidenzintervall** dar (mit Ausnahme des Bereichs Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei, für den das Verhältnisintervall auf Basis weiterer wissenschaftlicher Untersuchungen (u.a. Horridge et al., 2003, Martin-Ortega et al., 2012; Diersen et al., 2002) gebildet wurde, da in Sieg et al. (2019) keine Modellierung dieser stattfand. Ein Faktor von 0,5 bedeutet hierbei, dass für jeden Euro direkter Schäden weitere indirekte Schäden in Höhe von 50 Cent anfallen.

Ein Blick auf die ermittelten Multiplikatoren zeigt, dass **die stärksten indirekten Effekte im Verarbeitenden Gewerbe zu finden sind**. So führt 1 € direkter Schäden durch Produktivitätsausfälle hier zu indirekten Kosten von 1,53 bis 2,39 €. Darüber hinaus besitzen auch das **Bauwesen, der Bergbau und die Gewinnung von Steinen und Erden**, sowie die **Finanz- bzw. Versicherungsleistungen** und das **Wohnungswesen** einen Anteil an indirekten Schäden, der zum Teil über das Maß der direkten Schäden hinausgeht. Die geringsten indirekten Effekte sind in der **Wasserversorgung** und der **öffentlichen Verwaltung**, sowie im **Gesundheits- und Sozialwesen** zu finden. Hier übersteigt das Verhältnis selbst am oberen Rand des 90%-Konfidenzintervalls nicht den Wert von 0,35 (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Übersicht über die ermittelten Spannweiten der Verhältnisse direkter zu indirekter Schäden

Branche	Spannweite indirekter Effekte
Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	0,6 - 0,85
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,84 - 1,11
Verarbeitendes Gewerbe	1,53 - 2,39
Energieversorgung	0,34 - 0,44
Wasserversorgung, Entsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen	0,12 - 0,17
Baugewerbe	0,84 - 1,11
Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kfz	0,68 - 0,96
Verkehr und Lagerei	0,36 - 0,46
Gastgewerbe	0,54 - 0,91
Information und Kommunikation	0,61 - 0,85
Erbringung von Finanz- und Versicherungsleistungen	0,65 - 1,24

Branche	Spannweite indirekter Effekte
Grundstücks- und Wohnungswesen	0,65 - 1,24
Freiberufliche, wiss. u. techn. Dienstleistungen	0,48 - 0,63
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	0,32 - 0,51
Öffentliche. Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung	0,15 - 0,26
Erziehung und Unterricht	0,24 - 0,45
Gesundheits- und Sozialwesen	0,22 - 0,35
Kunst, Unterhaltung und Erholung	0,44 - 0,8
Erbringung von sonstigen Dienstleistungen	0,32 - 0,51

Eigene Darstellung nach Sieg et al. (2019). Die Spannweite der indirekten Effekte gibt hier sowohl die untere als auch die obere Grenze des 90% Konfidenzintervalls an. Für den Wirtschaftszweig Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei, der nicht in Sieg et al. (2019) modelliert wurde, wurde die Spannweite der Effekte auf Basis ähnlicher Wirtschaftszweige sowie weiterer Literatur festgelegt.

Um die indirekten Effekte der anderen Schadenssektoren aus Tabelle 2 (z.B. Netzinfrastrukturen) ermitteln zu können, werden diese mit einem Multiplikator versehen, der einem **korrespondierenden Wirtschaftszweig** zugeordnet ist. So wird bspw. angenommen, dass für die Schäden an Straßen und Brücken (Unterkategorie „Verkehr“ in Tabelle 2) ein ähnlicher indirekter Effekt wie im Wirtschaftszweig Verkehr und Lagerei (Branche Tabelle 3) entsteht. Eine Ausnahme stellt hierbei der an den Privathaushalten angefallene Schaden dar. Hier treten zwar ebenfalls indirekte Schäden auf, bspw. dadurch, dass Menschen, deren Häuser zerstört wurden, in den Folgewochen und -monaten mit dem Wiederaufbau beschäftigt sind und folglich ihrer regulären Tätigkeit nicht nachgehen können. Zur Berechnung dieser Folgekosten liegt jedoch kein verlässlicher Multiplikator vor, sodass die **indirekten Schäden an Privathaushalten mit dem Faktor 0 versehen werden**. Auch für Säuberungs- bzw. Einsatzkosten wurden keine indirekten Schäden berechnet.

Tabelle 4: Anteil der indirekten Schäden an den direkten Schäden je Handlungsfeld

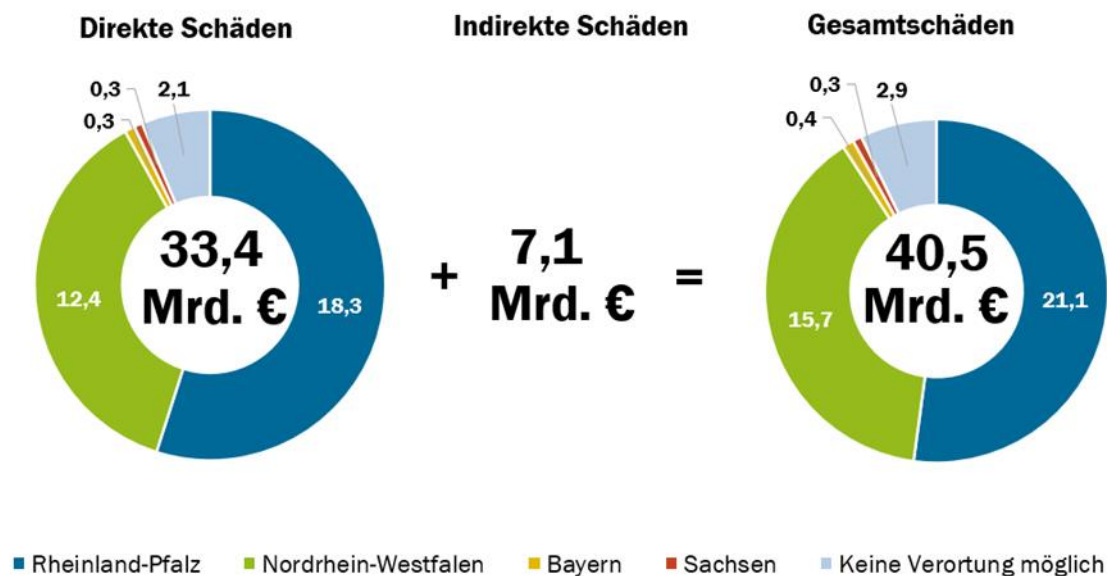
	Höhe der direkten Schäden (Mrd. €)	Höhe der indirekten Schäden (Mrd. €)			Anteil der indirekten Schäden		
		untere Grenze	Median	obere Grenze	untere Grenze	Median	obere Grenze
Privathaushalte	14,0	-	-	-	0%	0%	0%
Bauwesen	5,5	1,1	1,4	1,9	20%	26%	34%
Verkehr und Verkehrsinfrastruktur	4,8	1,7	2,0	2,2	36%	41%	46%
Industrie und Gewerbe	2,8	1,8	2,2	2,8	63%	78%	98%
Wasser, Hochwasser- und Küstenschutz	2,2	0,3	0,3	0,4	12%	14%	17%
Menschliche Gesundheit	1,3	0,3	0,4	0,5	22%	28%	35%
Weitere Handlungsfelder	2,0	0,3	0,4	0,4	15%	19%	21%
Kein Handlungsfeld	0,7	0,4	0,5	0,6	59%	70%	85%
Gesamt	33,4	5,9	7,1	8,7	18%	21%	26%

Eigene Darstellung und Berechnung nach Sieg et al. (2019).

Die obere und untere Grenze beziehen sich auf das 90% Konfidenzintervall der Schadenshöhe der indirekten Effekte. Privathaushalte sind kein eigenständiges Handlungsfeld der DAS, aber aufgrund der hohen ökonomischen Bedeutung für das Ereignis werden diese (keinem Handlungsfeld zuordnungsfähigen) Schäden trotzdem separat ausgewiesen.

Tabelle 4 zeigt den Anteil der indirekten an den direkten Schäden je Handlungsfeld.⁸ Der größte Anteil indirekter Schäden findet sich im Handlungsfeld Industrie und Gewerbe: Hier beträgt das Verhältnis direkter zu indirekten Schäden im Median 1:0,78. Dies bedeutet, dass direkte Schäden i.H.v. 2,8 Mrd. € weitere geschätzte 2,2 Mrd. € indirekte Schäden im Median nach sich ziehen. Das geringste Verhältnis besteht dagegen im Handlungsfeld Wasser, Hochwasser- und Küstenschutz – hier führt der direkte Schaden von 2,2 Mrd. € im Median lediglich zu indirekten Schäden in Höhe von 0,3 Mrd. €, was einem Verhältnis von 1:0,14 entspricht. Über alle Handlungsfelder hinweg summiert sich der **indirekte Schaden** im Median **auf 7,1 Mrd. €**. Dies entspricht 21% der direkten Schadenssumme von 33,4 Mrd. €. Die Gesamtschadenssumme summiert sich folglich auf **40,5 Mrd. €**.

Abbildung 5: Aufteilung der direkten und indirekten Gesamtschäden nach Bundesländern (Mrd. €)

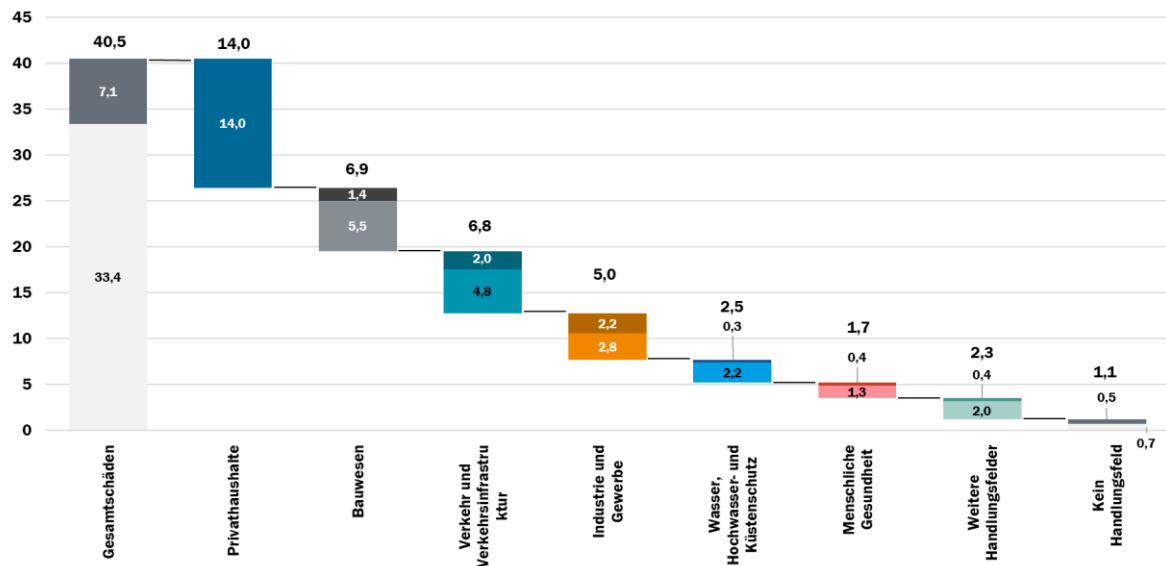


Eigene Darstellung und Berechnung.

Der Großteil der Schäden liegt, obwohl diesen keine indirekten Schäden zugeordnet werden konnten, bei den Privathaushalten. Mit 14,0 Mrd. € machen sie insgesamt 35% der direkten und indirekten Gesamtschäden aus (siehe Abbildung 6). Schäden über 6 Mrd. € fielen weiterhin im Handlungsfeld Bauwesen (davon 5,5 Mrd. € direkte und 1,4 Mrd. € indirekte Schäden) sowie in Verkehr bzw. Verkehrsinfrastruktur (4,8 Mrd. € direkte und 2,0 Mrd. € indirekte Schäden) an. Auch das Handlungsfeld Industrie und Gewerbe ist mit 5 Mrd. € Schäden (davon 2,8 Mrd. € direkte und 2,2 Mrd. € indirekte Schäden) stark betroffen.

⁸ Aus Datenschutzgründen wird in dieser Auswertung auf eine Ausweisung der Schadenshöhe bzw. der indirekten zugeordneten Schäden jeder einzelnen Schadenskategorie verzichtet und stattdessen eine Aggregation auf die Handlungsfelder der DAS vorgenommen. Aus diesem Grund können sich die ermittelten Anteilswerte in der rechten Seite von Tabelle 4 von denen aus Tabelle 3 unterscheiden, da z.T. verschiedene Faktoren der indirekten Schäden in dasselbe Handlungsfeld eingehen.

Abbildung 6: Aufteilung der monetären direkten und indirekten Gesamtschäden auf die DAS-Handlungsfelder (Mrd. €)



Eigene Darstellung und Berechnung.

Privathaushalte sind kein eigenständiges Handlungsfeld der DAS, aber aufgrund der hohen ökonomischen Bedeutung für das Ereignis werden diese (keinem Handlungsfeld zuordnungsfähigen) Schäden trotzdem separat ausgewiesen.

Der untere (hell eingefärbte) Wert gibt die Höhe des direkten Schadens an, der obere (dunkel eingefärbte) bildet den Median der indirekten Schäden ab.

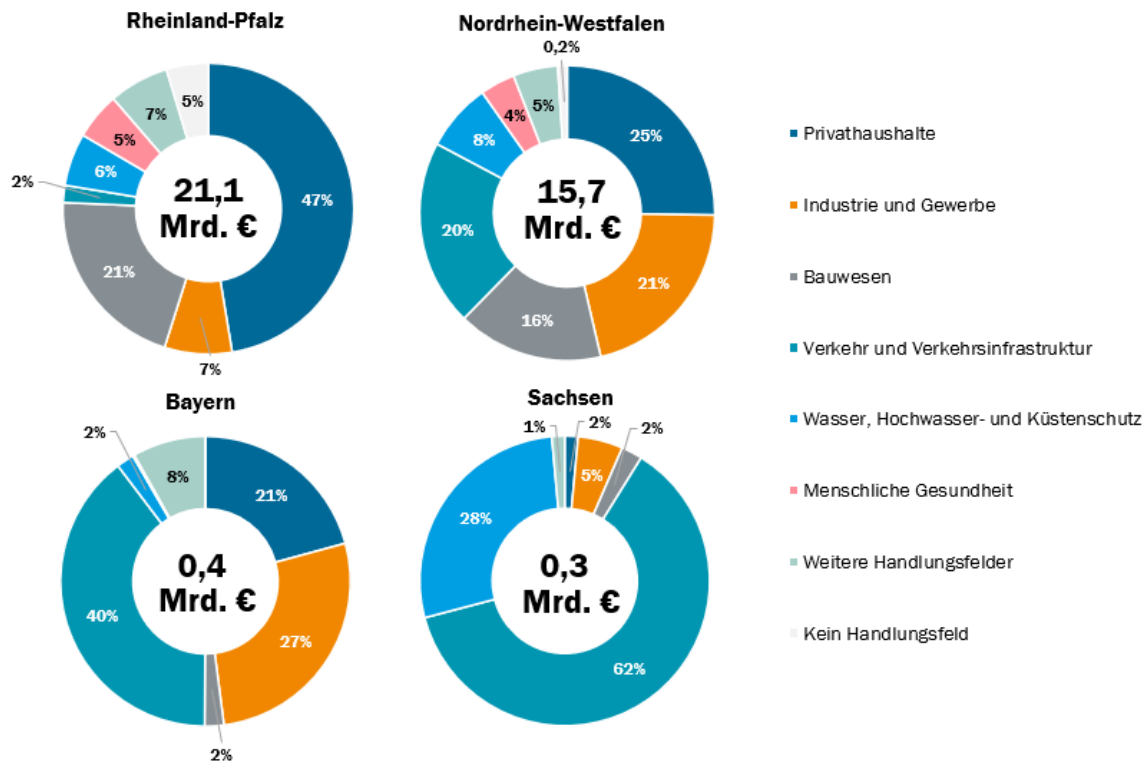
3.4 Auswertung nach betroffenen Bundesländern

Auf Basis der detaillierten Aufstellung der übergeordneten Schäden sowie der Tabelle 2 entnehmbaren Aufteilung der Schäden können Aussagen über bundeslandspezifische Betroffenheiten bzw. die angefallenen indirekten Schäden getätigt werden.

So sind in **Rheinland-Pfalz** neben den 18,3 Mrd. € direkten Schäden weitere 2,8 Mrd. € indirekte Schäden zu verzeichnen, was zu einer Gesamtschadenssumme (im Median des 90%- Konfidenzintervalls) von **21,1 Mrd. €** führt (siehe Abbildung 5). Das Verhältnis von direkten zu indirekten Schäden ist hier mit 1:0,15 vergleichsweise gering, was in der in Rheinland-Pfalz aufgetretenen hohen Schadenssumme an Privathaushalten begründet liegt. Anders stellt sich die Situation in **Nordrhein-Westfalen** dar: Hier zieht jeder Euro direkter Schäden (aufgrund des hohen Anteils infrastruktureller und unternehmerischer Schäden) weitere geschätzte 27 Cent indirekter Schäden nach sich. Im Ergebnis beläuft sich das geschätzte Gesamtschadensausmaß auf **15,7 Mrd. €** (12,4 Mrd. € direkte und 3,3 Mrd. € indirekte Schäden).

Ein noch größeres Verhältnis der direkten zu indirekten Schäden findet sich in **Bayern**: auf die direkten Schäden von 0,3 Mrd. € folgen weitere 0,1 Mrd. € indirekte Schäden und ein Gesamtschadensmaß von **0,4 Mrd. €**. Auch in Sachsen kommen direkten Schäden weitere indirekten Schäden i.H.v. 0,1 Mrd. € hinzu, sodass sich das Gesamtschadensmaß auf über 0,3 Mrd. € summiert.

Abbildung 7: Aufteilung der angefallenen Gesamtschäden nach Handlungsfeldern der DAS auf die Bundesländer



Eigene Darstellung und Berechnung. In die bundeslandspezifischen Auswertungen nicht einberechnet sind die nicht verantwortbaren Schäden. Die Summe der hier dargestellten Kosten liegt somit unter dem kommuniziertem Gesamtschadensausmaß.

Die Aufteilung der Schäden auf die Handlungsfelder zeigt neben den Unterschieden in der Schadenshöhe auch deutliche Unterschiede in der Schadensstruktur: So sind laut den vorliegenden Schadensinformationen bspw. 48% der rheinland-pfälzischen Schäden an Privathaushalten angefallen, während der Anteil im weniger betroffenen Bundesland Bayern bei nur 21% liegt (siehe Abbildung 7).⁹

Schließlich zeigt sich in Bayern sowie Nordrhein-Westfalen ein im Vergleich zu den weiteren Bundesländern hoher Anteil an Schäden in Gewerbe und Industrie (27 bzw. 21%, der jedoch mit anderen Untersuchungen ähnlicher Ereignisse (u.a. Thielen et al., 2016) recht konsistent ist. Vergleichsweise geringe Schadensanteile an Gewerbe und Industrie in Rheinland-Pfalz lassen sich möglicherweise mit zwei Faktoren erklären: Erstens mit einer geringeren Kapitalstockdichte in den Unternehmen in Rheinland-Pfalz (insbesondere im Ahrtal als eher ländlich geprägte Region mit Fokus auf Tourismus und innenstadtbezogenen Einzelhandel), zweitens mit der „verengten“ Topografie des Ahrtales, das den entsprechenden Platz für große Industrie- und Gewerbebetriebe

⁹ Prinzipiell bietet die im Mai 2022 durch den GDV veröffentlichte regionale Naturgefahrenbilanz für das Jahr 2021 eine Möglichkeit die vorliegenden Schadensinformationen in den Bundesländern mit Informationen zu versicherten Schäden an Häusern und Hausrat, Gewerbe- und Industriebetrieben zu plausibilisieren. Gleichwohl ist ein Vergleich problematisch. So umfassen die Schäden des GDVs, Sachversicherungsschäden aus weiteren Naturgefahren. Darüber hinaus weist nur Baden-Württemberg eine hohe Versicherungsdichte von 94% auf, während diese in den Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Bayern bei 53 % oder drunter liegt. Wie hoch die Versicherungsdichte im tatsächlich betroffenen Gebiet ausfällt, ist darüber hinaus nicht bekannt.

eher in den Höhenlagen bietet als in den Fluss- bzw. Bachtälern, die von der Sturzflut am stärksten betroffen waren.

Große Diskrepanzen in den Schadensanteilen zwischen den Bundesländern sind auch im Bereich Verkehr und Verkehrsinfrastruktur zu beobachten: In Sachsen und Bayern liegt ihr Anteil bei 40% bzw. sogar darüber, während in Rheinland-Pfalz gerade einmal 2% der Schäden diesem Handlungsfeld zugeordnet sind. Insbesondere vor dem Hintergrund der zahlreichen zerstörten Straßen und Brücken in Rheinland-Pfalz ist diese Zahl als deutlich zu niedrig einzuschätzen und deutet auf eine weitere Erfassungslücke hin. Stellvertretend für weitere Lücken bei der Erhebung, Quantifizierung sowie Monetarisierung verdeutlichen die Beispiele nochmals: Die ausgewiesenen Schadenssummen sind Abschätzungen auf Basis vorliegender Schadensinformationen und in der Gesamtbetrachtung als eine konservative Schätzung einzuordnen.

Um diese Erklärungsansätze zu validieren, sind jedoch weitere Untersuchungen des Ereignisses nötig. Es zeigt sich allerdings deutlich, dass die Topografie, die Lage im Raum sowie die ortsspezifische Situation bzw. der Hergang des Ereignisses einen großen Einfluss auf die Entstehung der Schadenssumme und der im Einzelnen betroffenen Sektoren und Handlungsfelder der DAS hat.

3.5 Abschätzung zur Rolle des Klimawandels

Eine intensiv diskutierte Frage ist der **Einfluss des fortschreitenden menschengemachten Klimawandels auf die Höhe der Schäden**. Wissenschaftlich belegt ist, dass der Klimawandel dazu beiträgt, dass Extremwetterereignisse, wie die Überschwemmungen im Juli 2021 in Deutschland, wahrscheinlicher werden. So berechnet die Studie von Kreienkamp et al. (2021) eine durch den Klimawandel **um den Faktor 1,2 bis 9 erhöhte Auftrittswahrscheinlichkeit** des Ereignisses. Ein Ansatz, den Einfluss des Klimawandels auf die Höhe der Schäden quantitativ einzuschätzen, ist der Vergleich von **jährlichen Schadenserwartungswerten** (im Sinne einer versicherungsmathematischen Rechnung) unter Annahme verschiedener **Wiederkehrzeiten**. So ergibt sich bei einer Wiederkehrzeit von 400 Jahren bei einem Gesamtschadensausmaß von 40,5 Mrd. € ein Schadenserwartungswert von gut 100 Mio. € pro Jahr. Ändert sich die Wiederkehrzeit des Ereignisses entsprechend der von Kreienkamp et al. (2021) ermittelten Spannweite, so ergibt eine Wiederkehrzeit von 330 Jahren einen jährlichen Schadenserwartungswert von 123 Mio. € und eine Wiederkehrzeit von 45 Jahren einen Wert von 798 Mio. € (Tabelle 5).

Ein Vergleich der jährlichen Schadenserwartungswertung zeigt dann: Statistisch gesehen lassen sich zwischen 17,5% und 89% der monetären Schäden des Ereignisses (siehe Tabelle 5) auf die Folgen des Klimawandels zurückführen. Dies entspricht einem Gesamtschadensmaß von **7,1 Mrd. € bzw. 35,9 Mrd. €**. Die große Spannweite des Schadensausmaßes macht jedoch auch deutlich: **Aussagen zum klimawandelinduzierten Schaden sind nur eingeschränkt bzw. mit großen Vorbehalten möglich.**

Aufgrund der hierbei aufgezeigten großen Spannweite der Zahlen und der somit eingeschränkten Aussagekraft sind **weitere Untersuchungen zur Abschätzung des Klimawandelanteils der Schäden** nötig. So zeigt die Studie von Kreienkamp et al. (2021) ebenfalls auf, dass sich die Intensität bzw. die Regenmenge des Ereignisses durch den Klimawandel um 3% bis 19% erhöht hat. Zwar kann laut aktuellem Forschungsstand die Aussage getroffen werden, dass mit steigender Intensität des Ereignisses auch die Schadenshöhe zunimmt. Dieser Zusammenhang ist jedoch nicht linear und die genauen Parameter einer solchen Schadensfunktion sind stark von den regionalen Gegebenheiten abhängig. Zukünftige Detailstudien, die an eine spezifische hydraulische Modellierung bzw. Rekonstruktion des Ereignisverlaufs gekoppelt sind, könnten hier genauere

Aussagen zur Wechselwirkung zwischen Regenmenge/ -intensität, dem Anteil des Klimawandels und der gesamten Schadenshöhe bieten.

Tabelle 5: Veränderungen im Schadenserwartungswert des Ereignisses durch den Klimawandel

	ohne Klimawandel	mit Klimawandel	
		untere Grenze	obere Grenze
Faktor der veränderten Auftrittswahrscheinlichkeit	1,0	1,2	9,0
Wiederkehrzeit in Jahren	400	330	45
Gesamtschaden in Mrd. €	40,5	40,5	40,5
jährlicher Schadenserwartungswert in Mio. €	101,2	122,7	899,5
Auf die veränderte Auftrittswahrscheinlichkeit zurückführbare jährliche Schadenssumme in Mio. €	0,0	21,5	798,3
Prozentualer Anteil der Gesamtschäden	0%	17,5%	88,8%
Auf die veränderte Auftrittswahrscheinlichkeit zurückführbare Gesamtschadenssumme in Mrd. €	0	7,1	35,9

Eigene Darstellung und Berechnung basierend auf Kreienkamp et al. (2021). Die auf die veränderte Auftrittswahrscheinlichkeit zurückführbare jährliche Schadenssumme ergibt sich aus der Differenz des jährlichen Schadenserwartungswerts zum Szenario ohne Klimawandel.

4 Schlussfolgerungen und weiterer Forschungsbedarf

Die Sturzfluten und Überschwemmungen des Juli 2021 sind ein Ereignis der Extreme. Die Untersuchungen der direkten und indirekten Schäden ergeben eine **Gesamtschadenshöhe von mindestens 40,5 Mrd. €**. Dies stellt das in Deutschland **schadensträchtigste Einzelereignis seit dem Beginn der systematischen Erfassung von Extremwettern** dar. Auch die Anzahl der Todesfälle für ein solches Ereignis ist extrem: Diese liegt mit offiziell 183 Toten um 46 höher als die Gesamtzahl aller durch ein Einzelereignis in Deutschland seit dem Jahr 2000 zu Tode gekommenen Personen. Schließlich sind auch die weiteren immateriellen Schäden, die im Kontext der vorliegenden Untersuchung jedoch nicht quantifiziert werden konnten, in jedem Fall extrem: Die Überschwemmungen verwüsteten ganze Landstriche, zerstörten das Landschaftsbild des Ahrtals und seine touristische Funktion in großen Teilen und hinterließen zahlreiche psychische Belastungen und Traumata bei den Betroffenen.

Die Ermittlung der Schäden bei Ereignissen dieses Ausmaßes ist ein komplexer Prozess, an dem eine Vielzahl an Akteuren beteiligt ist. Aus diesem Grund stehen die veröffentlichten Schadenssummen nicht nur lange unter Vorbehalt, sondern sind stets als Schätzung zu betrachten. Dies gilt insbesondere in Bezug auf die ermittelten indirekten Schäden, die das Ereignis nach sich gezogen hat. Denn die Güte der geschätzten indirekten Schäden wird maßgeblich durch die Informationen (Höhe und Struktur) über die direkten materiellen Schäden bestimmt. Es ist daher zu betonen: Im Vordergrund der vorliegenden Analyse steht die Abschätzung einer Größenordnung, nicht das exakte Schadensausmaß. Gleichwohl ist das Bild deutlich: **Die Folgen der Überschwemmung im Juli 2021 haben auch zu erheblichen indirekten Kosten für Wirtschaft und Gesellschaft geführt.**

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass nach derzeitigem Kenntnisstand nicht für alle vorgestellten Extremwettertypen eine klare Evidenz dafür vorliegt, dass der Klimawandel das Eintreten einzelner Ereignisse in Deutschland wahrscheinlicher und intensiver gemacht hat bzw. zukünftig machen wird. Allerdings schreiten die wissenschaftlichen Erkenntnisse insbesondere auch zur Attribuierbarkeit von Extremwetterereignissen dynamisch voran, sodass diese Feststellung lediglich eine Momentaufnahme des Forschungsstands darstellt. Unbestritten ist, dass die genannten Extremwetterereignisse zu vielfältigen gesellschaftlichen Kosten führen. Die KWRA (Kahlenborn et al., 2021) stellt fest, dass insbesondere bei einem starken Klimawandel hohe Klimarisiken drohen. Damit weisen die Prognosen in eine eindeutige Richtung: Sie zeigen, dass der Klimawandel in Deutschland kurzfristige und regional begrenzte Starkregenereignisse häufiger und intensiver auftreten lässt. Gleichzeitig wird es aber auch häufiger zu längeren Trockenperioden sowie intensiveren Hitzewellen kommen. Vor diesem Hintergrund dient die Politik der Bundesregierung zur Minderung der Treibhausgasemissionen sowie zur Anpassung an den Klimawandel dazu, Schäden und Kosten durch Klimawandelfolgen in Deutschland zu begrenzen. **Ein erster Abgleich der Schäden der Sturzfluten 2021 mit denen der Trocken- und Dürreextreme 2018 und 2019** zeigt: Die Schäden befinden sich in ähnlichen Größenordnungen, unterscheiden sich jedoch erheblich in Ihrer Struktur. Ein detaillierter Vergleich der Ereignisse kann Gemeinsamkeiten und Unterschiede hinsichtlich ihrer Betroffenheiten (bspw. geografischer Räume, aber auch von Bevölkerungsgruppen) von klimawandelverstärkten Extremwetterereignissen aufzeigen und auf die laufende Weiterentwicklung zielgerichteter Anpassungsmaßnahmen und -strategien der

Bundesregierung im Rahmen der DAS sowie anderer Akteure einzahlen.¹⁰ Beide Extremereignisse haben während bzw. nach ihrem Auftreten eine politische Diskussion auch abseits der Fachwelt über effektive Vorsorgemaßnahmen und -mechanismen bzw. den Umgang mit den so gewonnenen Informationen ausgelöst. Diese Diskussionen und Erfahrungen werden bei der zukünftigen Umsetzung **konkreter Maßnahmen sowie Handlungsanweisungen für den Extremfall berücksichtigt werden**. Hierbei kann ein verbessertes Wissen um die Schadensentstehung bzw. Wirkungskanäle und Vulnerabilitäten durch den genannten Vergleich eine wichtige Rolle spielen.

Was die Ermittlung der Schadenssumme auf Basis der in den Bundesländern erhobenen Daten betrifft, so ist zukünftig zu prüfen, wie **ein einheitliches System zur Erhebung und Meldung der Schäden im Nachgang eines Ereignisses** aussehen kann. Die Datenerhebung bzw. -konsolidierung im Sinne der vorliegenden Studie wurde durch die z.T. deutlich unterschiedliche Erhebungsmethodik bzw. die ihr zugrundeliegenden Schadenskategorien erschwert. Eine Vereinheitlichung des Prozesses kann hier zukünftig für einen unbürokratischen Prozess zur Analyse sowie Kommunikation angefallener Schäden in kurzer Zeit sorgen und so auch die Organisation der Katastrophenhilfe bzw. des Wiederaufbaus orientiert an den tatsächlichen Bedarfen bzw. angefallenen Schäden lenken.¹¹

Um die top-down-ermittelte Gesamtschadensmenge zu prüfen bzw. ihre Struktur zu validieren, stellen insbesondere innovative **bottom-up ausgerichtete Methoden der Schadensermittlung bzw. -modellierung** vielversprechende Ansätze dar. Für vergangene Ereignisse (bspw. die Überschwemmungen 2002 und 2013) wurden bspw. Fernerkundungsdaten eingesetzt und mit einem Schadensmodell gekoppelt, um auf Basis der regionalen Wirtschafts- und Siedlungs- bzw. Kapitalstockstruktur und der tatsächlich überfluteten Fläche Aussagen zur Schadenshöhe zu treffen. Diese Daten könnten darüber hinaus mit auf die Kreisebene regionalisierten Input-Output-Modellen gekoppelt werden, um die von Sieg et al. (2019) für einen ähnlichen Kontext ermittelten Spannweiten indirekter Effekte für den spezifischen Ereignishergang der Sturzflut 2021 zu ermitteln. Somit würde sich einerseits eine noch detailliertere bzw. spezifisch zutreffende Schadenshöhe und -struktur ergeben und andererseits eine überprüfte Aussage zur Allgemeingültigkeit der Höhe der sektoralen Schadensmultiplikatoren zur Ermittlung indirekter Effekte treffen lassen.

¹⁰ Der Vergleich, der ebenfalls Teil des Projekts „Kosten durch Klimawandelfolgen“ ist, findet sich in Trenczek et al. (2022b).

¹¹ So sind beispielsweise derzeit im Auftrag des Umweltbundesamtes die Konzeption und der Aufbau eines Schadenkatasters in Arbeit. Mit den Akteuren des Projekts fand ein mehrfacher Austausch statt.

Quellenverzeichnis

BMI (2013): Bericht zur Flutkatastrophe 2013: Katastrophenhilfe, Entschädigung, Wiederaufbau. Verfügbar unter: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/bevoelkerungsschutz/kabinettsbericht-fluthilfe.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (abgerufen am: 01.12.2021).

BMI, BMF (2021): Zwischenbericht zur Flutkatastrophe 2021: Katastrophenhilfe, Soforthilfen und Wiederaufbau. Verfügbar unter: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/2021/09/bmi-bmf-zwischenbericht-fluthilfe.pdf?__blob=publicationFile& (abgerufen am: 01.12.2021).

BMI, BMF (2022): Bericht zur Hochwasserkatastrophe 2021. Katastrophenhilfe, Wiederaufbau und Evaluierungsprozesse. Verfügbar unter: <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/2022/abschlussbericht-hochwasserkatastrophe.html> (abgerufen am: 03.04.2022).

Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf (abgerufen am: 04.02.2022).

CEDIM (2013): Juni-Hochwasser 2013 in Mitteleuropa - Fokus Deutschland. Bericht 2 – Update 1: Auswirkungen und Bewältigung. Verfügbar unter: <https://www.cedim.kit.edu/download/FDA-Juni-Hochwasser-Bericht2.1.pdf> (abgerufen am: 27.01.2022).

CEDIM (2021): Hochwasser Mitteleuropa, Juli 2021 (Deutschland)– Bericht Nr. 1 „Nordrhein-Westfalen & Rheinland-Pfalz“. Verfügbar unter: https://www.cedim.kit.edu/download/FDA_HochwasserJuli2021_Bericht1.pdf (abgerufen am: 27.01.2022).

Deutsche Welle (2021): Kein einziges Fass mehr da: Weinbau an der Ahr nach der Flut. Verfügbar unter: <https://www.dw.com/de/kein-einziges-fass-mehr-da-weinbau-an-der-ahr-nach-der-flut/a-58585637> (abgerufen am: 27.01.2022).

Diersen, M.A.; Taylor, G.; May, A. (2002): Direct and Indirect Effects of Drought on South Dakota's Economy. Verfügbar unter: https://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1422&context=econ_comm (abgerufen am: 21.10.2021).

Döscher, N.; Ketzler, G.; Leuchner, M.; (2021): Klimatologen blicken auf die Niederschlagsextreme. Eine klimageographische Perspektive auf das Starkregeneignis vom Juli 2021. In: RWTH Themen Forschungsmagazin Hochwasser–Beiträge zu Risiken, Folgen und Vorsorge; RWTH Aachen.

DKKV (2021): Flutkatastrophe Juli 2021. Vom Starkregen zur Katastrophe. DKKV Newsletter. September 2021. Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge e.V.

DWD (2021): Hydro-klimatologische Einordnung der Stark- und Dauerniederschläge in Teilen Deutschlands im Zusammenhang mit dem Tiefdruckgebiet „Bernd“ vom 12. bis 19. Juli 2021. Verfügbar unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20210721-_bericht_starkniederschlaege_tief_bernd.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (abgerufen am: 11.01.2022).

GDV (2021a): Versicherte Hochwasserschäden in NRW und Rheinland-Pfalz im Bereich von 4 bis 5 Milliarden Euro. Verfügbar unter: <https://www.gdv.de/de/themen/news/versicherte-hochwasserschaeden-in-nrw-und-rheinland-pfalz-im-bereich-von-4-bis-5-milliarden-euro-69000> (abgerufen am: 27.01.2022).

GDV (2021b): Versicherungsschäden durch Flutkatastrophe bei rund sieben Milliarden Euro. Verfügbar unter: <https://www.gdv.de/de/medien/aktuell/versicherungsschaeden-durch-flutkatastrophe-bei-rund-sieben-milliarden-euro-69800> (abgerufen am: 27.01.2022).

GDV (2022) Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz mit höchsten Unwetter-Schäden. Regionale Naturgefahrenbilanz 2021. Medieninformation vom 18.05.2022. Verfügbar unter: <https://www.gdv.de/de/medien/aktuell/nordrhein-westfalen-und-rheinland-pfalz-mit-hoechsten-unwetter-schaeden-84702> (abgerufen am: 25.05.2022).

Horridge, M.; Madden, J.; Wittwer, G. (2003): Using a Highly Disaggregated Multi-Regional Single-Country Model to Analyse the Impacts of the 2002-03 Drought on Australia. In: General Working Paper No. G-141, Centre of Policy Studies and the Impact Project.

IHK Aachen (2022): Persönliche Kommunikation mit Dr. Till von den Driesch am 04.02.2022.

IKSE (2004): Dokumentation des Hochwassers vom August 2002 im Einzugsgebiet der Elbe. Verfügbar unter: https://elise.bafg.de/servlet/is/6889/Text_Tabellen43d1.pdf?command=downloadContent&filename=Text_Tabellen.pdf (abgerufen am: 27.01.2022).

Kahlenborn, W.; Porst, L.; Voß, M.; Fritsch, U.; Renner, K.; Zebisch, M.; Wolf, M.; Schönthaler, K.; Schauser, I. (2021): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Kurzfassung. UBA Climate Change 26/2021. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-06-10_cc_26-2021_kwra2021_kurzfassung.pdf (abgerufen am 20.10.2021).

Kreienkamp, F.; Sjoukje Y. P.; Tradowsky, J. S.; Kew, S. F.; Lorenz, P.; Arrighi, J.; Belleflamme, A.; Bettmann, T.; Caluwaerts, S.; Chan, S. T.; Ciavarella, A.; De Cruz, L.; de Vries, H.; Demuth, N.; Ferrone, A.; Fischer, E. M.; Fowler, H. J.; Goergen, K.; Heinrich, D.; Henrichs, Y.; Lenderink, G.; Kaspar, F.; Nilson; Otto, F. E. L.; Ragone, F.; Seneviratne, S. I.; Singh, R. K.; Skålevåg, A.; Termonia, P.; Thalheimer, L.; van Aalst, M.; Van den Bergh, J.; Van de Vyver, H.; Vannitsem, S.; van Oldenborgh, G. J.; Van Schaeybroeck, B.; Vautard, R.; Vonk, D.; Wanders, N.; (2021): Rapid attribution of heavy rainfall events leading to the severe flooding in Western Europe during July 2021. Verfügbar unter: <https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/Scientific-report-Western-Europe-floods-2021-attribution.pdf> (abgerufen am: 19.10.2021).

Kreisverwaltung Ahrweiler (2022): 2022: Kreis blickt entschlossen in das neue Jahr. Konzentration auf Wiederaufbau – Positive Entwicklungen im gesamten Kreis vorantreiben. Verfügbar unter: <https://kreis-ahrweiler.de/2022-kreis-blickt-entschlossen-in-das-neue-jahr/> (abgerufen am: 27.01.2022).

Martin-Ortega, J.; González-Eguino, M.; Markandya, A. (2012): The costs of drought: the 2007/2008 case of Barcelona. In: *Water Policy* 14 (2012) 539–560.

MunichRE (2022): Hurrikane, Kältewellen, Tornados: Wetterkatastrophen in USA dominieren Naturkatastrophen-Schadenstatistik 2021. Verfügbar unter: <https://www.munichre.com/de/unternehmen/media-relations/medieninformationen-und-unternehmensnachrichten/medieninformationen/2022/bilanz-naturkatastrophen-2021.html> (abgerufen am: 27.01.2022).

Sächsische Staatskanzlei (2013): Der Wiederaufbau im Freistaat Sachsen nach dem Hochwasser im Juni 2013. Verfügbar unter: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/20553> (abgerufen am: 27.01.2022).

Sieg, T.; Schinko, T.; Vogel, K.; Mechler, R.; Merz, B.; Kreibich, H. (2019): Integrated assessment of short-term direct and indirect economic flood impacts including uncertainty quantification.

SIHK (2021): SIHK schätzt wirtschaftlichen Schaden auf mindestens 1,4 Mrd. Euro. Verfügbar unter: <https://www.sihk.de/servicemarken/presse/pressemeldungen/august2021/pinkwart-5222570> (abgerufen am 01.02.2022).

Tagesschau (2021): Flutkatastrophe vom Juli. Mehr als 29 Milliarden Euro Schaden. Verfügbar unter: <https://www.tagesschau.de/inland/flutkatastrophe-107.html> (abgerufen am: 27.01.2022).

Thielen, A.; Bessel, T.; Kienzler, S.; Kreibich, H.; Müller, M.; Pisi, S.; Schröter, K. (2016): The flood of June 2013 in Germany: how much do we know about its impacts? In: *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 16, 1519–1540, 2016.

Trenczek, J.; Lühr, O.; Eiserbeck, L.; Sandhövel, M.; Ibens, D. (2022a): Schäden der Dürre- und Hitzeextreme 2018 und 2019. Eine ex-post-Analyse. Projektbericht „Kosten durch Klimawandelfolgen“.

Trenczek, J.; Lühr, O.; Eiserbeck, L.; Sandhövel, M. (2022b): Schadenswirkungen von Überschwemmungen und Sturzfluten sowie Hitze und Dürre. Ein Vergleich der Extremereignistypen. Projektbericht „Kosten durch Klimawandelfolgen“.

Trenczek, J.; Lühr, O.; Eiserbeck, L.; Sandhövel, M. (2022c): Übersicht vergangener Extremwetter-schäden in Deutschland. Methodik und Erstellung einer Schadensübersicht. Projektbericht „Kosten durch Klimawandelfolgen“.

ZDF (2021): Zerstörte Gleise und Bahnhöfe.-Flutschäden bei der Bahn: Eine erste Bilanz. Verfügbar unter: <https://www.zdf.de/nachrichten/panorama/hochwasser-bahn-schaeden-gleise-100.html#:~:text=Insgesamt%20fast%20600%20Kilometer.,Elektrik%20und%20Beleuchtung%20in%20Bahnh%C3%B6fen> (abgerufen am: 12.01.2022).

Impressum

Schäden der Sturzfluten und Überschwemmungen im Juli 2021 in Deutschland Eine ex-post-Analyse

Erstellt im Auftrag von

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
Scharnhorststraße 34-37
10115 Berlin

Bearbeitet von

Prognos AG
Werdener Straße 4
40227 Düsseldorf
Telefon: +49 211 913 16-110
Fax: +49 211 913 16-141
E-Mail: info@prognos.com
www.prognos.com
twitter.com/Prognos_AG

Autoren

Dr. Jan Trenczek (Projektleitung)
Oliver Lühr
Lukas Eiserbeck
Viktoria Leuschner

Kontakt

Dr. Jan Trenczek (Projektleitung)
Telefon: +49 162 988 2483
E-Mail: jan.trenczek@prognos.com

Stand: März 2022

Copyright: 2022, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Alle Inhalte dieses Werkes, insbesondere Texte, Abbildungen und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei der Prognos AG. Jede Art der Vervielfältigung, Verbreitung, öffentlichen Zugänglichmachung oder andere Nutzung bedarf der ausdrücklichen, schriftlichen Zustimmung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK).