



Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

Lisa Berghäuser | Lukas Schoppa | Jana Ulrich | Lisa Dillenardt |
Oscar E. Jurado | Christian Passow | Guilherme S. Mohor | Omar Seleem |
Theresia Petrow | Annegret H. Thieken

Starkregen in Berlin

Meteorologische Ereignisrekonstruktion und Betroffenenbefragung

Starkregen in Berlin

Meteorologische Ereignisrekonstruktion und
Betroffenenbefragung

Lisa Berghäuser*, Lukas Schoppa*, Jana Ulrich*, Lisa
Dillenardt, Oscar E. Jurado, Christian Passow,
Guilherme Mohor, Omar Seleem, Theresia Petrow,
Annegret H. Thieken



Ein Bericht der „NatRiskChange“ Taskforce 2020
Graduiertenkolleg NatRiskChange
Universität Potsdam und Freie Universität Berlin
**geteilte Erstautorenschaft in alphabetischer Reihenfolge*

Soweit nicht anders gekennzeichnet ist dieses Werk unter einem Creative Commons
Lizenzvertrag lizenziert:
Namensnennung 4.0 International. Dies gilt nicht für zitierte Inhalte anderer Autoren.
Um die Bedingungen der Lizenz einzusehen, folgen Sie bitte dem Hyperlink:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Online veröffentlicht auf dem
Publikationsserver der Universität Potsdam:
<https://doi.org/10.25932/publishup-50056>
<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:517-opus4-500560>

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Meteorologische Ereignisanalyse	5
2.1. Beschreibung relevanter Starkregenereignisse der letzten Jahre in Berlin	6
2.1.1. Konvektiver Starkregen am 02.08.2019, 15-18 Uhr	6
2.1.2. Großräumiger Starkregen am 29.06. und 30.06.2017	8
2.2. Statistische Analyse der ausgewählten Starkregenereignisse 2017 und 2019	8
2.3. Welchen Einfluss hat der Klimawandel auf die Häufigkeit und Stärke von Starkregenereignissen?	11
3. Betroffenenbefragung	13
3.1. Auswirkungen für die Betroffenen vergangener Starkregenereignisse in Berlin	13
3.2. Wie gut waren die Berliner:innen auf die Starkregenereignisse vorbereitet?	18
3.2.1. Warnung und Notfallmaßnahmen	18
3.2.2. Vorsorge	19
3.3. Risikowahrnehmung der Betroffenen	21
3.4. Können Notfall- und Vorsorgemaßnahmen Schäden reduzieren?	24
4. Zusammenfassung und Ausblick: Voraussetzungen für ein integriertes Starkregenrisikomanagement	26
Anhang	33
A. Daten und Methoden zur meteorologischen Ereignisanalyse	33
A.1. Niederschlagsdaten: Stationsdaten und radarbasierte Daten	33
A.1.1. Stationsdaten	33
A.1.2. Radarbasierte Daten - RADKLIM	34
A.2. Methoden zur statistischen Analyse von Starkregenereignissen	34
A.2.1. Extremwertstatistik - Wie können wir Aussagen über seltene Ereignisse treffen?	34
A.2.2. Intensitäts-Dauer-Frequenz Kurven - Welche Unterschiede bestehen zwischen Niederschlagsereignissen unterschiedlicher Dauer?	35
B. Daten und Methoden zur Betroffenenbefragung	38
B.1. Fragebogenerstellung und Umfragenbewerbung	38
B.2. Bayessches Ordinales Regressionsmodell - Effektivität von Notfall- und Vorsorgemaßnahmen	38
B.3. Poster zur Umfragenbewerbung	43
C. Fragebogen	45

1. Einleitung

In den vergangenen Jahren kam es in Berlin wiederholt zu Starkregenereignissen, in deren Folge es zum Teil zu hohen Sachschäden und erheblichen Beeinträchtigungen im Alltag kam. Von Starkregen spricht man, wenn innerhalb von kurzen Zeiträumen ungewöhnlich große Mengen an Niederschlag fallen. Starkregen entstehen in der Regel in den Sommermonaten aus konvektiven Niederschlägen, die häufig im Zusammenhang mit Gewitterzellen auftreten. Sie können räumlich sehr begrenzt auftreten und zeitlich variieren [7].

Bei einem Unwetter im Juni 2017 fielen in Berlin innerhalb von 24 Stunden bis zu 200 Liter Regen pro Quadratmeter. Das entspricht in etwa einem Drittel dessen, was durchschnittlich in Berlin in einem Jahr fällt [6]. Diese hohen Wassermengen innerhalb so kurzer Zeit führten dazu, dass die Kapazitäten der Kanalisation, die u.a. das Wasserablaufsystem reguliert, schnell überschritten wurden und es somit durch den Rückstau zu Überflutungen kam.

Sowohl 2017 als auch bei weiteren folgenden Starkregenereignissen musste die Berliner Feuerwehr mehrmals den Ausnahmezustand ausrufen, da die eingehenden Notrufe trotz Beistand der Freiwilligen Feuerwehr nicht zu bewältigen waren¹ ([8], Seite 13 und [9], Seite 23). Diese Ereignisse haben viele Schäden verursacht, wobei 2017 besonders hohe Schäden gemeldet wurden. Der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft GDV² meldete allein an Hausratschäden durch Unwetter für 2017 in Berlin und Brandenburg 60 Millionen Euro Versicherungsleistungen bei 140.000 Schäden. Für 2019 waren es 50 Millionen Euro bei 120.000 Schäden. Hinsichtlich der Schadenshäufigkeit durch Starkregen hat sich gezeigt, dass Berlin im Zeitraum 2002 bis 2018 über dem bundesweiten Durchschnitt lag [10].

Doch wodurch entstehen diese regionalen Unterschiede und wodurch wird die Schadenshöhe beeinflusst? Für die Beantwortung dieser Frage orientieren sich Naturgefahrenforscher:innen am Konzept des Risikos.

Das Starkregenrisiko wird neben der Gefährdung, d.h. der Eintrittswahrscheinlichkeit und der Intensität eines Starkregenereignisses, auch von der Exposition und der Vulnerabilität bestimmt. Das bedeutet zum einen, dass ein Ereignis besonders dort Schäden anrichten kann, wo Bevölkerung, Güter und Infrastruktur der Gefahr ausgesetzt, also exponiert sind. Zum anderen beeinflusst die Schadensanfälligkeit (also Vulnerabilität) das Risiko [14]. Insgesamt besteht ein Risiko für Starkregenschäden nur dort, wo sich auch tatsächlich Sachwerte wie Häuser oder Straßen befinden. Dabei können Notfall- und Vorsorgemaßnahmen, die Schäden vorbeugen oder abschwächen, die Vulnerabilität und somit auch das Starkregenrisiko reduzieren.

Dieser Bericht ist das Ergebnis einer Taskforce des DFG-Graduiertenkollegs „Nat-RiskChange“³ und untersucht die Gefährdung und Vulnerabilität der Berliner Bevölkerung gegenüber Starkregen. Die erweiterte, forensische Ereignisanalyse beinhaltet neben einer meteorologische Rekonstruktion zweier Unwetter aus den Jahren 2017 und 2019 die Auswertung einer Betroffenenumfrage, die 2020 in Zusammenarbeit mit dem Forschungsprojekt „ExTrass“ durchgeführt wurde⁴.

¹Wird ein Ausnahmezustand in Berlin ausgerufen, muss beispielsweise die Priorisierung eingehender Notrufe geändert oder es muss zusätzliche Hilfe angefordert werden.

²Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft e.V. <https://www.gdv.de/de/zahlen-und-fakten/versicherungsgebiete/hausrat-24100>

³Naturgefahren und Risiken in einer Welt im Wandel

⁴Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen

Dieser interdisziplinäre Ansatz soll ausgeprägte Starkregenereignisse der letzten Jahre umfassend analysieren und beantworten, welche Ausmaße Starkregen in Berlin annehmen kann. Zudem diskutieren wir, mit welcher Wahrscheinlichkeit Starkregen in Berlin auch in Zukunft auftreten kann.

Die Auswertung der Umfrage analysiert weiterhin die Auswirkungen und Einschränkungen der Bürger:innen durch Starkregen sowie die Themen Warnung, Notfall- und Vorsorgemaßnahmen und Risikowahrnehmung, um Ansatzpunkte für ein verbessertes Risikomanagement aufzuzeigen.



Abbildung 1: Pariser Platz gegenüber des Brandenburger Tors am 6. Juni 2019. Foto: Dr. Benjamin Creutzfeldt (Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz)

2. Meteorologische Ereignisanalyse

Überschwemmungen aufgrund von Starkregen und daraus folgender Überlastung der Stadtentwässerungsanlagen treten in Berlin häufig als Folge von konvektiven Niederschlägen im Sommer auf [7]. Bei konvektiven Ereignissen entstehen durch schnelles Aufsteigen und Abkühlen warmer und feuchter Luftmassen hohe Wolken, die zu Gewittern und Starkregen führen können. In diesem Zusammenhang tritt Starkregen eher kleinräumig und für kurze Zeit, aber mit sehr hohen Niederschlagsintensitäten auf. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) warnt ab einer voraussichtlichen Überschreitung der Regenmengen von 25 mm/h ⁵ oder 35 mm/6 h vor Unwetter, bzw. ab 40 mm/h oder 60 mm/6 h vor extremem Unwetter.

Im Jahr 2019 gab es mehrere Unwetter, die alle durch einzelne konvektive Gewitterzellen verursacht wurden und demnach typisch für Europa sind. Am 06. Juni beispielsweise führte ein solches Ereignis zu temporären Überschwemmungen in der Innenstadt (siehe Abbildung 1). Das intensivste Ereignis in diesem Jahr trat am 02.08.2019 auf und traf vor allem die Stadtmitte und den Stadtteil Tegel. Auch im Jahr 2017 trat ein beachtliches Starkregenereignis vom 29.06.2017 bis zum 30.06.2017 auf. Meteorologisch gesehen handelte es sich bei diesem Ereignis jedoch nicht um ein typisches konvektives Ereignis mit kleinräumig auftretendem Starkniederschlag. Stattdessen kam es durch das Zusammentreffen kalter Luft aus dem Norden und warmer feuchter Luft aus dem Mittelmeerraum zu einem großflächigen Aufstieg der warmen feuchten Luft und somit zur Bildung von vielen zusammenhängenden Gewitterzellen und dadurch zu großflächigen Regengebieten. Dies erklärt auch die gleichzeitige Betroffenheit in Potsdam, Oranienburg, Leegebruch oder anderen Ortschaften

⁵Niederschlag wird üblicherweise in der Einheit Millimeter [mm] angegeben. Das entspricht der Höhe, die eine Wassersäule annimmt, wenn ein Liter Wasser auf der Fläche eines Quadratmeters verteilt ist.

in Brandenburg.

Im Folgenden werden diese zwei verschiedenen Ereignisse zunächst anhand von Niederschlagsdaten beschrieben. Im Anschluss folgt eine Gegenüberstellung der Ereignisse bezüglich ihrer räumlichen Ausbreitung und den auftretenden Niederschlagsintensitäten für verschiedene Andauern, basierend auf einer statistischen Analyse der Ereignisse. Schließlich wird kurz erläutert, wie sich die Eigenschaften von Starkregen aufgrund des Klimawandels verändern.

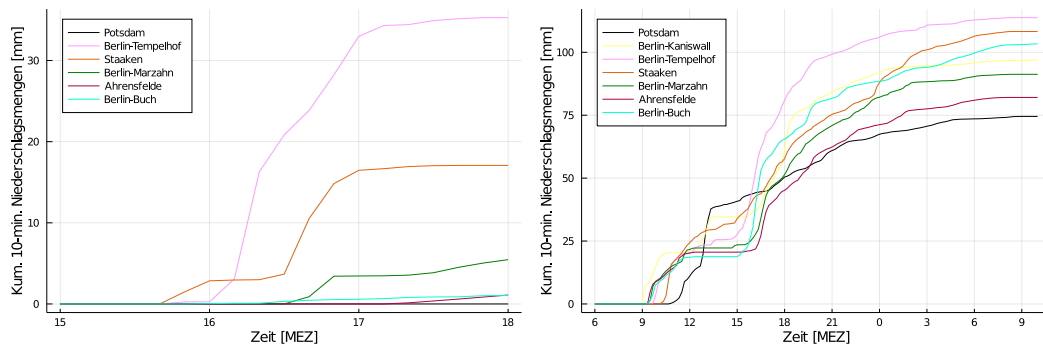
2.1. Beschreibung relevanter Starkregenereignisse der letzten Jahre in Berlin

In diesem Abschnitt werden zunächst typische konvektive Extremereignisse am Beispiel des stärksten Ereignisses in Berlin in 2019 aus meteorologischer Sicht beschrieben. Im Anschluss folgt die Beschreibung des eher untypischen länger anhaltenden Extremereignisses im Juni 2017. Dabei werden die Ereignisse anhand von radarbasierten Daten und Niederschlagsmessungen an ausgewählten Messstationen in und um Berlin analysiert. Mehr Informationen zur Datengrundlage finden sich im Anhang A.1.

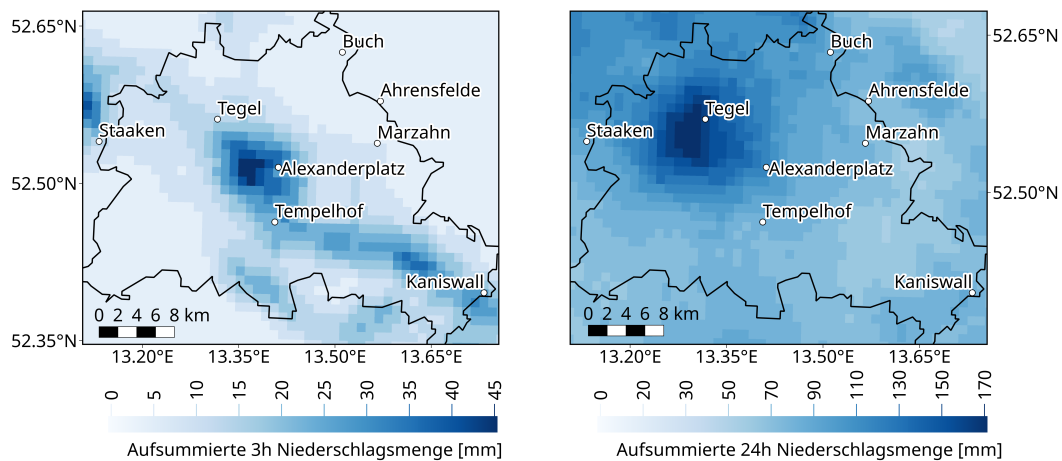
2.1.1. Konvektiver Starkregen am 02.08.2019, 15-18 Uhr

In den frühen Morgenstunden des 02.08.2019 zog ein Höhentrog von der Nordsee in südöstlicher Richtung über die Niederlande, zusammen mit einem Tiefdrucksystem über Nordrussland. Diese Wechselwirkung führte zu einer Veränderung der meteorologischen Lage vor allem in den zentralen und nördlichen Teilen Deutschlands. Das führte im Raum Berlin zum Aufstieg warmer, feuchter Luftmassen. Diese Bedingungen begünstigen das Auftreten von lokalen Gewittern [22].

Im Laufe des Nachmittags kam es über dem Berliner Raum zu kräftigen Gewittern, die vor allem örtlich zu intensivem Starkregen führten, wobei besonders die Innenstadtbereiche betroffen waren. Die starke räumliche Heterogenität wird in der Abbildung 2c deutlich. Diese zeigt die dreistündige aufsummierte Niederschlagsmenge (basierend auf Radardaten) im Zeitraum zwischen 15 und 18 Uhr auf einer Berlinkarte. Auch aus den Stationsdaten des DWD's, dargestellt in Abbildung 2a, gehen die räumlichen Unterschiede hervor. Deutlich sichtbar sind die Linien der Stationen Tempelhof (rosa) und Staaken (orange, außerhalb von Berlin), während andere Stationen kaum Niederschlag aufzeichneten. So fielen am ehemaligen Flughafen Tempelhof insgesamt 35,3 Liter Regen pro Quadratmeter, davon allein 28 Liter innerhalb einer halben Stunde. Noch stärkere Spitzenwerte wurden von Messstationen anderer Betreiber gemeldet. So wurden vom Stadtmessnetz des Instituts für Meteorologie der FU Berlin im Bezirk Tiergarten (Moabit) 49,5 mm aufgezeichnet. Die Berliner Wasserbetriebe (BWB) meldeten an einer Messstelle in Wedding innerhalb von einer Stunde sogar knapp 59 Liter Regen pro Quadratmeter [22]. Nach Westen und Südwesten hin nahmen die Niederschlagsmengen deutlich ab, so wurden in Dahlem 8,5 Liter gemessen. In Potsdam blieb es dagegen völlig trocken, siehe Abbildung 2a (schwarz).



(a) Kumulativer Niederschlag Ereignis 2019. (b) Kumulativer Niederschlag Ereignis 2017.



(c) Gesamtniederschlag Ereignis 2019. (d) Gesamtniederschlag Ereignis 2017.

Abbildung 2: Gefallener Niederschlag bei (a,c) dem konvektiven Starkregenereignis (02.08.2019) für die Dauer von 3 h und (b,d) dem großräumiger Starkregenereignis (29-30.06.2017) für die Dauer von 24 h. Dargestellt sind jeweils (oben) die aufsummierten Niederschlagsmengen an einzelnen Messstationen, sowie (unten) die Menge des Gesamtniederschlags für die jeweilige Dauer des Ereignisses, welche aus den radarbasierten Daten hervorgehen. Die Position der (oben) verwendeten Messstationen sind in den Karten (unten) eingezeichnet. Die Messstation in Potsdam liegt außerhalb des Kartengebiets.

2.1.2. Großräumiger Starkregen am 29.06. und 30.06.2017

Das Ereignis im Juni 2017 betraf weite Teile Berlins und war wesentlich weniger heterogen als das Augustereignis im Jahr 2019. Am stärksten betroffen waren die Regionen in Nord-West Berlin, vor allem Reinickendorf, aber auch Teile von Spandau, Charlottenburg Wilmersdorf und Berlin-Mitte (gut sichtbar an den Bereichen mit dunkler Sättigung in Abbildung 2d).

Der Grund für die extremen Ausmaße war das unglückliche Zusammentreffen zweier Tiefdruckgebiete im Juni im Berliner Raum. Zum einem war dort das Bodentief RASMUND II, welches sich über Tschechien gebildet und später über Polen bis hin nach Berlin ausgeweitet hatte. Zum anderen war dort aber auch ein von Süddeutschland heranziehender Höhentrog. Dieser brachte ein sich weit erstreckendes Regengebiet mit sich [11].

Das Ereignis dauerte insgesamt vom 29.06. bis zum 02.07.2017, wobei etwa 90% des Gesamtniederschlags innerhalb der ersten 24 Stunden fiel, also von 9 Uhr (mitteleuropäische Sommerzeit MESZ) des 29.06. bis 9 Uhr des Folgetags. Der Verlauf dieser 24 Stunden lässt sich gut an den kumulativen (aufsummierten) Niederschlagssummen an den Berliner Messstationen, dargestellt in Abbildung 2b, rekonstruieren. Um 9 Uhr am 29. Juni trafen die ersten Gewitterzellen aus Richtung Polen die südöstliche Grenze Berlins. In den darauf folgenden vier Stunden zog dieses erste von zwei aufeinander folgenden zusammenhängenden Niederschlagsgebieten über weite Teile Berlins. Bereits um 12 Uhr konnten Niederschlagswerte von über 20 mm an mehreren Stationen innerhalb von Berlin gemessen werden (siehe Abbildung 2b). Es folgte eine Pause von wenigen Stunden, in der nur geringe Mengen an Regen über Berlin fielen. Diese Pause lässt sich gut an den beinahe horizontalen Linien zwischen 12 und 15 Uhr in Abbildung 2b sehen, die verdeutlichen, dass in dieser Zeit kaum neuer Niederschlag fiel und die kumulativen Niederschlagsmengen demnach über diese Zeit konstant blieben. Ein erneuter Anstieg gegen 15 Uhr leitete das zweite große Ereignis ein: Gegen 15 Uhr trat nördlich von Berlin ein weiteres großes Niederschlagsgebiet auf, welches sich zum Abend hin über Berlin und weite Teile Brandenburgs ausdehnte. Dieses zweite Niederschlagsgebiet war nicht nur größer, sondern auch persistenter als das vorherige, und ist verantwortlich für einen Großteil der gemessenen Niederschlagsmengen. Erst in den frühen Morgenstunden des 30. Juni 2017 ließ das Unwetter nach und schwächte sich zu einem leichten Nieselregen ab.

2.2. Statistische Analyse der ausgewählten Starkregenereignisse 2017 und 2019

Um die Stärke eines Extremereignisses in einen Kontext zu stellen, der eine bessere Interpretation ermöglicht, sind geschätzte mittlere Wiederkehrperioden ein häufig verwendetes Kommunikationsmittel. So wird zum Beispiel von einem Jahrhundertereignis oder einer Jahrhundertflut gesprochen. Diese mittleren Wiederkehrperioden resultieren aus der geschätzten jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit, also der Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Stärke eines Ereignisses in einem Jahr einen bestimmten Wert überschreitet.

Zwar ist die Kommunikation einer Wiederkehrperiode intuitiver als die einer jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit, allerdings ist sie auch in gewisser Hinsicht problematisch [23]. Zum einen suggeriert der Term Jahrhundertereignis, dass es nach dem Eintreten eines solchen Ereignisses nicht im Mittel, sondern genau

100 Jahre dauert, bis mit einem ähnlich starken Ereignis zu rechnen ist. Dies führt dazu, dass Menschen sich in falscher Sicherheit wiegen. Zum anderen ist es nur dann sinnvoll, einer Wahrscheinlichkeit auch eine entsprechende Wiederkehrperiode zuzuordnen, wenn davon ausgegangen werden kann, dass sich in dieser Zeit nichts am betrachteten Zusammenhang ändern wird. Diese Annahme ist im Bezug auf Niederschlag allerdings keines Falls gerechtfertigt, denn der Anstieg der globalen Mitteltemperatur führt weltweit auch zu Veränderungen des Niederschlags [13]. Diese Zusammenhänge werden in Abschnitt 2.3 näher erläutert. In dem Fall, dass sich die jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeit für ein bestimmtes Ereignis von Jahr zu Jahr ändert, ist es nicht mehr sinnvoll, eine entsprechende Wiederkehrperiode anzugeben. Im Folgenden werden wir uns daher möglichst auf die Angabe der jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeiten beschränken.

Im Folgenden werden die ausgewählten extremen Niederschlagsereignisse, die den Abschnitten 2.1.1 und 2.1.2 beschrieben werden, statistisch analysiert und anhand ihrer geschätzten jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeiten bei verschiedenen Dauern gegenübergestellt. Detailliertere Informationen zur Vorgehensweise bei der statistischen Analyse von Starkregenereignissen befinden sich im Anhang A.2.

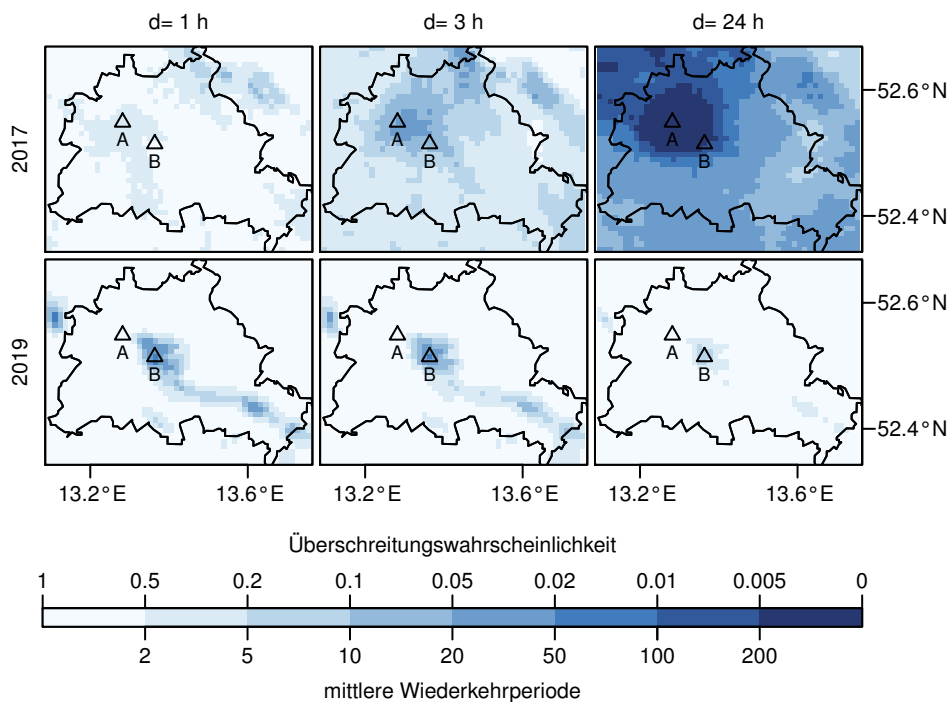


Abbildung 3: Jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeiten bzw. mittlere Wiederkehrperioden für die beiden Starkregenereignisse vom 29.06.2017 - 30.06.2017 (obere Reihe) und vom 02.08.2019 (untere Reihe) für verschiedene Dauern der Ereignisse (verschiedene Spalten). Die eingezeichneten Orte A (Saatwinklerdamm/ Volkspark Jungfernheide) und B (Tiergarten) sind die Orte, an denen 2017 bzw. 2019 jeweils maximale Niederschlagsintensitäten auftraten.

In Abbildung 3 sind die geschätzten jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkei-

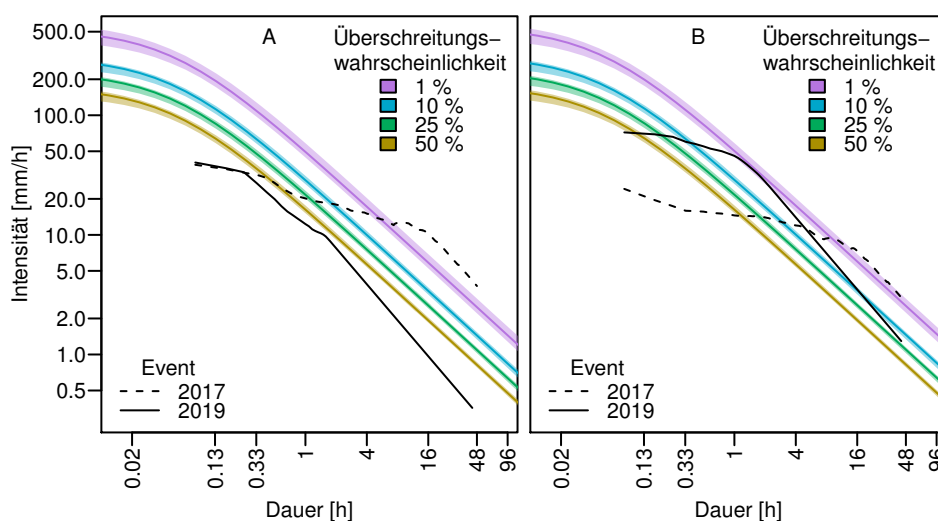


Abbildung 4: Intensitäts-Dauer-Frequenz (IDF) Kurven an den Orten A (links) und B (rechts) (siehe Abb. 3): Die farbigen Linien geben die Niederschlagsintensitäten an, welche mit einer bestimmten jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit bei der jeweiligen Ereignisdauer auftreten. Die schwarzen Linien zeigen die maximal aufgetretenen Niederschlagsintensitäten bei den Starkregenereignissen vom 30.06.2017 (gestrichelt) und vom 02.08.2019 (durchgezogen) an beiden Orten.

ten bzw. die daraus resultierenden mittleren Wiederkehrperioden der bei den Ereignissen aufgetretenen maximalen Niederschlagsintensitäten im Raum Berlin für drei verschiedene Dauern dargestellt: eine Stunde, drei Stunden und ein Tag. Wir können erkennen, dass bei dem Ereignis vom 29.06.2017 bis 30.06.2017 auf kurzen Zeitskalen keine extremen Niederschlagsintensitäten auftraten. In einem sehr großen Bereich im Norden Berlins werden dagegen die aufgetretenen maximalen Niederschlagsintensitäten im Zeitraum von 24 h jährlich nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 % oder weniger überschritten. In diesem Bereich beträgt die mittlere Wiederkehrperiode folglich 100 Jahre oder mehr. Es war demnach eine große Fläche von extrem lang anhaltendem intensivem Niederschlag betroffen. Die Eigenschaften des Ereignisses vom 02.08.2019 sind geradezu gegensätzlich dazu. Bei diesem Ereignis traten extreme Niederschlagsintensitäten nur für kurze Zeiten und außerdem nur sehr lokal auf. An nur zwei Gitterpunkten innerhalb von Berlin traten Niederschlagsintensitäten mit Überschreitungswahrscheinlichkeiten von 1 % oder weniger auf. Diese starke räumliche Heterogenität wurde auch in der von uns durchgeführten Betroffenenbefragung (siehe Abschnitt 3) von einer befragten Person als besonders eindrücklich beschrieben:

"Was ist Ihnen besonders positiv oder negativ im Gedächtnis geblieben?"

Das Erstaunen darüber, wie kleinräumig, punktuell das war. In einem Stadtteil [gab es] heftige Auswirkungen [und] Sperrung[en] von Verkehrswegen. Ein paar Kilometer weiter praktisch gar nichts.

(Umfrageteilnehmer:in, anonym)

Die unterschiedlichen Eigenschaften der beiden Ereignisse, in Bezug auf die Dauer

und die Ausbreitung, werden auch sehr deutlich, wenn wir die jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeiten der aufgetretenen Niederschlagsintensitäten an den Punkten A und B (siehe Abbildung 3) vergleichen. Dies sind die Orte, an denen 2017 (A) und 2019 (B) jeweils die größten Niederschlagsintensitäten bezogen auf die Gesamtdauer der Ereignisse auftraten. Die Entfernung der Orte beträgt dabei 6,7 km. In Abbildung 4 sind für beide Orte die jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeiten der bei den Ereignissen aufgetretenen Niederschlagsintensitäten zusammen mit den Intensitäts-Dauer-Frequenz (IDF) Kurven dargestellt. Auf diese Weise können wir von den Schnittpunkten der Ereignisintensitäten mit den IDF-Kurven erkennen, für welche Dauerstufen die aufgetretenen Niederschlagsintensitäten extrem waren. Die gestrichelte Linie zeigt die maximalen Niederschlagsintensitäten für das Ereignis von 2017 für verschiedene Dauerstufen von fünf Minuten bis zu zwei Tagen. Wir können erkennen, dass das Ereignis an beiden Orten zu Beginn, d.h. für kurze Dauerstufen, nicht extrem war. Nach zwei Stunden haben die aufgetretenen Niederschlagsintensitäten noch eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10 %, das entspricht einer mittleren Wiederkehrperiode von 10 Jahren. Ab einer Dauer von ungefähr fünf Stunden treten am Ort A allerdings Niederschlagsintensitäten mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von weniger als 1 % auf und auch am Ort B betragen die Überschreitungswahrscheinlichkeiten für die längeren Dauern $d \leq 8$ h ungefähr 1 %. Das Ereignis von 2019 zeigt gegensätzliche Eigenschaften: Am Ort B betragen die Überschreitungswahrscheinlichkeiten der aufgetretenen Niederschlagsintensitäten für eine Dauer von 1 – 2 h ungefähr 1 %. Für größere Dauerstufen nimmt die Überschreitungswahrscheinlichkeit wieder stark ab. Wir können erkennen, dass das Ereignis am nicht weit entfernten Ort A für keine Dauerstufe eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 50 % erreicht. Dies entspricht einer mittleren Wiederkehrperiode von weniger als zwei Jahren.

Zusammengefasst bedeutet dies, dass bei dem Ereignis von 2017 für lange Dauern auf einem größeren Bereich extreme Niederschlagsintensitäten auftraten, während beim Ereignis 2019 nur für kürzere Dauern und nur sehr lokal extreme Niederschlagsintensitäten auftraten. In beiden Fällen kam es jedoch dort, wo extreme Niederschlagsintensitäten auftraten, zu Überschwemmungen und Schäden. Dabei ist zumindest mit sommerlichen Starkregenereignissen wie dem vom 02.08.2019 häufiger zu rechnen.

2.3. Welchen Einfluss hat der Klimawandel auf die Häufigkeit und Stärke von Starkregenereignissen?

Mit dem Anstieg der globalen Mitteltemperatur sind weltweit auch Veränderungen der Niederschlagsmengen zu erwarten. Allgemeine Überlegungen zur zu erwartenden Niederschlagsänderung basieren auf folgenden Argumenten: Einerseits kommt es zu einer weltweiten Verschiebung der Zirkulationsmuster [13]. Dies führt zu einer Veränderung des charakteristischen Jahrgangs der Niederschlagsmenge an einem bestimmten Ort. In Deutschland kann zudem eine Zunahme der Häufigkeit von Wetterlagen, die das Auftreten von starken Regenfällen begünstigen, beobachtet werden [12]. Andererseits führt die Erwärmung zu einer verstärkten Verdunstung, welches zum einen die Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen, zum anderen aber auch längere Trockenzeiten begünstigt [13].

Wie werden sich die Eigenschaften von Starkregen in Berlin aufgrund des Klimawandels verändern? Da Niederschlag eine hohe räumliche und zeitliche Variabilität

aufweist, treten auch in der Veränderung des Niederschlags lokal große Unterschiede auf. Aussagen über lokale Trends im Niederschlag zu treffen sind aufgrund der hohen natürlichen Niederschlagsvariabilität schwierig. Zudem sind für Trendanalysen lange Zeitreihen nötig. Diese liegen für Niederschlagsmessungen vor allem für konvektive Niederschlagsereignisse häufig nicht vor⁶. Noch schwieriger ist es, lokale Trends in den extremen Niederschlägen zu erkennen, da für diese noch weniger Daten zur Verfügung stehen. Eine Auswertung verschiedener Studien zur Veränderung des Starkniederschlags in Deutschland zeigt, dass bereits Änderungen in der Häufigkeit und Intensität der Starkniederschläge beobachtet werden können. Diese unterscheiden sich jedoch regional und auch saisonal erheblich.

Die meisten Studien sind sich einig, dass im Winter die Anzahl und Intensität der extremen Niederschlagsereignisse zugenommen haben. Diese Änderung ist im Westen Deutschlands deutlicher als im Osten [20, 12]. Für die Starkregenereignisse in den Sommermonaten sind die Ergebnisse verschiedener Studien dagegen uneinheitlich. Es zeigt sich eine Tendenz zu einer leichten Verringerung der Niederschlagsintensitäten [31]. Andere Studien fanden aber auch eine Zunahme der Häufigkeit von Tagen mit Starkregen [18]. Diese Unterschiede in den Ergebnissen verschiedener Studien sind vor allem auf unterschiedliche Auswertungszeiträume und unterschiedliche statistische Methoden zurückzuführen [1].

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Häufigkeit und Stärke von Starkregenereignissen in Berlin in unterschiedlichen Jahreszeiten ist daher immer noch Bestandteil der aktuellen Forschung.

⁶Mehr Informationen zu den Niederschlagszeitreihen finden sich im Anhang A.1.1.

3. Betroffenenbefragung

Ziel dieses Berichts ist eine erweiterte Ereignisanalyse vergangener Starkregenereignisse in Berlin. Eine erweiterte Ereignisanalyse betrachtet neben der Gefährdung auch die Vulnerabilität. Aus diesem Grund haben wir zwischen April und Juni 2020 eine Onlineumfrage durchgeführt, die sich gezielt an Berliner Bürger:innen richtete, welche in der Vergangenheit von Starkregenereignissen betroffen waren.

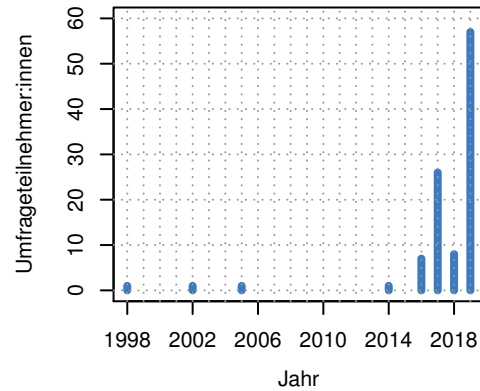
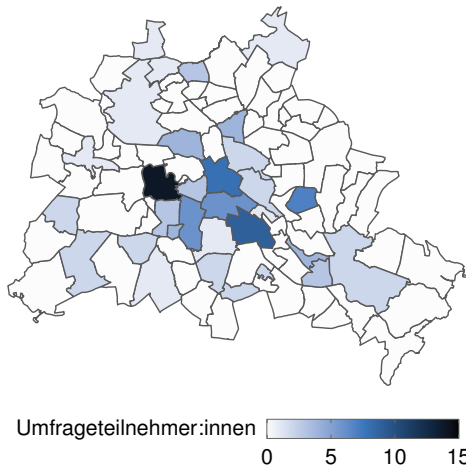
Insgesamt nahmen 102 Personen an der Befragung teil und machten ausführliche Angaben zu ihren Erfahrungen, u.a. zu Ereignisauswirkungen, Beeinträchtigungen im Alltag, aufgetretene Schäden sowie zu umgesetzten Notfall- und Vorsorgemaßnahmen und Risikowahrnehmung. Mit einem durchschnittlichen Alter von 49 Jahren erreichten wir hinsichtlich des Durchschnittsalters der Bevölkerung eine repräsentative Stichprobe (laut www.zensus2011.de 49 Jahre). Auch der Anteil an Frauen und Männern unter den Befragten ist sehr ausgeglichen (48 Männer, 50 Frauen, 3 divers, 1 keine Angabe). Die Methode der Umfragerstellung und -durchführung wird im Anhang B.1 beschrieben.

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Umfrage ausgewertet.

3.1. Auswirkungen für die Betroffenen vergangener Starkregenereignisse in Berlin

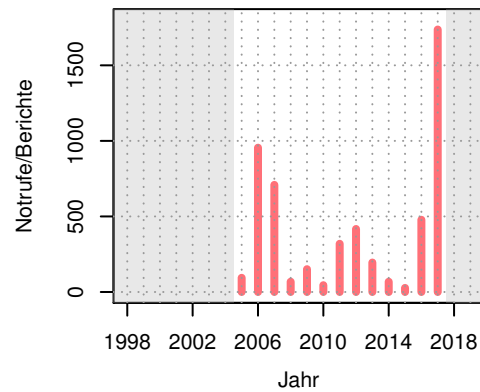
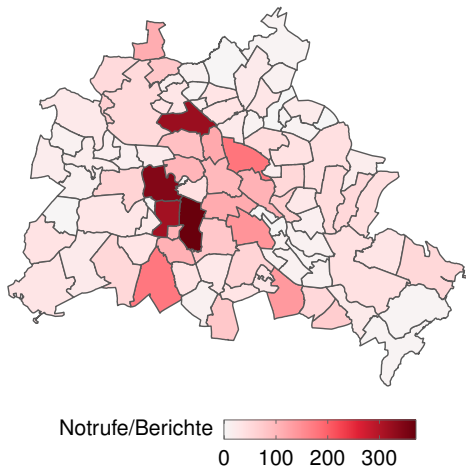
Die Abbildung 5a zeigt, in welchen Stadtgebieten wir von Starkregen Betroffene erreicht haben. Je blauer ein Bezirk, desto mehr Umfrageantworten erhielten wir aus dem jeweiligen Gebiet. Somit erreichten wir mit der Umfrage vor allem Personen aus Bezirken im Berliner Zentrum, aber auch aus Stadtteilen wie Charlottenburg-Wilmersdorf, Tempelhof-Schöneberg, Reinickendorf oder Pankow (Abbildung 5c). Vergleicht man diese räumliche Verteilung mit Daten vom Berliner Senat, die von 2005 bis 2017 räumlich Feuerwehrotrufe und -meldungen in Bezug auf Starkregen, sowie Berichte aus den (sozialen) Medien beinhalten (Abbildung 5c), zeigt sich, dass viele Umfrageteilnehmer:innen in betroffenen Gebieten wohnten. Beide Karten zeigen eine Häufung von Rückmeldungen insbesondere in den zentrumsnahen Bezirken.

Zusätzlich zur räumlichen Verteilung zeigen die Abbildungen 5b und 5d die zeitliche Verteilung der erlebten Starkregenereignisse der Umfrageteilnehmer:innen (Abbildung 5b) und der Notrufe und Berichte des Berliner Senats zwischen 2005 und 2017 (Abbildung 5d). In der meteorologischen Ereignisanalyse im Abschnitt 2 wurden die Jahre 2017 und 2019 als besonders auffällig beschrieben. Diese beiden Jahre spiegeln sich sowohl in den Umfragedaten, als auch im Notrufrkatalog des Berliner Senats wider. Die Umfrageauswertung ergab, dass sich Betroffene an Starkregenereignisse aus den Jahren 1998 bis 2019 erinnerten. Der Großteil der Teilnehmer:innen war von Starkregenereignissen in den Jahren 2017 (26) und 2019 (57) betroffen (Abbildung 5b). Auch wenn das Ereignis von 2017 zum Zeitpunkt der Umfrage schon etwa drei Jahre zurück lag, bezogen sich etwa 25 % der Teilnehmer:innen bei ihren Antworten auf Erfahrungen und Schäden aus diesem Jahr. Die Daten des Berliner Senats zeigen in Abbildung 5d, dass mit über 1500 die meisten Notrufe, Meldungen und Berichte aus dem Jahr 2017 aufgezeichnet wurden. Für das Jahr 2019 liegen aus dieser Quelle keine Daten vor.



(a) Umfrageteilnehmer:innen pro Stadtteil.

(b) Erlebte Starkregenereignisse der Umfrageteilnehmer:innen pro Jahr.



(c) Notrufe und Berichte pro Stadtteil (2005 - 2017).

(d) Notrufe und Berichte pro Jahr (2005 - 2017).

Abbildung 5: (a) Verteilung der Wohnorte der Umfrageteilnehmer:innen und ihre (b) erlebten Starkregenereignisse, sowie (c) räumliche und (d) zeitliche Verteilung der Feuerwehrnotrufe, Bürgermeldungen und Medienberichte wegen Überschwemmungen (Daten vom Berliner Senat 2005 - 2017).

Bei der folgenden Analyse sollen die Antworten aller Teilnehmer:innen berücksichtigt und ihre Antworten zusammenfassend betrachtet werden, unabhängig von dem Jahr, in dem das entsprechende Starkregenereignis auftrat. Die limitierte Stichprobengröße lässt keine weitere Unterteilung zu. Es erfolgt demnach, im Gegensatz zur meteorologischen Ereignisrekonstruktion im Abschnitt 2.1, keine Aufteilung in berichtete Ereignisjahre bei der Analyse der Umfragedaten.

Negative Auswirkungen von Starkregenereignissen können sehr vielfältig ausfallen.

Sie werden vor allem durch ins Gebäude eindringendes Wasser verursacht. 33%⁷ der Befragten gaben an, dass Wasser außen am Haus stand. Im Mittel erreichte der Wasserstand bei allen Befragten eine Höhe von 17 cm am Haus. Einige berichteten von Wasserständen bis zu einem halben Meter. Das spiegelt sich auch in den berichteten monetären Schäden wider. Jeweils etwa ein Drittel der Befragten war nicht von Hausratschäden oder anfallenden Reparaturkosten betroffen (siehe Abbildung 6). Bei 15% der Teilnehmer:innen fielen gar keine direkten monetären Schäden an. Ein weiteres Drittel der Befragten gab jedoch an, jeweils Schäden von unter 250 Euro und zwischen 1.000 und 5.000 Euro erlitten zu haben. Das gilt sowohl für Hausratschäden als auch für angefallene Instandsetzungsarbeiten (Abbildung 6). Die Daten lassen erkennen, dass die Kosten für Reparatur und Ersatz am Gebäude höher ausfallen können als Hausratschäden. Hier berichteten einige Befragte von Schäden zwischen 5.000 und sogar von über 100.000 Euro.

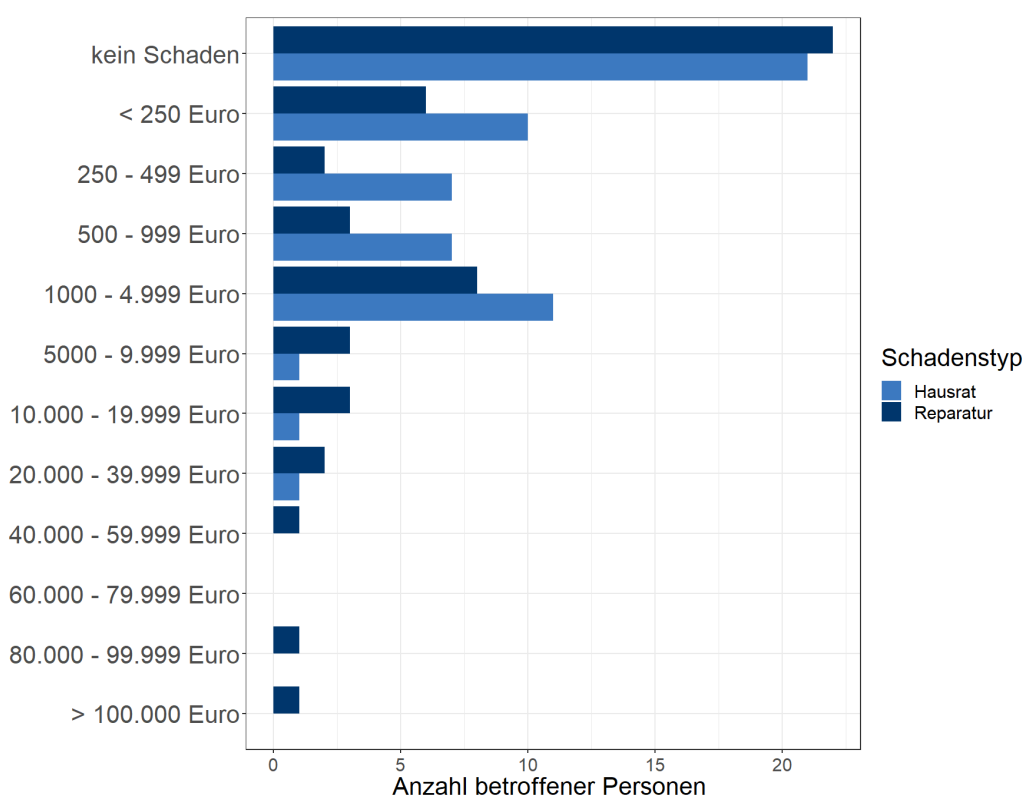


Abbildung 6: Berichtete Schäden (n = 59 für Hausrat, n = 52 für Reparatur und Ersatz am Gebäude).

Finanzielle Schäden bilden nur einen Teil der negativen Auswirkungen eines Starkregenereignisses ab und sagen wenig über die gesundheitlichen, physischen und psychischen Belastungen oder andere Einschränkungen der betroffenen Bevölkerung aus. Abbildung 7 zeigt, auf welche Weise die Umfrageteilnehmer:innen durch das jeweilige Starkregenereignis im eigenen Haushalt und im Alltag beeinträchtigt wurden und wie stark sie die jeweiligen Einschränkungen belastet haben. Die Betroffenen wurden gebeten, die Belastungsintensität der Auswirkungen auf einer Skala einzuordnen

⁷100% beziehen sich im Folgenden immer auf die Anzahl der Antworten, nicht auf die Gesamtzahl der Teilnehmer:innen

(sechs Kategorien: gar nicht bis sehr stark belastet). Je dunkler ein Balken in Abbildung 7 dargestellt ist, desto höher war die subjektiv empfundene Belastung durch die jeweilige Auswirkung. Die Balken sind dabei absteigend nach der durchschnittlichen Belastungsintensität sortiert.

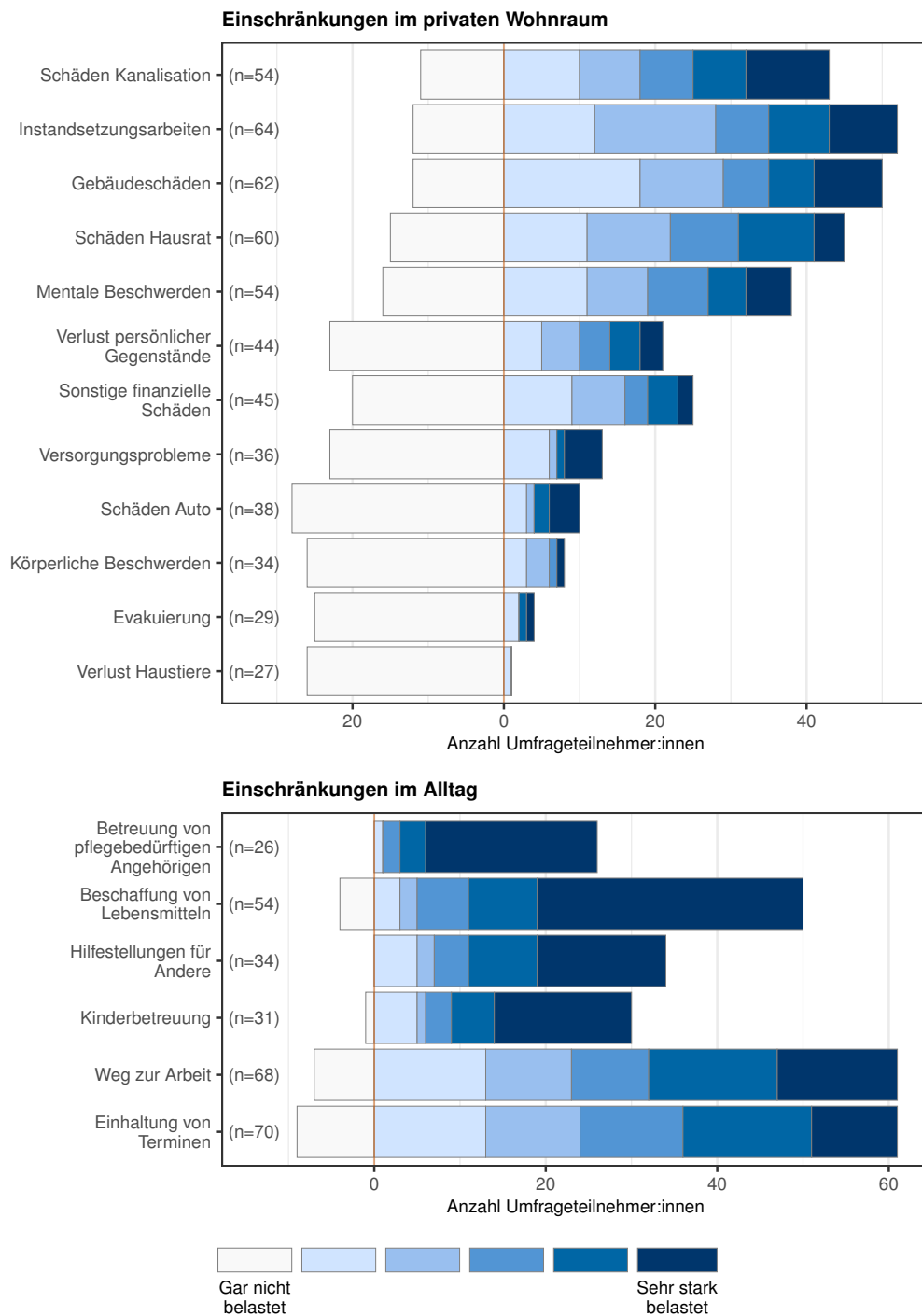


Abbildung 7: Subjektive Einschätzung der Belastungsintensität von Starkregenauswirkungen durch die Betroffenen. Die Balkenlänge gibt an, wie viele Umfrageteilnehmer:innen von einer Auswirkung betroffen waren, während die farbliche Codierung die empfundene Intensität der Auswirkung darstellt.

Bei 86 % der Befragten war der eigene Haushalt direkt von einem Starkregenereignis betroffen. Besonders häufig berichteten die Umfrageteilnehmer:innen von physischen Schäden am Gebäude, an der Kanalisation oder am Hausrat und damit

verbundenen Instandsetzungsarbeiten (Abbildung 7 oben). Darüber hinaus können traumatische Ereignisse im Zusammenhang mit extremen Unwettern zu kurz- und langfristigen psychischen Beeinträchtigungen führen. So gab über die Hälfte aller Befragten (d.h. 54 von 102) an, dass das Extremereignis bei ihnen mentale gesundheitliche Beschwerden verursacht hat. Zusammen mit den genannten physischen Schäden stellten mentale Beschwerden somit im Mittel die stärkste Belastung der Umfrageteilnehmer:innen dar (nach den genannten physischen Schäden folgt „Mentale Beschwerden“ in Abbildung 7 an fünfter Stelle). Die Mehrheit der direkt betroffenen Haushalte war zudem vom Verlust persönlicher Gegenstände oder sonstigen finanziellen Schäden betroffen. Als positiver Aspekt kann angemerkt werden, dass nur eine Minderheit der Umfrageteilnehmer:innen nachteilige Auswirkungen erlebte, die die körperliche Unversehrtheit bedrohen können wie beispielsweise Evakuierungen, körperliche gesundheitliche Beeinträchtigungen oder Versorgungsprobleme (z.B. Unterbrechung der Strom- oder Trinkwasserversorgung). Im Durchschnitt werden diese Einschränkungen von den Betroffenen als mittelmäßig bis wenig belastend eingeschätzt.

Vier von fünf Umfrageteilnehmer:innen wurden durch das Starkregenereignis im öffentlichen Raum bei ihren alltäglichen Aktivitäten wie dem Lebensmitteleinkauf, dem Arbeitsweg oder der bei Einhaltung von Terminen eingeschränkt (Abbildung 7, unten). Mit Ausnahme der Lebensmittelbeschaffung schätzen die meisten Befragten die dadurch entstandenen Beeinträchtigungen nur als schwach oder mittelmäßig ein. Allerdings deuten die Umfragedaten darauf hin, dass Teilnehmer:innen, die Familienangehörige pflegen, betreuen oder anderweitig unterstützen, besonders stark von den Starkregenereignissen in Berlin eingeschränkt waren. Dies lässt vermuten, dass Menschen, die Verantwortung für Andere tragen, eine durch Extremereignisse besonders verwundbare Gruppe in der Gesellschaft darstellen, da Verpflichtungen im Ernstfall gegebenenfalls nicht erfüllt werden können. Wie stark eine einzelne Person von einem Starkregenereignis betroffen ist, hängt also nicht nur von der Intensität des Starkniederschlags ab, sondern auch von individuellen Faktoren, wie der Eigenständigkeit oder Mobilität, deren Einschränkungen die Verwundbarkeit gegenüber extremem Wetter oder anderen Gefahren erhöhen können.

3.2. Wie gut waren die Berliner:innen auf die Starkregenereignisse vorbereitet?

3.2.1. Warnung und Notfallmaßnahmen

Warnungen ermöglichen es, sich, andere und Güter vor Schäden durch Starkregen zu schützen. Unwetterwarnungen werden in Deutschland vom DWD ausgegeben, wobei die Vorwarnzeit für Starkregen oft nur wenige Stunden beträgt [15]. Je früher eine Warnung die Bevölkerung erreicht, desto besser, da mehr Zeit zur Verfügung steht, um schadensmindernde Notfallmaßnahmen zu ergreifen [24]. Etwa zwei Drittel der Befragten gaben an, dass sie im Vorfeld (des von ihnen angegebenen) Starkregenereignisses vor dem Unwetter gewarnt worden sind. Besonders häufig erhielten die Betroffenen eine Warnung über Radio und Fernsehen sowie über Unwetter- und Warn-Apps. Im Durchschnitt erreichten die Warnungen die Bewohner:innen 7,3 Stunden vor Beginn des Starkregens, am häufigsten in der letzten Stunde vor dem Ereignis (Median: 4,5 Stunden).

Notfallmaßnahmen, die kurz vor, während oder unmittelbar nach dem Starkrege-

ereignis durchgeführt werden, können Schäden am Gebäude oder anderen Gütern erheblich reduzieren oder sogar gänzlich verhindern. Insgesamt ergriffen über 80 % der Umfrageteilnehmer:innen mindestens eine schadensmindernde Notfallmaßnahme. Von den Betroffenen, die gewarnt wurden, wussten 60 % genau oder zumindest teilweise, wie sie sich und ihr Eigentum schützen können. Abbildung 8 verdeutlicht, dass besonders viele Befragte versuchten, das Eindringen von Wasser in das Gebäude zu verhindern, beziehungsweise, es nach dem Eindringen wieder aus dem Gebäude zu entfernen (z.B. durch Abpumpen). Außerdem bemühte sich etwa ein Viertel der Umfrageteilnehmer:innen, Wertsachen, Gerätschaften oder Möbel in Sicherheit zu bringen - etwa, indem sie ihre Güter hochstellten oder in höhergelegene Stockwerke brachten. Gerade bei Starkniederschlägen konnte dies in der Vergangenheit erfolgreich Schäden reduzieren, da bei diesem Überschwemmungstyp für gewöhnlich nur niedrige Wasserstände im Inneren des Gebäudes auftreten (anders als bei Flusshochwassern) [24]. In der Berliner Umfrage bewerteten die Betroffenen diese Maßnahmen jedoch als mäßig effektiv, und in einigen Fällen konnten Notfallmaßnahmen Schäden nicht verhindern, wie an den vorwiegend hellen Balkenfarben in Abbildung 8 zu erkennen ist. Eine Abschaltung von technischen Anlagen (z.B. Strom, Heizung) oder die Sicherung von Gefahrenstoffen wurden nur selten umgesetzt. Allerdings erwiesen sich Notfallmaßnahmen, die die Haustechnik schützen, als besonders effektiv (siehe dunkle Balkenfarben in Abbildung 8). Hier bleibt anzumerken, dass sich solche Notfallmaßnahmen jedoch nicht immer selbst (z.B. im Falle einer Mietwohnung) umsetzen lassen.

Fast 40 % der Befragten führten die Notfallmaßnahmen alleine durch, etwa weil keine Hilfe gerufen werden konnte oder keine Unterstützung benötigt wurde. Die Betroffenen, die Hilfe erhielten, wurden meist von Personen aus dem eigenen Haushalt oder von Nachbarn unterstützt. Das Technische Hilfswerk oder die Feuerwehr kamen in 14 % der Fälle zum Einsatz. Zudem erhielten einige Betroffene Unterstützung von Familie und Freunden, freiwilligen Helfern oder dem eigenen Vermieter.

3.2.2. Vorsorge

Notfallmaßnahmen können effektiv schützen, sind aber von einer frühzeitigen Warnung abhängig und somit limitiert in ihrer Schutzwirkung/Effektivität. Während Notfallmaßnahmen kurz vor oder während des Starkregenereignisses ergriffen werden, gibt es Vorsorgemaßnahmen, die bereits vor dem Ereignis geplant oder umgesetzt sein müssen und für dauerhaften Schutz sorgen. Hierbei wird grundsätzlich zwischen drei Herangehensweisen unterschieden: Maßnahmen, die das Eindringen von (Ab-)Wasser ins Gebäude verhindern (bspw. Barriersysteme, Rückstauklappen oder Abdichten des Fundaments), Maßnahmen, die Schäden vermeiden oder minimieren falls doch Wasser ins Gebäude eindringt (bspw. fest installierte Wasserpumpen oder angepasste Nutzung gefährdeter Stockwerke), und schließlich Elementarschadenzusatzversicherungen. Die meisten dieser Maßnahmen sind struktureller Natur und entweder fester Bestandteil des Gebäudes oder modular konzipiert (z.B. Dammbalken). Die Elementarschadenzusatzversicherung minimiert in erster Linie keine Schäden, schützt aber vor finanziellen Verlusten, da der Versicherer den Schaden kompensiert. Wir fragten 14 verschiedene Vorsorgemaßnahmen ab, die in Tabelle 1 aufgelistet sind.

Tabelle 1 verdeutlicht, dass strukturelle Maßnahmen wie Rückstauklappen, Aufkantung und zur Straße hin abfallende Einfahrten am häufigsten bereits vor dem Ereignis umgesetzt waren (20 - 30 % der Teilnehmer:innen). Etwa 20 % hatten vor

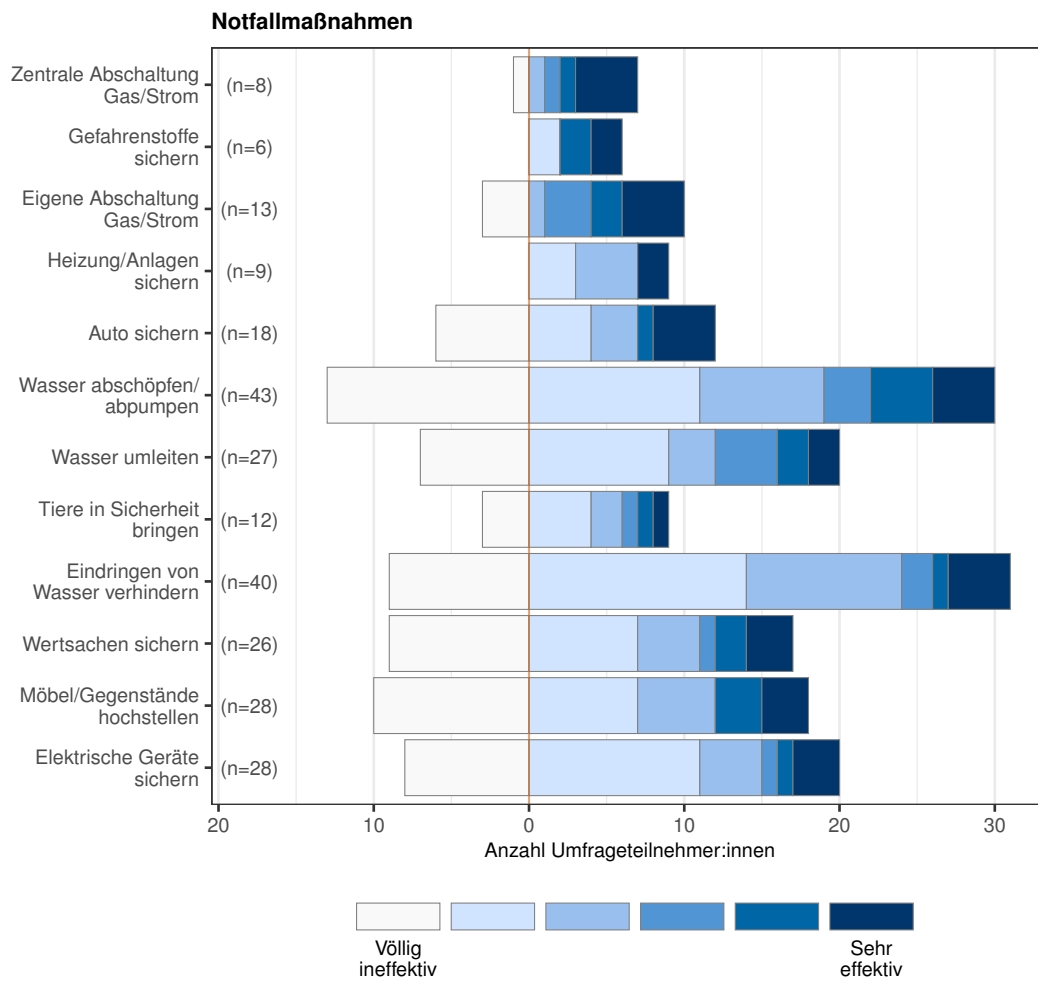


Abbildung 8: Subjektive Einschätzungen der Effektivität schadensmindernder Notfallmaßnahmen durch die Betroffenen. Die Balkenlänge gibt an, wie viele Umfrageteilnehmer:innen eine Maßnahme ergriffen haben, während die farbliche Codierung die empfundene Effektivität der Notfallmaßnahme darstellt.

dem Ereignis eine Elementarschadenzusatzversicherung abgeschlossen. Maßnahmen wie eine Absicherung von Heizöltanks oder Installation von Barriersystemen waren nur selten vor dem Ereignis umgesetzt.

Bei der Betrachtung der umgesetzten Maßnahmen muss man zwischen Mieter:innen und Eigentümer:innen unterscheiden, da sie verschiedene Möglichkeiten zur Umsetzung von - vor allem strukturellen - Maßnahmen haben. Die Umfrageteilnehmer:innen setzten sich hauptsächlich aus Mieter:innen zusammen (79%). Nur 21% der Befragten gaben an, Eigentümer:innen eines Hauses oder einer Wohnung zu sein. Das spiegelt sich auch in den Daten zur Vorsorge wider: Eine vergleichende Betrachtung der umgesetzten Vorsorgemaßnahmen der Mieter:innen und Eigentümer:innen zeigt, dass (1) wenn absolut gesehen wenig, grundsätzlich doch mehr Maßnahmen bei den Mieter:innen bereits vor dem Ereignis umgesetzt waren, als bei den Eigentümer:innen und (2) dass Mieter:innen angaben, viele Maßnahmen grundsätzlich nicht umsetzen zu können. Im Vergleich zu den Eigentümer:innen gaben zudem außergewöhnlich viele Mieter:innen an, dass Maßnahmenumsetzungen zukünftig nicht geplant sind (zwischen 50 - 75% der Mieter:innen versus 6 - 46% der Eigentümer:innen). Die hohen Prozentzahlen für die Spalte „nicht geplant“ in Tabelle 1 ist auf den hohen Anteil von Mieter:innen zurückzuführen.

Eine Maßnahme, die grundsätzlich auch Mieter:innen gut umsetzen können, ist der Abschluss einer Elementarschadenzusatzversicherung als Absicherung gegenüber Hausratschäden. Die Daten zeigen, dass nur 2% der Mieter:innen vor dem Ereignis eine Versicherung abgeschlossen hatten, hingegen 21% der Eigentümer:innen. Während die Hälfte der Eigentümer:innen nach dem Ereignis eine Versicherung abgeschlossen hat oder es zumindest plant, gab die Mehrheit der Mieter:innen mit 68% an, dass ein Versicherungsabschluss zukünftig nicht geplant sei. Eine Zusatzversicherung, die Hausrat vor Schäden schützt, kann jedoch für Mieter:innen sinnvoll sein, wobei Gebäudezusatzversicherungen in den Verantwortungsbereich von Gebäudebesitzer:innen fallen.

3.3. Risikowahrnehmung der Betroffenen

Inwieweit sich Bürger:innen auf Starkregenereignisse vorbereiten, hängt unter anderem von ihrer Risikowahrnehmung ab. Diese wurde im Fragebogen ⁸ mit den folgenden Fragen erhoben. Die Teilnehmer:innen wurden gebeten, auf einer Skala von 1 bis 6 abzuschätzen, für wie wahrscheinlich sie es hielten, noch einmal von einem Starkregenereignis betroffen zu sein (1 - „völlig unwahrscheinlich“ bis 6 - „sehr wahrscheinlich“) und wie sie die Folgen eines solchen Ereignisses einschätzen würden (1 - „überhaupt nicht schlimm“ bis 6 - „sehr schlimm“). In einer weiteren Frage gaben sie an, wie sehr sie der Aussage „So schlimm wie beim letzten Mal wird es nicht noch mal!“ zustimmten. Abbildung 9 zeigt die Verteilung der Antworten auf einer Skala 1-6, die eine geringe bis hohe Risikowahrnehmung widerspiegeln. Die Risikowahrnehmung der Umfrageteilnehmer:innen war im Mittel hoch. Die meisten Befragten gingen davon aus, dass sie wieder von einem Ereignis betroffen sein werden. Jede:r Zweite meinte, dass er/sie wieder mit den gleichen Herausforderungen zu kämpfen haben werde, wie bei der letzten Starkregenereignis. Die geschätzten direkten Folgen eines erneuten Ereignisses wurden dagegen eher im mittleren Bereich eingeschätzt. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass Betroffene sich besser auf ein erneutes Scha-

⁸Der Fragebogen ist im Anhang C zu finden.

Tabelle 1: Vorsorgemaßnahmen (n = 102).

	vor dem Ereignis instal- liert [%]	nach dem Ereignis instal- liert [%]	geplant [%]	nicht ge- plant [%]	nicht möglich [%]
Heizölsicherung	2,41	1,20	2,41	62,65	31,33
Fensterklappen bzw stationäre/mobile Wassersperren	3,61	2,41	3,61	72,29	18,07
Angepasste Nutzung gefährdeter Stockwerke	5,95	4,76	4,76	48,81	35,71
Vermeidung wertvoller Inneneinrichtung in gefährdeten Stockwerken	6,02	9,64	7,23	54,22	22,89
Barriere-Systeme oder Schutztore	6,90	4,60	2,30	62,07	24,14
Wasserdichte/druckfeste Fenster/Türen	9,09	5,68	4,55	64,77	15,91
Pumpen	10,59	11,76	3,53	63,53	10,59
Vorbereitung für den Ereignisfall	10,11	7,87	17,98	53,93	10,11
Bodenschwellen	12,22	4,44	3,33	56,67	23,33
Abdichtung des Fundaments	16,67	5,95	9,52	50,00	17,86
Elementarschadenzusatzversicherung	19,28	4,82	10,84	51,81	13,25
zur Straße abfallende Einfahrt	21,59	3,41	2,27	45,45	27,27
Aufkantungen	24,72	4,49	4,49	47,19	19,10
Rückstauklappen	29,07	1,16	5,81	52,33	11,63

densereignis vorbereitet fühlten. Tatsächlich gab über die Hälfte der Befragten an, sich gut bis bestens auf ein erneutes Ereignis vorbereitet zu fühlen.

Der Zeitpunkt der Befragung (April - Juni 2020) fiel in den Beginn der Covid-19-Pandemie. Das könnte sich allgemein auf die Risikowahrnehmung der Befragten ausgewirkt haben. Um Hinweise auf potentielle Einflüsse zu gewinnen, wurden Teilnehmer:innen gefragt, ob sich die Risikowahrnehmung seit Februar 2020 verändert habe. Gut drei Viertel der Befragten gab an, dass sich ihre Einschätzung, nochmals von einem Ereignis betroffen zu sein, seit Februar 2020 nicht verändert habe, d.h. sie hielten eine nochmalige Betroffenheit nicht für (un-)wahrscheinlicher als im Februar 2020 (im Vergleich zum Befragungszeitpunkt, April - Juni). 10 % dagegen empfanden das Risiko als deutlich wahrscheinlicher als im Februar, 7 % als etwas wahrscheinlicher. Mit 81 % gaben auch die meisten an, dass sich ihre Wahrnehmung auf mögliche Folgeschäden seit Februar nicht geändert habe. 10 % befürchteten dagegen etwas schlimmere Folgen als noch im Februar 2020. Insgesamt legen die Ergebnisse nahe, dass die eigene Starkregenrisikowahrnehmung aus Sicht der Umfrageteilnehmer:innen wenig von der Pandemie beeinflusst wurde.

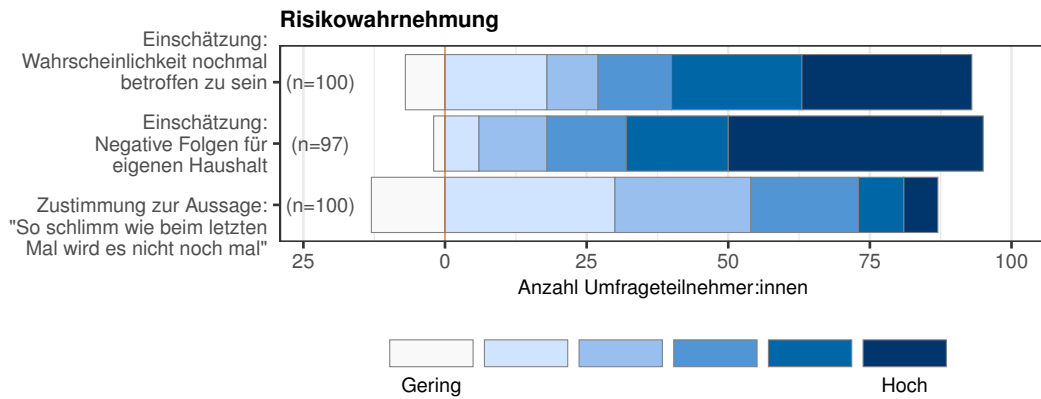


Abbildung 9: Subjektive Einschätzung der Befragten, in Zukunft erneut von einem Starkregenereignis betroffen zu sein. Die Balkenlänge gibt an, wie viele Umfrageteilnehmer:innen eine Risikoabschätzung abgegeben haben. Die farbliche Codierung stellt dar, wie hoch die Wahrscheinlichkeit eines weiteren Ereignisses und dessen negative Folgen erwartet werden, bzw. wie hoch die Zustimmung zu der abgebildeten Aussage ist.

3.4. Können Notfall- und Vorsorgemaßnahmen Schäden reduzieren?

Um die Effektivität von Notfall- und Vorsorgemaßnahmen bei der Reduzierung von Schäden einschätzen zu können, greifen Forscher:innen unter anderem auf Berichte von Betroffenen zurück (siehe Abschnitt 3.2.1). Weiterhin ist es aufschlussreich zu überprüfen, ob die Installation von Vorsorgeeinrichtungen im Vorfeld des Ereignisses oder eingeleitete Notfallmaßnahmen während des Ereignisses tatsächlich die entstandenen Schäden reduzieren konnten.

Mit der statistischen Methode eines Bayesschen ordinalen Regressionsmodells untersuchten wir, basierend auf den Umfragedaten, den Zusammenhang zwischen Schäden und potentiell schadensreduzierenden Maßnahmen. Eine ausführliche Erläuterung des Bayesschen ordinalen Regressionsmodells mit weiteren Details zur Theorie und der Berechnung können Anhang B.2 entnommen werden. Die resultierenden Parameterschätzungen erlauben Rückschlüsse auf die Wirksamkeit von Notfallmaßnahmen und Starkregenvorsorge am und im Gebäude. Im Detail kann anhand der Werte der Regressionskoeffizienten festgestellt werden, ob und wie stark Notfall- und Vorsorgemaßnahmen mit geringeren Schäden in Verbindung stehen. Abbildung 10 zeigt die geschätzten Regressionskoeffizienten für die Anzahl der ergriffenen Notfallmaßnahmen und einen Vorsorgeindikator, der zusammenfasst, wie viele individuell mögliche Schutzmaßnahmen ein Haushalt vor dem Unwetter umgesetzt hat. Ein Vorsorgeindikator von 0 bedeutet z.B. gar keine Vorsorge, während ein Wert von 1 bedeutet, dass alle Vorsorgemaßnahmen, die das jeweilige Schutzgut (Hausrat, Gebäude) betreffen, vor dem Unwetter umgesetzt wurden. Der Effekt von Notfall- und Vorsorgemaßnahmen wurde getrennt für Schäden am Hausrat und am Gebäude untersucht. Das Bayessche Modell bietet die Möglichkeit, Informationen über die Effektivität der Maßnahmen aus vorangegangenen Studien in die statistische Analyse einzubeziehen. Dieses bestehende Wissen wird in Form einer a-priori Wahrscheinlichkeitsverteilung („Prior“) beschrieben und im Anschluss durch Wahrscheinlichkeitsrechnung mit den Umfragedaten zu einer a-posteriori Wahrscheinlichkeitsverteilung („Posterior“) kombiniert.

Die Regressionsanalyse zeigt, dass insbesondere Vorsorgemaßnahmen (z.B. die Installation von Rückstauklappen oder Aufkantungen) die Schäden an Hausrat und Gebäude reduzieren konnten. So befindet sich die Posterior Wahrscheinlichkeitsverteilung für den Vorsorgeindikator vornehmlich im negativen Bereich. Das bedeutet, dass Berliner Haushalte mit hohem Vorsorgeindikator meist niedrigere Schäden erlitten, als Haushalte mit einem niedrigeren Vorsorgeindikator. Umfrageteilnehmer:innen, die eine höhere Anzahl an Notfallmaßnahmen ergriffen haben, berichteten dagegen von höheren Schäden an Hausrat und Gebäude (Wahrscheinlichkeitsverteilung vornehmlich im positiven Bereich). Die beschriebenen Effekte sind in ihrer Tendenz einheitlich für Schäden am Gebäude und am Hausrat, aber etwas stärker ausgeprägt für Gebäudeschäden. Allerdings sind die Unsicherheiten für den Effekt des Vorsorgeindikators größer als für die Anzahl der ergriffenen Notfallmaßnahmen (relativ breite Wahrscheinlichkeitsverteilung).

Es ist zu beachten, dass die statistischen Zusammenhänge in Abbildung 10 nicht zwingend kausale Zusammenhänge beschreiben. So ist nicht zu vermuten, dass eine hohe Anzahl an ergriffenen Notfallmaßnahmen höhere Starkregenschäden verursacht. Die Effektivität von Notfallmaßnahmen, insbesondere bei der Reduzierung von Hausratsschäden, wurde bereits in anderen Studien festgestellt [25, 21]. Stattdessen ist es möglich, dass Teilnehmer:innen der Umfrage, die mehr Notfallmaßnahmen ergriffen

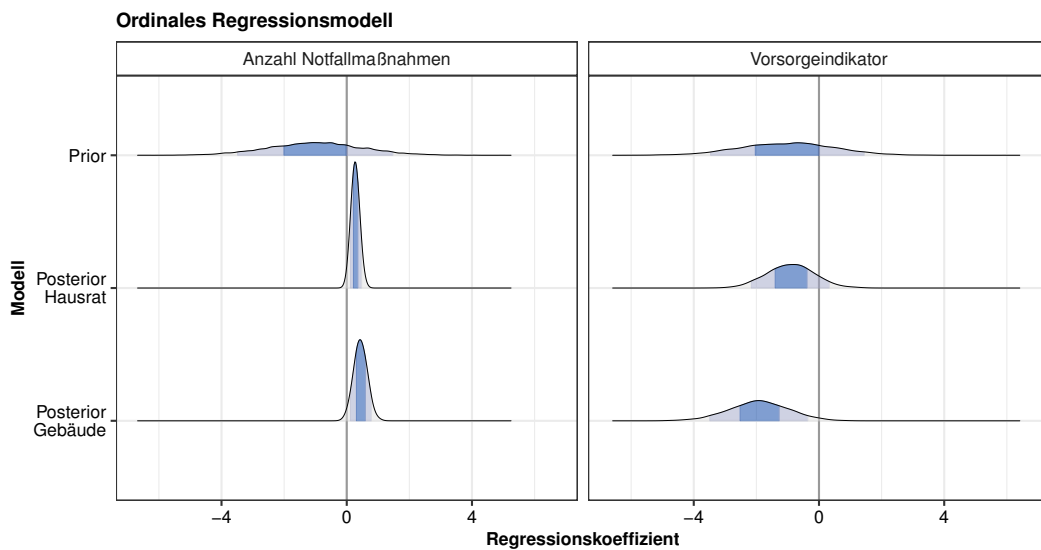


Abbildung 10: Effekt von Notfall- und Vorsorgemaßnahmen auf den erlittenen Schäden an Hausrat und Gebäude mit 50 % und 90 % Konfidenzintervall. Die Parameterwerte wurden mit einem Bayesschen ordinalen Regressionsmodell auf Basis der Umfragedaten geschätzt. Parameterwerte im negativen Bereich deuten auf niedrigere Schäden hin, während positive Werte mit höheren Schäden verbunden sind.

haben, in besonders stark überschwemmten Gebieten wohnen und dadurch zu stärkerem Eingreifen gezwungen waren [28]. In jedem Fall wird die Schadenshöhe von einer Vielzahl weiterer Faktoren, wie der Ereignisintensität oder der Art des Gebäudes, beeinflusst. Der vergleichsweise kleine Umfang dieses Umfragedatensatzes lässt keine detailliertere Auswertung zum Einfluss solcher „Störfaktoren“⁹ und zur Effektivität einzelner Notfall- und Vorsorgemaßnahmen zu. Die geringe Anzahl an Daten erklärt unter anderem auch die Unsicherheit, die insbesondere bei dem Vorsorgeindikator zu beobachten ist. Die aktuelle Forschung arbeitet daran, die Interaktionen verschiedener Einflussfaktoren auf Überschwemmungsschäden besser zu verstehen, um genauere und robustere Abschätzungen zur Effektivität schadensmindernder Maßnahmen zu ermöglichen (siehe z.B. [26, 21]).

Außerdem zeigen die Umfragedaten, dass die generelle Bereitschaft sich auf ein kommendes Starkregenereignis vorzubereiten, nach den jeweiligen Starkregenereignissen insgesamt zugenommen hat. Dabei lässt sich eine positive Korrelation zwischen der Höhe der erlittenen Schäden und der Anzahl der umgesetzten und geplanten Vorsorgemaßnahmen beobachten. Dieser Adaptionseffekt wurde schon bei ähnlichen Naturgefahren, wie Flussüberschwemmungen oder Sturzfluten, beobachtet und kann die Verwundbarkeit einer Gesellschaft gegenüber extremen Wetterereignissen nachhaltig reduzieren [16]. Allerdings gibt es Unterschiede, wie schnell private Vorsorgemaßnahmen umgesetzt werden. So gab ein Drittel der Befragten an, dass

⁹In der Statistik bezeichnen Störfaktoren („*confounding variables*“) Variablen, die sowohl die Prädiktoren (unabhängige Variablen) als auch die Zielvariable (abhängige Variable) beeinflussen und somit die Parameterschätzung verzerren können [5]. Falls genügend Daten über Störfaktoren vorhanden sind, kann deren Einfluss mit statistischen Methoden minimiert und eine unverfälschte Effektivitätsabschätzung erreicht werden.

sie Vorsorgemaßnahmen aufschieben, obwohl sie eine Implementierung grundsätzlich für sinnvoll halten. Die Gründe für die Aufschiebung können vielfältig sein. Generell deuten die Ergebnisse des Berichts darauf hin, dass sich private Starkregenvorsorge auszahlen kann, da Schäden durch Schutzmaßnahmen reduziert oder gänzlich verhindert werden können.

4. Zusammenfassung und Ausblick: Voraussetzungen für ein integriertes Starkregenrisikomanagement

Starkregen gilt als eine „unsichtbare Gefahr“ und gehört laut dem Deutschen Wetterdienst zu den Naturgefahren, die am meisten unterschätzt werden [25, 7]. Starkregenereignisse zeichnen sich durch starke Lokalität und kurze Dauer aus, was die Vorhersagen von Überschwemmungen durch Starkregen erheblich erschwert. Die kurze Vorlaufzeit von Warnungen und mangelnde Kenntnis über die Gefährdungslage führen dazu, dass extreme Niederschlagsereignisse die Bevölkerung oftmals unvorbereitet treffen.

Insbesondere in dicht besiedelten Gebieten, wie dem Großraum Berlin, besteht ein erhöhtes Risiko von Schäden durch Starkniederschläge, da urbane Räume eine hohe Konzentration von Menschen, Gebäuden und Infrastruktur aufweisen und ausgeprägte Flächenversiegelung das Abfließen des Wassers verhindert. Das lässt sich auch an der räumlichen Konzentration von Überschwemmungsberichten und Umfrageantworten im Berliner Innenstadtbereich erkennen, da dieser dichter bewohnt ist als die Außenbezirke (siehe Abbildung 5).

Um die Vulnerabilität gegenüber Starkregen effektiv zu reduzieren, wird zunehmend auf ein integriertes Starkregenrisikomanagement gesetzt [17], welches die Aspekte Gefährdungs- und Risikoabschätzung, Information, Vorsorge, Schutz und Gefahrenabwehr einschließt. So wird die Dimensionierung technischer Schutzmaßnahmen erst durch eine fundierte Gefährdungsabschätzung ermöglicht und die Einrichtung operativer Unwetterwarnsysteme begünstigt die rechtzeitige Umsetzung von Notfallmaßnahmen. Besonders der kommunalen und privaten Ebene wird bei der Umsetzung eines modernen Starkregenrisikomanagements große Bedeutung beigemessen, etwa durch angepasste Flächennutzungsplanung, multifunktionale Flächen oder durch Eigenvorsorge, wie beispielsweise schadensmindernde Bauweisen und -materialien. Das Umweltbundesamt empfiehlt zusätzlich, ein einheitliches Begriffsverständnis für Starkregen zu schaffen, um die Risikokommunikation und das Bewusstsein der Bevölkerung zu stärken ([15], S. 138 „zehn Handlungsempfehlungen für das Starkregenrisikomanagement“). Zusätzlich sollten Starkregengefahren- und risikokarten für urbane Räume öffentlich zugänglich gemacht werden und behördenübergreifende Kooperationen verbessert werden, um Potenziale von Planungsinstrumenten voll auszuschöpfen.

Die vorgestellte forensische, erweiterte Ereignisanalyse beleuchtet einzelne Komponenten eines Starkregenrisikomanagements am Beispiel Berlins. Die statistische Analyse der Starkregenereignisse unterstreicht, dass die Intensität und räumliche Ausdehnung von extremen Unwettern innerhalb des Stadtgebietes erheblich variieren.

Dies ist auf die unterschiedlichen Prozesse, die zur Entstehung von Starkregen führen können, zurückzuführen. Die beiden hier untersuchten Ereignisse (2017 und 2019) unterscheiden sich grundlegend in ihrer Entstehung, Ausbreitung und Dauer.

Im Juni 2017 kam es zur Bildung von großflächigen Regengebieten, die aufgrund der extremen Dauer des Ereignisses (über 24 Stunden) in vielen Teilen Berlins (und Umgebung) starke Überschwemmungen und Schäden verursachten. Im Gegensatz zu diesem eher untypischen Erscheinungsbild handelte es sich bei dem Unwetter vom August 2019 um ein typisches, konvektiv entstandenes Starkregenereignis. Hierbei entstehen durch schnelles Aufsteigen und Abkühlen warmer und feuchter Luftmassen hochreichende Wolken, die zu Gewittern und Starkregen führen können. Ereignisse dieser Art sind kleinräumig und halten oft nur wenige Stunden an, zeichnen sich aber durch extreme Niederschlagsintensitäten, also große Mengen in kurzer Zeit, aus. Für die Bestimmung von Überschreitungswahrscheinlichkeiten muss demnach sowohl die Niederschlagsintensität als auch die Dauer des Ereignisses berücksichtigt werden. Die statistische Analyse der vergangenen Starkregenereignisse in Berlin lässt darauf schließen, dass zumindest mit sommerlichen Starkregenereignissen wie dem vom 02.08.2019 häufig zu rechnen ist. Das spiegelt sich auch in der Wahrnehmung der meisten Umfrageteilnehmer:innen wider. Viele fanden es sehr wahrscheinlich, wieder von einem Starkregen betroffen zu sein. Die Auswertung der erhobenen Umfragedaten zeigt Möglichkeiten auf, die Vulnerabilität der Berliner Bevölkerung gegenüber Starkregen, und damit das Starkregenrisiko, zu reduzieren. Die meisten Teilnehmer:innen berichteten von Schäden an Hausrat und Kosten zur Instandsetzung im drei- bis vierstelligen Bereich. Dabei sind die finanziellen Schäden nur ein Teil der möglichen negativen Auswirkungen. So stellen Menschen, die durch Pflege und Betreuung Verantwortung für Andere tragen, eine besonders vulnerable und schutzbedürftige Gesellschaftsgruppe dar, die durch weitere Unterstützungsangebote entlastet werden könnte. Die Beschaffung von Lebensmitteln wurde für viele Teilnehmer:innen durch Starkregen erschwert, was für viele belastend war. Abhilfe könnte hier das Anlegen eines Notfallvorrats schaffen¹⁰.

Ein Drittel der Umfrageteilnehmer:innen erreichte keine Unwetterwarnung und etwa 40 % der Befragten, die eine Warnung erhielten, wussten nicht, wie sie sich verhalten sollen. Informationskampagnen zu Starkregen könnten dazu beitragen, die Verbreitung bereits existierender Warnsysteme, zum Beispiel von Warn-Apps, zu erhöhen sowie die Bevölkerung für die Gefahr Starkregen zu sensibilisieren. Eine Sensibilisierung könnte gleichzeitig zu einer Verbesserung privater Starkregenvorsorge führen. Die Auswertung der erhobenen Umfragedaten bestätigt, dass private Vorsorgemaßnahmen Starkregenschäden effektiv reduzieren können. Außerdem zeigt sich, dass die Bereitschaft zur Vorsorge nach Starkregenereignissen generell zunimmt, wobei jedoch etwa ein Drittel der Betroffenen die Umsetzung von Vorsorgemaßnahmen trotzdem aufschiebt. Auch haben Hauseigentümer:innen und Wohnungseigentümer:innen oft mehr Anpassungsspielraum im Gegensatz zu Mieter:innen.

Für eine effektive Anpassung und Vorbereitung auf zukünftige Starkregenereignisse ist es ausschlaggebend, die drei Risikofaktoren - Gefährdung, Exposition, Vulnerabilität - sowie deren Interaktion zu erforschen und zu verstehen. Die Erkenntnisse darüber sind über die Jahre gewachsen. Allerdings gibt es noch viele Faktoren, die von Wissenschaftler:innen noch nicht vollständig erklärt werden können und weiterer Forschung bedürfen, wie etwa die Veränderung von Starkregenfällen durch den Klimawandel. Auch kommen Aspekte wie private Anpassungsstrategien in der Risi-

¹⁰Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe empfiehlt u.a., Essen und Trinken für den Notfall zu bevorraten: https://www.bkk.bund.de/DE/Ratgeber/VorsorgefuerdenKat-fall/VorsorgefuerdenKat-fall_node.html

kobewertung bisher oft zu kurz. Das liegt unter anderem daran, dass in der Vergangenheit oft verschiedene Forschungsbereiche unabhängig voneinander an den einzelnen Aspekten von Naturrisiken arbeiteten. Das Graduiertenkolleg „NatRiskChange“ verfolgt einen interdisziplinären Ansatz, was sich auch in dieser Studie widerspiegelt. Mit diesem Bericht möchten wir zur Kommunikation der Starkregengefährdung und somit zur Reduzierung von Starkregenauswirkungen beitragen.

Weiterführende Links

NatRiskChange Naturgefahren und Risiken in einer Welt im Wandel <https://www.uni-potsdam.de/en/natriskchange/>

EXTRASS Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen <https://www.uni-potsdam.de/de/extrass/>

Wenn Sie sich weiter über Vorsorgemaßnahmen informieren wollen, empfehlen wir Ihnen folgende weiterführende Links und Apps:

Hochwasserpass www.hochwasser-pass.com

Leitfaden Starkregen vom Bundesamt für Bau- Stadt- und Raumforschung (BBSR)
https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2018/leitfaden-starkregen-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Warn-App NINA www.bbk.bund.de/DE/NINA/Warn-App_NINA_node.html

WarnWetter-App www.dwd.de/DE/service/dwd-apps/dwdapps_node.html

Empfehlungen des BBK zur Vorsorge für den Katastrophenfall https://www.bbk.bund.de/DE/Ratgeber/VorsorgefuerdenKat-fall/VorsorgefuerdenKat-fall_node.html

Literatur

- [1] G. P. Brasseur, D. Jacob und S. Schuck-Zöller, Hrsg. *Klimawandel in Deutschland: Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven*. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum, 2017.
- [2] P.-C. Bürkner. „brms: An R Package for Bayesian Multilevel Models Using Stan“. In: *Journal of Statistical Software* 80.1 (2017). DOI: 10.18637/jss.v080.i01.
- [3] P.-C. Bürkner und M. Vuorre. „Ordinal Regression Models in Psychology: A Tutorial“. In: *Advances in Methods and Practices in Psychological Science* 2.1 (2019), S. 77–101. DOI: 10.1177/2515245918823199.
- [4] B. Carpenter et al. „Stan: A Probabilistic Programming Language“. In: *Journal of Statistical Software* 76.1 (2017). DOI: 10.18637/jss.v076.i01.
- [5] P. C. Cozby und S. C. Bates. *Methods in Behavioral Research*. 13. Aufl. 2 Penn Plaza, New York, NY 10121: McGraw-Hill Education, 2018. ISBN: 978-1-259-67698-7.
- [6] DWD. *Niederschlag: vieljährige Mittelwerte 1981 - 2010*. Website. Abgerufen: 2021-03-10. 2021. URL: https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/mittelwerte/nieder_8110_fest_html.html?view=naPublication&nn=16102.
- [7] DWD. *Unwetterklimatologie: Starkregen*. Website. Abgerufen: 2021-01-15. 2021. URL: https://www.dwd.de/DE/leistungen/unwetterklima/starkregen/starkregen_node.html.

- [8] Berliner Feuerwehr. *Jahresbericht 2017*. Techn. Ber. Berliner Feuerwehr, 2018. URL: <https://www.berliner-feuerwehr.de/fileadmin/bfw/dokumente/Publicationen/Jahresberichte/jahresbericht2017.pdf>.
- [9] Berliner Feuerwehr. *Jahresbericht 2019*. Techn. Ber. Berliner Feuerwehr, 2020. URL: <https://www.berliner-feuerwehr.de/fileadmin/bfw/dokumente/Publicationen/Jahresberichte/jahresbericht2019.pdf>.
- [10] GDV/DWD. *Forschungsprojekt „Starkregen“ - Fachbericht*. Techn. Ber. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Deutscher Wetterdienst, 2019. URL: <https://www.gdv.de/resource/blob/63746/ac53789625df198043ea0779329b42d9/fachbericht-data.pdf>.
- [11] P. Gebauer, G. Myrcik und F. Schenk. *Beiträge zur Berliner Wetterkarte - Berlin unter Wasser*. 2017. URL: https://berliner-wetterkarte.de/Beilagen/2017/BWK_Beitraege_20170714_Berlin_unter_Wasser.pdf.
- [12] F. F. Hattermann et al. „Climatological drivers of changes in flood hazard in Germany“. In: *Acta Geophysica* 61.2 (2013), S. 463–477. DOI: 10.2478/s11600-012-0070-4.
- [13] IPCC (2013) Working group I. *Contribution to the IPCC fifth assessment report (AR5), Climate Change 2013: The physical science basis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- [14] IPCC. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Hrsg. von C. B. Field et al. Cambridge: Cambridge University Press, Apr. 2012, S. 594. ISBN: 9781139177245. DOI: 10.1017/CB09781139177245.
- [15] C. Kind et al. *UBA Texte 55/2019. Vorsorge gegen Starkregenereignisse und Maßnahmen zur wassersensiblen Stadtentwicklung – Analyse des Standes der Starkregen-vorsorge in Deutschland und Ableitung zukünftigen Handlungsbedarfs. Abschlussbericht*. Techn. Ber. Umweltbundesamt, 2019. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-05-29_texte_55-2019_starkregen-stadtentwicklung.pdf.
- [16] H. Kreibich et al. „Adaptation to flood risk: Results of international paired flood event studies“. In: *Earth’s Future* 5.10 (Okt. 2017), S. 953–965. DOI: 10.1002/2017EF000606.
- [17] LAWA. *LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement*. Techn. Ber. Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 2018. URL: https://www.lawa.de/documents/lawa-starkregen_2_1552299106.pdf.
- [18] G. Malitz, C. Beck und J. Grieser. „Veränderung der Starkniederschläge in Deutschland (Tageswerte der Niederschlagshöhe im 20. Jahrhundert)“. In: *Warnsignal Klima: Genug Wasser für alle?* Hrsg. von J.L. Lozán et al. 3. Aufl. Hamburg: Universitätsverlag, 2011. Kap. 3, S. 311–316.
- [19] R. McElreath. *Statistical Rethinking*. Chapman und Hall/CRC, Jan. 2018. DOI: 10.1201/9781315372495.

- [20] A. Moberg und P. D. Jones. „Trends in indices for extremes in daily temperature and precipitation in central and western Europe, 1901–99“. In: *International Journal of Climatology* 25.9 (2005), S. 1149–1171. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.1163>.
- [21] G. S. Mohor, P. Hudson und A. H. Thielen. „A Comparison of Factors Driving Flood Losses in Households Affected by Different Flood Types“. In: *Water Resources Research* 56.4 (2020). DOI: 10.1029/2019WR025943.
- [22] D. Niketta. *Berliner Wetterkarte vom 02.08.2019*. 2019.
- [23] T. Oleson. *The '100-year flood' fallacy: Return periods misleading in communication of flood risk*. Techn. Ber. Earthmagazine, 2015. URL: <https://www.earthmagazine.org/article/100-year-flood-fallacy-return-periods-misleading-communication-flood-risk>.
- [24] V. Rözer. „Pluvial flood loss to private households“. doctoralthesis. Universität Potsdam, 2018, S. XXII, 109. DOI: 10.25932/publishup-42991.
- [25] V. Rözer et al. „Coping with Pluvial Floods by Private Households“. In: *Water* 8.7 (2016), S. 1–24. DOI: 10.3390/w8070304.
- [26] N. Sairam et al. „Quantifying Flood Vulnerability Reduction via Private Precaution“. In: *Earth's Future* (2019). DOI: 10.1029/2018EF000994.
- [27] J. Ulrich et al. „Estimating IDF Curves Consistently over Durations with Spatial Covariates“. In: *Water* 12.11 (2020). DOI: 10.3390/w12113119.
- [28] L. Van Ootegem et al. „Multivariate pluvial flood damage models“. In: *Environmental Impact Assessment Review* 54 (Sep. 2015), S. 91–100. DOI: 10.1016/j.eiar.2015.05.005.
- [29] T. Winterrath et al. *Erstellung einer radargestützten Niederschlagsklimatologie*. Techn. Ber. Deutscher Wetterdienst (DWD), 2017.
- [30] T. Winterrath et al. *Quasi-angeeichte 5-Minuten-Niederschlagsraten: RADKLIM Version 2017.002: Reprozessierte, mit Stationsdaten angeeichte Radarmessungen (RADOLAN), 5-Minuten-Niederschlagsraten (YW)*. 2018. DOI: 10.5676/DWD/RADKLIM_YW_V2017.002.
- [31] O. Zolina et al. „Seasonally dependent changes of precipitation extremes over Germany since 1950 from a very dense observational network“. In: *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 113.D6 (2008). DOI: <https://doi.org/10.1029/2007JD008393>.

Danksagung Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Förderung des Graduiertenkollegs „Natural Hazards and Risks in a Changing World“ (NatRiskChange: GRK 2043/2), in dessen Rahmen dieser Bericht entstand. Besonderer Dank gilt den Bürger:innen Berlins, die sich an der Umfrage beteiligt haben und uns bei der Bekanntmachung der Umfrage unterstützt haben. Wir danken zudem Dipl.-Ing. Ute Dolezal (Universität Potsdam) für die graphische Umsetzung der Fragebogenposter. Weiterhin bedanken wir uns bei Dr. Tobias Sieg (Universität Potsdam) und Dr. Martin Göber (DWD) für ihr fachliches Feedback. Dem Climate Data Center des DWD's danken wir für die Bereitstellung und Verwaltung der Niederschlagszeitreihen und der Radarklimatologie. Für die freundliche Zusammenarbeit und die Bereitstellung des Notrufkatalogs danken wir dem Berliner Senat und den Berliner Wasserbetrieben.

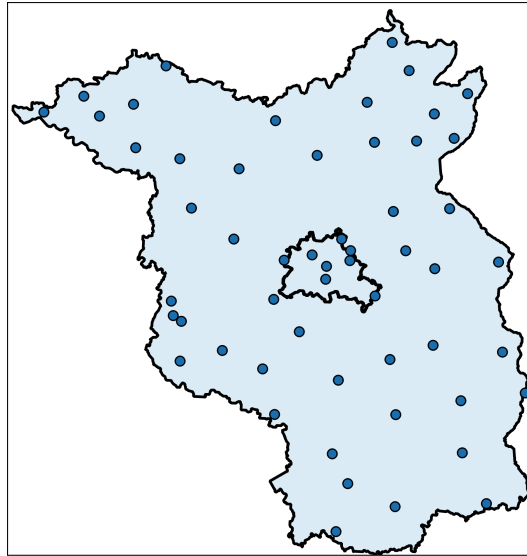


Abbildung A1: Position der 53 verwendeten Messstationen des DWDs.

Anhang A. Daten und Methoden zur meteorologischen Ereignisanalyse

A.1. Niederschlagsdaten: Stationsdaten und radarbasierte Daten

In Kapitel 2.1 werden die zwei ausgewählten Extremereignisse aus den Jahren 2017 und 2019 im Raum Berlin anhand von radarbasierten Daten analysiert. Diese liefern räumlich hoch aufgelöste Schätzungen über die gefallene Niederschlagsmenge innerhalb von 5-Minuten-Intervallen. Zusätzlich haben wir minütliche Niederschlagsmessungen an ausgewählten Messstationen in und um Berlin verwendet.

A.1.1. Stationsdaten

An den Messstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) wird die Menge des in einem bestimmten Zeitintervall gefallenen Niederschlags mithilfe von Niederschlagsmessern erfasst. Dabei wird an allen Stationen die tägliche Niederschlagssumme aufgezeichnet. Diese Daten wurden vom Climate Data Center des DWD ¹¹ heruntergeladen. Die Standorte der Stationen in und um Berlin sind in Abbildung A1 dargestellt.

Da an den Stationen teilweise mit unterschiedlichen Messgeräten gemessen wird, haben die Niederschlagszeitreihen unterschiedliche zeitliche Auflösungen. Wir verwendeten jeweils alle zur Verfügung stehenden Daten mit den Messfrequenzen: minütlich, 10-minütlich, stündlich und täglich und fassten sie pro Station zu jeweils einer Zeitreihe zusammen. Die Länge dieser Zeitreihen ist ebenfalls unterschiedlich für verschiedene Stationen. Einige Zeitreihen für tägliche Niederschlagssummen beginnen schon in den späten 1910er Jahren, während die Messreihen mit minütlicher Auflösung erst seit Anfang der 2000er Jahre zur Verfügung stehen. An fast allen verwendeten Messstationen im Großraum Berlin liegen für beide Ereignisse (2017 und 2019) minütlich aufgezeichnete Niederschlagsmengen vor. An der Messstation in Tegel ist der Niederschlagsmesser im Zeitraum des Ereignisses im Juli 2017 ausgefallen.

¹¹https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate

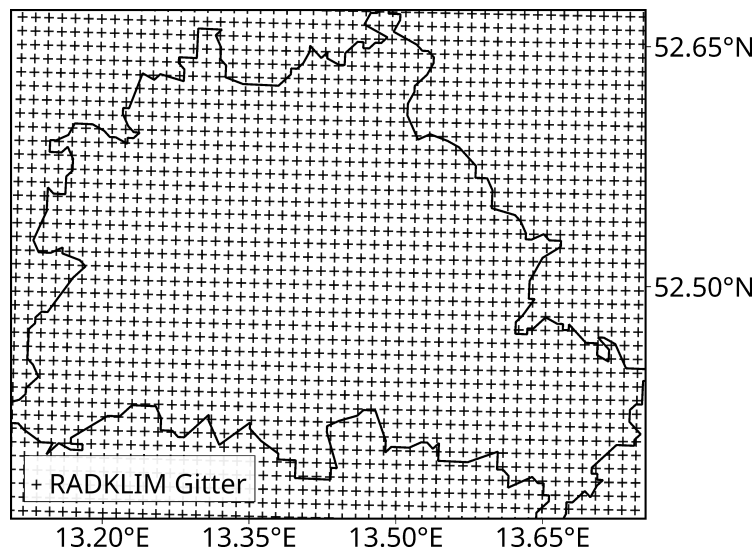


Abbildung A2: Schematische Darstellung de RADKLIM-Gitters über Berlin.

A.1.2. Radarbasierte Daten - RADKLIM

RADKLIM (kurz für Radarklimatologie) ist ein vom DWD zur Verfügung gestellter Datensatz von Niederschlagsmessungen aus dem deutschen Radarmessnetz für den Raum Deutschland, Österreich, Schweiz und kleinen Teilen weiterer angrenzender Nachbarstaaten [30]. Radarbasierte Niederschlagsmessungen beruhen auf der Messung der Reflektivität von Mikrowellen. Dazu werden von einer Bodenstation Mikrowellen ausgesendet und empfangen. Aus dem Anteil der durch die Atmosphäre reflektierten Wellen kann der Wassergehalt in der Luft und somit auch die Niederschlagsmenge abgeschätzt werden. Die 5-minütigen Niederschlagsraten werden vom DWD direkt oder indirekt an Messungen von Bodenstationen geeicht und einer Qualitätskontrolle unterzogen [29].

Die Daten liegen auf einem Raster mit einer Gitterweite von 1 km x 1 km in polarstereographischer Projektion vor und umfassen den Zeitraum 2001 bis 2019. Für die Untersuchung der hier diskutierten Ereignisse wurde das Radarprodukt für die Zeiträume 29.-30.06.2017 und 02.08.2019 auf ein reguläres Gitter projiziert und auf den Bereich Berlin und Umgebung zugeschnitten (Abbildung A2).

A.2. Methoden zur statistischen Analyse von Starkregenereignissen

A.2.1. Extremwertstatistik - Wie können wir Aussagen über seltene Ereignisse treffen?

Da Extremereignisse per Definition selten auftreten, stehen zu ihrer statistischen Analyse nur wenige Daten zu Verfügung. Aber wie können wir Aussagen über Ereignisse treffen, die in früheren Messungen selten oder gar nie erfasst wurden? Lösungen für dieses Problem bietet die Extremwertstatistik. Ein in den Geowissenschaften häufig verwendeter Ansatz ist die sogenannte Block-Maxima-Methode. Dabei werden ausschließlich die Jahresmaxima einer Größe berücksichtigt, denn diese folgen einer bekannten Wahrscheinlichkeitsverteilung, der allgemeinen Extremwertverteilung (engl. generalized extrem value distribution – GEV). Aus den vorhandenen Messungen können somit die Parameter der Wahrscheinlichkeitsverteilung geschätzt werden.

Diese Methode verwenden wir auch bei der statistischen Modellierung von extremen Niederschlagsereignissen. Das bedeutet, wir verwenden die GEV als ein Modell für die Verteilung der jährlichen Niederschlagsmaxima. Auf diese Weise können wir die Wahrscheinlichkeit dafür berechnen, dass die maximale Niederschlagsmenge, welche an einem Tag fällt, innerhalb eines Jahres einen bestimmten Wert, zum Beispiel 120 mm, überschreitet.

Frequentistisch interpretiert, kann diese Überschreitungswahrscheinlichkeit in eine Wiederkehrperiode umgerechnet werden. Ein Ereignis, was innerhalb eines Jahres mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 % überschritten wird, entspricht also einem Ereignis, welches im Mittel ein mal in 100 Jahren auftritt - einem Jahrhundertereignis.

A.2.2. Intensitäts-Dauer-Frequenz Kurven - Welche Unterschiede bestehen zwischen Niederschlagsereignissen unterschiedlicher Dauer?

Informationen über die Wahrscheinlichkeit, mit welcher eine bestimmte Niederschlagsmenge oder -intensität auftritt, werden beispielsweise für die Auslegung von Wasserwirtschaftsanlagen benötigt. Dabei sind je nach Art der Anlage Informationen über Niederschlagsereignisse unterschiedlicher Dauer erforderlich. Während für Stadtentwässerungsanlagen Niederschlagsereignisse auf einer kurzen Zeitskala, mit einer Dauer von mehreren Minuten bis hin zu einem Tag, relevant sind, sind zum Beispiel für die Fluss- und Bachlaufplanung oder die Planung und den Betrieb von Talsperren Niederschlagsereignisse, die mehrere Tage andauern, von größerer Bedeutung. Um diese Informationen zu liefern, wird ein statistisches Modell benötigt, das die Beziehung zwischen der Intensität und der Dauer eines Niederschlagsereignisses, welches mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit überschritten wird, beschreibt. Da die Überschreitungswahrscheinlichkeit auch als eine Häufigkeit, oder Frequenz, mit der ein bestimmtes Ereignis auftritt, interpretiert werden kann, werden die Ergebnisse eines solchen Modells *Intensitäts-Dauer-Frequenz (IDF) Kurven* genannt.

Um die Intensität eines Niederschlagsereignisses, welches mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit überschritten wird, angeben zu können, modellieren wir die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Niederschlagsintensität. Dazu können wir den zuvor erwähnten Block-Maxima Ansatz und die langjährigen Niederschlagsbeobachtungen an den in Abbildung A1 gezeigten Stationen verwenden. Häufig führen kurz andauernde konvektive Starkregenereignisse im Sommer zu einer Überlastung der Stadtentwässerungsanlagen. Die statistische Beschreibung der Niederschlagsereignisse kurzer Dauer ist daher besonders relevant. Diese wird allerdings dadurch erschwert, dass Niederschlagsmessungen mit kurzen Messintervallen $t \leq 1$ h an vielen der Stationen aus technischen Gründen noch nicht sehr lange durchgeführt werden (siehe A.1). Wir erweiterten daher den Ansatz für die statistische Modellierung so, dass wir mit einem Modell die Wahrscheinlichkeitsverteilung für Niederschlagsereignisse verschiedener Dauern und an beliebigen Orten innerhalb Berlins und Brandenburgs gleichzeitig beschreiben können. Auf diese Weise können wir auch Aussagen über extreme Niederschlagsereignisse kurzer Dauer für Orte ohne hochfrequente Messungen treffen [27]. Als Grundlage für dieses Modell verwendeten wir die Jahresmaxima der Niederschlagsmessungen von den 53 Stationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) in Berlin und Brandenburg, beschrieben in Abschnitt A.1.

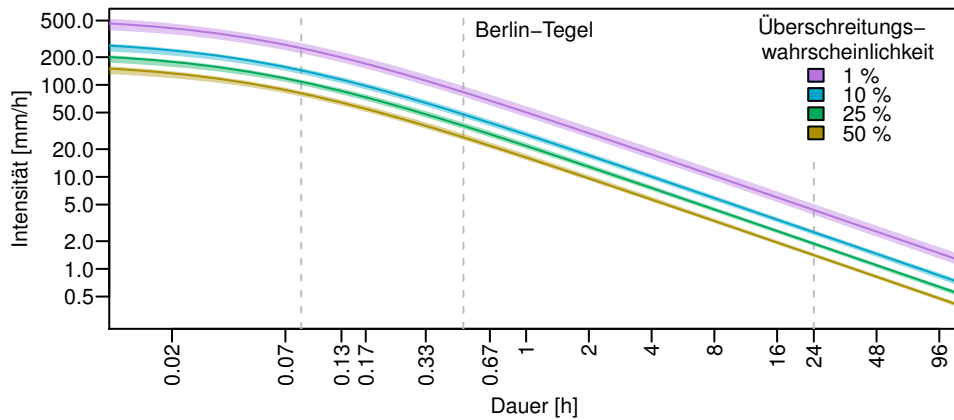
Als Ergebnis des statistischen Modells erhalten wir für jeden Punkt im Raum bei einer gewählten Überschreitungswahrscheinlichkeit eine Schätzung für die Beziehung zwischen Niederschlagsintensität und -dauer. Diese Information wird übli-

cherweise in Form von IDF-Kurven dargestellt. In Abbildung A3a sind als Beispiel die IDF-Kurven für die Station Berlin Tegel gezeigt. Jede Kurve gibt die Niederschlagsintensitäten an, welche mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit innerhalb eines Jahres überschritten werden. Die violette Kurve gibt zum Beispiel Intensitäten mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 1% an und somit die Stärke eines Jahrhundertereignisses. Der farbige Bereich um die Kurven zeigt jeweils das 95%-Konfidenzintervall, ein Maß für die Unsicherheit des geschätzten Wertes. Zum Beispiel können wir aus Abbildung A3a ablesen, dass die geschätzte Niederschlagsintensität, die jährlich mit einer Wahrscheinlichkeit von 1% überschritten wird, bei einer Niederschlagsdauer von 5 Minuten weit über 200 mm/h beträgt bzw. mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% im Bereich zwischen 240-280 mm/h liegt. Für eine Dauer von 24 Stunden sind mit der gleichen Überschreitungswahrscheinlichkeit noch rund 10 mm/h zu erwarten.

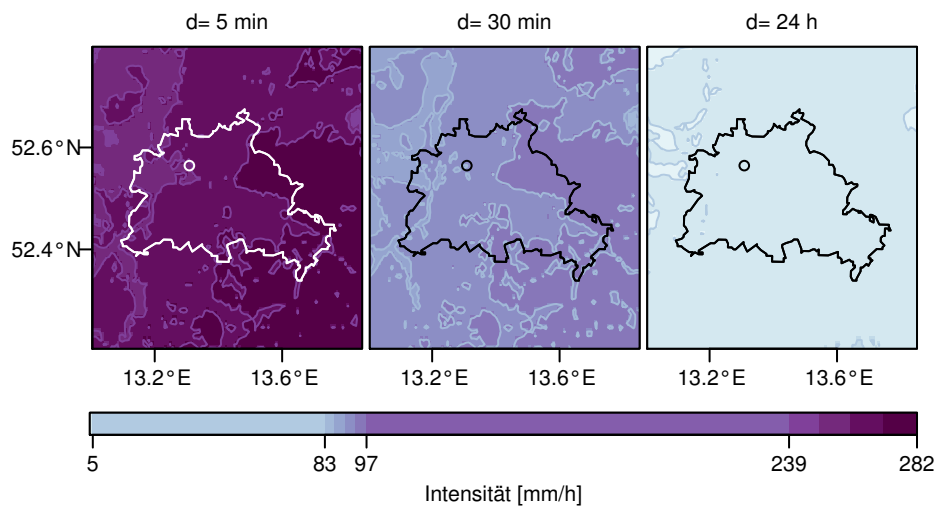
An Stelle der Informationen für eine Station können wir auch darstellen, wie sich die Niederschlagsintensität für eine bestimmte Dauer und Überschreitungswahrscheinlichkeit im Raum ändert. Diese Darstellung wird Wiederkehrwert-Karte genannt. In Abbildung A3b sind die 100-jährlichen Wiederkehrwert-Karten (einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 1% entsprechend) für fünf Minuten, eine halbe Stunde und einen Tag für den Großraum Berlin dargestellt.

Wir können erkennen, dass sich sowohl für $d = 5$ min, als auch $d = 30$ min die Niederschlagsintensität innerhalb Berlins verändert. Wir sehen einen Anstieg Richtung Osten bzw. einen Anstieg der Niederschlagsintensität für höher gelegene Gebiete. Im Gegensatz zu den kurzen Niederschlagsdauern können wir für die Dauer von einem Tag keinen wesentlichen Unterschied der Niederschlagsintensität in dem betrachteten Gebiet erkennen. Dieser Unterschied kann mit der unterschiedlichen räumlichen Ausbreitung von kurzen und lang anhaltenden extremen Niederschlagsereignissen erklärt werden. Kurze extreme Niederschlagsereignisse mit einer Dauer $d \leq 1$ h treten durch das schnelle Aufsteigen von Luft und der daraus resultierenden Bildung von konvektiven Gewitterzellen auf und sind daher sehr kleinräumig. Im Gegensatz dazu treffen die lang anhaltenden Niederschlagsereignisse, die beim Durchziehen von Fronten auftreten, eine größere Fläche.

Die ausgewählten extremen Niederschlagsereignisse, die den Abschnitten 2.1.2 und 2.1.1 beschrieben werden, sind jeweils Beispiele für Ereignisse von langer bzw. kurzer Dauer und sind daher gut geeignet, um die Unterschiede zwischen solchen Ereignissen genauer zu verdeutlichen.



(a) IDF Kurven für die Station Berlin-Tegel.



(b) Wiederkehrwertkarten für die Überschreitungswahrscheinlichkeit $p=1\%$.

Abbildung A3: Ergebnisse der statistischen Modellierung: (oben) Intensitäts-Dauer-Frequenz Kurven für die Station Tegel und (unten) Wiederkehrwertkarten der Niederschlagsintensität für eine jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeit von 1 %, für die jeweils angegebene Niederschlagsdauer im Großraum Berlin. Die zu den Karten korrespondierenden Dauern sind im oberen Graphen durch gestrichelte Linien gekennzeichnet. Der Ort der Station Tegel ist in den Karten unten jeweils mit einem Punkt dargestellt.

Anhang B. Daten und Methoden zur Betroffenenumfrage

B.1. Fragebogenerstellung und Umfragenwerbung

Bei der Erstellung des Fragebogens orientierten wir uns stark an den Fragebögen, die vom ExTrass-Projekt zu Starkregen bereits in Potsdam, Leegebruch und Remscheid durchgeführt wurden. Diese nicht unübliche Praxis, sich an Standardfragebögen zu orientieren, zielt darauf ab, dass Items aus verschiedenen Studien miteinander verglichen werden können. Mit Hilfe der Website <https://www.soscisurvey.de/> wurde die Umfrage implementiert (Fragebogen im Anhang C). Durch die Covid-19-Pandemie wurde die Umfrage lediglich online durchgeführt und hauptsächlich auch in dieser Weise beworben. Zunächst wurden dafür Anfang April 2020 die Bezirksämter Berlins und Bürgerbeteiligungsplattformen per E-Mail mit der Bitte kontaktiert, den Fragebogen in ihrem Netzwerk weiterzuleiten und zu verteilen. Einige Mitglieder der Taskforce und deren Bekannte teilten die Umfrage zusätzlich auf der Nachbarschaftsplattform <https://nebenan.de/>. Weiterhin zählten zu den angeschriebenen Netzwerken der DWD, DKKV, Humboldt Universität und Geo-X, Kleingartenvereine und die Plattform „Bürger schaffen Wissen“. Im Mai 2020 wurden zusätzlich Poster an den Standorten in Berlin verteilt, wo wir anhand der Daten vergangene Starkregenhotsspots rekonstruierten. Es sollten somit gezielt Betroffene erreicht werden. Mit Hilfe von <https://www.openstreetmap.org/> wurden Standorte von Einkaufsmöglichkeiten für den täglichen Bedarf in den identifizierten Bezirken ermittelt. Diese waren pandemiebedingt zum Zeitpunkt der Befragung als einzige öffentliche Anlaufstelle für Anwohner:innen geöffnet. Vor Ort wurde um einen Platz an Informationstafeln gebeten. Die Poster hingen ungefähr drei Wochen aus. Auf ihnen befand sich ein QR Code, mit dem direkt auf die Umfrage zugegriffen werden konnte. Das Poster ist dem Anhang B.3 zu entnehmen.

Die meisten Befragten wurden über die kontaktierten Plattformen, Mailinglisten und Newsletter auf die Umfrage aufmerksam (etwa 70 %). Etwa 20 % erreichten wir durch die Poster.

B.2. Bayessches Ordinales Regressionsmodell - Effektivität von Notfall- und Vorsorgemaßnahmen

Wir untersuchten die Effektivität von Notfall- und Vorsorgemaßnahmen auf Basis der erhobenen Umfragedaten. Dabei stellen Regressionsmodelle eine gängige Methode dar, die den Einfluss verschiedener Faktoren, wie Notfall- und Vorsorgemaßnahmen, auf eine Zielvariable, wie den Starkregenschaden, anhand von Daten quantifizieren. Die Modellparameter, die bei einer Regression aus den Daten geschätzt werden, erlauben Rückschlüsse auf den Effekt der einzelnen Einflussfaktoren. Bayessche Statistik ermöglicht es, solche Regressionsanalysen auch mit einer geringen Datengrundlage durchzuführen, da Unsicherheiten in den Daten und der Modellierung umfassend berücksichtigt werden und bestehendes Wissen aus vorherigen Studien in die Auswertung einbezogen werden kann. Für diese Effektivitätsabschätzung haben wir daher ein Bayessches ordinales Regressionsmodell gewählt, dessen theoretische Grundlagen und Implementierung in der Folge erklärt werden.

Der monetäre Schaden an Hausrat und Gebäude durch die Starkregenereignisse in Berlin wurde in der Umfrage in geordneten Kategorien und nicht als exakter Wert abgefragt (siehe Abbildung 6). Daher haben wir ein kumulatives ordinales Regres-

sionsmodell gewählt, bei dem der Schaden als latente, kontinuierliche Variable \tilde{Y} betrachtet wird, die durch K ebenfalls latente Schwellenwerte τ_k in $K + 1$ beobachtbare Kategorien unterteilt wird. Der beobachtbare, kategorisierte Schaden Y wird dabei wie folgt modelliert

$$\begin{aligned} Pr(Y \leq k | \eta) &= Pr(\tilde{Y} \leq \tau_k | \eta) = Pr(\eta + \varepsilon \leq \tau_k) \\ &= Pr(\varepsilon \leq \tau_k - \eta) = F(\tau_k - \eta), \end{aligned} \quad (1)$$

mit linearem Regressionsterm η , zufälligem Fehler ε und der kumulativen Verteilungsfunktion F . Für die kumulative Verteilungsfunktion F wird üblicherweise eine logistische Verteilung angenommen. Der lineare Regressionsterm lautet

$$\eta = n\beta_n + v\beta_v, \quad (2)$$

mit den Prädiktoren „Anzahl der Notfallmaßnahmen“ n und „Vorsorgeindikator“ v sowie den Regressionskoeffizienten β_n und β_v . Das Vorzeichen und der Absolutwert der Regressionskoeffizienten geben an, in welche Richtung und wie stark die Schäden von den Prädiktoren beeinflusst werden und können damit auf die Effektivität der zwei Maßnahmentypen hinweisen. Zum Beispiel würde ein negativer Wert für β_n bedeuten, dass Haushalte, die mehr Notfallmaßnahmen ergreifen, geringere Schäden erleiden. Für eine ausführlichere theoretische Einführung zur ordinalen Regression und im Speziellen zu dem verwendeten kumulativen Logit-Modell verweisen wir auf die Literatur [3].

Für die Effektivitätsabschätzung kombinierten wir einzelne Notfall- und Vorsorgemaßnahmen zu einer Summe bzw. einem Indikator, da für eine Analyse zur Effektivität einzelner Maßnahmen nicht genügend Datenpunkte zur Verfügung standen. Der Vorsorgeindikator ist das Verhältnis von den vor dem Ereignis umgesetzten zu den grundsätzlich umsetzbaren Vorsorgemaßnahmen und wurde berechnet, da nicht jede Einzelmaßnahme für jedes Gebäude relevant/möglich ist. Für die Anzahl der Notfallmaßnahmen und den Vorsorgeindikator wurden jeweils die Einzelmaßnahmen aus der Umfrage berücksichtigt, die in Tabelle B1 aufgeführt sind.

Die latenten Schwellenwerte und die Regressionskoeffizienten bilden die Parameter θ des Modells und wurden durch Bayessche Inferenz geschätzt. In der Bayesschen Inferenz liegt der Fokus auf der gemeinsamen Posterior Wahrscheinlichkeitsverteilung $p(\theta | Y)$ aller Parameter. Der Posterior wird aus der Likelihood Funktion $p(Y | \theta)$, einer Prior Wahrscheinlichkeitsverteilung $p(\theta)$ und der sogenannte Evidenz $p(Y)$ berechnet

$$p(\theta | Y) = \frac{p(Y | \theta)p(\theta)}{p(Y)}. \quad (3)$$

Die Likelihood Funktion beschreibt die Beziehung der Parameter zu den beobachteten Daten (hier: dem Schaden Y) und wird durch das gewählte Modell bestimmt. Die Prior Wahrscheinlichkeitsverteilung $p(\theta)$ drückt die Unsicherheit in den Modellparametern aus, bevor die Daten betrachtet werden. Die Evidenz fungiert schließlich als Normierungsfaktor und stellt sicher, dass der Posterior eine korrekte Wahrscheinlichkeitsverteilung ist (Integral gleich 1). Anders als bei der, in der frequentistischen Statistik üblichen, Maximum-Likelihood-Methode werden bei dem Bayesschen Ansatz nicht die Parameterwerte gesucht, die die Likelihood Funktion maximieren, son-

Tabelle B1: Einzelmaßnahmen, die bei der Effektivitätsabschätzung von Notfall- und Vorsorgemaßnahmen berücksichtigt wurden. Bei den Notfallmaßnahmen wurden nur Einzelmaßnahmen berücksichtigt, die für den Schaden am jeweiligen Schutzgut (Gebäude, Hausrat) zutreffend sind.

Typ	Maßnahme
Notfall (Gebäude)	Eigene Abschaltung Gas/Strom Zentrale Abschaltung Gas/Strom Heizung/Anlagen sichern Gefahrenstoffe sichern Wasser abschöpfen/abpumpen Eindringen von Wasser verhindern Wasser umleiten
Notfall (Hausrat)	Tiere in Sicherheit bringen Wertsachen sichern Eigene Abschaltung Gas/Strom Zentrale Abschaltung Gas/Strom Elektrische Geräte sichern Möbel/Gegenstände hochstellen Heizung/Anlagen sichern Gefahrenstoffe sichern Wasser abschöpfen/abpumpen Eindringen von Wasser verhindern Wasser umleiten
Vorsorge	Aufkantung Bodenschwellen Barriere-Systeme oder Schutztore Zur Straße abfallende Einfahrt Rückstauklappen Pumpen Wasserdichte/druckfeste Fenster/Türen Fensterklappen bzw. stationäre/mobile Wassersperren Abdichtung des Fundaments Angepasste Nutzung gefährdeter Stockwerke Vermeidung wertvoller Inneneinrichtung in gefährdeten Stockwerken Heizölsicherung Vorbereitung für den Ereignisfall

den die gesamte Posterior Verteilung der Modellparameter θ geschätzt, was einen höheren Informationsgehalt verspricht [3, 19].

Wie bereits im Haupttext erwähnt wurde, kann die Prior Wahrscheinlichkeitsverteilung dazu genutzt werden, bestehendes Wissen in das Bayessche Regressionsmodell einfließen zu lassen. Das Modell verknüpft dann die a-priori Information des Priors mit der neuen Information aus den Umfragedaten. In diesem konkreten Fall gingen wir, basierend auf vorherigen Studien [21, 26, 25], davon aus, dass Notfall- und Vorsorgemaßnahmen Schäden am Hausrat und am Gebäude für gewöhnlich reduzieren. Deshalb haben wir für die Regressionskoeffizienten marginale Prior gewählt, die ei-

Tabelle B2: Marginale Verteilungsfunktionen des Priors.

Parameter	Prior	Anmerkung
τ_k : Schwellenwerte für Schadenskategorie	$Student - t(3, 0, 2.5)$	Standard-Prior für Achsenabschnitte im brms-Paket
β_n : Effekt Notfallmaßnahmen	$Normal(-1, 0.5)$	Vermutete Reduzierung der Schäden durch Notfallmaßnahmen
β_v : Effekt Vorsorgemaßnahmen	$Normal(-1, 0.5)$	Vermutete Reduzierung der Schäden durch Vorsorgemaßnahmen

ne höhere Wahrscheinlichkeitsdichte im negativen Bereich aufweisen, aber positive Effekte nicht gänzlich ausschließen. Tabelle B2 zeigt die Marginalverteilungen des Priors für alle Modellparameter. Wir haben auch andere Prior getestet und festgestellt, dass die geschätzten Parametereffekte für den Vorsorgeindikator in geringem Maße von der Wahl der marginalen Prior beeinflusst werden. So führt beispielsweise ein Prior, der um den Wert null zentriert ist, auch zu einem negativen, allerdings etwas schwächeren, Parametereffekt von β_v (siehe Abbildung B1). Der Regressionskoeffizient für die Anzahl der Vorsorgemaßnahmen β_n wird dagegen nicht vom Prior beeinflusst. Dies lässt sich durch die Unsicherheiten der einzelnen Parameter erklären, die bei dem Vorsorgeindikator erheblich größer ist.

Die analytische Lösung von Gleichung 3 ist nur in Ausnahmefällen möglich, so dass die Parameterschätzung in Bayesschen Modellen oftmals mit Hilfe von Markov-Chain Monte Carlo (MCMC) Methoden erfolgt. In dieser Studie haben wir die Analyse mit der Bayesschen Statistik Software „Stan“ [4] und dem R-Paket „brms“ [2] durchgeführt. Die vorgestellten Ergebnisse basieren auf 4.000 Stichproben der Posterior Verteilung, die von vier MCMC-Ketten nach einer „Warmup-Phase“ von je 1.000 Stichproben generiert wurden.

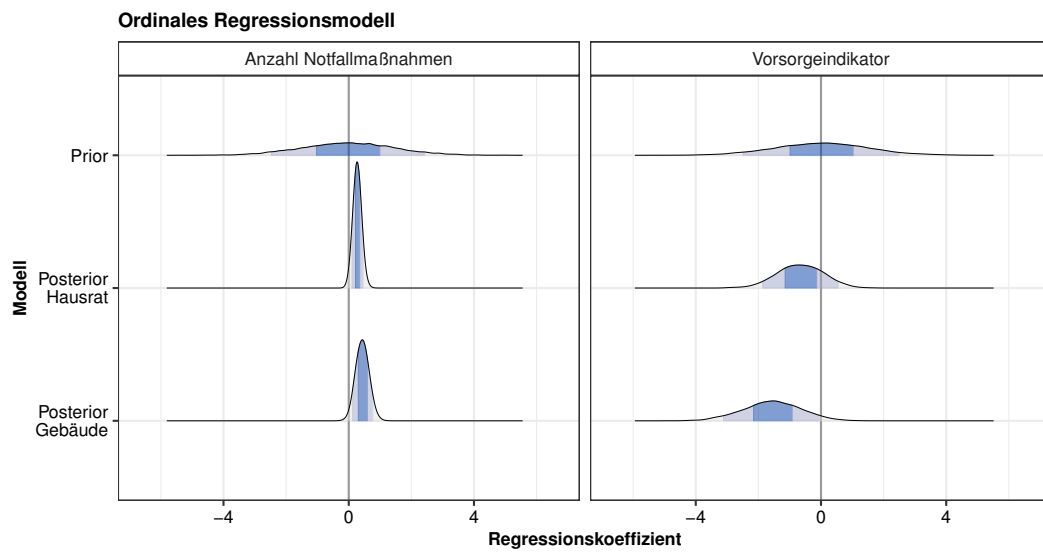


Abbildung B1: Effekt von Notfall- und Vorsorgemaßnahmen auf den erlittenen Schaden an Hausrat und Gebäude mit 50% und 90% Konfidenzintervall. Wie in Abbildung 10 aber mit anderen marginalen Prior Verteilungen; d.h. $Normal(0, 1.5)$.

B.3. Poster zur Umfragenbewerbung



Starkregen im Fokus

Betroffenenbefragung zum Thema Starkregen in Berlin: Ihre Teilnahme ist gefragt!

Die aktuelle Corona-Krise macht deutlich, wie wichtig es ist, präventiv durch Forschung und Planung gegen Gefahren aktiv zu werden. Dies gilt nicht nur für Pandemien, sondern für alle Arten von Gefahren. Seit mehreren Jahren sind bundesweit Gefahren und Risiken durch Starkregen in den Fokus der Öffentlichkeit geraten, nachdem meist sommerliche heftige Niederschläge und Gewitter zu überraschenden Überflutungen und Schäden in Siedlungsgebieten geführt haben. Auch Berlin und Brandenburg wurden mehrfach von Starkregen getroffen, der zu Sachschäden im zweistelligen Millionenbereich führte. Wir möchten von Ihren Erlebnissen mit Starkregen erfahren und fragen danach, was aus Ihrer Sicht für eine gute Anpassung an Starkregen geändert werden sollte.

Über Ihre Teilnahme unter www.starkregen-befragung.de freuen wir uns sehr.
Die Befragung ist selbstverständlich kostenfrei und anonym.

Teilnahme:

Scannen Sie mit Ihrem Handy den QR-Code ein oder besuchen Sie die dazugehörige Internetseite auf www.starkregen-befragung.de

Die Befragung wird durch das DFG Graduiertenkolleg "Naturgefahren und Risiken in einer Welt im Wandel" (www.uni-potsdam.de/natriskchange/) und die Arbeitsgruppe „Geographie und Naturrisikenforschung“ der Universität Potsdam (www.uni-potsdam.de/de/umwelt/forschung/ag-geographie-und-naturrisikenforschung.html) durchgeführt.

Kernergebnisse werden im November 2020 auf der Internetseite des DFG Graduiertenkollegs veröffentlicht.



Projektleitung:
Prof. Dr. Annegret Thieken
Universität Potsdam
Geographie und Naturrisikenforschung
Karl-Liebknecht-Str. 24-25
14476 Potsdam
www.uni-potsdam.de/natriskchange/



Anhang C. Fragebogen



Sehr geehrte Teilnehmerinnen und Teilnehmer,

die Universität Potsdam* führt derzeit eine Befragung zum Thema Starkregen durch. Wir möchten Sie zu den folgenden drei Themen in Bezug auf Ihre Erfahrungen mit Starkregen befragen:

- (1) Warnung und Kommunikation
- (2) Auswirkungen und Schäden durch Starkregen
- (3) Risikowahrnehmung und Vorsorge

Die Ergebnisse sollen mit bisherigen Befragungen verglichen werden und dazu beitragen, ein angepasstes Starkregenmanagement für Berlin voranzutreiben. Daher bitten wir Sie, uns hierbei mit Ihrer Teilnahme zu unterstützen.

Das Ausfüllen des Fragebogens wird in etwa 20 bis 30 Minuten dauern. Die Teilnahme ist selbstverständlich freiwillig und anonym. Die Auswertung unterliegt dabei strengen Datenschutzrichtlinien. Die Ergebnisse unserer Studie werden keine Rückschlüsse auf Privatpersonen zulassen.

*DFG Graduiertenkolleg "Naturgefahren und Risiken in einer sich ändernden Welt – NatRiskChange" (www.uni-potsdam.de/natriskchange/) und die Arbeitsgruppe "Geographie und Naturrisikoforschung" (www.uni-potsdam.de/de/umwelt/forschung/ag-geographie-und-naturrisikoforschung.html)

Um doppelte Befragungen zu vermeiden, wüssten wir gerne von Ihnen, ob Sie bereits an der Befragung „Starkregen im Fokus“ teilgenommen haben?

- Ja, ich habe bereits teilgenommen
- Nein, ich habe noch nicht teilgenommen

Wie haben Sie von dieser Befragung erfahren?

- Flyer in meinem Briefkasten
- Flyer in einer Zeitung
- Poster und ausliegende Flyer
- Internetplattformen
- Newsletter
- Facebook
- Über Freunde
- Anderes, und zwar:

Vorab würden wir Ihnen gerne ein paar Fragen zu Ihrem momentanen Befinden stellen.

Wie geht es Ihnen heute?

- 1 „Sehr gut“
 2
 3
 4
 5
 6 „Nicht gut“

Hier können Sie Ihre Antwort begründen.

Wie zufrieden sind Sie mit...

		1	2	3	4	5	6	
...Ihrer Gesundheit	Sehr zufrieden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Gar nicht zufrieden
...Ihrer Wohnung	Sehr zufrieden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Gar nicht zufrieden
...Ihrem Lebensstandard	Sehr zufrieden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Gar nicht zufrieden

Bitte geben Sie auf einer Skala von 1 „Nicht wahrscheinlich“ bis 6 „Sehr wahrscheinlich“ an, für wie wahrscheinlich Sie es halten, dass Ihnen durch die folgenden Ereignis ein finanzieller Schaden entsteht.

		1	2	3	4	5	6	
Terroristischer Anschlag	Nicht wahrscheinlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr wahrscheinlich
Einbruch	Nicht wahrscheinlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr wahrscheinlich
Haus- und Wohnungsbrand	Nicht wahrscheinlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr wahrscheinlich
Überflutungen	Nicht wahrscheinlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr wahrscheinlich
Verkehrsunfall	Nicht wahrscheinlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr wahrscheinlich
Pandemieausbruch	Nicht wahrscheinlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr wahrscheinlich
Sturm	Nicht wahrscheinlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr wahrscheinlich

Wir kommen nun zur Befragung zu Ihrer Erfahrung mit Starkregenereignissen in Berlin. Von Starkregenereignissen spricht man, wenn langanhaltende starke Niederschläge von der Kanalisation nicht mehr gefasst werden können und es zu Überflutungen kommt. Wann waren Sie das letzte Mal von einem solchen Ereignis betroffen?“

Nennen Sie bitte Jahr und Monat des LETZTEN Starkregenereignisses.

- Das letzte Ereignis war im
- Weiß ich nicht...
- Ich war noch nie von einem Starkregenereignis persönlich betroffen.

Dann danken wir Ihnen vielmals, dass Sie uns bereits unterstützt haben und wünschen Ihnen noch einen schönen Tag.

Für uns sind Sie auch betroffen, wenn kein Wasser in Ihren Wohnraum eingedrungen ist, Sie aber durch andere Auswirkungen eines Starkregenereignisses beeinflusst wurden. Waren Sie schon einmal direkt oder indirekt von Starkregen betroffen?

Wenn Sie doch betroffen waren, geben Sie bitte Monat und Jahr des letzten Ereignisses an.

- Das letzte Ereignis, von dem ich direkt oder indirekt betroffen war, war im
- Nein, ich war noch nie von einem Starkregenereignis betroffen

Sie haben angegeben, dass Sie noch nie von einem Starkregenereignis betroffen waren. Leider gehören Sie damit nicht zu der Zielgruppe, die wir mit unserer Befragung erreichen möchten.

Vielen Dank, dass Sie sich trotzdem Zeit für uns genommen haben.

Wir kommen nun zur Befragung zu Ihrer Erfahrung mit Starkregenereignissen in Berlin. Von Starkregenereignissen spricht man, wenn langanhaltende starke Niederschläge von der Kanalisation nicht mehr gefasst werden können und es zu Überflutungen kommt. Wann waren Sie das letzte Mal von einem solchen Ereignis betroffen?“

Nennen Sie bitte Jahr und Monat des LETZTEN Starkregenereignisses.

- Das letzte Ereignis war im
- Weiß ich nicht...
- Ich war noch nie von einem Starkregenereignis persönlich betroffen.

1. Sie haben angegeben, dass das letzte Starkregenereignis vor 2017 war. Bitte geben Sie das Jahr an.

Das letzte
Starkregenereignis Jahr
war:

War bei diesem letzten Starkregen Ihre jetzige Nachbarschaft oder Wohnung betroffen?

- Ja, meine Wohnung und meine Nachbarschaft war betroffen
 - Ja, aber nur meine Nachbarschaft, nicht aber meine Wohnung war betroffen
 - Nein, weder meine Nachbarschaft, noch meine Wohnung war betroffen
-

Weiß nicht

Wie sind Sie vor den Gefahren des letzten Starkregenereignisses gewarnt worden?

Bitte wählen Sie bis zu DREI Optionen aus.

- Ich bin nicht gewarnt worden
- Radio
- Fernsehen (z.B. Wetterbericht oder Teletext)
- Tageszeitungen
- Wetterapp
- Unwetterapp (z.B. Nina, Katwarn, Warnwetterapp)
- Selbstrecherche im Internet (Handy/Computer)
- Soziale Netzwerke (z.B. Facebook, Twitter)
- Elektronische Wetterstation
- Durch Andere, z.B. Nachbarn, Bekannte, Kollegen, Freunde etc. (persönliches Gespräch, Anruf, SMS)
- Amtliche Warnung über meinen Arbeitgeber
- Warnung durch Behörden oder den Katastrophenschutz (z.B. Feuerwehr, Polizei)
- Anderes, und zwar:

Welche Warnung hat Sie zuerst erreicht?

Bitte wählen Sie nur EINE zutreffende Option aus.

- Radio
- Fernsehen (z. B. Wetterbericht, Teletext)
- Tageszeitungen
- Wetterapp
- Unwetterapp (z. B. Nina, Katwarn, Warnwetterapp)
- Selbstrecherche im Internet (Handy/Computer)
- Soziale Netzwerke (z.B. Facebook, Twitter)
- Elektronische Wetterstation
- Durch Andere (z. B. Nachbarn, Bekannte, Kollegen, Freunde e.c. (Persönliches Gespräch, Anruf, SMS)
- Amtliche Warnung über meinen Arbeitgeber
- Warnung durch Behörden oder den Katastrophenschutz (z. B. Feuerwehr, Polizei)
- Anderes, und zwar:

Wie viele Stunden vor dem Eintreten des Starkregenereignisses hat Sie diese erste Unwetterwarnung erreicht?

Hinweis: Diese Frage bezieht sich auf die ERSTE Unwetterwarnung.

Stunde(-n): **Wussten Sie auf Grund der Unwetterwarnungen, wie Sie sich und Ihr Eigentum schützen können, bevor die Überflutungsgefahr für Sie akut wurde?**

Bitte bewerten Sie auf einer Skala von 1 „Es war mir vollkommen klar“ bis 6 „Es war mir völlig unklar“.

- | | | | | | | | |
|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Klar | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Unklar |

Als Ihnen die Gefahr des Starkregenereignisses bewusst wurde, was haben Sie als erstes getan?

Bitte wählen Sie bis zu DREI Optionen aus.

- Ich bin meinen alltäglichen Tätigkeiten nachgegangen, ohne das Starkregenereignis zu beachten
- Ich habe andere informiert (z.B. Freunde, Bekannte, Familie)
- Ich habe Hilfe geholt
- Ich habe Informationen über Starkregen recherchiert
- Ich habe schadensmindernde Maßnahmen ergriffen
- Ich bin sofort nach Hause gefahren
- Anderes, und zwar:

Welche der folgenden schadensmindernden Maßnahmen haben Sie ergriffen und wie beurteilen Sie deren Effektivität? Bitte geben Sie zu jeder von Ihnen umgesetzten Maßnahme Ihre Einschätzung ab.

Bitte bewerten Sie die Schadensminderung für jede Maßnahme auf einer Skala von 1 „Die Maßnahme war sehr effektiv“ bis 6 „Die Maßnahme war vollkommen ineffektiv“. Wenn Sie eine Maßnahme nicht ergriffen haben, wählen Sie bitte „Maßnahme nicht ergriffen“ aus.

		1	2	3	4	5	6		Maßnahme nicht ergriffen
Auto in Sicherheit bringen	Sehr effektiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Völlig ineffektiv	<input type="radio"/>
Tiere in Sicherheit bringen	Sehr effektiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Völlig ineffektiv	<input type="radio"/>
Dokumente und Wertsachen in Sicherheit bringen	Sehr effektiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Völlig ineffektiv	<input type="radio"/>
Gas/Strom abstellen	Sehr effektiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Völlig ineffektiv	<input type="radio"/>
Zentrale Abschaltung von Gas/Strom	Sehr effektiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Völlig ineffektiv	<input type="radio"/>
Elektrische Geräte abstecken und/oder sichern, Steckdosen abkleben	Sehr effektiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Völlig ineffektiv	<input type="radio"/>
Möbel und bewegliche Gegenstände hochstellen	Sehr effektiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Völlig ineffektiv	<input type="radio"/>
Heizung, elektrische Anlagen, fest installierte Gebäudeteile sichern oder abbauen	Sehr effektiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Völlig ineffektiv	<input type="radio"/>
Öltanks oder Behälter mit anderen gefährlichen Stoffen sichern	Sehr effektiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Völlig ineffektiv	<input type="radio"/>
Wasser abpumpen oder abschöpfen	Sehr effektiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Völlig ineffektiv	<input type="radio"/>
Das Gebäude selbst gegen Eindringen von Wasser schützen (z. B. durch Abdichten von Türen, Fenstern, Abflüssen und anderen Öffnungen)	Sehr effektiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Völlig ineffektiv	<input type="radio"/>
Das Wasser durch Maßnahmen auf dem Gelände umleiten	Sehr effektiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Völlig ineffektiv	<input type="radio"/>
Andere Maßnahmen, und zwar: <input type="text"/>	Sehr effektiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Völlig ineffektiv	<input type="radio"/>

Von wem wurden Sie bei den Maßnahmen zur Schadensminderung unterstützt?

Mehrfachnennungen sind möglich. Bitte wählen Sie ALLE zutreffenden Optionen aus.

- Von Niemandem
- Personen, mit denen ich zusammen im Haushalt lebe
- Hausgemeinschaft und/oder Nachbarn
- Familie und/oder Freunde, die nicht mit mir zusammen wohnen
- Vermieter
- Hilfsorganisationen (z.B. Malteser, Johanniter)
- Feuerwehr oder Technisches Hilfswerk
- Selbstorganisierte freiwillige Helfer

Andere, und zwar:

Durch ein Starkregenereignis kann es zu Einschränkungen im öffentlichen Raum, wie z. B. Zugausfällen, gesperrten Straßen oder geschlossenen öffentlichen Einrichtungen kommen. Wie stark wurden Sie dadurch in Ihrem Alltag eingeschränkt?

Bitte bewerten Sie die folgenden Aussagen auf einer Skala von 1 „Gar nicht eingeschränkt“ bis 6 „Sehr stark eingeschränkt“. Waren Sie von einer Einschränkung nicht betroffen, wählen Sie bitte die Option „Nicht betroffen“ aus.

Wie stark waren Sie eingeschränkt...	1	2	3	4	5	6	Nicht betroffen
...bei der Beschaffung von Lebensmitteln oder Ähnlichem? Gar nicht eingeschränkt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr stark eingeschränkt <input type="radio"/>
...bei Ihrem Weg von oder zu Ihrer Arbeitsstelle? Gar nicht eingeschränkt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr stark eingeschränkt <input type="radio"/>
...bei der Betreuung von Kindern? Gar nicht eingeschränkt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr stark eingeschränkt <input type="radio"/>
...bei der Betreuung von pflegebedürftigen Angehörigen? Gar nicht eingeschränkt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr stark eingeschränkt <input type="radio"/>
...bei der Einhaltung von Terminen? Gar nicht eingeschränkt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr stark eingeschränkt <input type="radio"/>
...durch Hilfestellungen für andere in ihrem Alltag (z.B. Einkäufe für Freunde/Bekannte oder Transporte für Familienangehörige)? Gar nicht eingeschränkt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr stark eingeschränkt <input type="radio"/>

Waren Sie zum Zeitpunkt des Starkregenereignisses aus gesundheitlichen Gründen auf die Unterstützung Ihrer Familie und/oder durch Pflegepersonal angewiesen, um Ihren Alltag zu bewältigen?

- Ja
 Nein

Wie stark wurden diese Familienangehörigen und/oder das Pflegepersonal durch das Starkregenereignis dabei eingeschränkt, Sie in Ihrem Alltag zu unterstützen?

Bitte bewerten Sie auf einer Skala von 1 „Gar nicht eingeschränkt“ bis 6 „Sehr stark eingeschränkt“.

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	6

Wie lange wurden Familienangehörige und/oder das Pflegepersonal dabei eingeschränkt, Sie in Ihrem Alltag zu unterstützen?

Monate: Tage: Stunden:

Wie stark wurden Sie selbst letzten Endes durch die zusätzliche Belastung der Familie bzw. des Pflegepersonals in Ihrem Alltag eingeschränkt?

Bitte bewerten Sie auf einer Skala von 1 „Gar nicht eingeschränkt“ bis 6 „Sehr stark eingeschränkt“.

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	6

Wie stark wurde Ihre Gesundheit dadurch beeinträchtigt?

Bitte bewerten Sie auf einer Skala von 1 „Gar nicht beeinträchtigt“ bis 6 „Sehr stark beeinträchtigt“.

	1	2	3	4	5	6	
Gar nicht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr stark

Einige Haushalte waren zusätzlich direkt von Auswirkungen des Starkregens betroffen. Wir würden gerne erfahren, ob und wie stark Sie von den unten aufgelisteten Beeinträchtigungen betroffen waren.

Bitte bewerten Sie Ihre Betroffenheit auf einer Skala von 1 "Ich war gar nicht belastet" bis 6 "Ich war sehr stark belastet". Wenn Sie überhaupt nicht betroffen waren, wählen Sie bitte "Nicht betroffen" aus.

Evakuierung (z.B. Unterbringung in Notunterkünften, weil Ihre Wohnung unbewohnbar war)

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 – Gar nicht belastet	2	3	4	5	6 – Stark belastet		Nicht betroffen

Versorgungsprobleme (z.B. kein Strom, kein Trinkwasser, defekte Telefonleitungen)

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 – Gar nicht belastet	2	3	4	5	6 – Stark belastet		Nicht betroffen

Instandsetzungsarbeiten (z.B. Reinigung, Reparaturen oder Wiederbeschaffung von Einrichtungsgegenständen)

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 – Gar nicht belastet	2	3	4	5	6 – Stark belastet		Nicht betroffen

Verlust von Dingen, an denen Sie persönlich hängen (z.B. Erinnerungsstücke)

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 – Gar nicht belastet	2	3	4	5	6 – Stark belastet		Nicht betroffen

Verlust von Haustieren

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 – Gar nicht belastet	2	3	4	5	6 – Stark belastet		Nicht betroffen

Schäden an der Kanalisation (z. B. Rückstaueffekte)

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 - Gar nicht belastet	2	3	4	5	6 - Stark belastet		Nicht betroffen

Schäden am Hausrat

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 – Gar nicht belastet	2	3	4	5	6 – Stark belastet	Nicht betroffen	

Gebäudeschäden

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 – Gar nicht belastet	2	3	4	5	6 - Stark belastet	Nicht betroffen	

Schäden an Ihrem Auto

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 – Gar nicht belastet	2	3	4	5	6 – Stark belastet	Nicht betroffen	

Sonstige finanzielle Schäden (z. B. durch Schäden an Außenanlagen)

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 – Gar nicht belastet	2	3	4	5	6 – Stark belastet	Nicht betroffen	

Körperliche gesundheitliche Beschwerden (z. B. Infektionen, Verletzungen)

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 - Gar nicht belastet	2	3	4	5	6 – Stark belastet	Nicht betroffen	

Mentale gesundheitliche Beschwerden (z. B. Stress, Sorgen, Trauer oder andere psychische Belastungen)

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 – Gar nicht belastet	2	3	4	5	6 – Stark belastet	Nicht betroffen	

Wie lange hat es gedauert, bis Sie wieder in Ihr Haus zurückkehren konnten?

Tage: Monate:

Wie lange waren Sie von Versorgungsproblemen (Trinkwasser, Telefon, etc.) betroffen?

Tage: Monate:

Wie lange waren Sie von Instandsetzungsarbeiten beeinträchtigt?

Tage: Monate:

Wie lange waren Sie durch Schäden an der Kanalisation beeinträchtigt?

Tage: Monate:

Wie lange hat es gedauert, bis Sie alle Schäden am Hausrat beseitigt haben?

Tage: Monate:

Wie lange waren Sie durch Schäden an Ihrem Auto eingeschränkt?

Tage: Monate:

Wie lange hat es gedauert, bis Sie alle Schäden am Haus beseitigt haben?

Tage: Monate:

Wie lange waren Sie von anderen finanziellen Schäden beeinträchtigt?

Tage: Monate:

Wie lange waren Sie durch körperliche gesundheitliche Schäden eingeschränkt?

Tage: Monate:

Wie lange waren Sie durch seelische gesundheitliche Schäden eingeschränkt?

Tage: Monate:

Wie sehr belastet Sie das letzte Starkregenereignis heute noch?

Bewerten Sie auf einer Skala von 1 „Es belastet mich gar nicht mehr bzw. Ich fühle mich so wie vor dem Ereignis“ und 6 „Es belastet mich immer noch sehr stark“.

	1	2	3	4	5	6	
Gar nicht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sehr stark

Wenn Sie auf den Jahresbeginn, also den Monat Februar 2020, zurückblicken: Wie sehr hat sich Ihre Belastung in Bezug auf das Starkregenereignis seitdem verändert?

Die Belastung hat sich...

- ...sehr stark erhöht.
- ...deutlich erhöht.
- ...etwas erhöht.
- ...nicht verändert.
- ...etwas verringert.
- ...deutlich verringert.
- ...sehr stark verringert.

Welchen Einfluss hat dabei die aktuelle Corona-Krise auf die Veränderung?

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 „Gar keinen Einfluss“	2	3	4	5	6 „Sehr großen Einfluss“

Wenn Sie an das letzte Starkregenereignis zurückdenken: Wie oft hatten Sie in den letzten vier Wochen folgende Reaktionen aufgrund des Starkregenereignisses?

Bitte geben Sie jeweils an, ob Sie die jeweilige Reaktion überhaupt nicht, selten, manchmal oder oft hatten.

	Überhaupt nicht	Selten	Manchmal	Oft
Ich konnte nicht ein- oder durchschlafen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich versuchte, Erinnerungen daran aus dem Weg zu gehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich träumte davon.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Erinnerungen daran lösten bei mir körperliche Reaktionen aus, wie Schwitzen, Atemnot, Schwindel oder Herzklopfen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich versuchte, nicht darüber zu sprechen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bilder, die mit dem Ereignis zu tun hatten, kamen mir plötzlich in den Sinn.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Und wie oft hatten Sie VOR Februar 2020 folgende Reaktionen aufgrund des Starkregenereignisses?

Bitte geben Sie jeweils an, ob Sie die jeweilige Reaktion überhaupt nicht, selten, manchmal oder oft hatten.

	Überhaupt nicht	Selten	Manchmal	Oft
Ich konnte nicht ein- oder durchschlafen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich versuchte, Erinnerungen daran aus dem Weg zu gehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich träumte davon.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Erinnerungen daran lösten bei mir körperliche Reaktionen aus, wie Schwitzen, Atemnot, Schwindel oder Herzklopfen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich versuchte, nicht darüber zu sprechen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bilder, die mit dem Ereignis zu tun hatten, kamen mir plötzlich in den Sinn.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Die Auswirkungen von Starkregenereignissen hängen oft davon ab, wie hoch das Wasser am oder im Haus stand. Daher würden wir zuerst gern wissen, wie hoch das Wasser AUßEN an Ihrem Haus stand.

Bitte machen Sie eine Angabe in cm. Wenn kein Wasser außen am Haus anstand, wählen Sie bitte die Option „Es stand kein Wasser am Haus“ aus.

- Es stand kein Wasser am Haus
- Wasserstand außen am Haus: cm über Geländeoberfläche

Und wie hoch stand das Wasser in den betroffenen Bereichen im INNEREN Ihres Hauses?

Mehrfachnennungen sind möglich. Bitte kreuzen Sie alle gefluteten Geschosse an und machen Sie eine Angabe in cm. Wenn kein Wasser in Ihr Haus eingedrungen ist, wählen Sie bitte die Option „Es stand kein Wasser im Innenbereich“ aus.

- Es Stand kein Wasser im Innenbereich
- Keller: Wasserst: cm über Fußboden
- Erdgeschoss: Wasserst: cm über Fußboden
- 1. Stock: Wasserst: cm über Fußboden
- Im Anderes stand das Wasser: Wasserst: cm über Fußboden

Weiß nicht

Wie lange stand das Wasser in den betroffenen Bereichen des Hauses?

Stunden: , und Tage:

Verunreinigungen des Wassers können die Schäden bei einer Überflutung beeinflussen. Ist Ihnen eine Verunreinigung aufgefallen, z.B. durch unangenehme Gerüche oder Einfärbungen? Oder ist Ihnen bekannt, dass das Wasser verunreinigt war, z.B. durch ausgelaufene Chemikalien?

- Chemikalien, Farben, Lacke, Pflanzenschutzmittel, kleine Mengen Motoröl
- Abwasser oder Fäkalien
- Heizöl
- Benzin
- Nein, keine zusätzliche Verschmutzung durch diese Stoffe

Weiß nicht

Wenn Sie einmal alles zusammenzählen, was Sie an Geräten, Möbeln und anderen beweglichen Dingen aufgrund des Starkregens ersetzen oder reparieren mussten: Wie hoch war der Schaden, der Ihnen am Hausrat entstanden ist?

Bitte kreuzen Sie nur eine zutreffende Möglichkeit an.

- Mir ist kein monetärer Schaden entstanden
- weniger als 250 €
- 250 € - 499 €
- 500 € - 999 €
- 1.000 € - 4.999 €
- 5.000 € - 9.999 €
- 10.000 € - 19.999 €
- 20.000 € - 39.999 €
- 40.000 € - 59.999 €
- 60.000 € - 79.999 €
- 80.000 € - 99.999 €
- Mehr als 100.000 €

Anderes:

- Weiß nicht

Wenn Sie jetzt einmal an die Renovierungsarbeiten und Reparaturen am Gebäude, an Heizungs- und Sanitäranlagen oder an Boden- und Wandbelegen denken: Wie hoch war der finanzielle Schaden der Ihnen neben dem Hausrat am Haus entstanden ist?

Bitte kreuzen Sie nur eine zutreffende Möglichkeit an.

- Mir ist kein monetärer Schaden entstanden
- weniger als 250 €
- 250 € - 499 €
- 500 € - 999 €
- 1.000 € - 4.999 €
- 5.000 € - 9.999 €
- 10.000 € - 19.999 €
- 20.000 € - 39.999 €
- 40.000 € - 59.999 €
- 60.000 € - 79.999 €
- 80.000 € - 99.999 €
- Mehr als 100.000 €

Anderes:

- Weiß nicht

Je nach individueller Sachlage gibt es verschiedene Leistungen zum Schadensausgleich. Bitte geben Sie an, ob Sie die genannten Ausgleichsleistungen beansprucht haben und wie zufrieden Sie damit waren.

Bitte bewerten Sie jede von Ihnen bezogene Leistung auf einer Skala von 1 "Ich war vollkommen zufrieden" bis 6 "Ich war vollkommen unzufrieden".

Wenn Sie die jeweilige Leistung nicht erhalten haben, geben Sie bitte "Trifft nicht auf mich zu" an.

Versicherungsleistungen

1 2 3 4 5 6 | Trifft nicht auf mich zu

Mietminderung und/oder Begünstigung bei der Steuer etc.

1 2 3 4 5 6 | Trifft nicht auf mich zu

Wiederaufbauhilfe im Härtefall

1 2 3 4 5 6 | Trifft nicht auf mich zu

Private Spenden

1 2 3 4 5 6 | Trifft nicht auf mich zu

Leistungen aus einem Soforthilfeprogramm

1 2 3 4 5 6 | Trifft nicht auf mich zu

Beihilfe zur Ölschädigungsbekämpfung

1 2 3 4 5 6 | Trifft nicht auf mich zu

Andere, und zwar:

1 2 3 4 5 6 | Trifft nicht auf mich zu

Sie haben angegeben, mit manchen Leistungen nicht vollständig zufrieden zu sein. Uns würde sehr interessieren, was Sie gestört hat. Hier haben Sie die Gelegenheit, für jede Leistung frei Ihre Kritikpunkte einzutragen.

Versicherungsleistungen

Ihre Kritik:

Mietminderung; Begünstigung bei der Steuer etc.

Ihre Kritik:

Wiederaufbauhilfe im Härtefall

Ihre Kritik:

Private Spenden

Ihre Kritik:

Leistungen aus dem Soforthilfeprogramm

Ihre Kritik:

Beihilfe zur Ölschadigungsbekämpfung

Ihre Kritik:

Sonstige Entschädigung

Ihre Kritik:

In welcher Höhe haben Sie insgesamt finanzielle Entschädigung oder Unterstützung erhalten?

Bitte tragen Sie im Folgenden die Summe aller Schadensausgleichsleistungen in Euro ein.

Summe aller Schadensausgleichsmaßnahmen: Euro

Wurden Sie bei den Reparaturen, der Reinigung oder dem Wiederaufbau von jemandem unentgeltlich unterstützt? Wenn Ja, von wem?

- Von Niemandem
- Personen, mit denen ich zusammen im Haushalt lebe
- Hausgemeinschaft
- Familie und/oder Freunde, die nicht mit mir zusammen wohnen
- Vermieter
- Hilfsorganisationen (z.B. Malteser, Johanniter)
- Feuerwehr oder Technisches Hilfswerk
- Selbstorganisierte freiwillige Helfer
- Andere, und zwar:

Um sich gegen die Folgen von Starkniederschlägen zu schützen, gibt es eine Reihe von Vorsorgemaßnahmen, die ergriffen werden können. Im Folgenden werden mögliche Vorsorgeeinrichtungen für Ihr Gebäude bzw. für Ihr Grundstück gegen Starkregen genannt.

Bitte geben Sie jeweils an, ob die jeweilige Anpassung bereits „vor dem Ereignis installiert“ war, „nach dem Ereignis installiert“ wurde, „nicht vorhanden, aber geplant“ ist, „nicht vorhanden und auch nicht geplant ist“ oder eine Installation „nicht möglich“ ist.

	Vor dem Ereignis installiert	Nach dem Ereignis installiert	Nicht vorhanden, aber geplant	Nicht vorhanden, nicht geplant	Nicht möglich
Aufkantungen (z.B. Stufen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bodenschwellen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Barriere-Systeme oder Schutztore	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
In Richtung Straße abfallende Einfahrt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rückstauklappen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pumpen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wasserdichte bzw. druckfeste Fenster und/oder Türen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fensterklappen bzw. stationäre oder mobile Wassersperren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Abdichtung des Fundamentes (z.B. durch eine Bitumendickbeschichtung oder wasserdichten Beton)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geringwertige Nutzung der gefährdeten Stockwerke, um mögliche Schäden klein zu halten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vermeidung von wertvoller festinstallierter Inneneinrichtung in den gefährdeten Stockwerken. Stattdessen Verwendung von wasserwiderstandsfähigen oder leicht erneuerbaren Bau- und Ausbaumaterialien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Heizölsicherung oder Verlagerung der Heizungsanlage und/oder der elektrischen Versorgungseinrichtungen in höhere Stockwerke	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Abschluss einer Elementarschadenzusatzversicherung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vorbereitung für den Ereignisfall (z.B. Vorräte anlegen, Notfallplan erstellen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Haben Sie schon einmal über einen Wechsel des Wohnortes, hin zu einem weniger von Überflutungen durch Starkregen betroffenen Gebiet, nachgedacht?

- Ja
- Nein

Wenn Sie nun die Wirksamkeit aller von Ihnen vor dem Starkregenereignis ergriffenen Vorsorgemaßnahmen zusammennehmen: Wie stark wurde der Schaden insgesamt dadurch reduziert?

Ordnen Sie die Wirksamkeit bitte einer dieser vier Klassen zu.

- Die Maßnahmen konnten den Schaden gar nicht reduzieren
- Die Maßnahmen konnten den Schaden teilweise reduzieren
- Die Maßnahmen konnten den Schaden zum großen Teil verhindern
- Die Maßnahmen konnten den Schaden vollständig verhindern

-
- Trifft nicht auf mich zu

Falls Sie sich über Vorsorgemaßnahmen informieren: Wie, wo oder bei wem suchen Sie nach Informationen?

Mehrfachnennungen sind möglich. Kreuzen Sie bitte ALLE für Sie zutreffenden Optionen an.

- Selbstrecherche im Internet
- Ausliegende Informationsbroschüren (z.B. in öffentlichen Einrichtungen)
- Individuelle Beratung und Empfehlung durch eine Versicherung
- Informationsstand mit Broschüren und Informationsmaterial
- Infoabende und/oder Informationsveranstaltungen
- Individuelle Beratung durch die Kommune
- Informationssendungen im Fernsehen/Radio
- Gespräche mit Freunden und Bekannten

Andere, und zwar:

- Ich habe mich bisher noch nicht über Vorsorgemaßnahmen informiert

Hatten Sie, vor dem letzten Starkregenereignis, schon einmal ein anderes Starkregenereignis erlebt?

- Einmal
- Zweimal
- Mehr als zweimal
- Nein, ich hatte vorher noch nie ein Starkregenereignis erlebt

Für wie wahrscheinlich halten Sie es, dass Ihre Wohnung bzw. Ihr Haus noch einmal von einem Starkregenereignis betroffen sein wird?

Bewerten Sie bitte auf einer Skala von 1 „völlig unwahrscheinlich“ bis 6 „sehr wahrscheinlich“.

	1	2	3	4	5	6	
völlig unwahrscheinlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	sehr wahrscheinlich

2. Und wie schätzen Sie die Folgen ein, die ein zukünftiges Starkregenereignis auf Ihren Haushalt haben könnte?

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 „Überhaupt nicht schlimm“	2	3	4	5	6 „Sehr schlimm“

Wenn Sie auf den Jahresbeginn, also den Monat Februar 2020, zurückblicken: Wie sehr hat sich Ihre Einschätzung, nochmals durch ein Starkregenereignis betroffen zu sein, seitdem verändert?

Ich halte die Wahrscheinlichkeit, nochmals von einem Starkregenereignis betroffen zu sein, heute für...

- ...sehr viel wahrscheinlicher als im Februar.
- ...deutlich wahrscheinlicher als im Februar.
- ...etwas wahrscheinlicher als im Februar.
- ...nicht anders als im Februar.
- ...etwas weniger wahrscheinlich als im Februar.
- ...deutlich weniger wahrscheinlich als im Februar.
- ...sehr viel weniger wahrscheinlich als im Februar.

Und wie ist es mit den Folgen?

Ich halte die Folgen, die ein Starkregenereignis auf meinen Haushalt haben könnte, heute für...

- ...sehr viel schlimmer als im Februar.
- ...deutlich schlimmer als im Februar.
- ...etwas schlimmer als im Februar.
- ...nicht anders als im Februar.
- ...etwas weniger schlimm als im Februar.
- ...deutlich weniger schlimm als im Februar.
- ...sehr viel weniger schlimm als im Februar.

Wenn Sie an Starkregen in der Zukunft denken, wie sehr würden Sie folgenden Aussagen zustimmen?

Bewerten Sie bitte auf einer Skala von 1 „Ich stimme voll zu“ bis 6 „Ich stimme überhaupt nicht zu“.

		1	2	3	4	5	6	
So schlimm wie beim letzten Mal wird es nicht noch mal.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Ich persönlich werde alles mir mögliche tun, um das Haus, in dem ich wohne, vor Starkniederschlägen zu schützen.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Auf ein erneutes Ereignis bin ich bestens vorbereitet.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Grundsätzlich halte ich Vorsorgemaßnahmen gegen Starkregen für sinnvoll: So lange es mir aber nicht dringend notwendig erscheint, schiebe ich die Umsetzung derartiger Maßnahmen auf.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Gegen Starkregen und dadurch verursachte Schäden kann man generell nichts tun.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Ich versuche möglichst wenig daran zu denken, dass ich in Zukunft von Starkregen geschädigt werden könnte.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu

Wie denken Sie insgesamt über private Starkregenvorsorge?

Bitte bewerten Sie jede Aussage auf einer Skala von 1 „Ich stimme voll zu“ bis 6 „Ich stimme überhaupt nicht zu“.

		1	2	3	4	5	6	
Private Vorsorgemaßnahmen können Schäden deutlich reduzieren.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Das Starkregenmanagement in unserer Region ist so gut, dass ich privat nicht vorsorgen muss.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Ich persönlich würde anderen Geschädigten empfehlen, privat vorzusorgen.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Da der Staat im Überflutungsfall für die Schäden aufkommt, lohnt es sich nicht, in private Vorsorge zu investieren.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Private Vorsorgemaßnahmen sind viel zu teuer.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Es gibt viel zu wenig Informationen und Beratungsangebote zur privaten Starkregenvorsorge.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Ich persönlich fühle mich nicht in der Lage, auch nur EINE der vorher erwähnten Vorsorgemaßnahmen umzusetzen.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Starkregenvorsorge ist die Aufgabe öffentlicher Einrichtungen und nicht die Aufgabe von Privatpersonen.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Jeder Einzelne ist in der Pflicht, Schäden in Folge von Starkregen so weit wie möglich zu reduzieren.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Es gibt genug steuerliche Vergünstigungen und Förderprogramme für die Finanzierung der privaten Starkregenvorsorge.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu
Unsere Gemeinde informiert uns sehr gut über Gefahren durch Starkregen und mögliche Vorsorgemaßnahmen.	Ich stimme voll zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ich stimme überhaupt nicht zu

Wenn Sie auf den Jahresbeginn, also vor Februar 2020, zurückblicken, wie sehr hat sich Ihre Einschätzung zu den folgenden Aspekten geändert?

Gar nicht verändert		Sehr stark verändert	
1	2	3	4

- | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Jeder Einzelne ist in der Pflicht, Schäden durch Starkregen vorzubeugen. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Private Vorsorgemaßnahmen können Hochwasserschäden deutlich reduzieren. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Ich persönlich fühle mich nicht in der Lage, auch nur EINE der vorher erwähnten Vorsorgemaßnahmen umzusetzen. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Ich versuche möglichst wenig daran zu denken, dass ich nochmals von Starkregen betroffen sein könnte. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Seite 42

AL1

**Nun kommen wir zum Abschluss der Befragung.
Dazu haben wir noch Fragen zu Ihrer Wohnsituation und Ihrer Person.**

Welche Beschreibung passt auf Ihr Wohnhaus am besten?

- Freistehendes Mehrfamilienhaus (bis zu 6 Etagen)
- Bauernhaus bzw. ein Wohngebäude, das an eine Scheune, Tenne oder einen Stall anschließt (Ob das Bauernhaus landwirtschaftlich genutzt wird, ist dabei unerheblich)
- Doppelhaushälfte
- Reihenhaushälfte
- Freistehendes Einfamilienhaus
- Mehrfamilienhaus in den Hang gebaut (Terrassenhaus)
- Mehrfamilienhaus in Reihe gebaut
- Wohnblock (d.h. Großblocks mit mehreren Hauseingängen/Hausnummern)
- Hochhaus (freistehend mit mehr als 6 Etagen)

Keine Angabe

In welchem Jahr wurde Ihr Haus erbaut?

Im Jahr:

Wie lautet Ihre Postleitzahl?

PLZ:

Wohnen Sie zur Miete oder gehört Ihnen das Haus oder die Wohnung?

Teileigentümer gelten als Eigentümer, z.B. gemeinsames Eigentum mit Ehepartner, Eigentümergemeinschaft.

- Wohne zur Miete
- Bin Eigentümer der Wohnung
- Bin Eigentümer des Hauses
- Keine Angabe

Wie viele Quadratmeter hat Ihre Wohnung/ Ihr Haus insgesamt?

Quadratmeter:

Wie viele Wohnungen hat das Haus, in dem Sie leben?

Wenn Sie in einem Wohnblock wohnen, schätzen Sie bitte die Anzahl der Wohnungen in Ihrer Hausnummer ab.

Anzahl:

Wie viele Personen leben ständig in Ihrem Haushalt?

Anzahl:

Wie viele von diesen Personen sind unter 14 Jahre alt?

Anzahl:

Welchem Geschlecht gehören Sie an?**Wie alt sind Sie?**

Jahre:

Welche Nationalität haben Sie?

Bitte nennen Sie die Nationalität, die in Ihrem Ausweis/Pass vermerkt ist.

Welchen höchsten Bildungsabschluss haben Sie?

- Keinen Schulabschluss
- Hauptschulabschluss oder Volksschule
- Realschulabschluss/ Mittlere Reife
- POS (Polytechnische Oberschule)
- Fachhochschulreife/ Fachabitur
- Hochschulreife/ Abitur
- Abgeschlossene Berufsausbildung (Lehre)
- Meisterprüfung
- Hochschulabschluss
- Promotion

Sonstiges, und zwar:

Wir verstehen, dass Fragen, die das persönliche Einkommen betreffen, sehr sensibel sein können. Aus wissenschaftlichen Gründen wäre es für uns jedoch von großem Wert, wenn Sie Ihr monatliches Haushalts-Nettoeinkommen in eine der folgenden Einkommensklassen einordnen würden.

[Bitte auswählen]

Dies ist die letzte Frage!

Denken Sie nochmal zurück an alles Erlebte mit Bezug zum Starkregenereignis:

Was ist Ihnen besonders negativ oder aber auch als besonders positiv im Gedächtnis geblieben?

Wie bedanken uns herzlich für Ihre Zeit und Unterstützung!

Die Kernergebnisse dieser Untersuchung können Sie voraussichtlich gegen Jahresende auf www.uni-potsdam.de/natriskchange einsehen.

Ihre Antworten wurden gespeichert, Sie können das Browser-Fenster nun schließen.