

Klimaprojektionen

Resultierende Risiken und Anpassungsmöglichkeiten

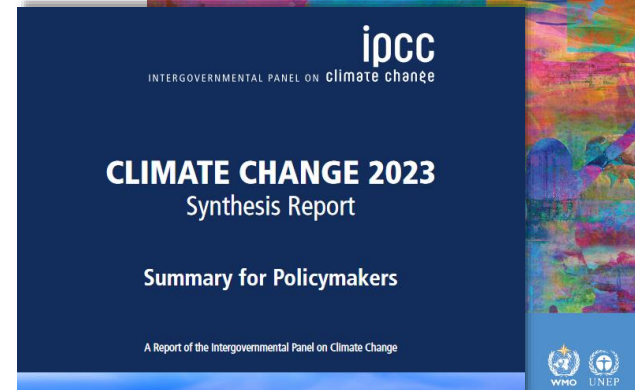
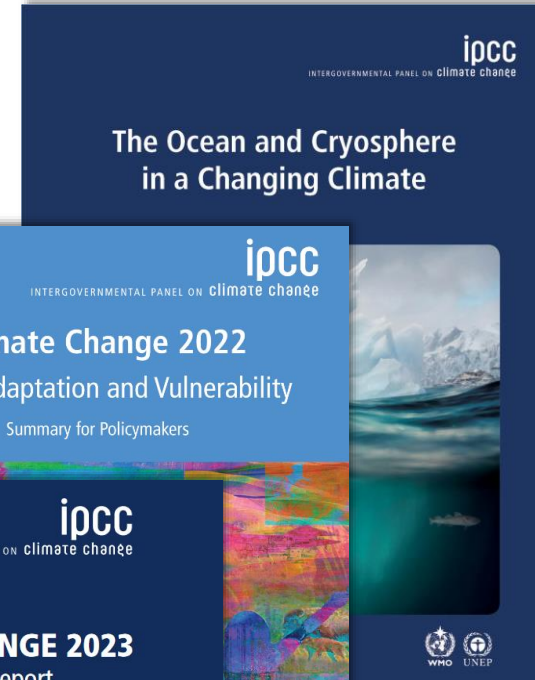
Prof. Dr. Matthias Garschagen

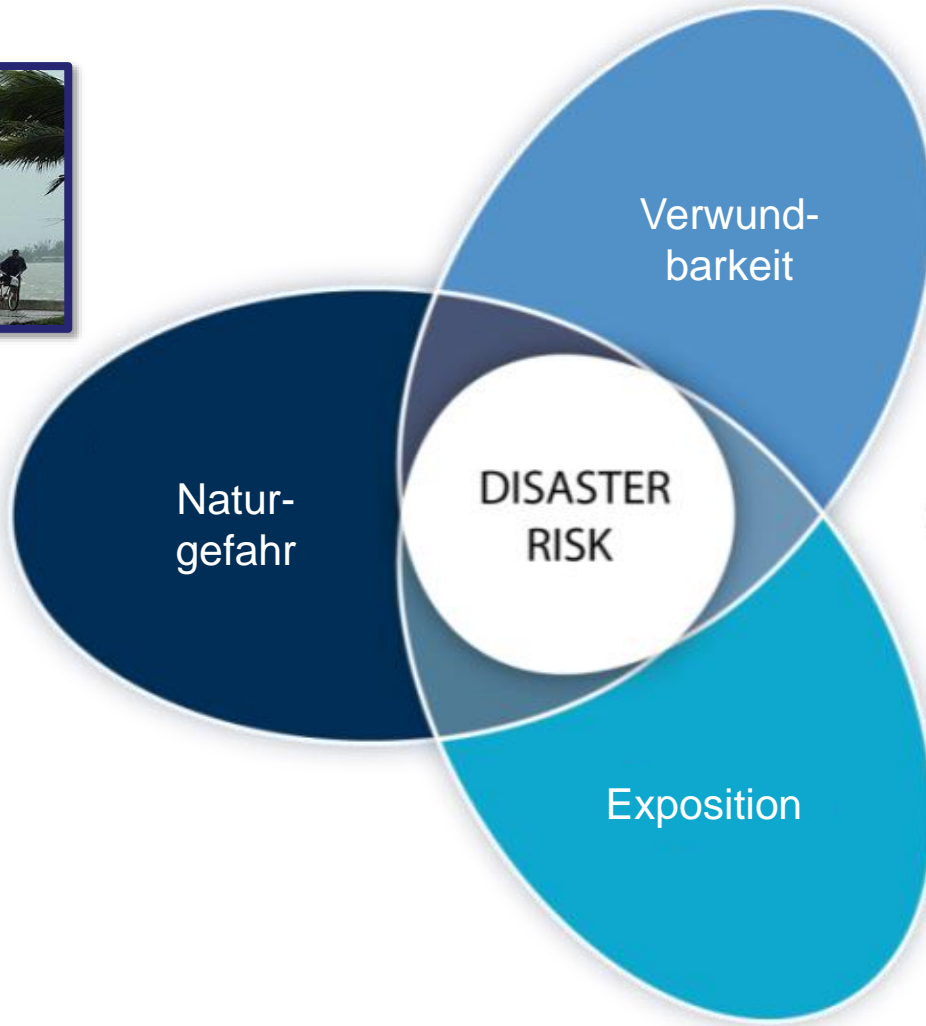
Lehrstuhl für Anthropogeographie, LMU München
Leitung: LFE Mensch-Umwelt-Beziehungen, LMU München
IPCC Lead Author (SROCC, AR6, Synthesis Report)



1. Mit welchen Risikotrends haben wir in der Zukunft zu rechnen?
2. Wo stehen wir mit der Anpassung und Risikominderung?
3. Welche Herausforderungen ergeben sich für den Bevölkerungsschutz?

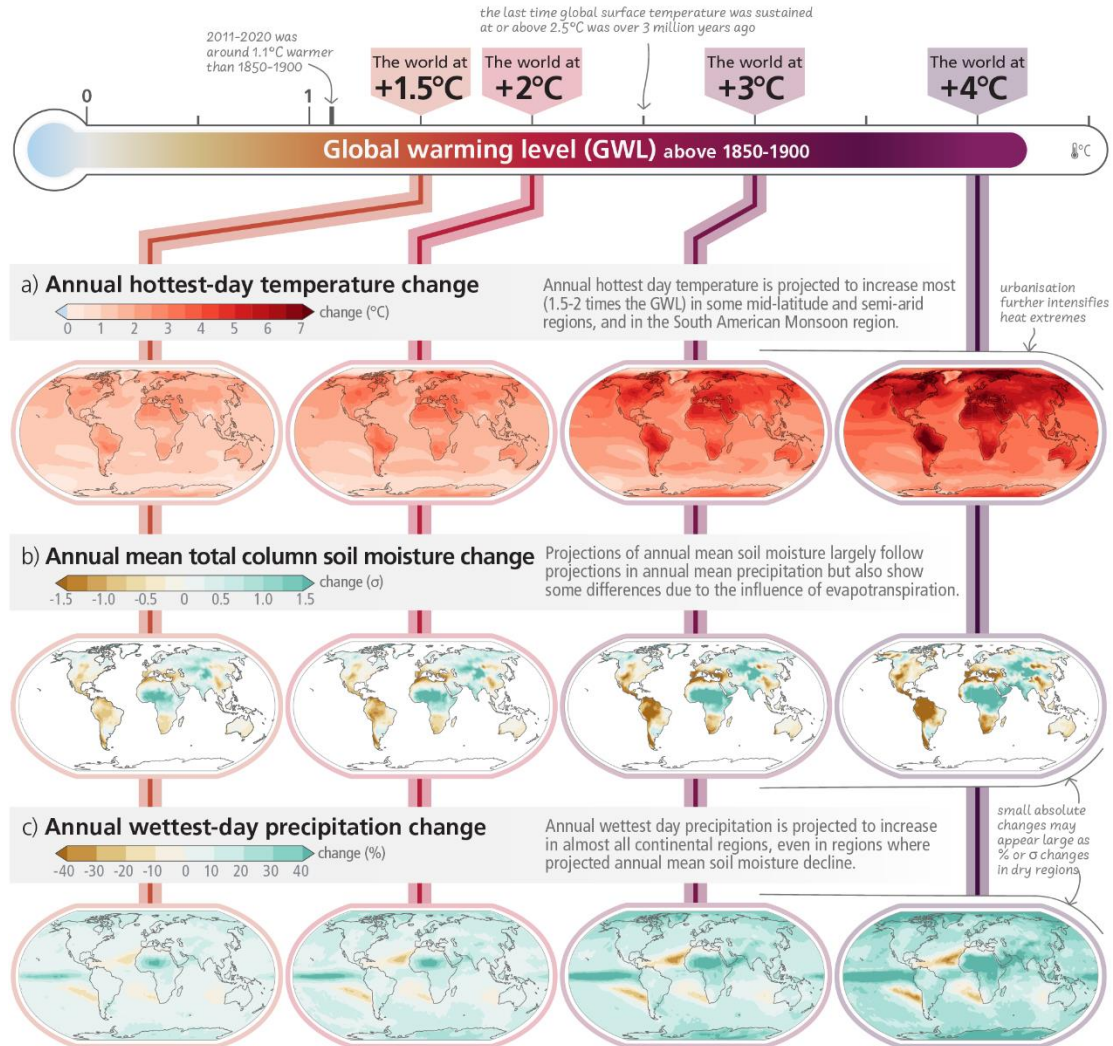
Naturgefahrenstrends – Erkenntnisse aus den neuesten IPCC-Spezialberichten





Source: own sketch, based on IPCC 2012, inspired by O'Keefe et al. 1976, Hewitt 1983; Blaikie et al. 1994; Bohle 2001; Pelling 2001; Turner et al. 2003; Wisner et al. 2004; Garschagen and Kraas 2010

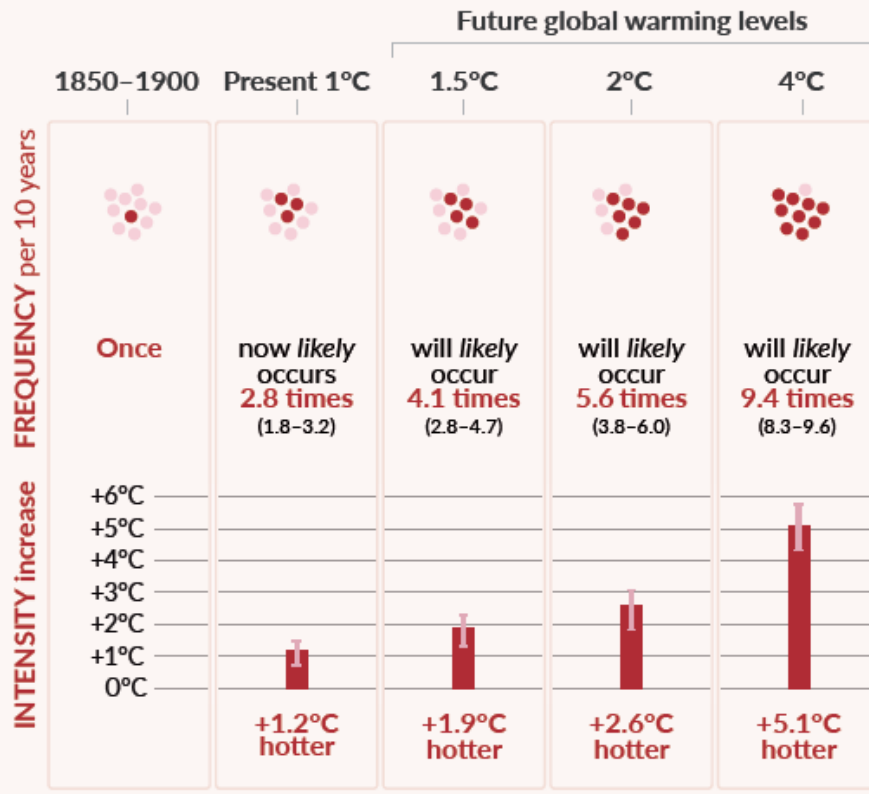
With every increment of global warming, regional changes in mean climate and extremes become more widespread and pronounced



Extreme: Hitze und Starkniederschlag

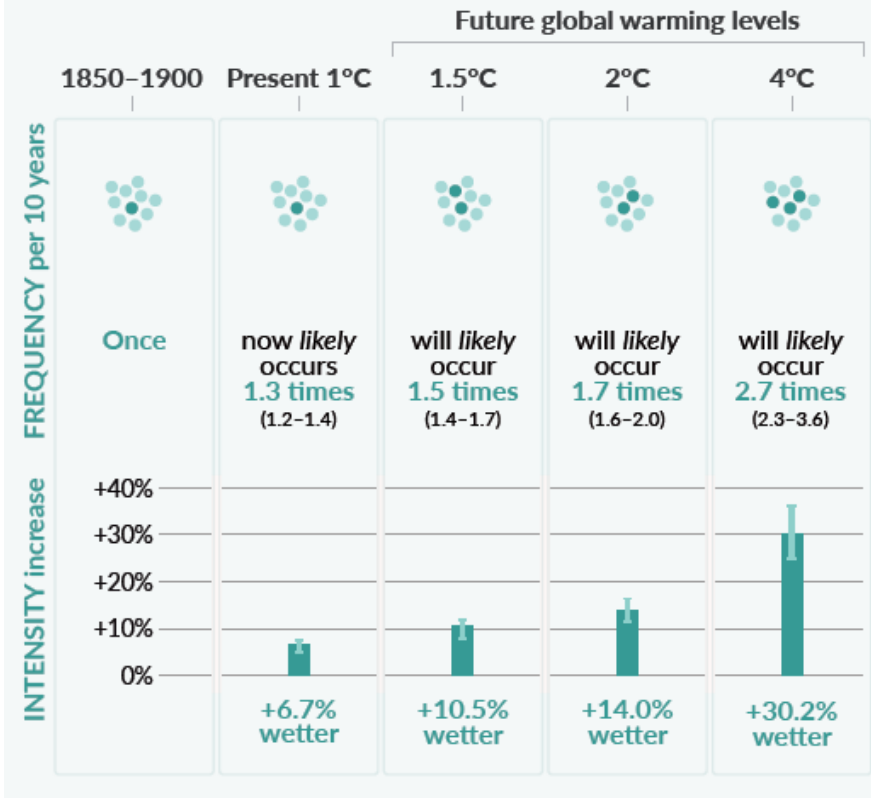
Hot temperature extremes over land 10-year event

Frequency and increase in intensity of extreme temperature event that occurred once in 10 years on average in a climate without human influence



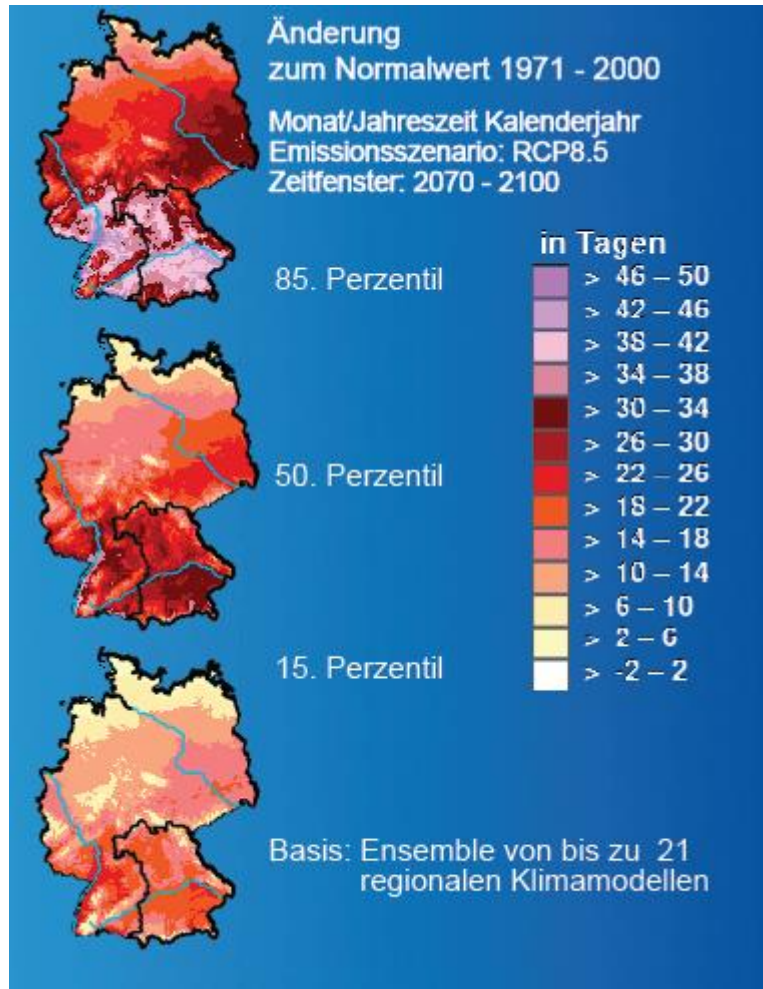
Heavy precipitation over land 10-year event

Frequency and increase in intensity of heavy 1-day precipitation event that occurred once in 10 years on average in a climate without human influence

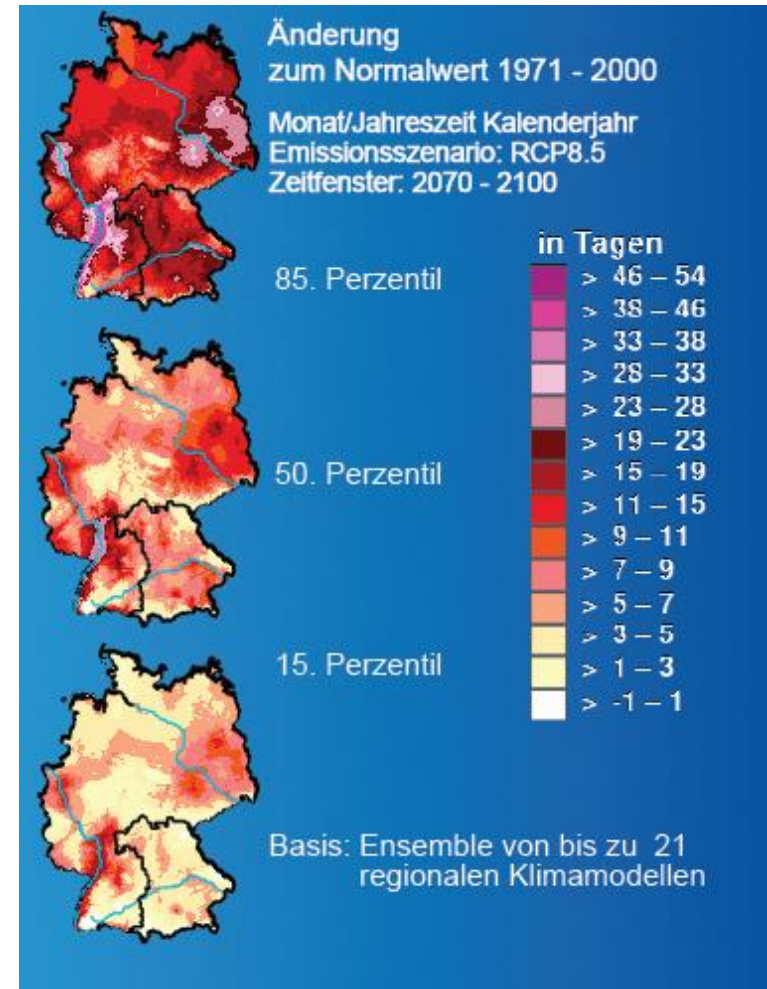


Beispiel: Hitze in Deutschland

Heiße Tage

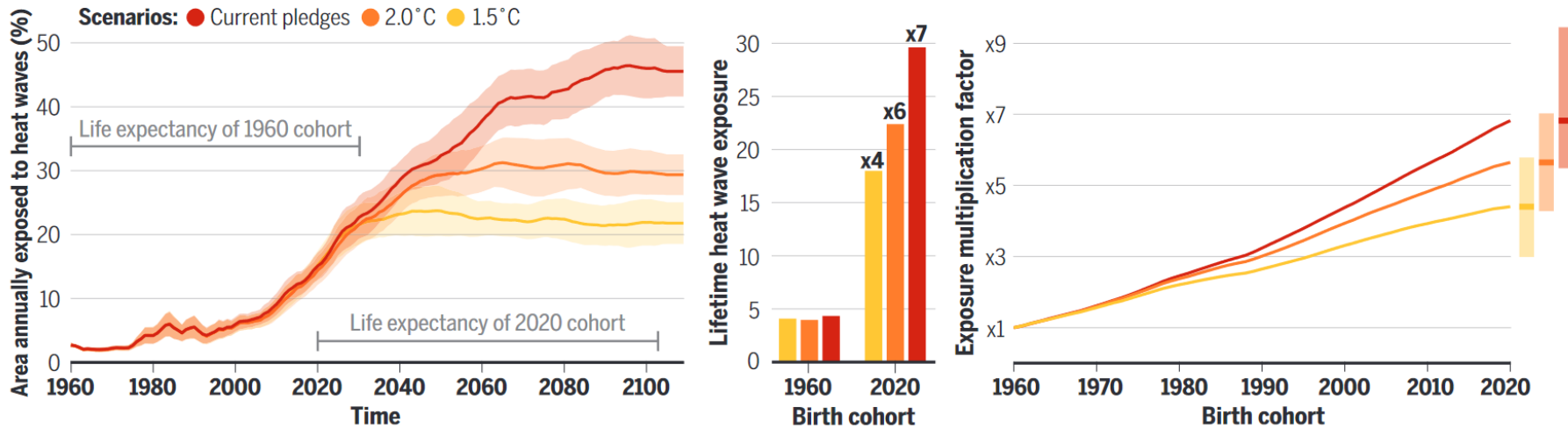


Tropennächte



From a period to a cohort perspective on extreme event exposure

(Left) Global land area annually exposed to heat waves under three scenarios is shown. Lines represent multimodel means of a heat wave metric calculated from four global climate models. Lines were smoothed by using a 10-point moving average. Uncertainty bands span 1 standard deviation across the model ensemble. (Middle) Lifetime heat wave exposure for the 1960 and 2020 birth cohorts under the three scenarios is shown. Numbers above bars indicate exposure multiplication factors relative to the 1960 cohort. (Right) Shown are multiplication factors for lifetime heat wave exposure across birth cohorts relative to the 1960 cohort. Uncertainty bands represent the interquartile range for the 2020 cohort exposure relative to the multi-model mean exposure of the 1960 cohort.



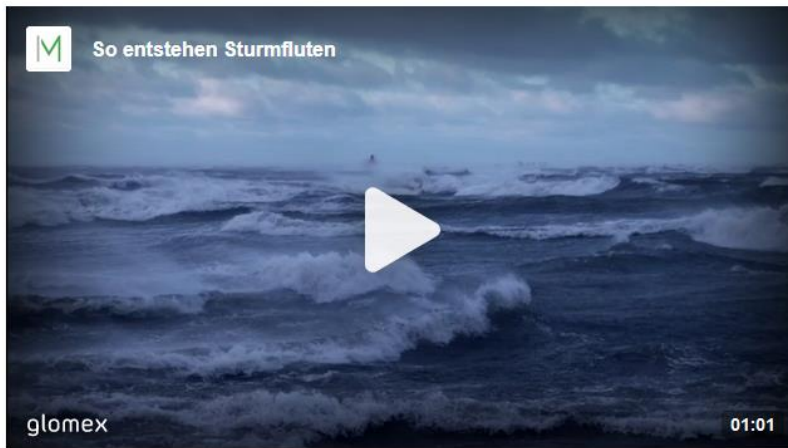
Frankfurter Rundschau

Startseite > Panorama

Deiche gebrochen, 2000 Menschen evakuiert, eine Tote: Die verheerende Sturmflut-Bilanz an der Ostsee

24.10.2023, 19:19 Uhr
Von: [Moritz Bletzinger](#)

 Kommentare



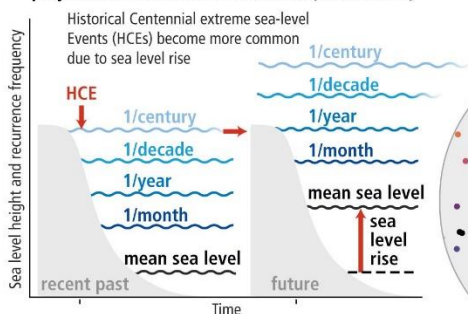
Ostsee-Sturmflut: Sechs Millionen Euro Schaden in MV durch Sandverlust

Meeresspiegelanstieg und Extremwasserstände in Küstenräumen

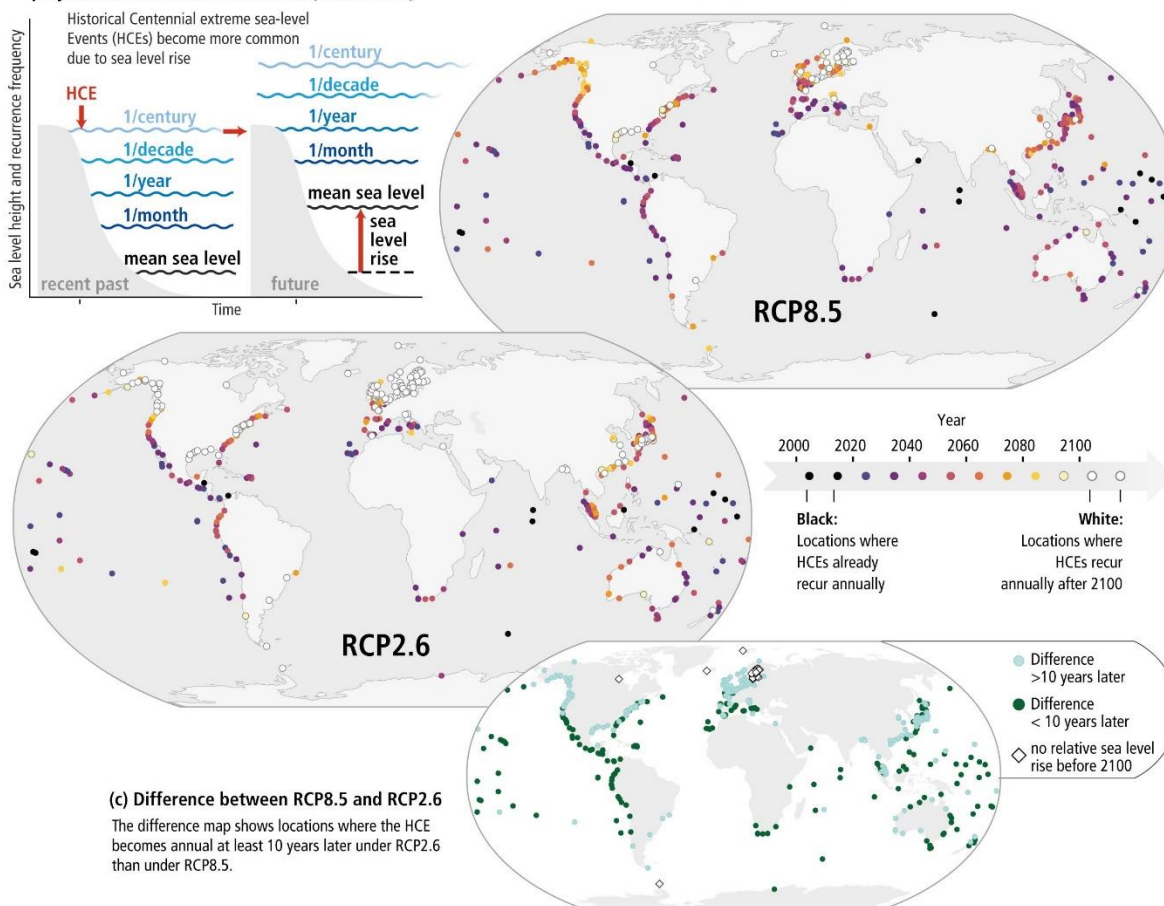
Extreme sea level events

Due to projected global mean sea level (GMSL) rise, local sea levels that historically occurred once per century (historical centennial events, HCEs) are projected to become at least annual events at most locations during the 21st century. The height of a HCE varies widely, and depending on the level of exposure can already cause severe impacts. Impacts can continue to increase with rising frequency of HCEs.

(a) Schematic effect of regional sea level rise on projected extreme sea level events (not to scale)



(b) Year when HCEs are projected to recur **once per year** on average



(c) Difference between RCP8.5 and RCP2.6

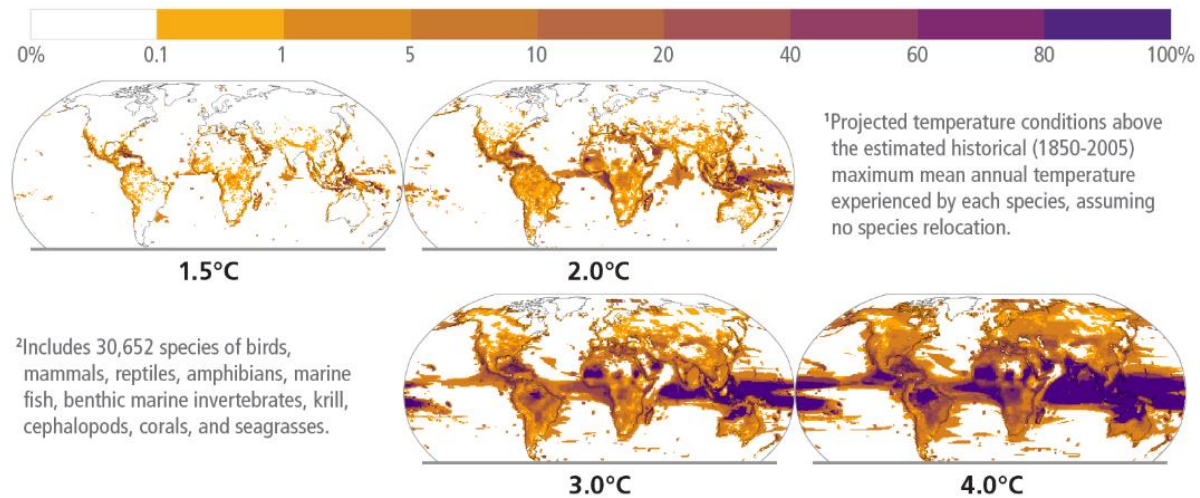
The difference map shows locations where the HCE becomes annual at least 10 years later under RCP2.6 than under RCP8.5.

Auswirkungen des Klimawandels


Future climate change is projected to increase the severity of impacts across natural and human systems and will increase regional differences

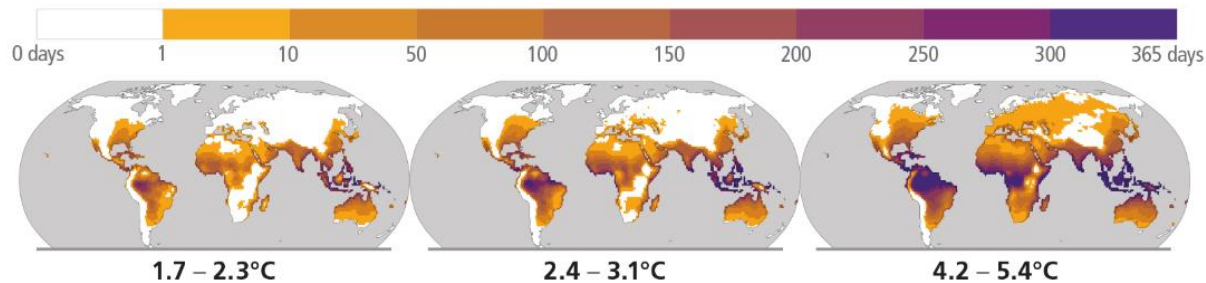
Examples of impacts without additional adaptation

a)  **Risk of species losses**
 Percentage of animal species and seagrasses exposed to potentially dangerous temperature conditions^{1,2}



²Includes 30,652 species of birds, mammals, reptiles, amphibians, marine fish, benthic marine invertebrates, krill, cephalopods, corals, and seagrasses.

b)  **Heat-humidity risks to human health**
 Days per year where combined temperature and humidity conditions pose a risk of mortality to individuals³



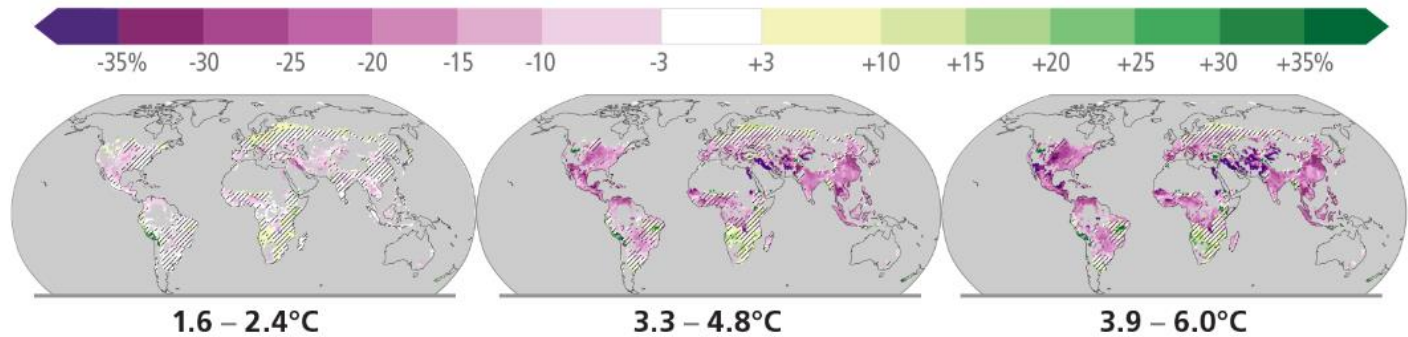
³Projected regional impacts utilize a global threshold beyond which daily mean surface air temperature and relative humidity may induce hyperthermia that poses a risk of mortality. The duration and intensity of heatwaves are not presented here. Heat-related health outcomes vary by location and are highly moderated by socio-economic, occupational and other non-climatic determinants of individual health and socio-economic vulnerability. The threshold used in these maps is based on a single study that synthesized data from 783 cases to determine the relationship between heat-humidity conditions and mortality drawn largely from observations in temperate climates.

Auswirkungen des Klimawandels

c) Food production impacts

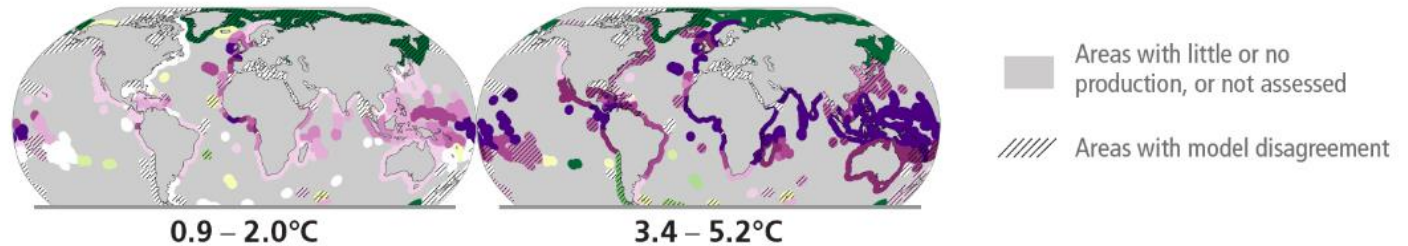


c1) Maize yield⁴ Changes (%) in yield



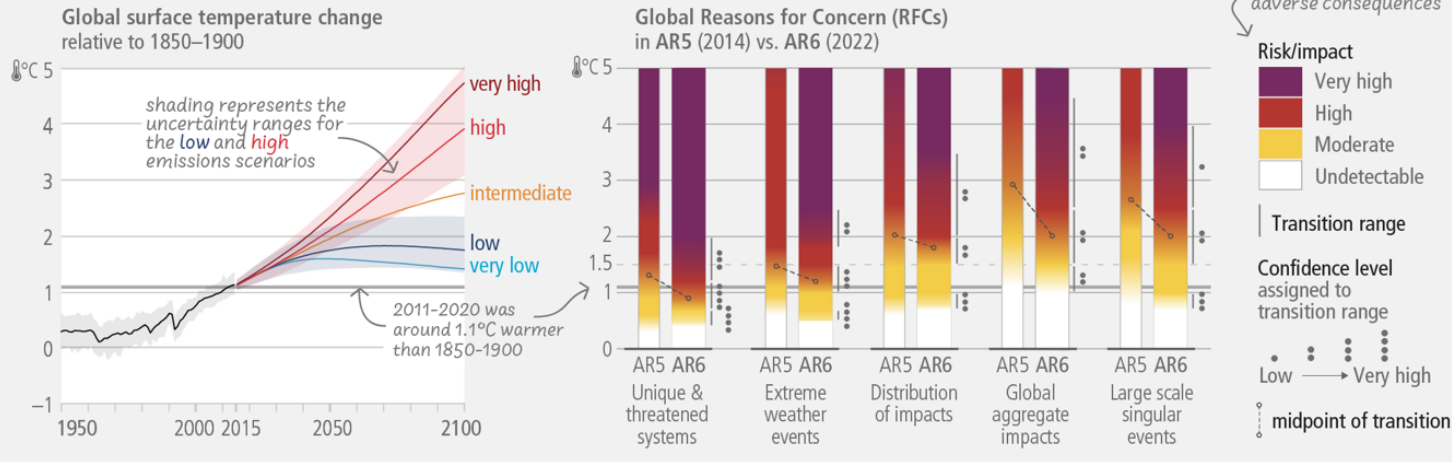
⁴Projected regional impacts reflect biophysical responses to changing temperature, precipitation, solar radiation, humidity, wind, and CO₂ enhancement of growth and water retention in currently cultivated areas. Models assume that irrigated areas are not water-limited. Models do not represent pests, diseases, future agro-technological changes and some extreme climate responses.

c2) Fisheries yield⁵ Changes (%) in maximum catch potential



⁵Projected regional impacts reflect fisheries and marine ecosystem responses to ocean physical and biogeochemical conditions such as temperature, oxygen level and net primary production. Models do not represent changes in fishing activities and some extreme climatic conditions. Projected changes in the Arctic regions have low confidence due to uncertainties associated with modelling multiple interacting drivers and ecosystem responses.

a) High risks are now assessed to occur at lower global warming levels



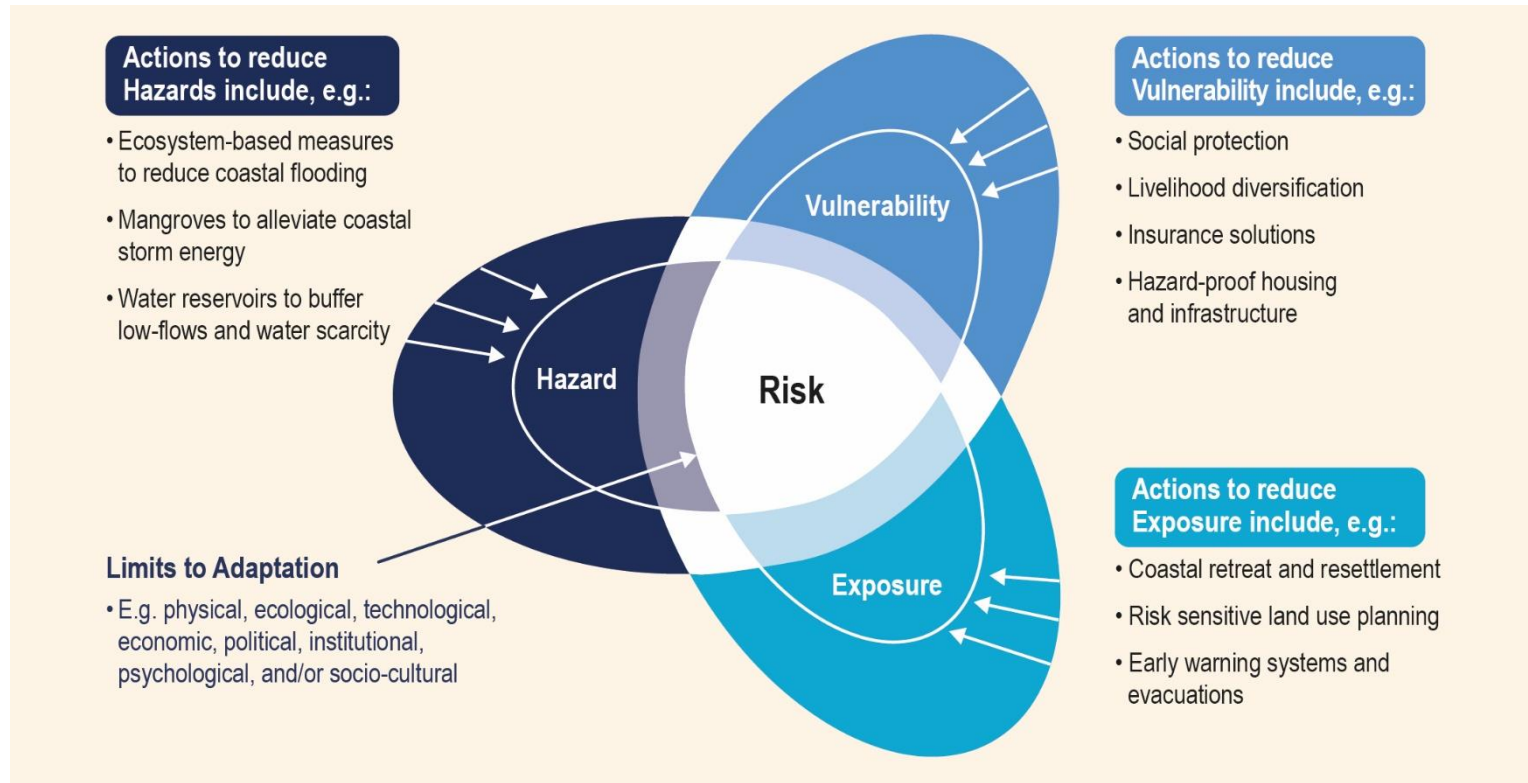
Purple indicates very high risks of severe impacts/risks and the presence of significant irreversibility or the persistence of climate-related hazards, combined with limited ability to adapt due to the nature of the hazard or impacts/risks.

Red indicates severe and widespread impacts/risks.

Yellow indicates that impacts/risks are detectable and attributable to climate change with at least medium confidence.

White indicates that no impacts are detectable and attributable to climate change.

Wo stehen wir mit der Anpassung?

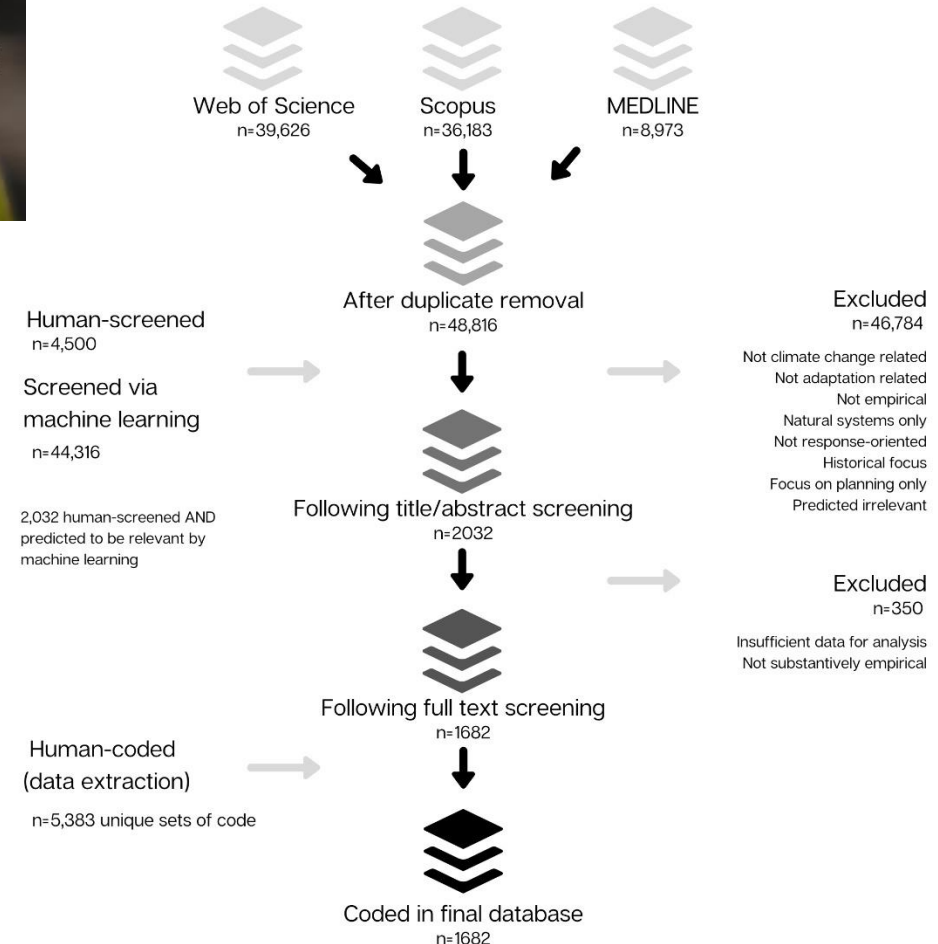


GAMI – Global Adaptation Mapping Initiative

GLOBAL ADAPTATION MAPPING INITIATIVE

A community-driven evidence map of climate adaptation research

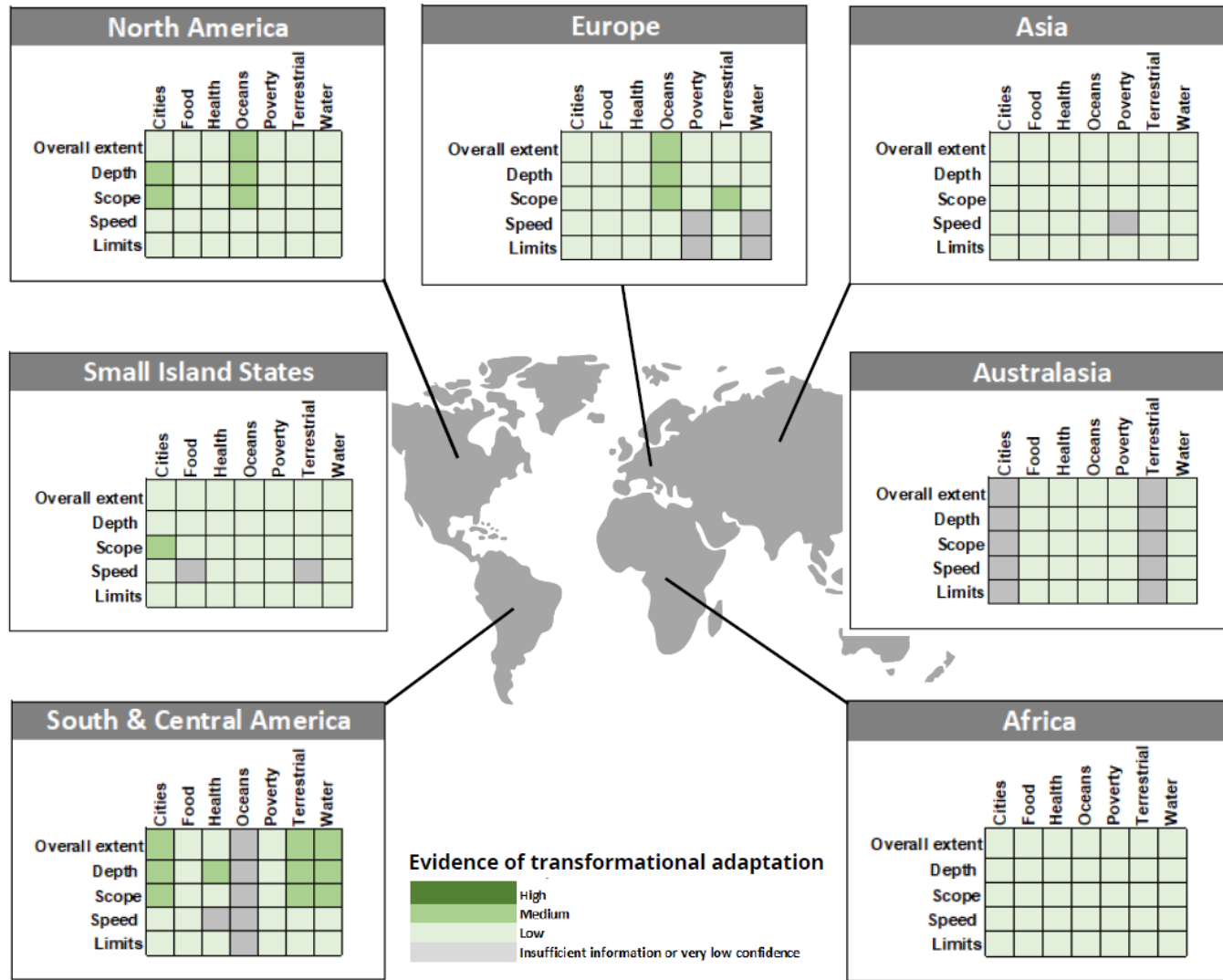
- Freiwilliges Netzwerk
- Über 125 Mitarbeitende
- Über 1.600 Artikel mit berichteter Anpassung kodiert und ausgewertet



Transformative Anpassung ?

Dimensions of transformational adaptation	Evidence of transformational adaptation		
	Low	Medium	High
Overall	Adaptation is largely sporadic and consists of small adjustments to business-as-usual. Coordination and mainstreaming are limited and fragmented.	Adaptation is expanding and increasingly coordinated, including wider implementation and multi-level coordination.	Adaptation is widespread and implemented at or very near its full potential across multiple dimensions.
Depth	Adaptations are largely expansions of existing practices, with minimal change in underlying values, assumptions, or norms.	Adaptations reflect a shift away from existing practices, norms, or structures to some extent.	Adaptations reflect entirely new practices involving deep structural reform, complete change in mindset, major shifts in perceptions or values, and changing institutional or behavioral norms.
Scope	Adaptations are largely localized and fragmented, with limited evidence of coordination or mainstreaming across sectors, jurisdictions, or levels of governance.	Adaptations affect wider geographic areas, multiple areas and sectors, or are mainstreamed and coordinated across multiple dimensions.	Adaptations are widespread and substantial, including most possible sectors, levels of governance, and actors.
Speed	Adaptations are implemented slowly.	Adaptations are implemented quickly.	Change is considered rapid in a given context.
Limits	Adaptations may approach but do not exceed or substantively challenge soft limits.	Adaptations may overcome some soft limits but do not challenge or approach hard limits.	Adaptations exceed many soft limits and approach or challenge hard limits.

Transformative Anpassung

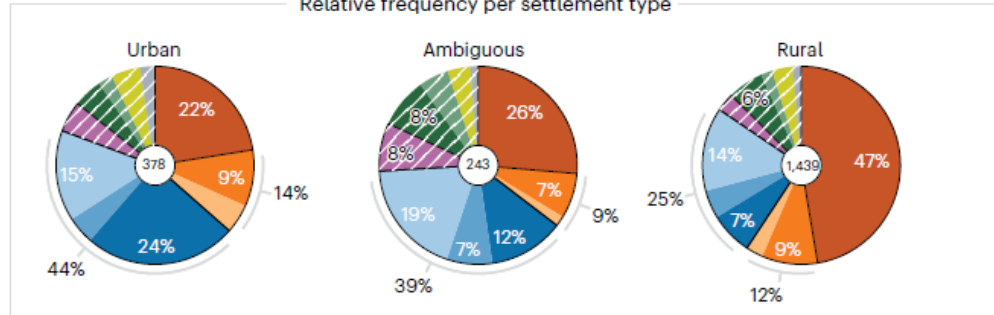


Akteure und deren Rollen in der Anpassung

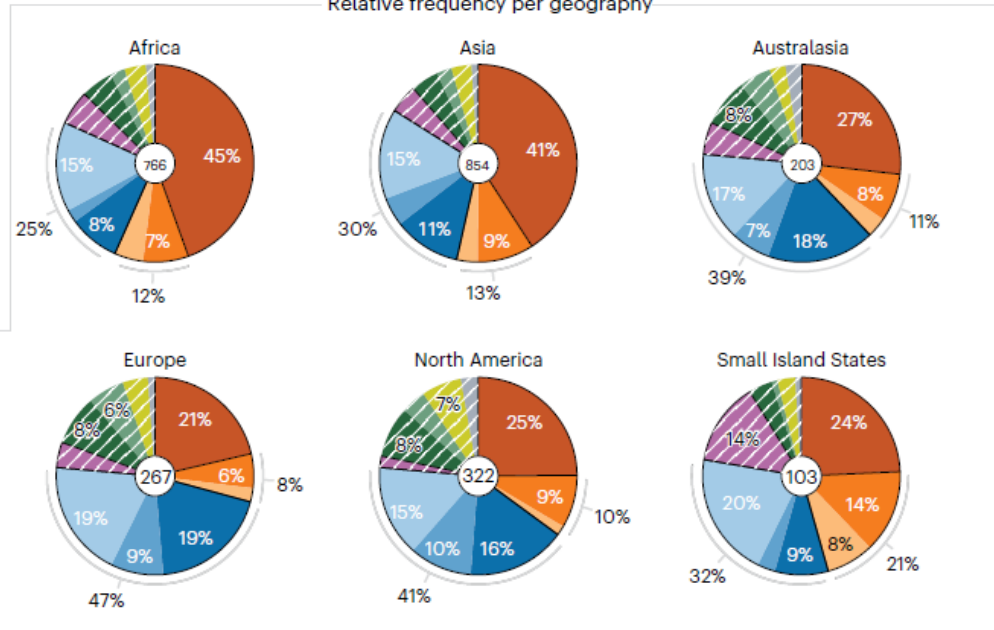
Relative frequency of actor types as reported in systematic literature mapping



Relative frequency per settlement type



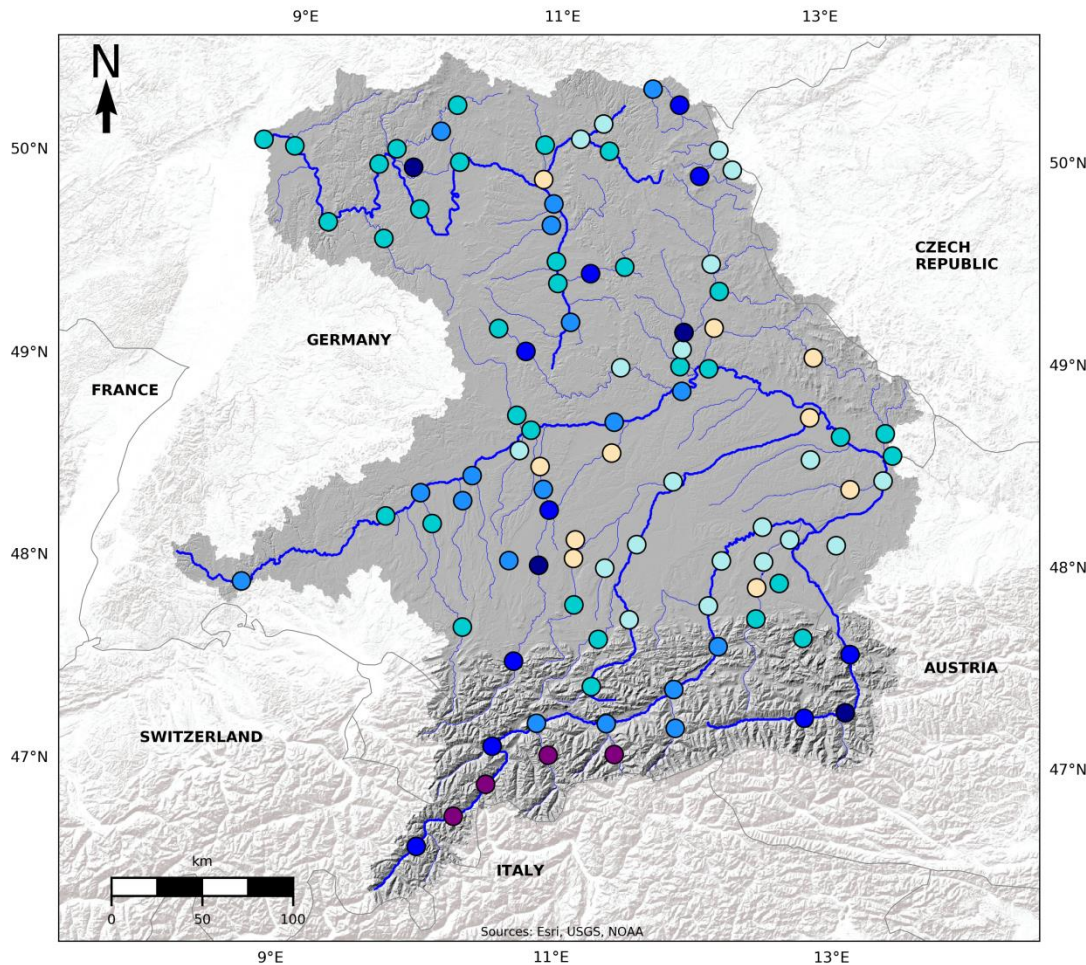
Relative frequency per geography



Welche Herausforderungen ergeben sich für den Bevölkerungsschutz?

Werden Extremhochwasser intensiver?

Change in intensity of HF₁₀₀ in the future period (2070-2099)



Intensität

2070-2099 vs. 1981-2010

Change in HF100 intensity [%]



Zunahme
der
Intensität

- > 50
- 40 - 50
- 30 - 40
- 20 - 30
- 10 - 20
- 0 - 10

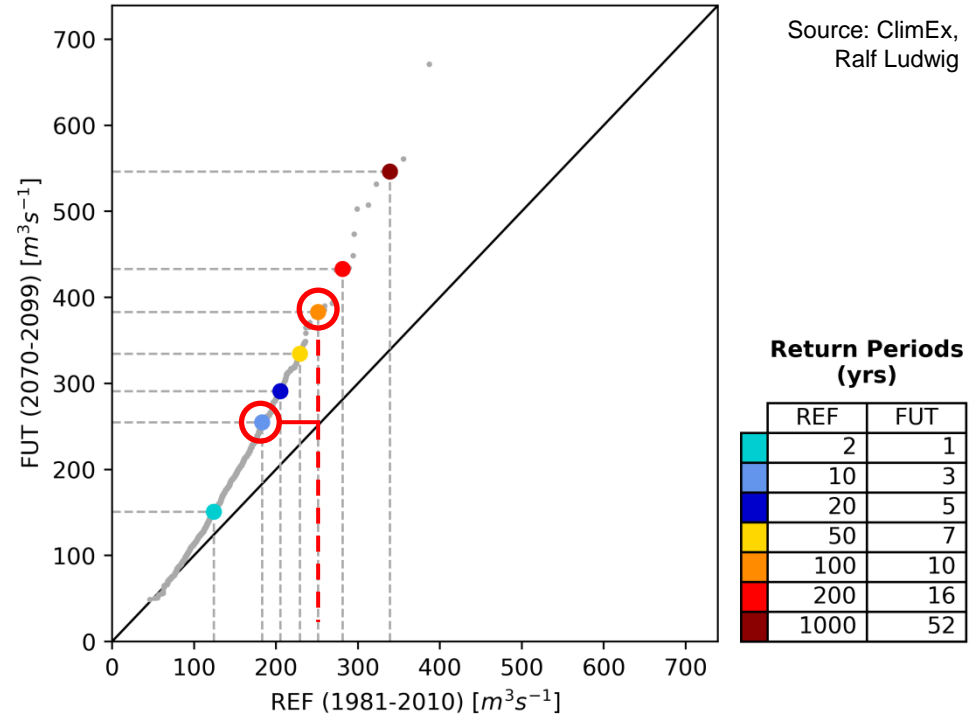
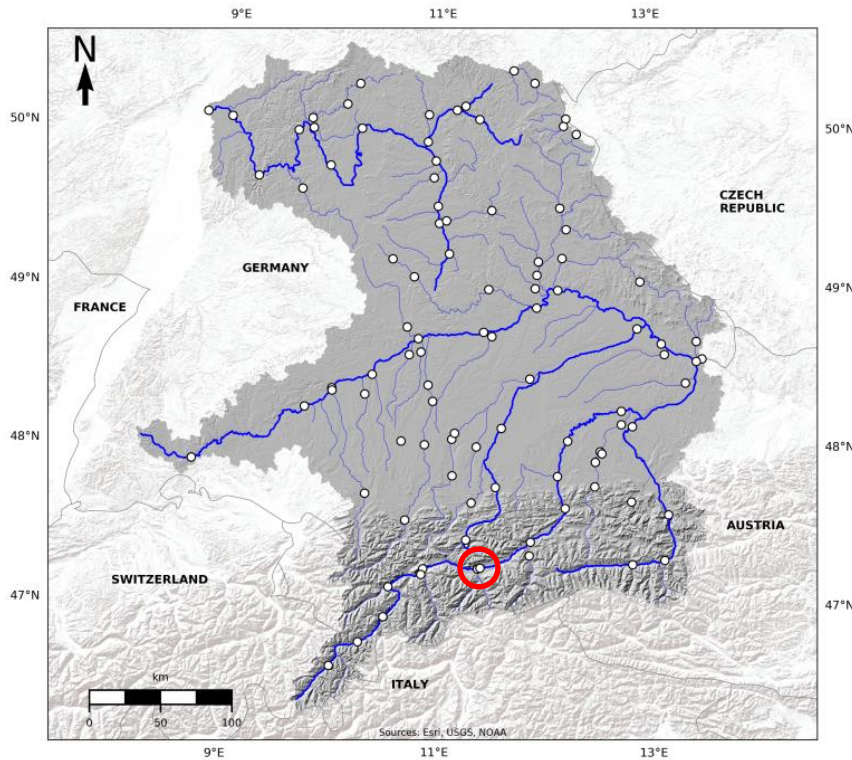
- 0 - -10
- -10 - -20
- -20 - -30
- -30 - -40
- -40 - -50
- < -50



Abnahme
der
Intensität

Extremes Hochwasser

Werden Extremhochwasser intensiver und häufiger?



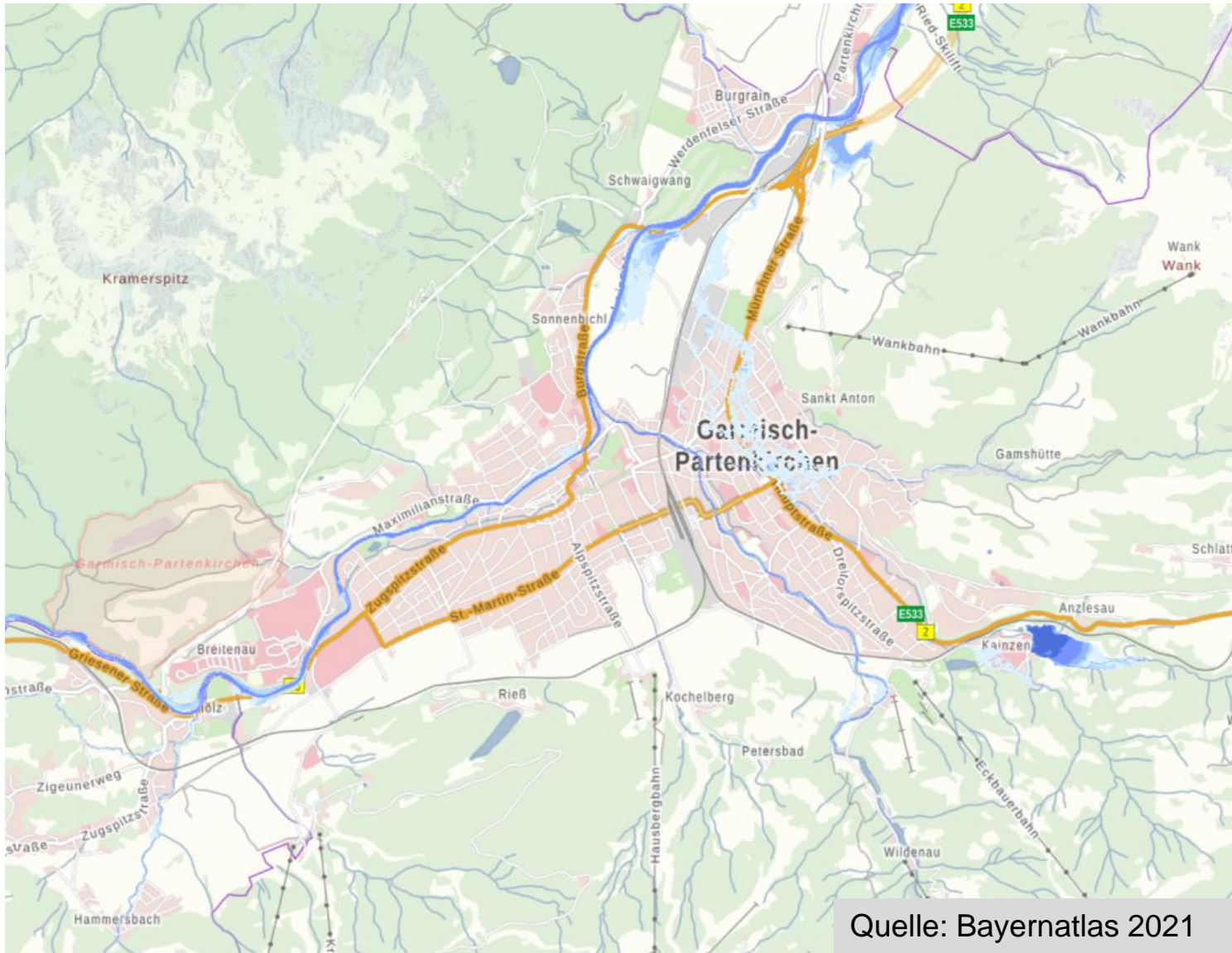
Intensität → Änderung im HQ100 von der Referenzperiode zur Zukunft

250 m^3/s → 390 m^3/s

100-jährlich → 10-jährlich

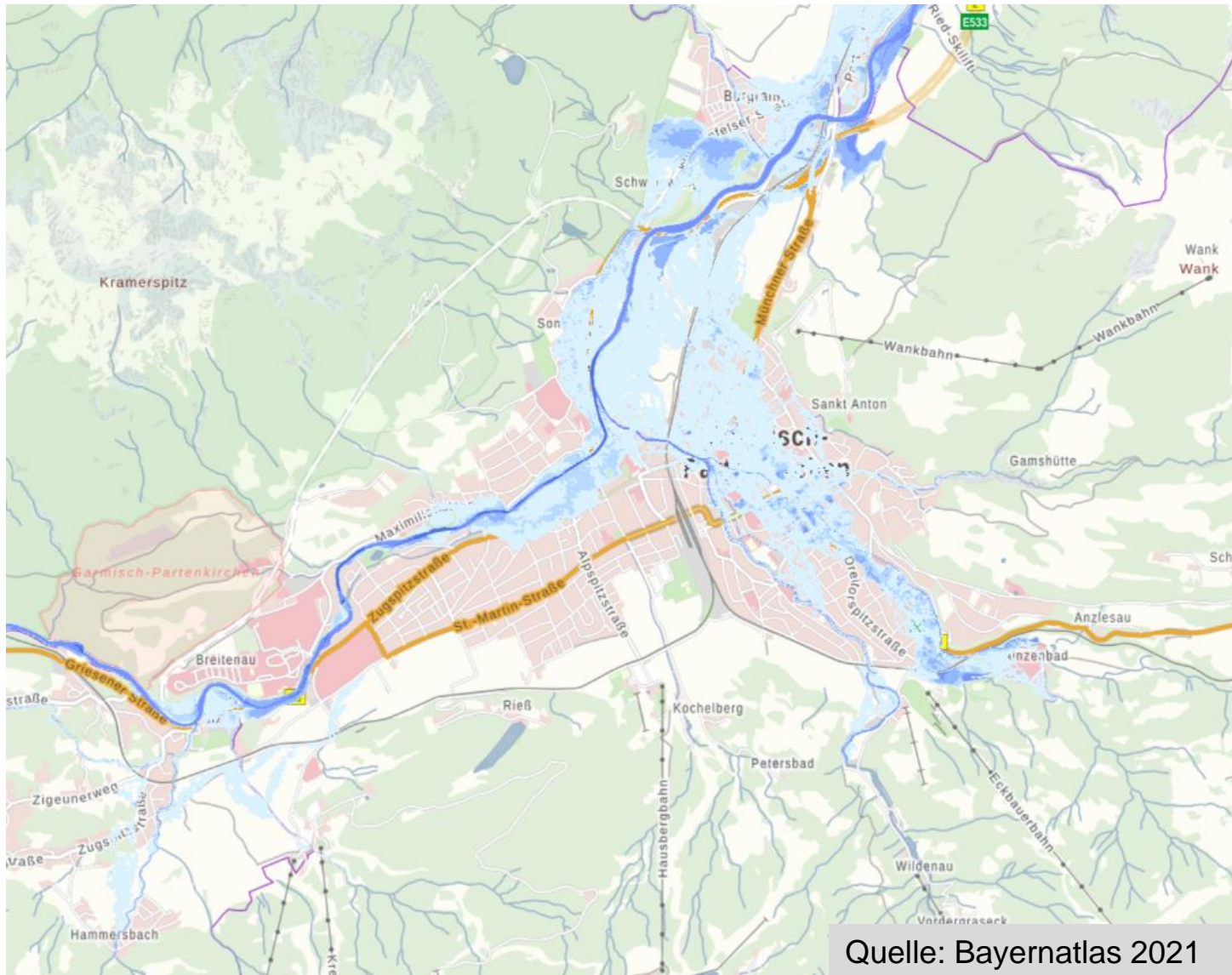
Frequenz → Änderung der Häufigkeiten von der Gegenwart zur Zukunft

Hochwassergefährdungsflächen GAP: HQ 100

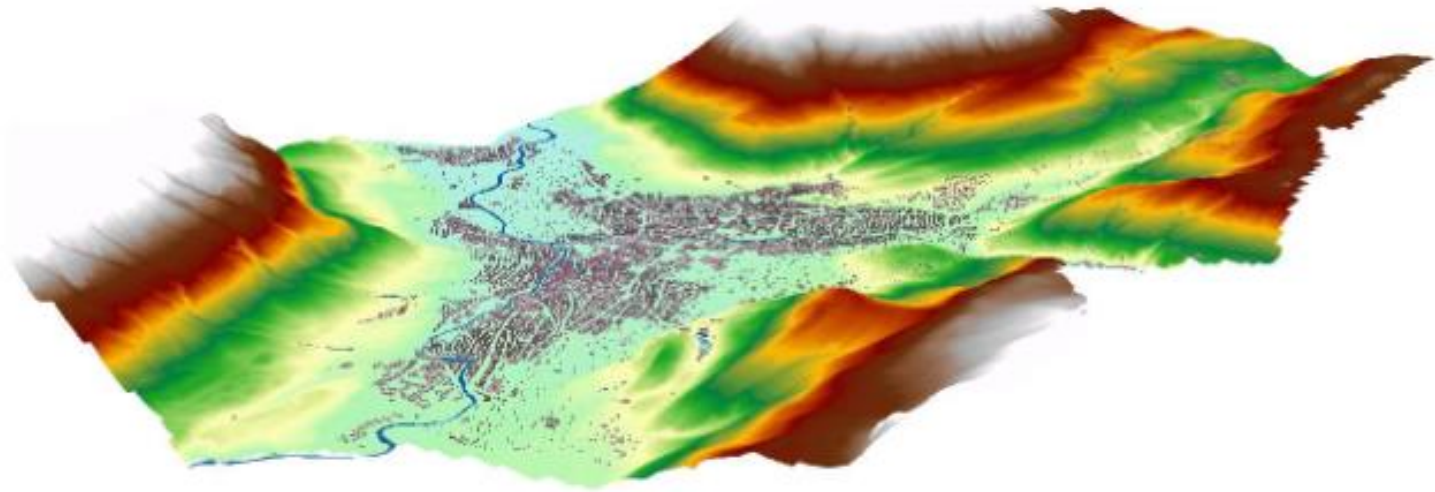


Quelle: Bayernatlas 2021

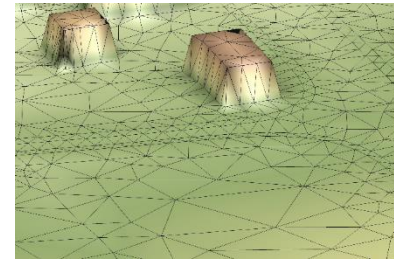
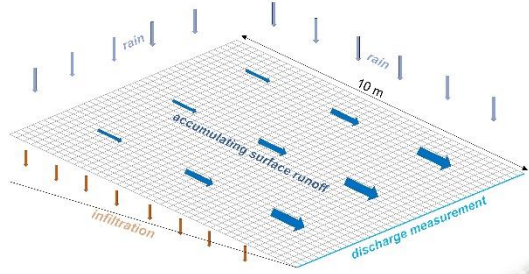
Hochwassergefährdungsflächen GAP: HQ extrem



Starkniederschläge und Sturzflügen in Garmisch-Partenkirchen



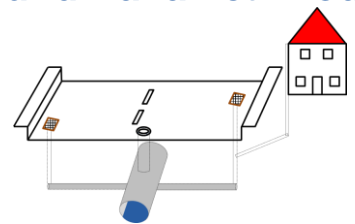
Rauheiten aus Beregnungsversuchen



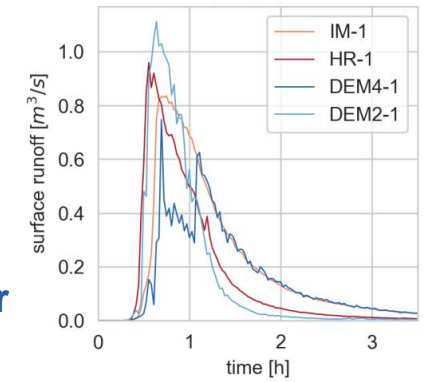
Verbesserung der
Modellauflösung



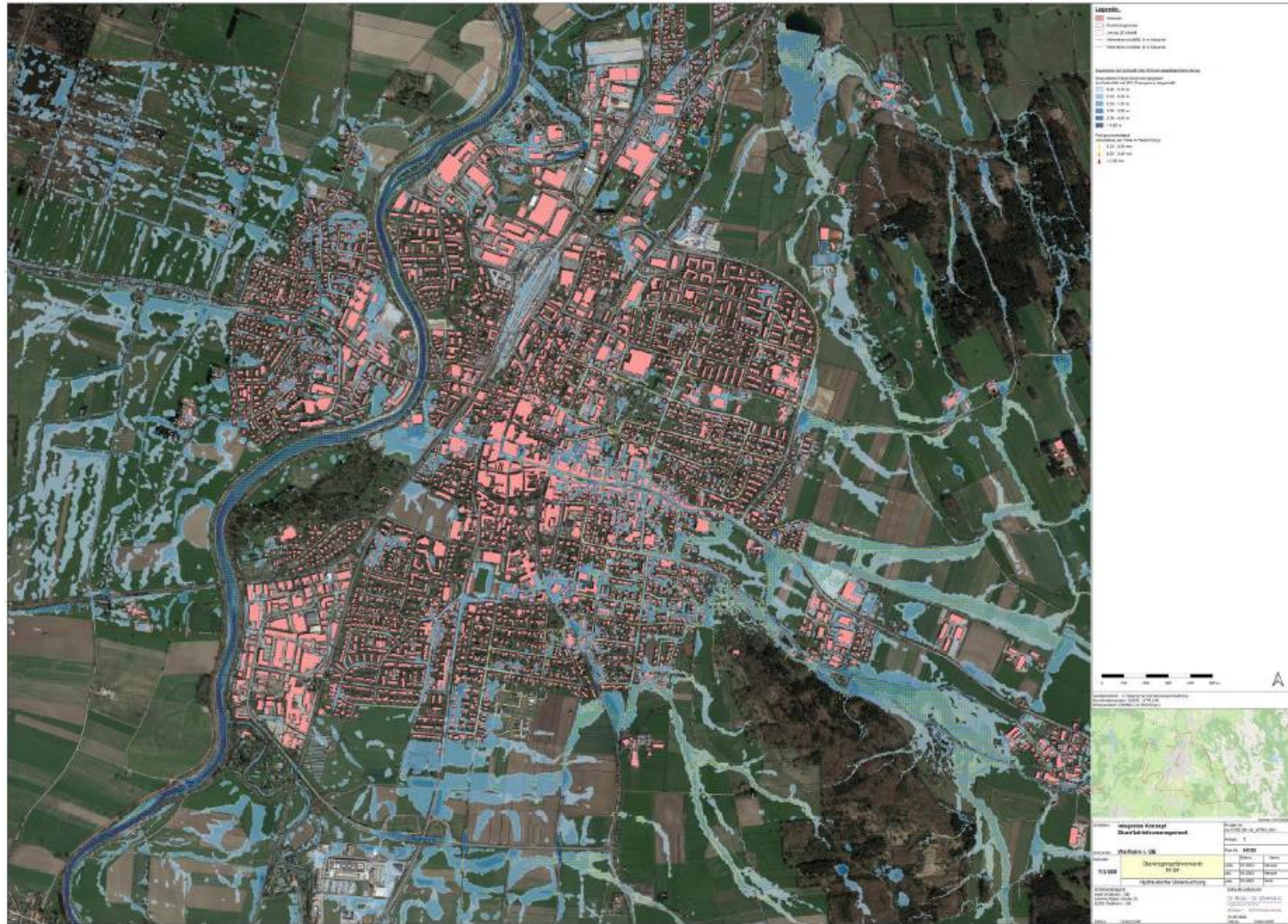
Kopplung von Oberflächen und Kanalnetzmodell



Evaluation verschiedener Modellierungstechniken



Starkniederschläge: Gefahrenkarten



Quelle:
KARE-Projekt,
Blasy Overland

Starkniederschläge: Gefahrenkarten



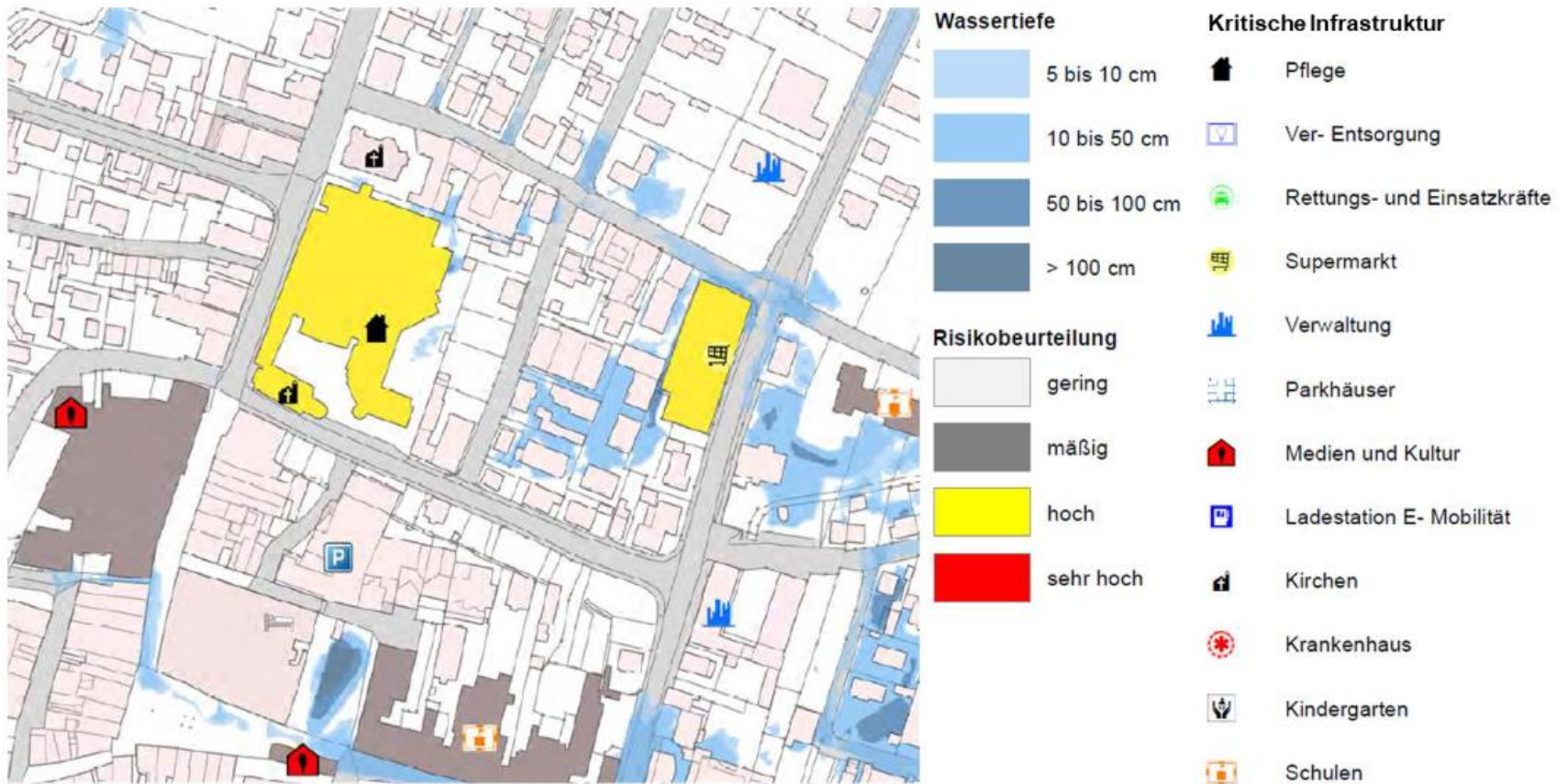
Wassertiefen Überschwemmungsgebiet

- 0,05 - 0,10 m
- 0,10 - 0,50 m
- 0,50 - 1,00 m
- 1,00 - 2,00 m
- 2,00 - 4,00 m
- > 4,00 m

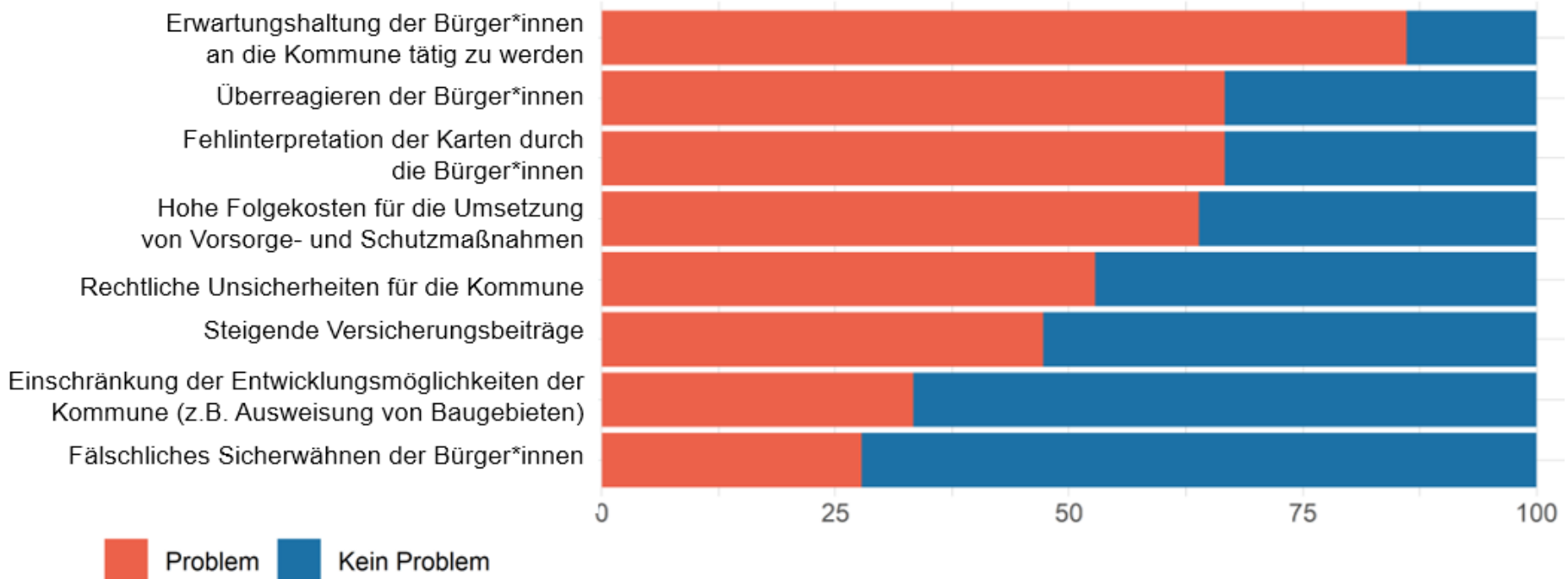
Fließgeschwindigkeit (Darstellung der Pfeile in Fließrichtung)

- 0,20 - 0,50 m/s
- 0,50 - 2,00 m/s
- > 2,00 m/s

Starkniederschläge: Risikokarten

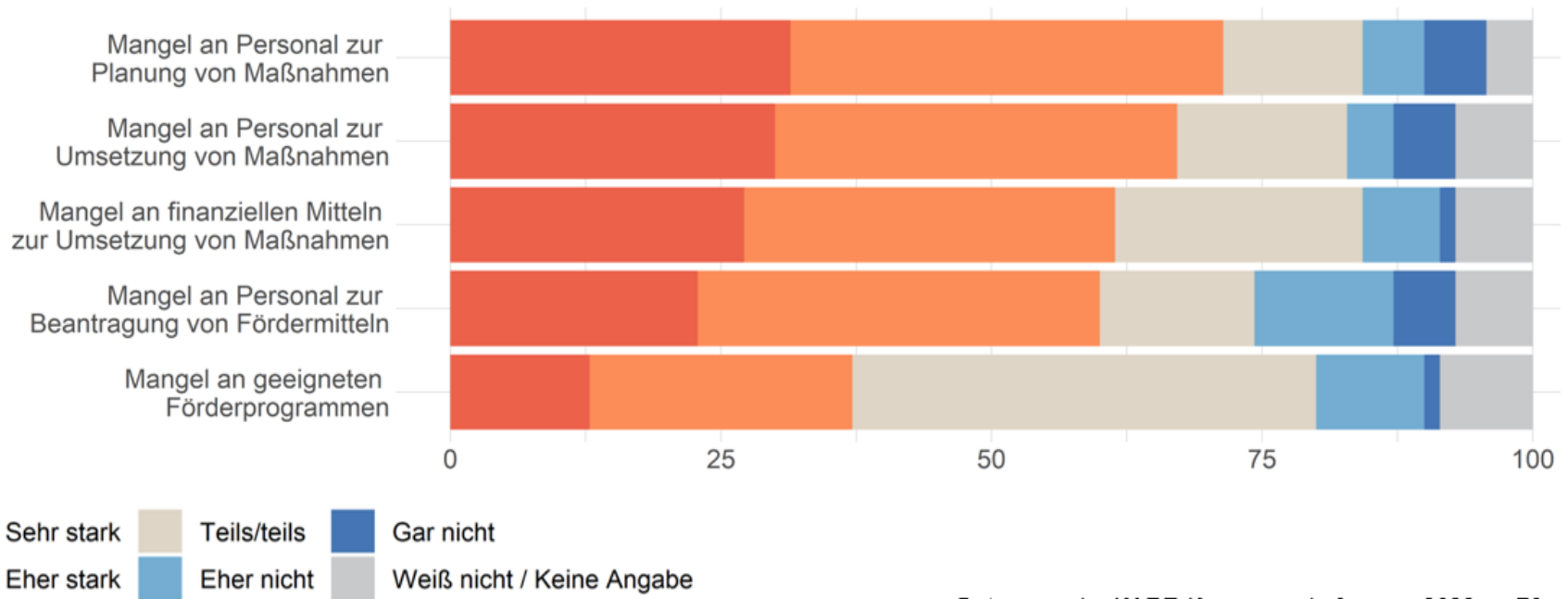


Schwierigkeiten bei der Veröffentlichung von Risikokarten



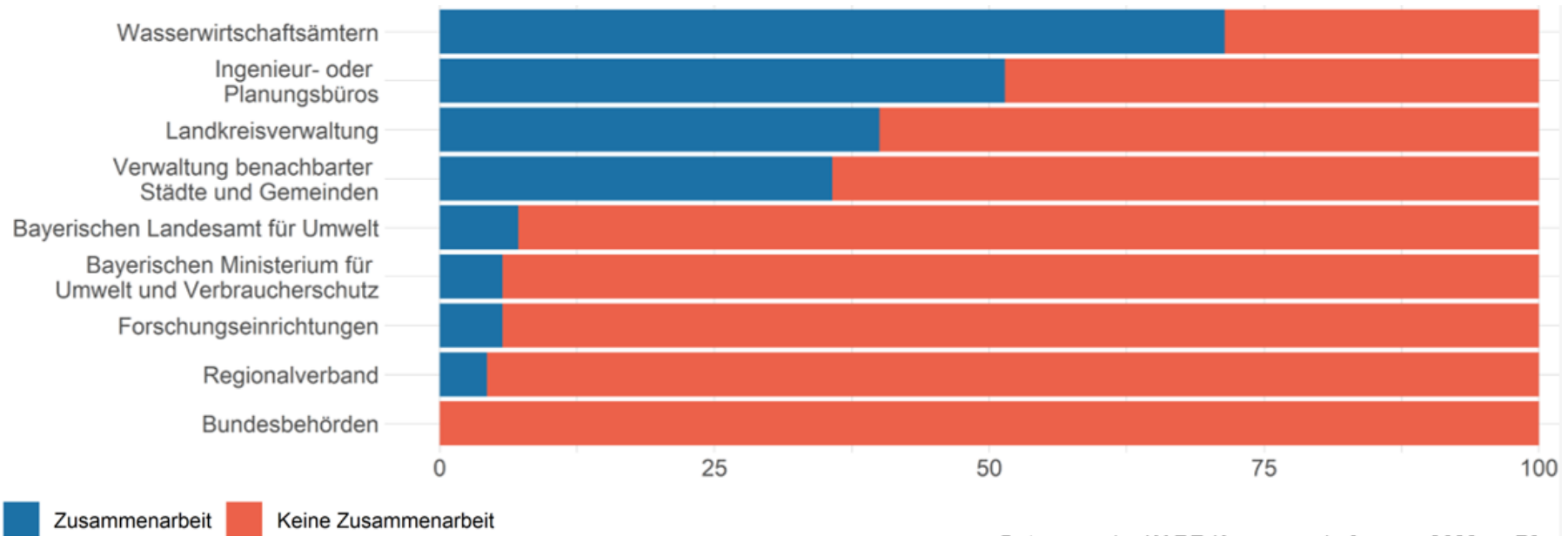
Daten aus der KARE-Kommunenbefragung 2022, n=70

Unzureichende Ressourcen für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen



Daten aus der KARE-Kommunenbefragung 2022, n=70

Kooperation der Städte und Gemeinden beim Starkregenrisikomanagement



Daten aus der KARE-Kommunenbefragung 2022, n=70

Hemmnisse für das Starkregenmanagement

Zuständigkeiten und rechtliche Fragen		Fehlende Ressourcen
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Eigentumsverhältnisse benötigter Flächen</i> • <i>Zugriff auf Flächen</i> • <i>die Genehmigungen einzelner Maßnahmen dauert viel zu lang!!!!</i> • <i>Es ist nicht klar, wer für das Thema zuständig ist.</i> • <i>Zuständigkeiten bei Umsetzung von Maßnahmen müssen geklärt werden</i> • <i>zu lange Planungs- und Genehmigungsverfahren</i> • <i>Bürokratie und Förderwirrwar</i> • <i>Zähe Behördliche Verfahren</i> 		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Unsere Gemeinde ist so klein, dass wir eine entsprechende Finanzierung nicht leisten können.</i> • <i>Unsere Verwaltung ist so klein, dass wir keinerlei freie Ressourcen für entsprechende Betreuung eines solchen Projektes haben</i> • <i>Kosten der Maßnahmen</i> • <i>An der zeitlichen Umsetzung in der Stadtverwaltung / Personal ist nicht vorhanden</i> • <i>Die größten Hürden sind: Personalaufwand in der Verwaltung und Kosten (2x)</i> • <i>Fehlende Kapazität im eigenen Bauamt (2x)</i> • <i>fehlende finanzielle Mittel (3x)</i> • <i>finanzielle Deckung</i> • <i>Personaldefizit</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fehlende Fachkompetenz in Verwaltung</i> • <i>Unübersichtliche Informationslage über Anforderungen, Ansprechpartner, Fördermöglichkeiten, etc.</i> • <i>Unwissenheit in der Umsetzung eines solchen Starkregenrisikomanagements.</i> 		<ul style="list-style-type: none"> • <i>immer mit Beteiligung der Gemeinden!</i> • <i>Mangelndes Bewusstsein in unserer Gemeinde für eine Hochwassergefahr</i> • <i>Bewusstseins-schaffung, "Sich-in-Sicherheit-wiegen", Verlass auf Feuerwehren</i> • <i>Die Interessen der einzelnen Akteure (Landwirtschaft, Industrie, private Haushalte, Gewerbe und Handel) gehen viel zu weit auseinander</i> • <i>Akzeptanz beim Bürger nicht gegeben, wenn kein Ereignis unmittelbar präsent</i> • <i>Fehlendes Problembewusstsein in Gremien und bei Bürgern</i>
Wissen und Information		Akzeptanz und Bewusstsein

Hitze in Städten

Hier war es am 25. Juli am heißesten

Station		Temperatur
Lingen (NI)	17.00	42,6°C
Duisburg - Baerl (NW)	16.40	41,2°C
Tönisvorst (NW)	16.20	41,2°C
Köln - Stammheim (NW)	16.30	41,1°C
Kleve (NW)	17.40	40,9°C
Bonn - Roleber (NW)	15.10	40,9°C
Düsseldorf (NW)	18.00	40,7°C
Trier - Petrisberg (RP)	15.50	40,6°C
Weilerswist - Lommersum (NW)	14.50	40,6°C
Waltrop - Abdinghof (NW)	17.00	40,5°C
Kahl/Main (BY)	15.50	40,4°C

Die Daten unterlaufen einer automatischen Qualitätskontrolle, gelten dennoch als vorläufig. Weitere Infos beim DWD (PDF)

Quelle: Deutscher Wetterdienst



ZURES
Zukunftsorientierte Vulnerabilitäts- und Risikoanalyse als Instrument zur Förderung der Resilienz von Städten und urbanen Infrastrukturen

Zukunftsstadt

Logos: Bundesministerium für Bildung und Forschung, FONA, ireus, IRPUD, agl, GEO, STADT CITY VILLE BONN.

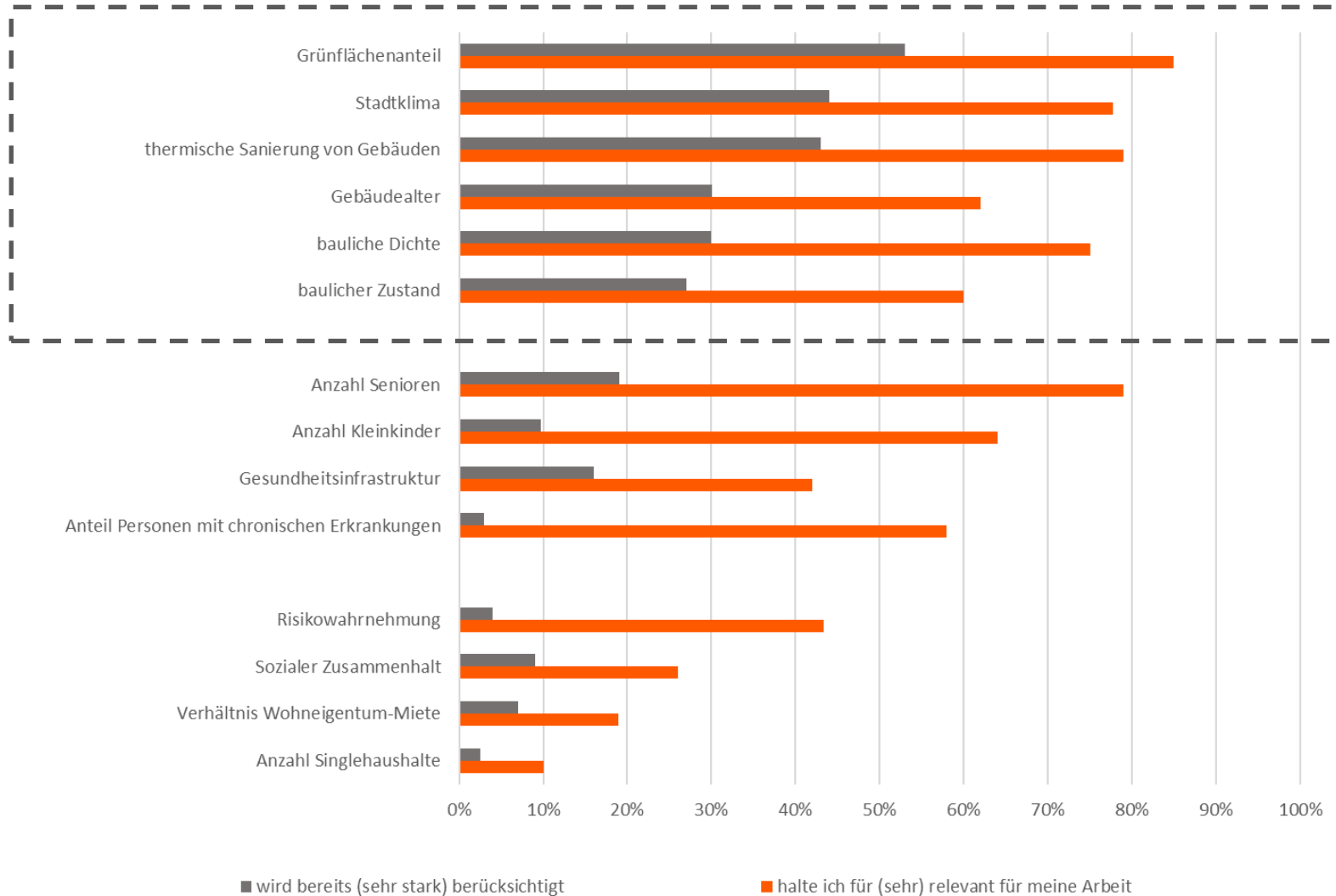
Das wärmste Bonner Jahr seit 1895
Durchschnittstemperatur lag 2018 bei 12,9 Grad. Nur Februar und März waren kühler als normal

HITZE IN BONN Mit 41,2 Grad Celsius wurde am Mittwoch die bislang höchste Temperatur gemessen. In der Innenstadt bieten zahlreiche Geschäfte und Cafés kostenlos Wasser an. Und auch die Trinkbrunnen sind im Dauerbetrieb

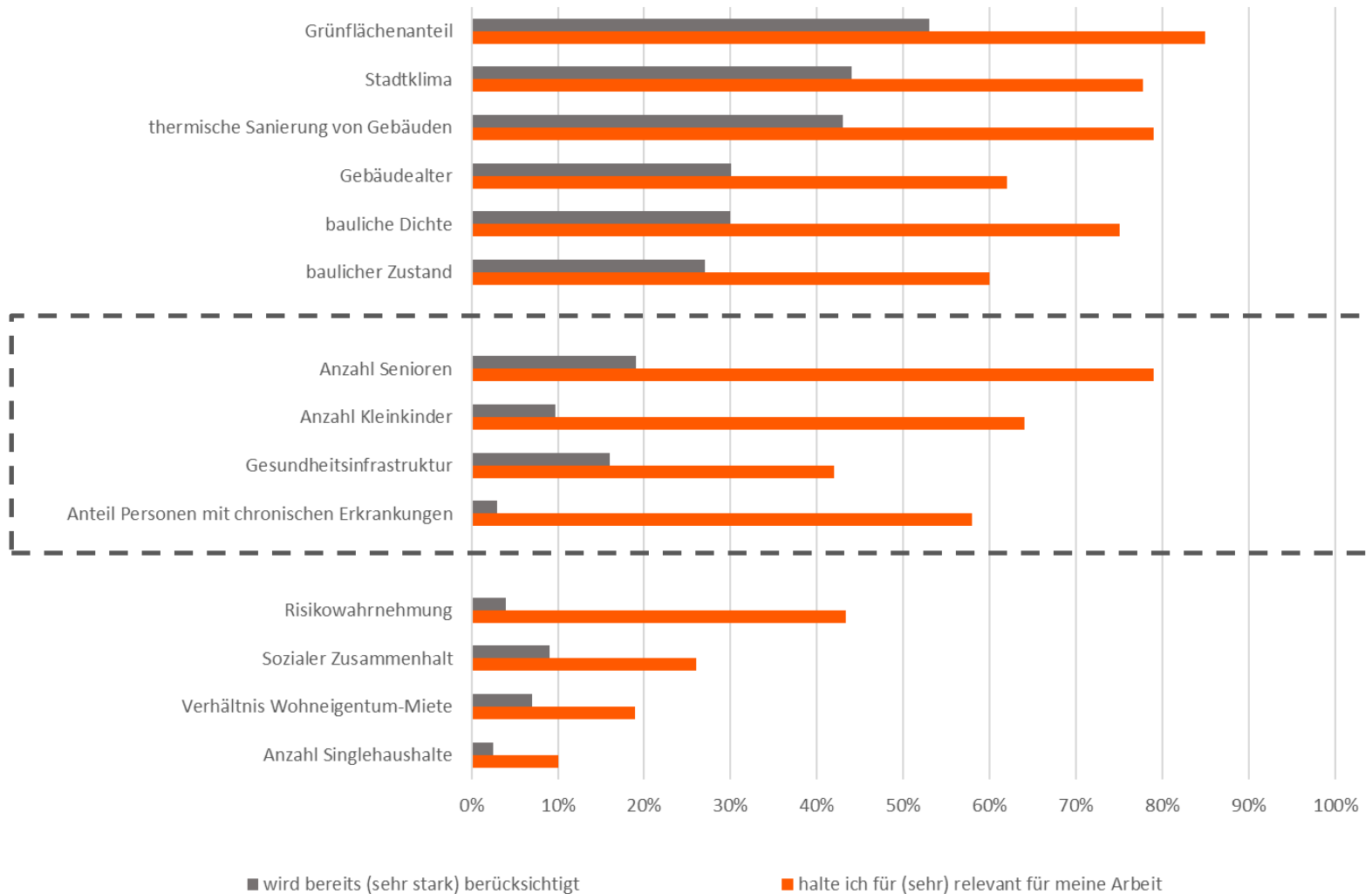
Ein Rekord jagt den nächsten

Stadttyp	Größe	Anzahl nach BBSR	Kontak- tiert	Rück- lauf
größere Kleinstadt	10.000 bis unter 20.000 EinwohnerInnen	876	438	34
kleinere Mittelstadt	20.000 bis unter 50.000 EinwohnerInnen	507	253	28
größere Mittelstadt	50.000 bis unter 100.000 EinwohnerInnen	109	55	14
kleinere Großstadt	100.000 bis unter 500.000 EinwohnerInnen	63	31	9
große Großstadt	mehr als 500.000 EinwohnerInnen	15	7	4

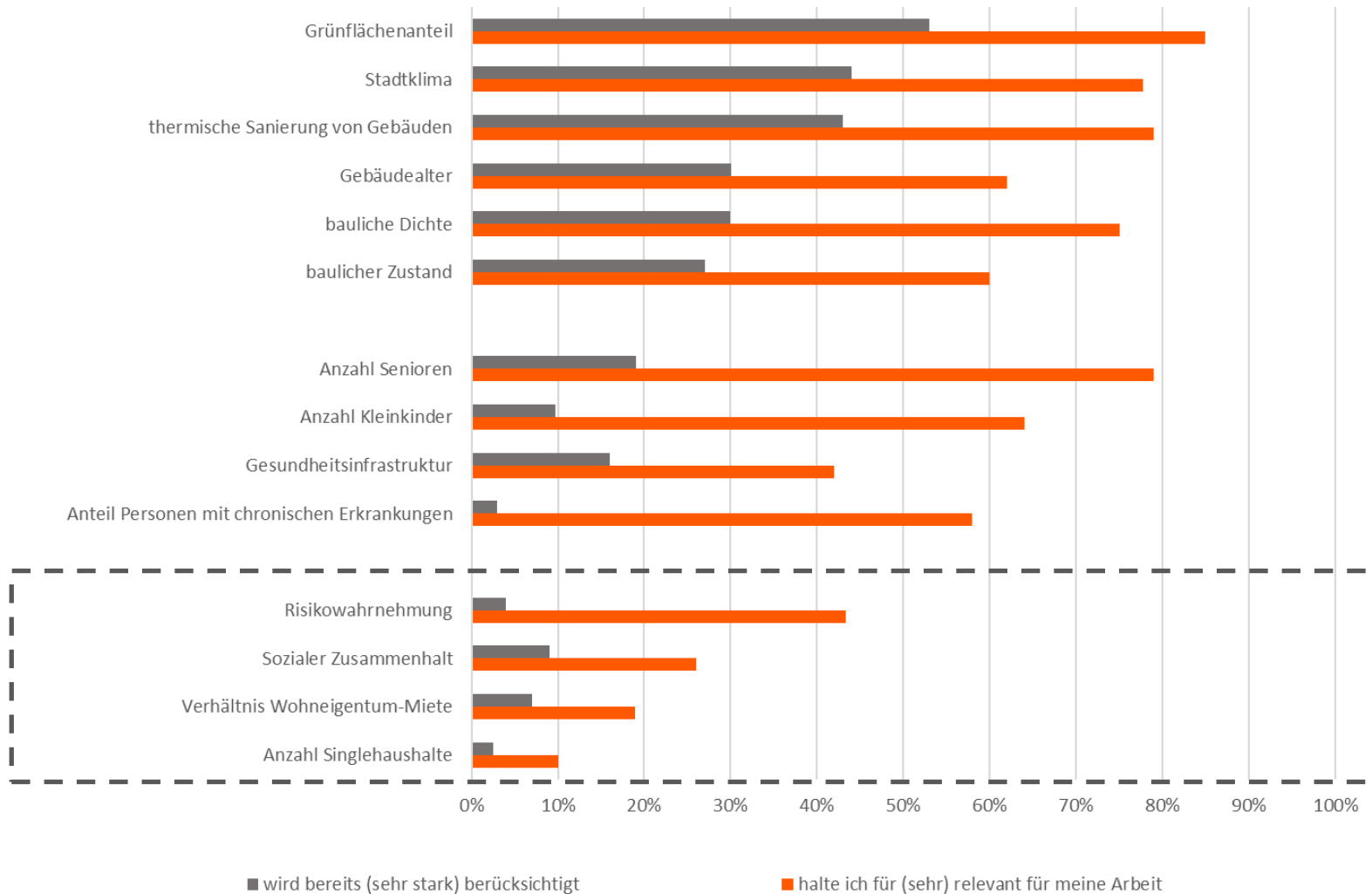
Planungsrelevante Informationen und Aspekte



Planungsrelevante Informationen und Aspekte



Planungsrelevante Informationen und Aspekte



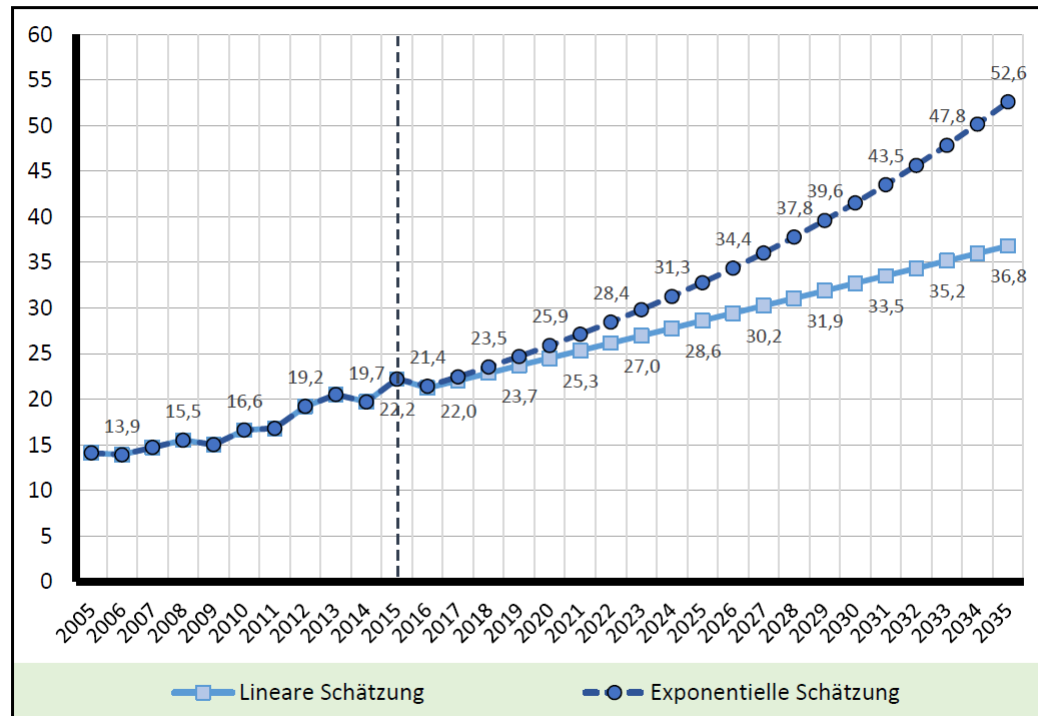
Zukunftsabschätzungen in der Anpassungsplanung

- Die allermeisten nationalen Anpassungsstrategien und -pläne beinhalten keine Abschätzung zukünftiger Exposition und Verwundbarkeit.
- Das führt zu unausgewogenen Annahmen von Risikotrends und Anpassungserfordernissen.



Altersarmut und Verwundbarkeit in München

Darstellung 14: Einkommensarmutsrisikoquoten-Trendschätzungen für München 2016 bis 2035 (regionaler Median), 65-Jährige und Ältere (in Prozent)



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen auf Basis von Mikrozensus-Sonderauswertungen von it.nrw (mit Trendschätzungen ab 2016)



Haushaltsbefragung in Bonn

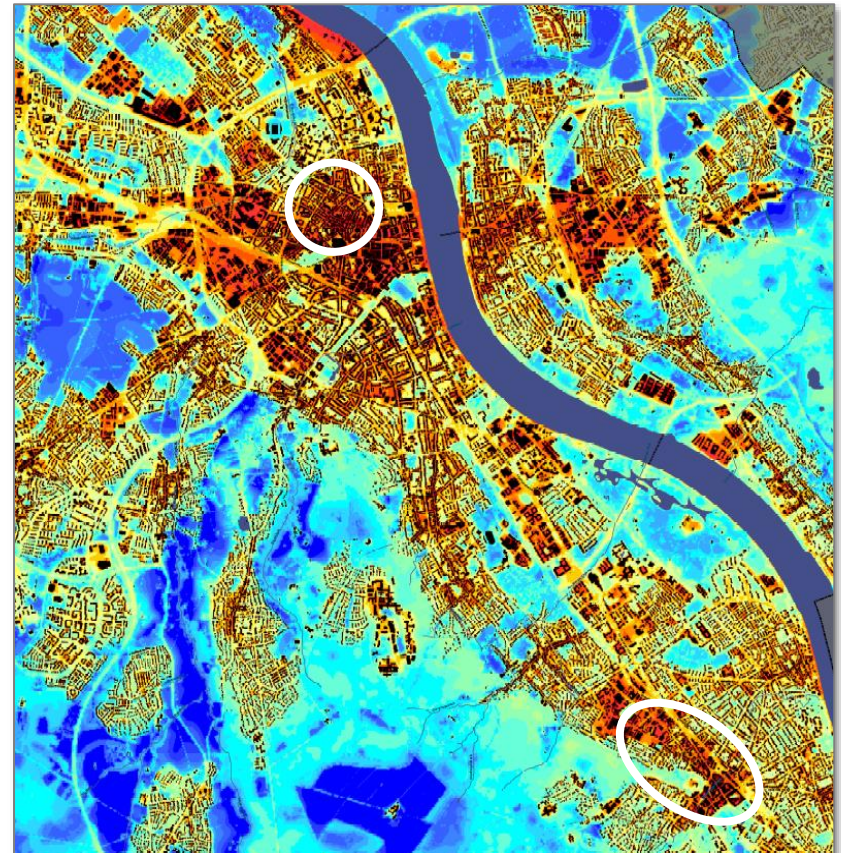
N= 688 Haushalte

Zeitraum:

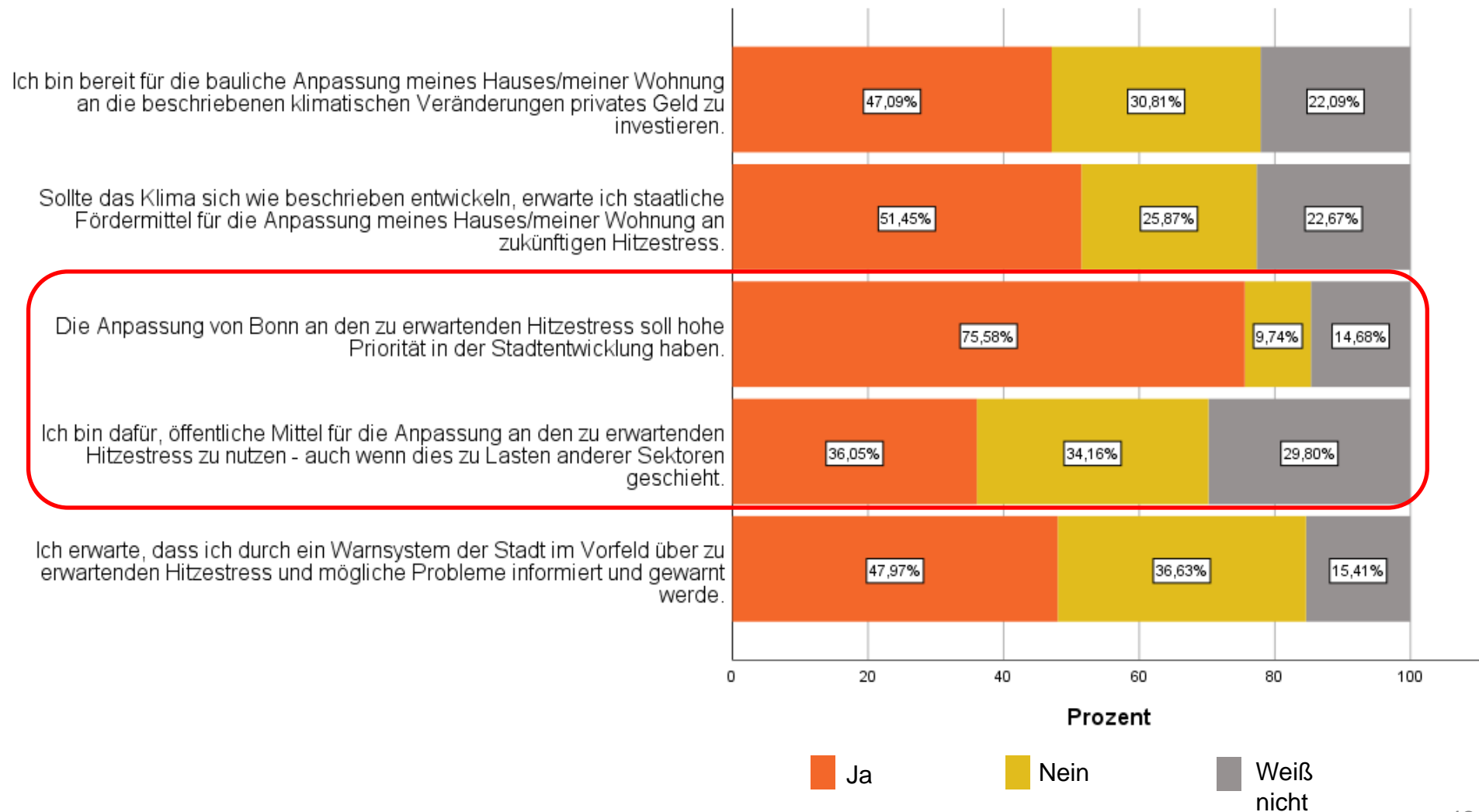
22.05.2018 – 22.09.2018

Tablet-based

13 BefragerInnen



Prioritäten- und Aufgabenverteilung



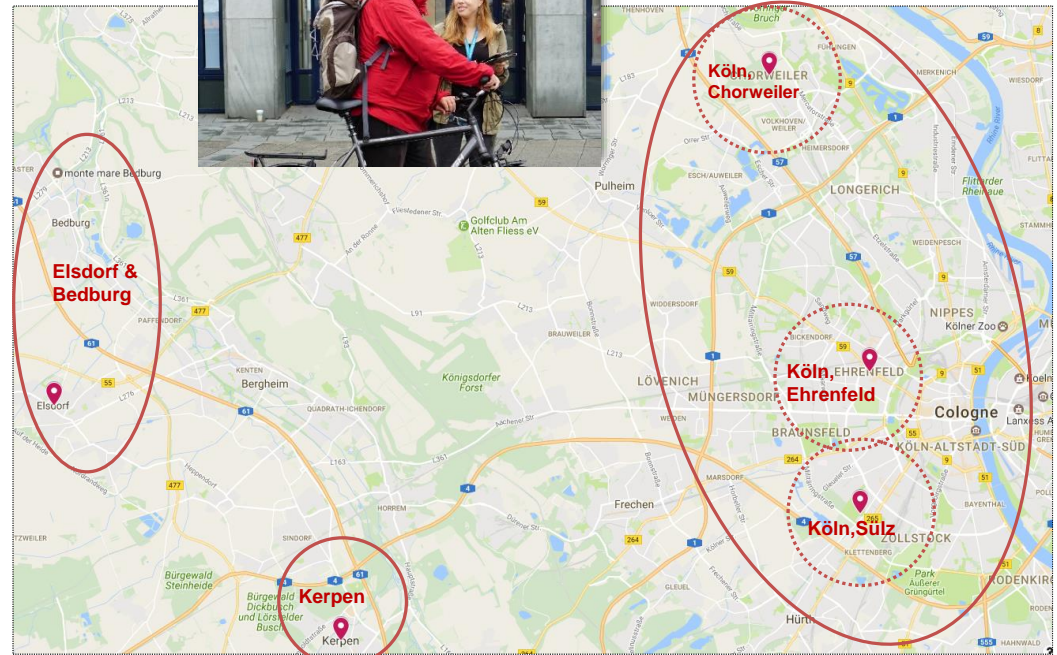
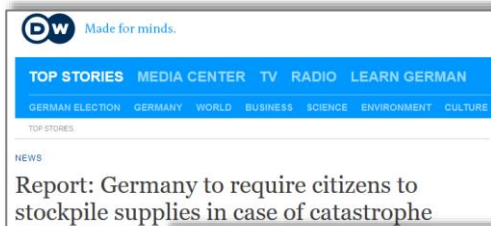
Mindestversorgung im Katastrophenfall



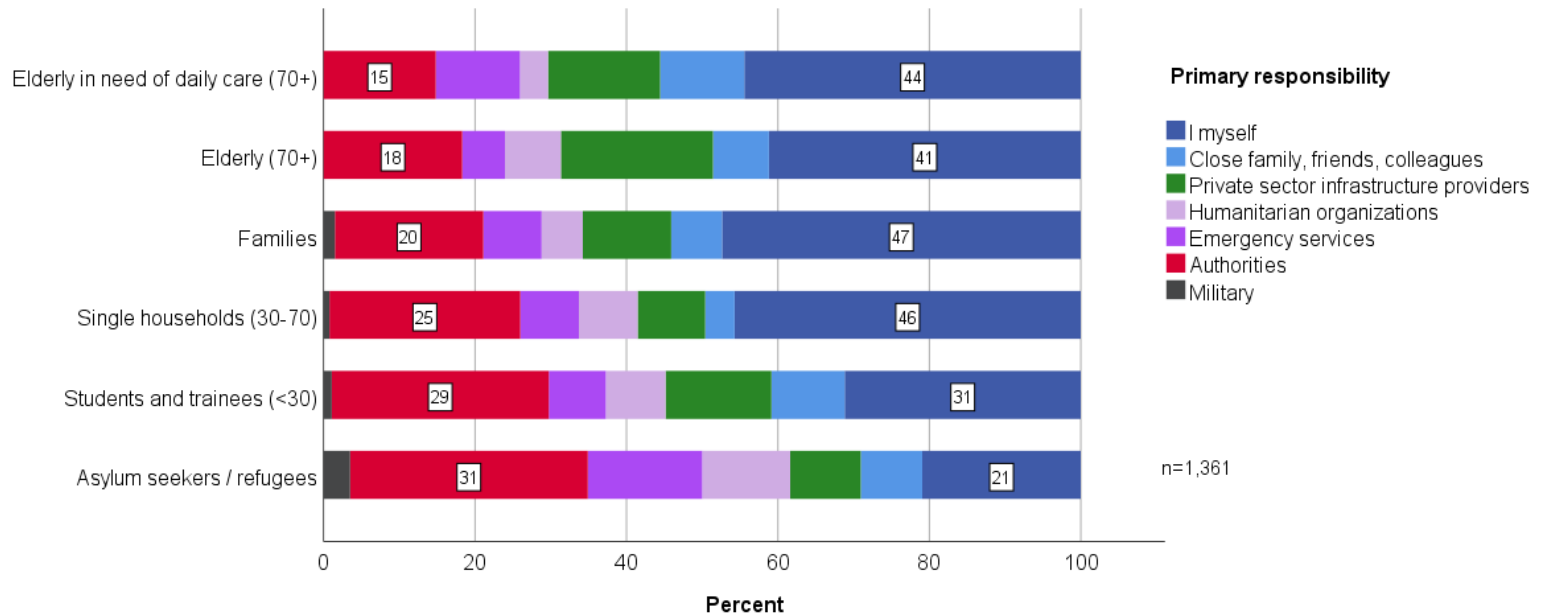
Linking critical infrastructure resilience to social vulnerability through minimum supply concepts



Gefördert durch



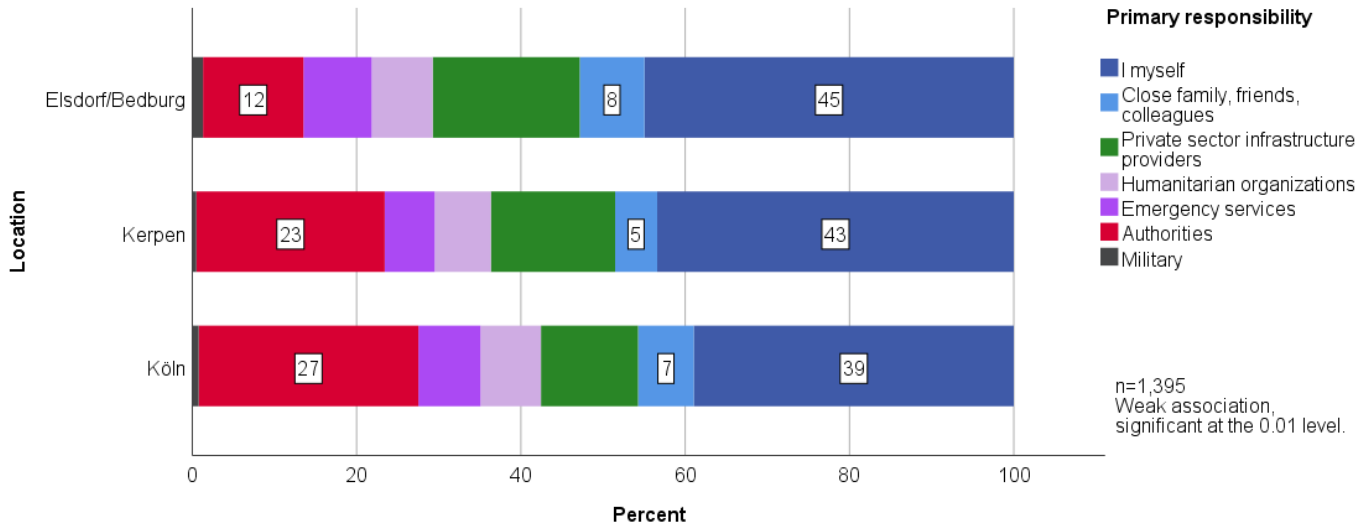
Zuschreibung von Verantwortung



Zuschreibung von Verantwortung



Perception on responsibility for emergency care and supply in case of infrastructure failure (3-5 days)



1. Klimawandelrisiken steigen schnell und stark an. Die Auswirkungen sind bereits heute deutlich spürbar und werden in den nächsten Dekaden weiter zunehmen – leider auch, wenn die Erwärmung auf 1,5°C oder 2°C begrenzt wird. Dies stellt den Bevölkerungsschutz vor massive – teilweise neue – Aufgaben.
2. Die Klimawandelanpassung – und die Anpassung des Bevölkerungsschutzes – wird weltweit und in Deutschland vorangetrieben, greift aber bislang in vielen Belangen zu kurz. Ein tiefergehender, schnellerer und koordinierterer institutioneller Wandel ist notwendig, um Risiken effektiv entgegenzuwirken.
3. Die Herausforderungen für einen klimaresilienten Bevölkerungsschutz sind vielfältig und umfassen u.U. Aspekte der Risikobemessung und -standardisierung, der Risikokommunikation und v.a. der Klarstellung bzw. Aushandlung von Verantwortlichkeiten.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

m.garschagen@lmu.de

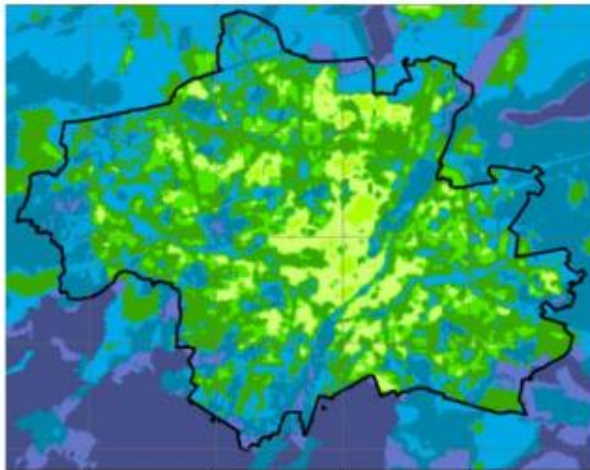
Abb. 69 Spezifische Erkrankungen nach Einkommensgruppen
in Prozent

Erkrankungen/Symptome	Einkommensgruppen			
	arme Haushalte	untere Mitte	obere Mitte	reiche Haushalte
Bluthochdruck	30 %	24 %	17 %	15 %
Arthrose/degenerative Erkrankungen	19 %	16 %	9 %	8 %
erhöhtes Cholesterin	19 %	14 %	9 %	15 %
chronische Rückenschmerzen	17 %	14 %	11 %	10 %
Asthma/Atemwegserkrankungen	12 %	7 %	5 %	5 %
psychische Erkrankungen	11 %	5 %	4 %	5 %
Diabetes	11 %	5 %	3 %	2 %
chronische Magen-/ Darmbeschwerden	9 %	5 %	4 %	4 %
koronare Herzerkrankung	7 %	6 %	3 %	2 %
Osteoporose	6 %	3 %	2 %	2 %

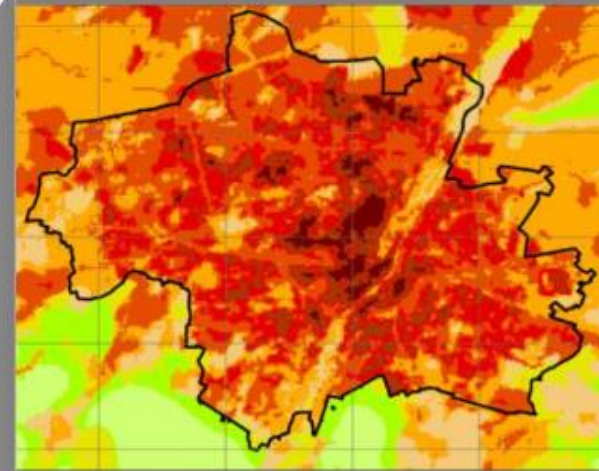
Quelle: Landeshauptstadt München, Sozialreferat/Referat für Gesundheit und Umwelt – Besogela; Berechnungen RGU¹⁰⁵

Sommertage in München

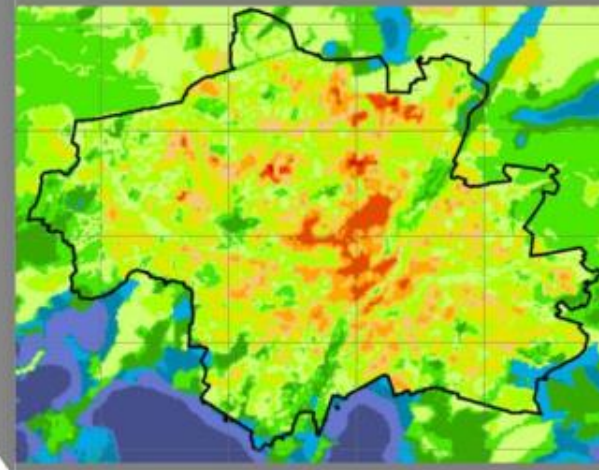
Vergangenheit (1971-2000)



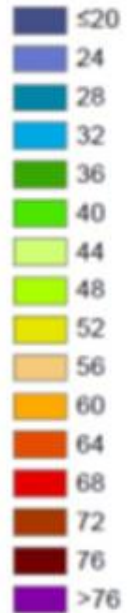
Zukunft (2041-2071)



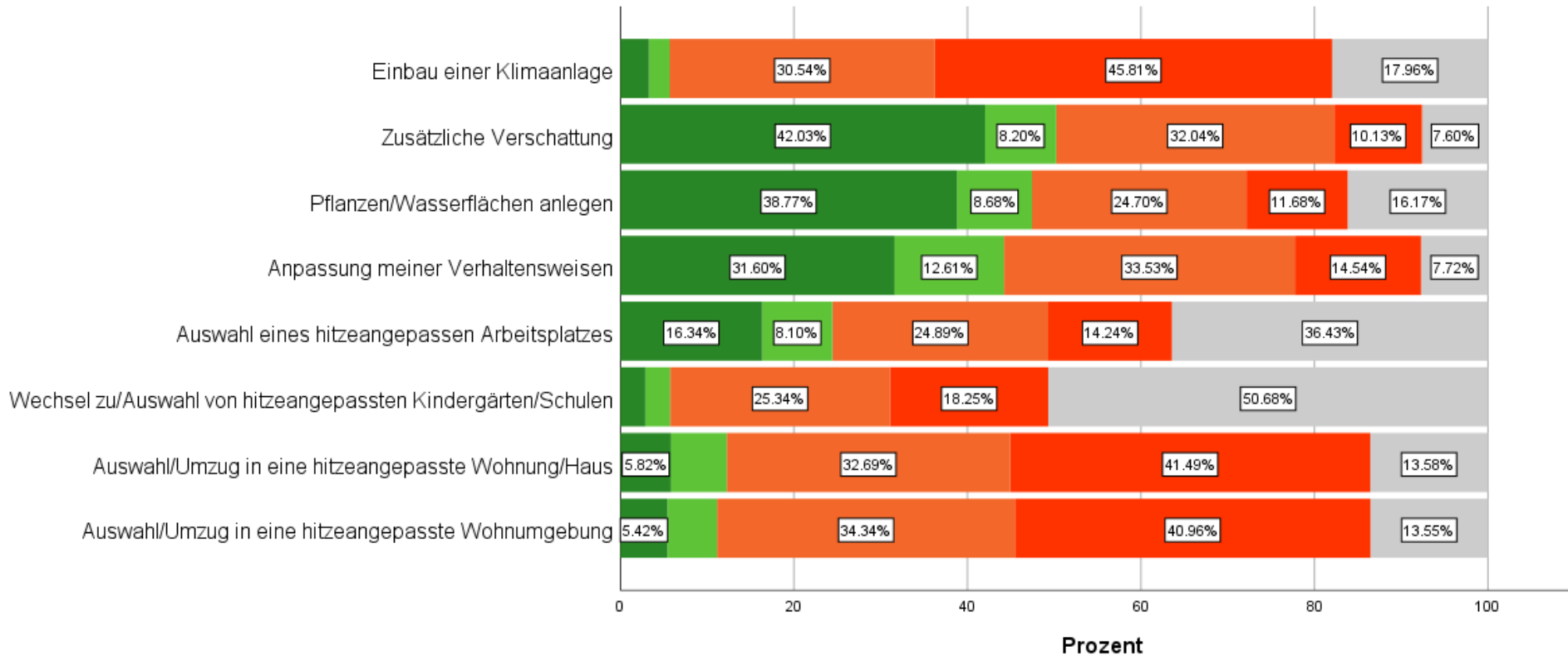
85. Perzentil



15. Perzentil



Maßnahmen zum Schutz gegen Hitzewellen



■ Bereits umgesetzt
 ■ In Umsetzung
 ■ Würde ich bei beschriebener Veränderung des Stadtklimas bis 2030 umsetzen
 ■ Keine Option (weder heute noch in Zukunft)
 ■ Trifft auf mich nicht zu