

Dr. Franziska S. Hanf (Meteorologisches Institut, Universität Hamburg)

Dr. Benjamin Poschlod (Research Group Climate Extremes, Universität Hamburg)

Die „Hamburg Urban Water Risk Map“ zur Visualisierung von Wasser-Risiken in Hamburg – Wie geht man mit Compound Events um?

“Hamburg Map”

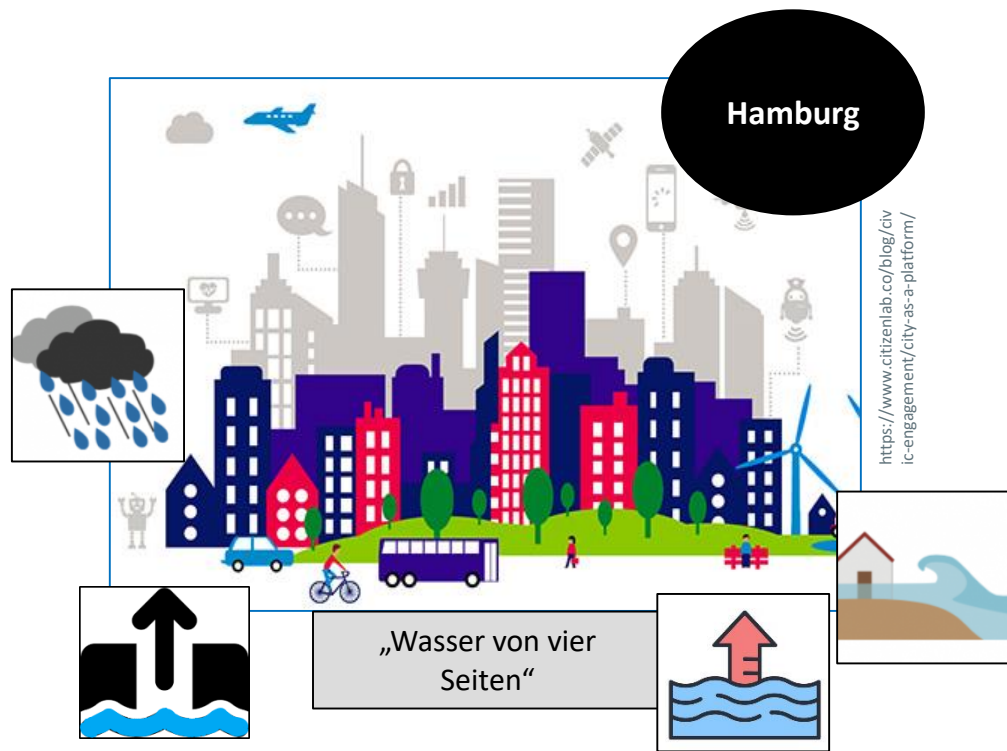
- GIS-Karte von Hamburg mit verschiedenen Layern
- Darstellung der C1 Projektergebnisse
- Einfacher Zugang zum Modellgebiet

C1 Hamburg Map		
Layer	■ Alle Messstationen ■ Niederschläge ■ Bodentypen ■ Relief ■ Grundwasser ■ Indikatoren für Hochwasser ■ Indikatoren für Sturmfluten ■ Bebauung ■ Bevölkerungsdichte und -zusammensetzung ■ Infrastruktur ■ Eigentumsformen ■ Stakeholder/Akteure ■ Authorities and responsibilities ■ Adaptive Buildings	■ Green spaces ■ Gründachkarten ■ Versickerungskarten ■ Entsiegelungs-Potenzialkarte ■ Misch-, Schmutz-, Regenwassersiele (HW) ■ Starkregenkarte (HW/BUKEA) ■ RISA Pilot-Projekte ■ Verortung weiterer Projekte in Fokusgebieten ■ Expositionen von Personen und Objekten ■ Verwundbarkeiten ■ Risiko Karten
Verwendung	■ Intern: räumliche Darstellung der Modellergebnisse, der verschiedenen Eigenschaften der Fokusgebiete und der Anpassungsmaßnahmen der Szenarien ■ Extern: übersichtliche Darstellung von Projektergebnissen gegenüber Stakeholdern und der Öffentlichkeit	

Ergebnisse einer Brainstorming Übung innerhalb des C1 Teams (2020)

“Hamburg Urban Water Risk Map”

- Konzeptionelle Weiterführung und Fokussierung auf Wasserrisiken
- Identifikation zukünftiger “hot spots” urbaner Wasserrisiken
- Kombination von Daten zur Risikobewertung
- Integration bestehender Kartenwerke
- Wissenschaftliches Kommunikationstool (Atlas)
- Transdisziplinäre Bearbeitung



- Potenzial für nachteilige Folgen für menschliche oder ökologische Systeme (*IPCC, 2019*)
- Dynamische Wechselwirkungen der drei Risikokomponenten
 - Klimabedingte Gefahr (*Hazard*)
 - Exposition (*Exposure*)
 - Verwundbarkeit (*Vulnerability*)
- Grundlage für die Risiko-Analyse und Umsetzung von möglichen Anpassungsmaßnahmen

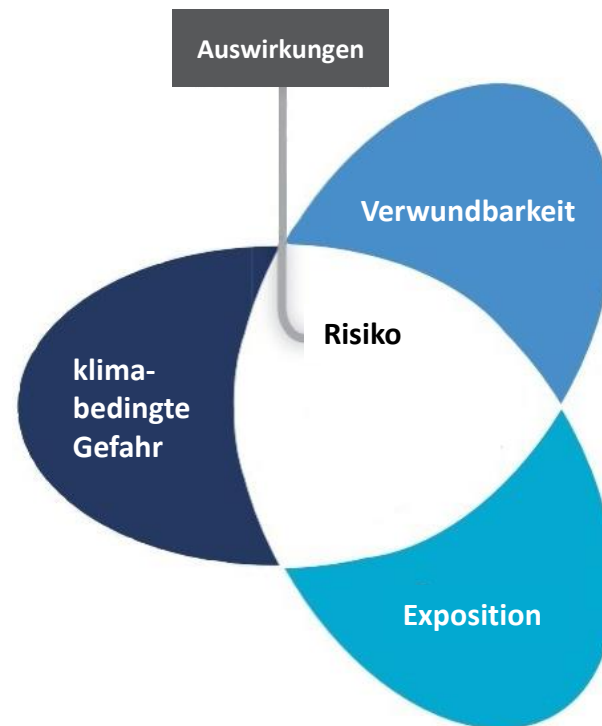


Abbildung aus IPCC (2014), angepasst durch Franziska S. Hanf

Bestehendes Kartenmaterial der Stadt Hamburg

Gefahrenkarte: Küstenhochwasser

Issues & Topics

More tools

Legend

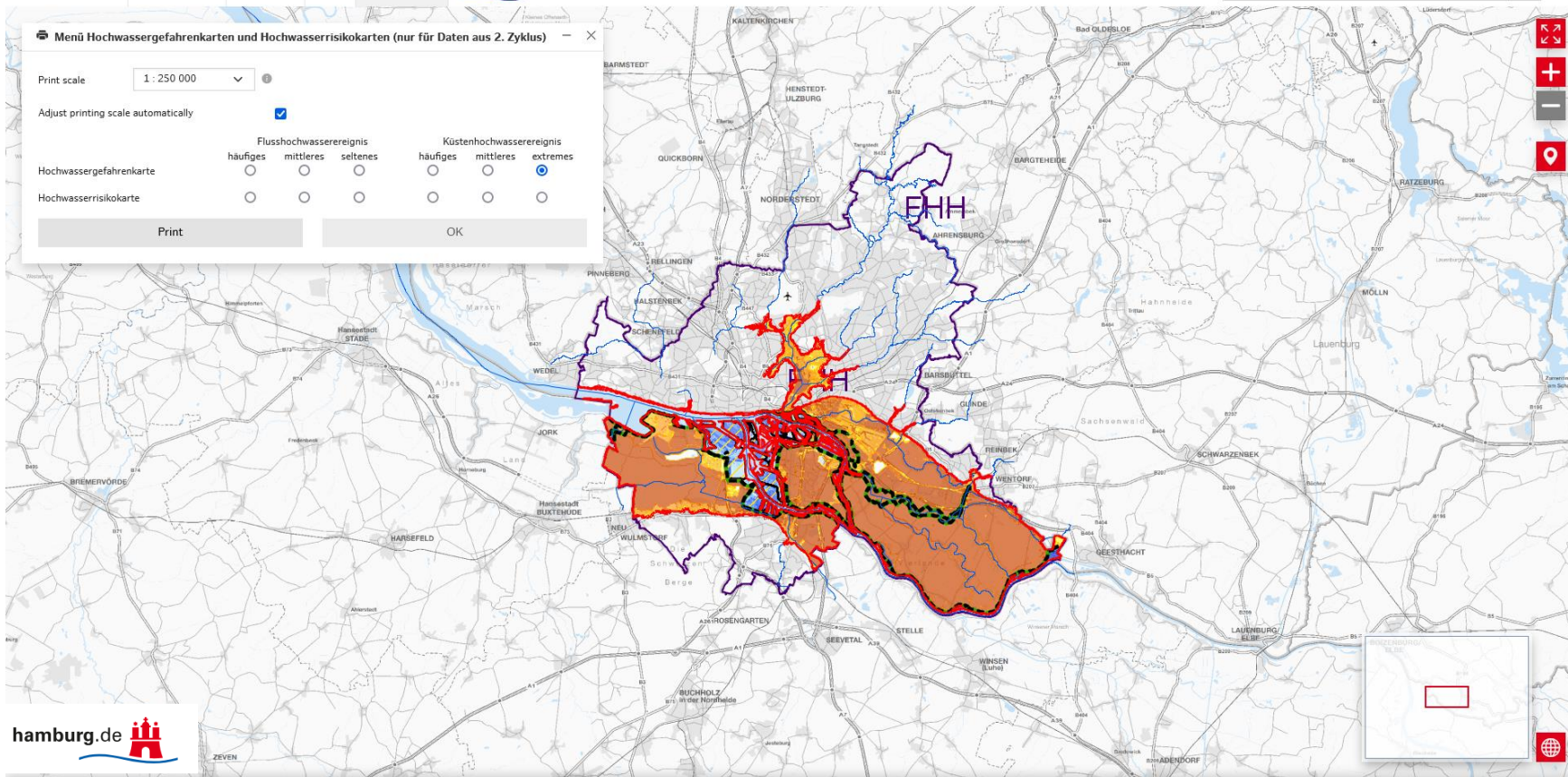
Mail

Print map

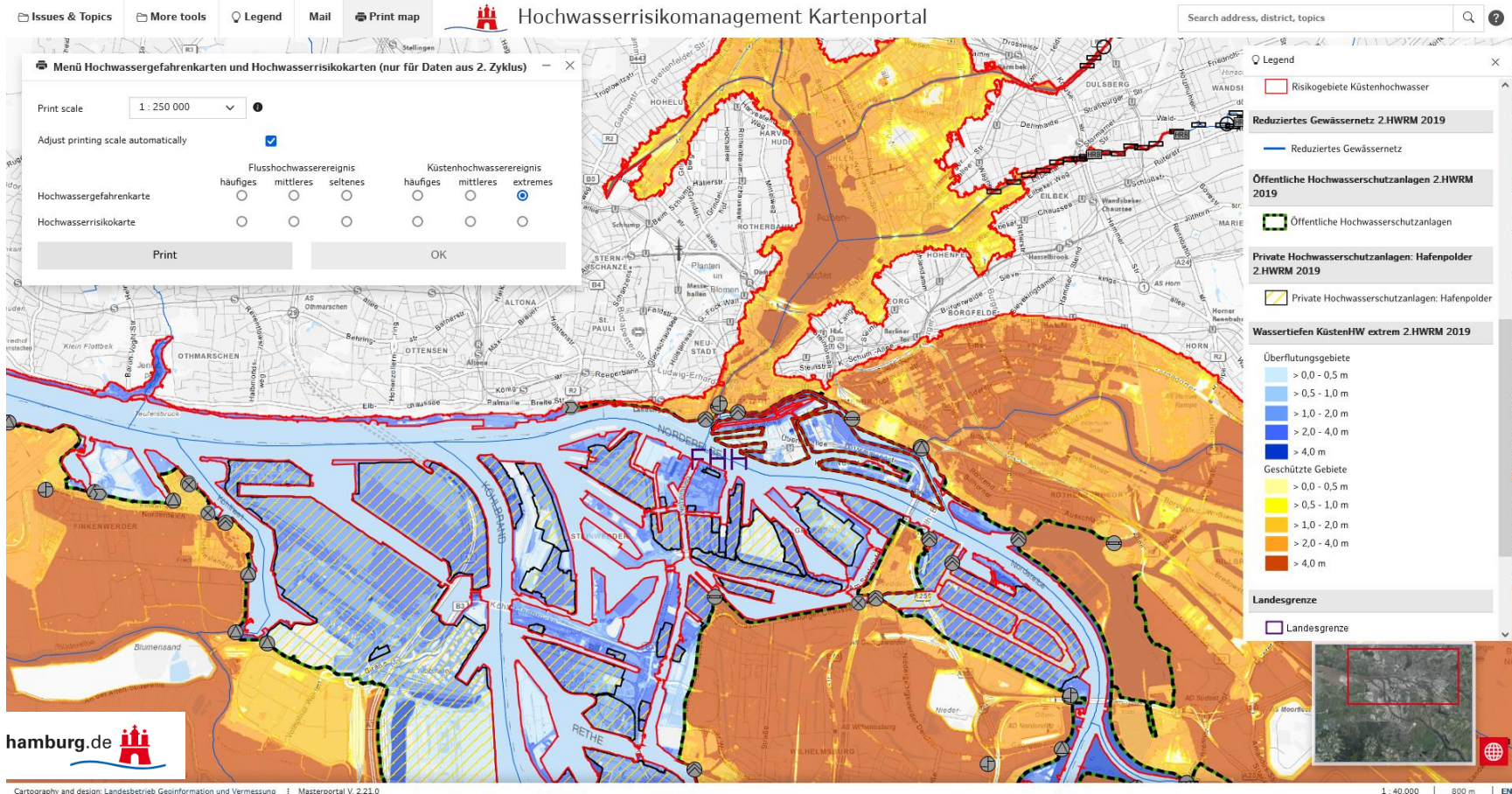


Hochwasserrisikomanagement Kartenportal

Search address, district, topics



Gefahrenkarte: Küstenhochwasser



Gefahrenkarte: Flusshochwasser

Issues & Topics

More tools

Legend

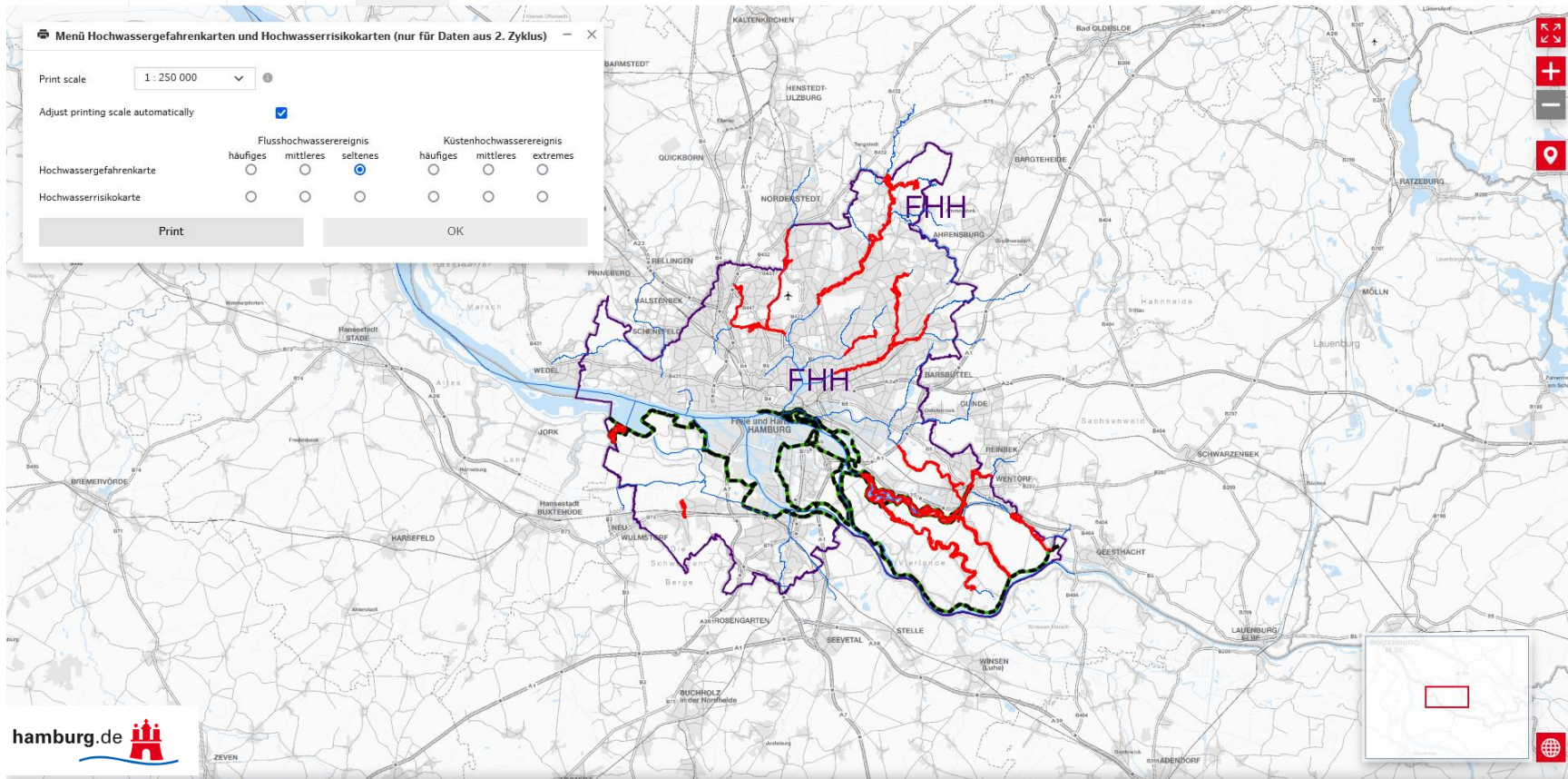
Mail

Print map



Hochwasserrisikomanagement Kartenportal

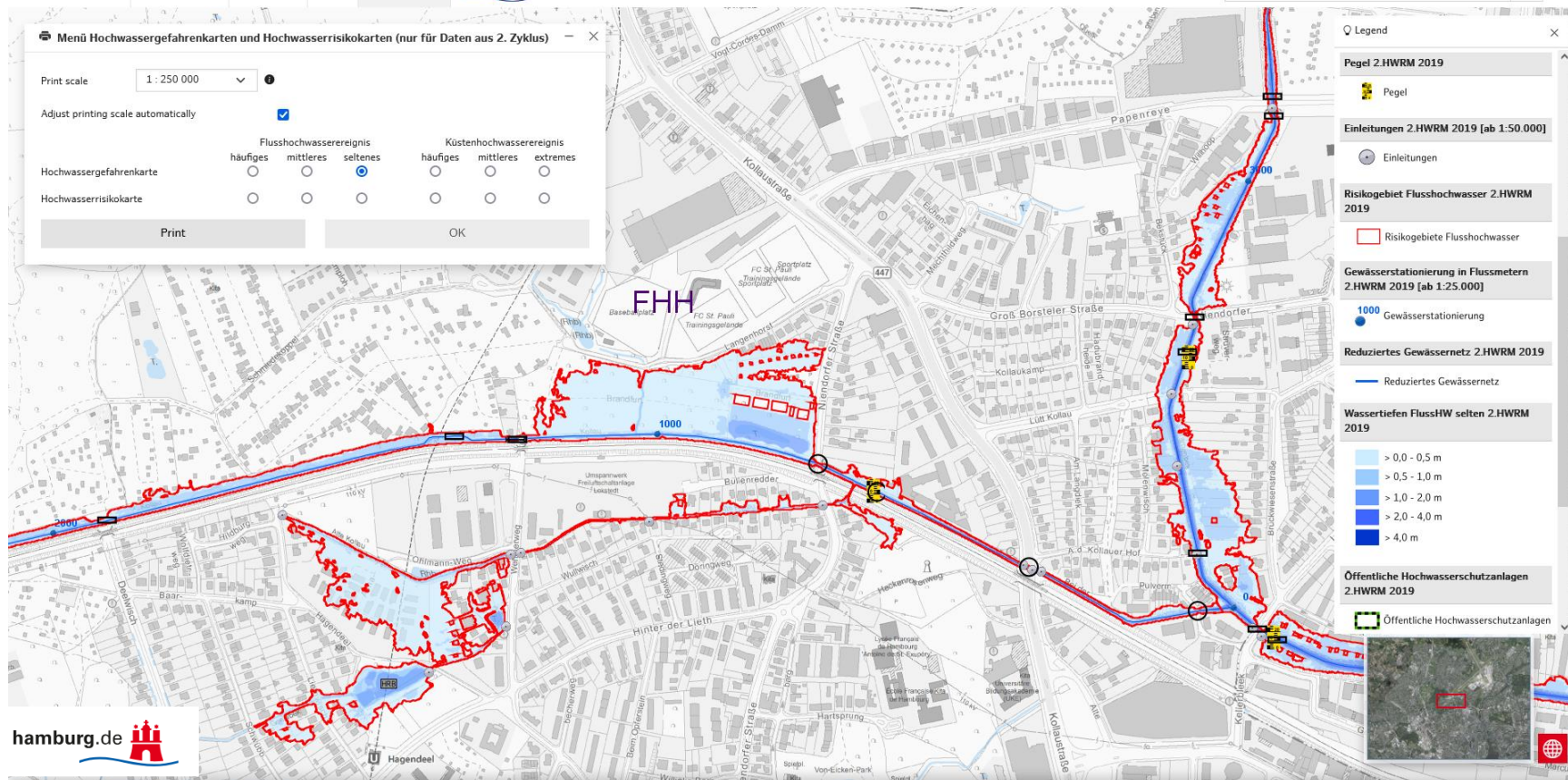
Search address, district, topics



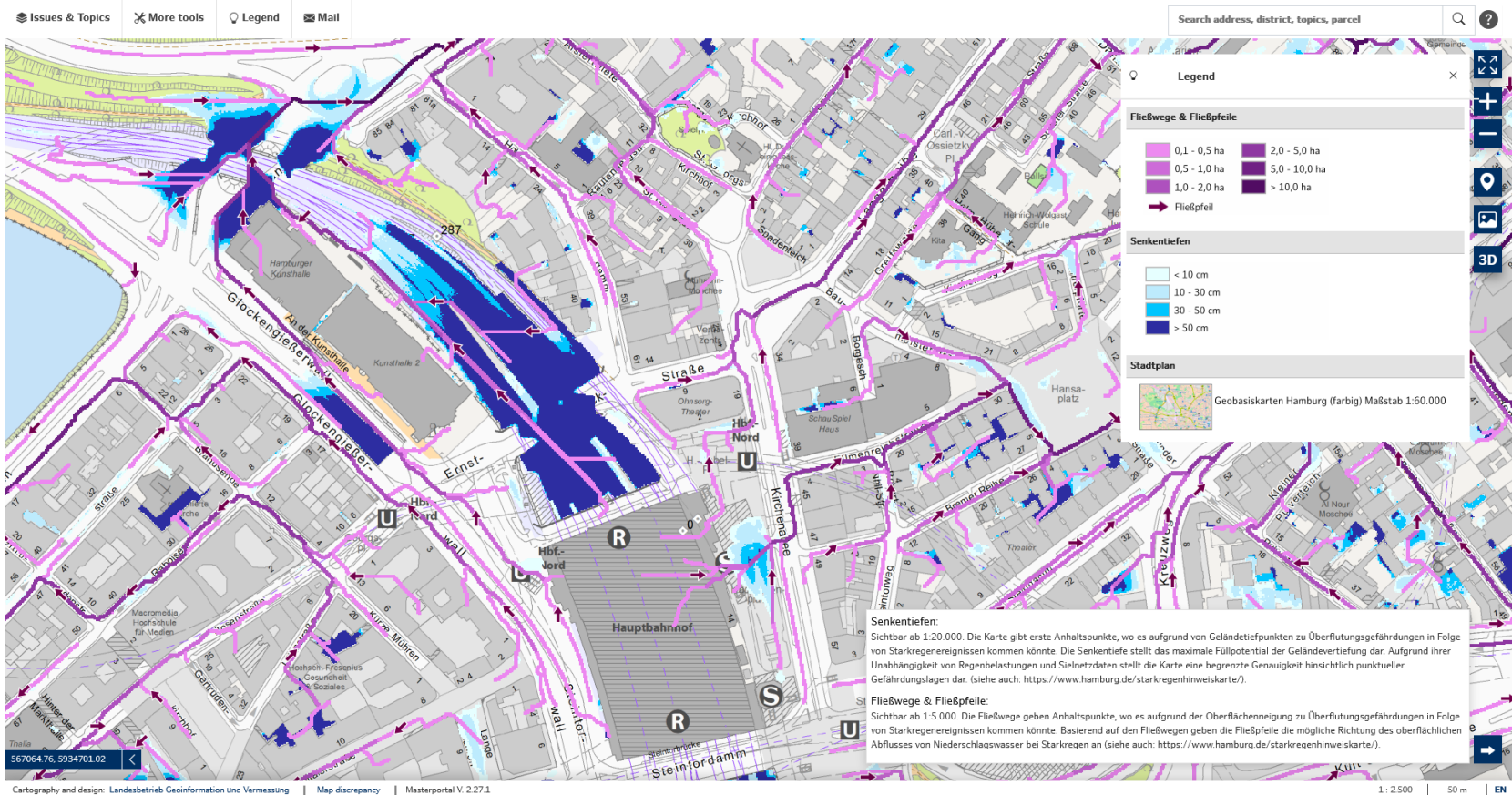
Gefahrenkarte: Flusshochwasser

Issues & Topics More tools Legend Mail Print map Hochwasserrisikomanagement Kartenportal

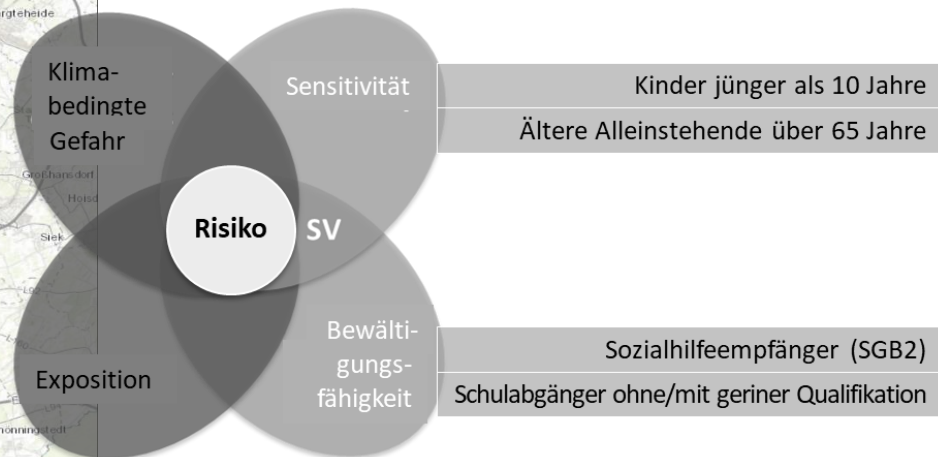
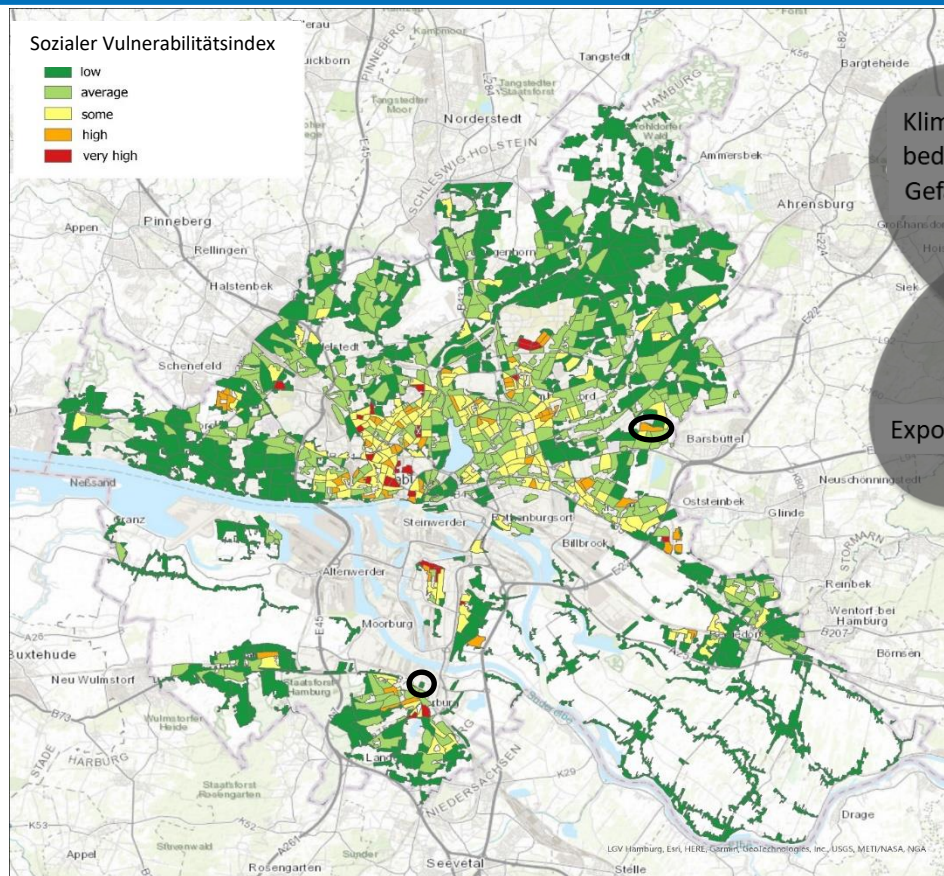
Search address, district, topics



Starkregenhinweiskarte



Ergebnisse aus dem CLICCS C1 Projekt



Abbildungen aus von Szombathely et al. (in Review),
 angepasst durch Franziska S. Hanf

Existierende Gefahren- und Risikokarten

- Klimawandel nicht berücksichtigt
- Univariate Betrachtung

Was ist neu an der Hamburg Urban Risk Map?

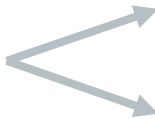
- Zusammenführen verschiedener Gefahren in einer Karte
- Gemeinsame Darstellung mit Sozialen Vulnerabilitäts Index (SVI)
- Identifikation zukünftiger “hot spots” urbaner Wasserrisiken
- Aktuelle Forschungsergebnisse zu Naturgefahren (z.B. Hitzestress)

- **Bower (2020)** Bouwer, L. (2020). Climate risk information: An essential service for planning. GERICS-articles.
<https://www.openaccessgovernment.org/climate-risk-information/97087/>
- **IPCC (2014)** IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.
- **von Szombathely et al. (in Review)** von Szombathely, M., Hanf, F. S., Bareis, J., Meier, L., Oßenbrügge, O. and Pohl, T. An index-based approach to assess social vulnerability to water-related hazards for Hamburg, Germany; in Review

Part II

Dr. Benjamin Poschlod (Research Group Climate Extremes, Universität Hamburg)

**„Compound weather and climate events“
Wie relevant sind diese Ereignisse für Hamburg?**

„Compound events“  Zusammengesetzte Ereignisse
Extreme events in Kombination

Keine griffige/passende deutsche Übersetzung vorhanden.

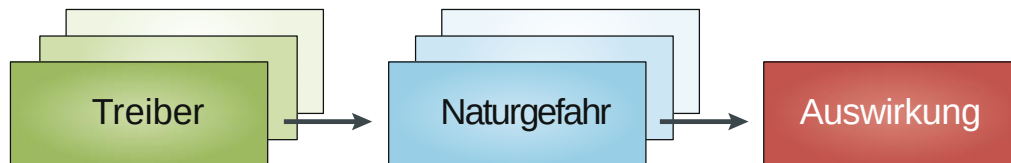


Vorschläge jederzeit willkommen!

„Compound weather and climate events...

...refer to the **combination of multiple drivers and/or hazards** that contributes to **societal or environmental risk**."

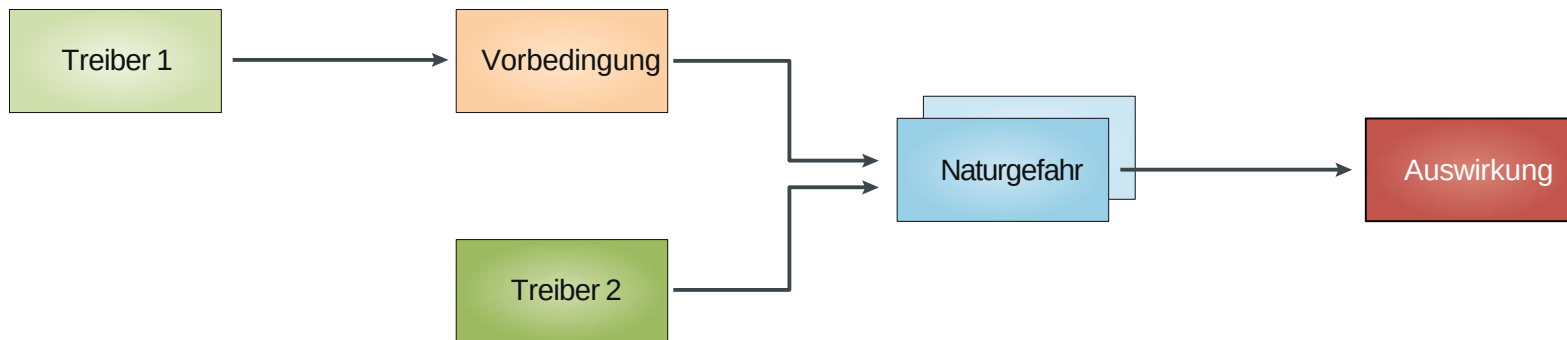
...beziehen sich auf die **Kombination mehrerer Treiber** und/oder **Naturgefahren**, die zu einem **gesellschaftlichen oder ökologischen Risiko** beitragen.



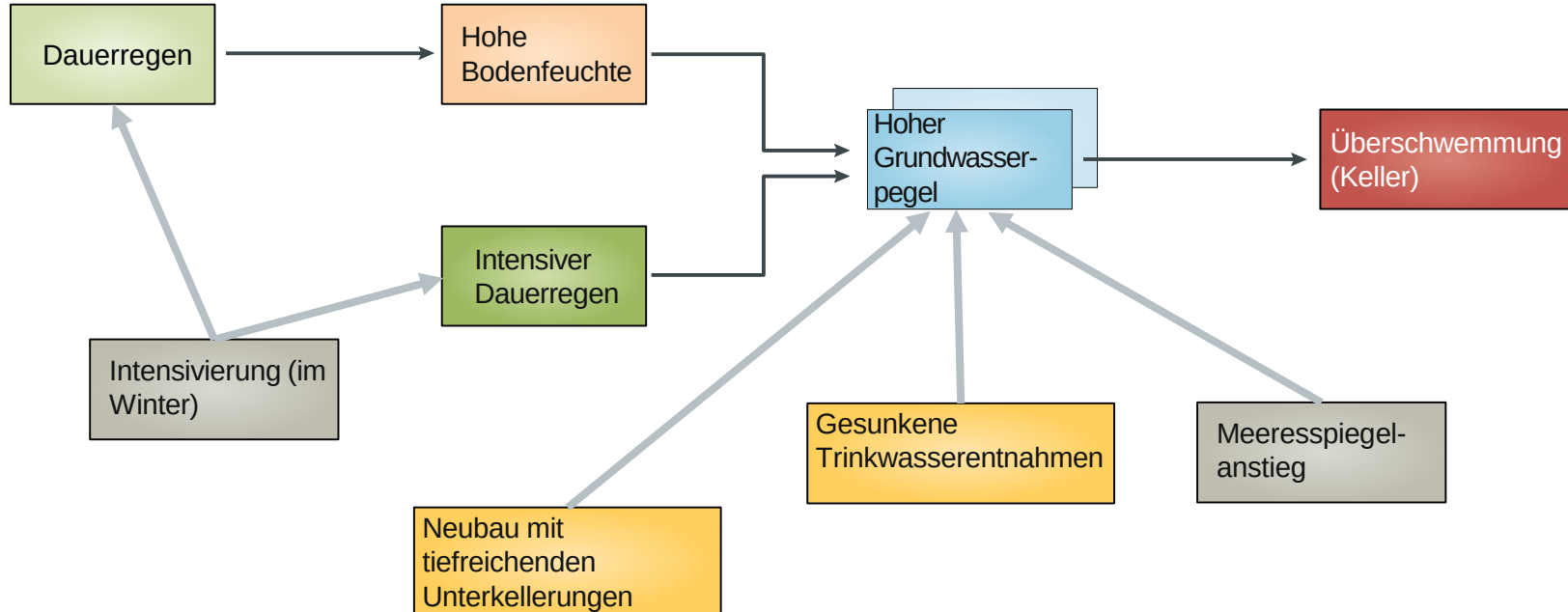
- **Auswirkung:** Die Auswirkungen physikalischer Ereignisse auf natürliche und menschliche Systeme
- **Naturgefahr:** Klimabedingte Phänomene vor einer möglichen Auswirkung (z. B. Dürren, Hitzewellen, Frost, Hochwasser, Hagel und Waldbrände)
- **Treiber:** Wettersysteme wie schwere Stürme, tropische Wirbelstürme, Kaltfronten und stationäre Hochdrucksysteme
- **Modulator:** Niederfrequente Formen der Klimaschwankungen wie die El-Niño-Southern-Oscillation (ENSO)

1. Ereignisse mit Vorbedingung

Eine oder mehrere Naturgefahren können eine Auswirkung verursachen oder zu einer verstärkten Auswirkung führen, nur weil eine vorher bestehende klimatische Bedingung vorliegt.

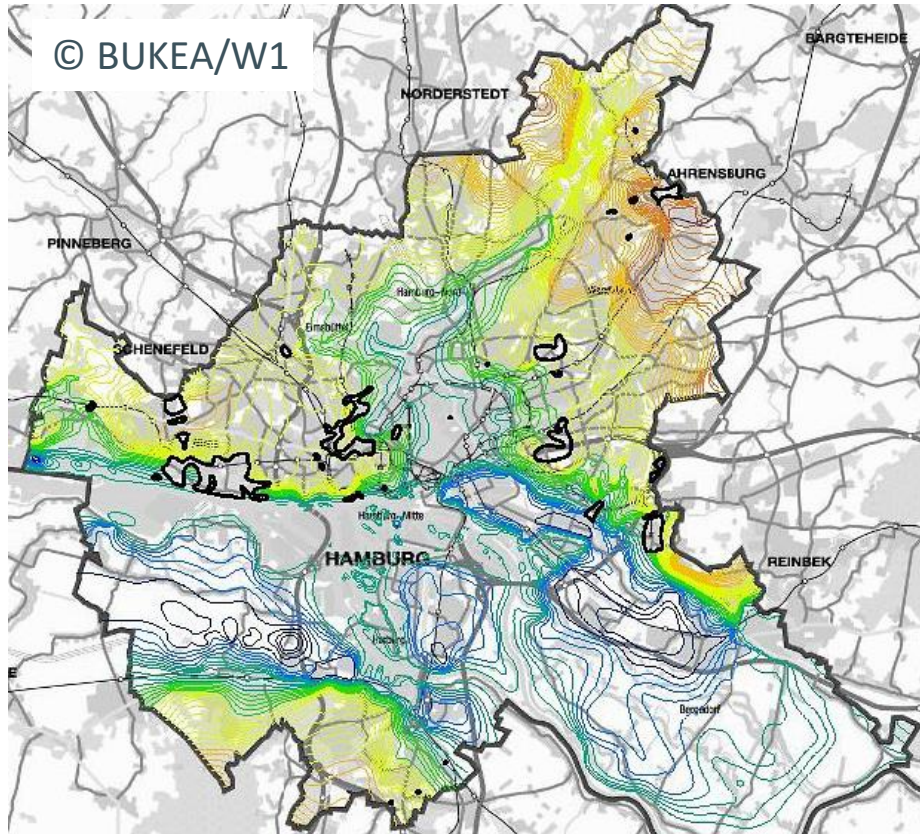


1. Ereignisse mit Vorbedingung: Hamburg



1. Ereignisse mit Vorbedingung: Hamburg

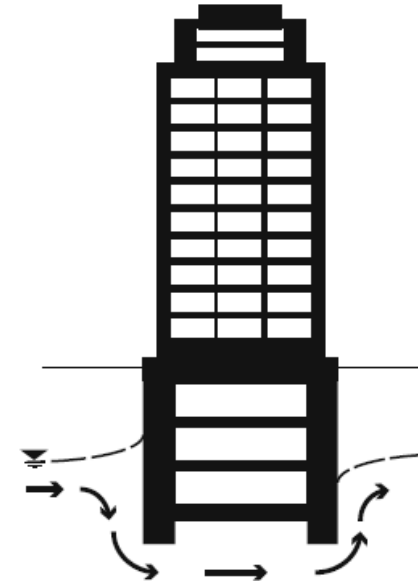
© BUKEA/W1



Grundwassergleichen

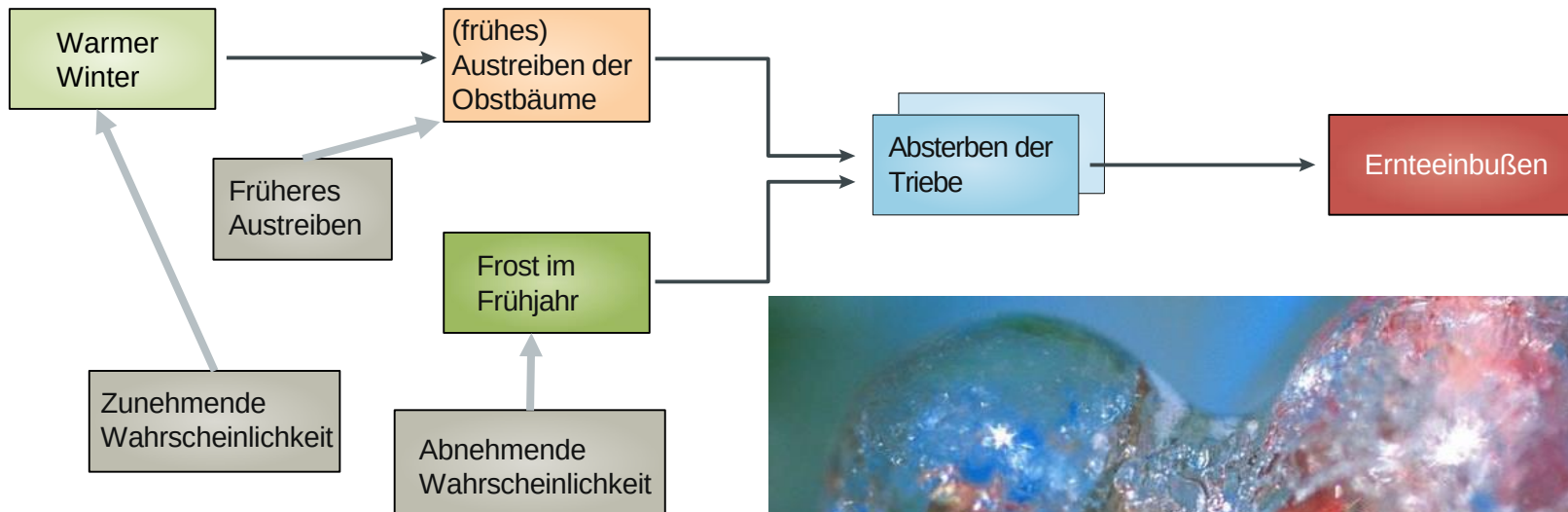
„Jedoch ist hierbei zu beachten, dass die Messstellendichte im Messnetz für die Genauigkeit der interpolierten Daten ausschlaggebend ist, da sich gerade bei komplizierten und wechselnden (hydro-)geologischen Untergrundverhältnissen **kleinräumig nennenswerte Änderungen im Grundwasserstand** und der Grundwasserfließrichtung ergeben können.“

<https://www.hamburg.de/planungskaarten/2696936/gwgleichen/>



Attard et al. (2016)

1. Ereignisse mit Vorbedingung: Hamburg / Altes Land / Deutschland

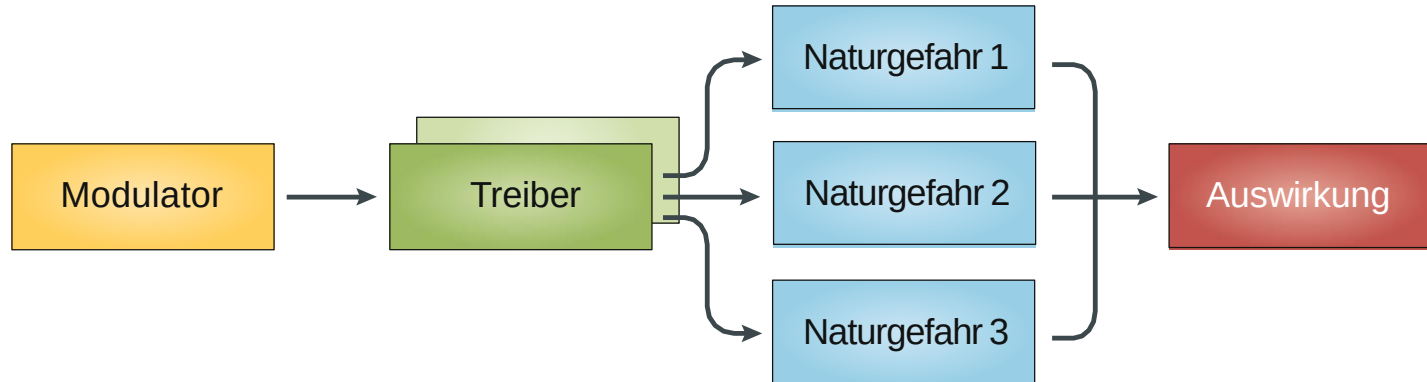


Zunahme der schädlichen Frühlingsfröste für Apfelbäume um 5 – 10% in einer +2°C Welt gegenüber 2006-2015 (+0,9°C Welt). (Pfleiderer et al., 2019)



2. Multivariate Ereignisse

Zusammentreffen mehrerer klimatischer Treiber und/oder Naturgefahren in derselben geografischen Region, die eine Auswirkung verursachen.



2. Multivariate Ereignisse: Hamburg

„Sturmflutsaison“:
15. September – 31. März

Flusshoch-
wasser

Sturmflut

Starkregen /
intensiver
Dauerregen

Hochwasser

Überflutungsschäden /
Lebensgefahr

...bei den bisherigen Höchstwasserständen war
die Sturmflut der dominante Haupttreiber.

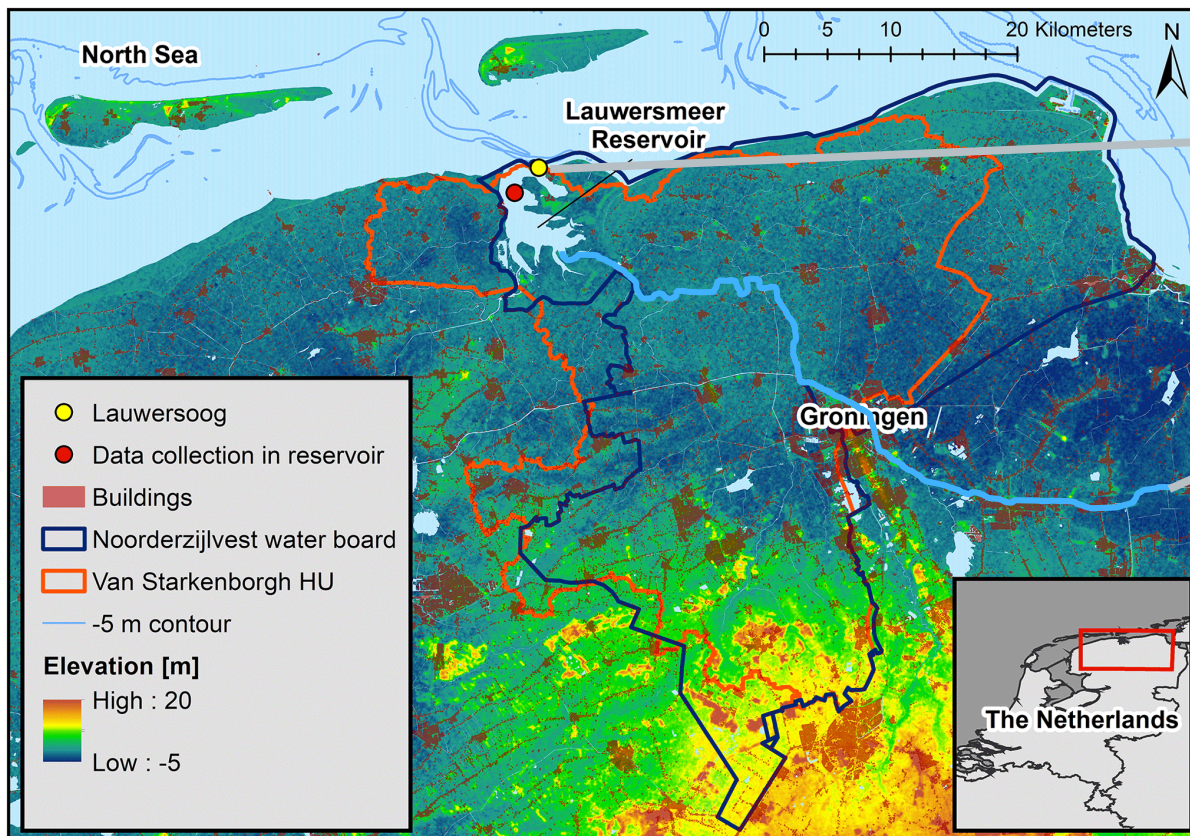


2. Multivariate Ereignisse: Beispiel aus NL

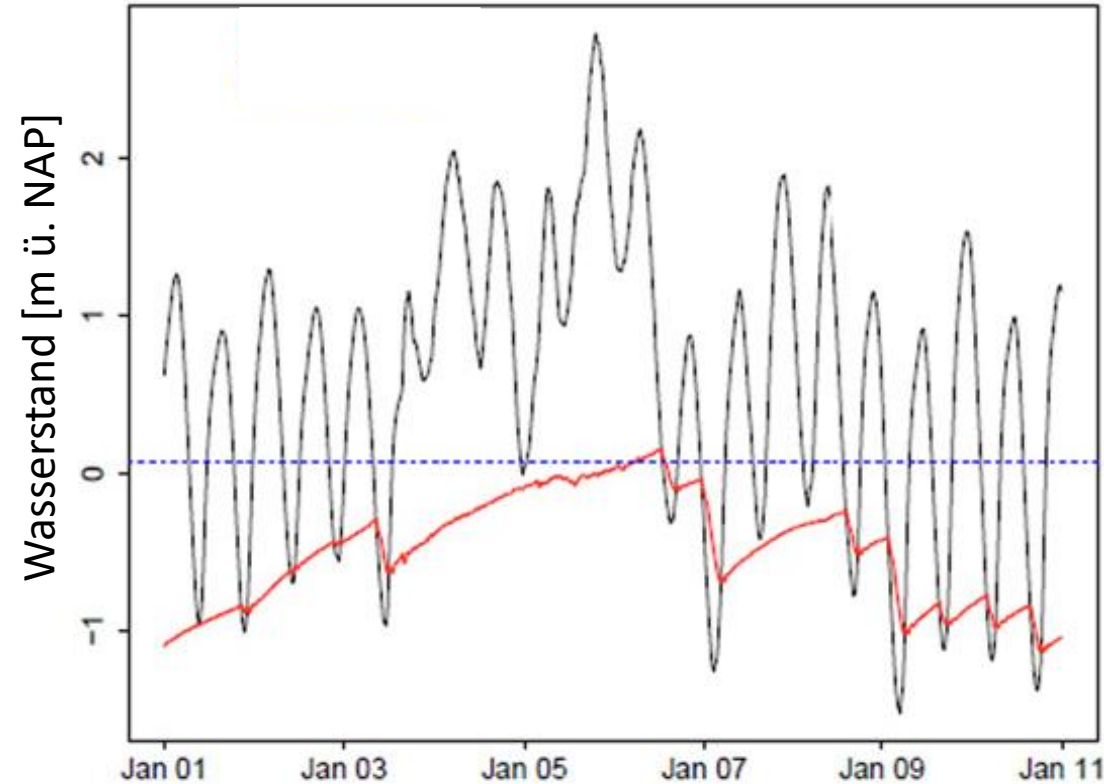
Sperrwerk

Rückstau in
Flüssen / Kanälen

Santos, Casas-Prat, Poschlod et al., 2021



2. Multivariate Ereignisse: Beispiel aus NL



Meeresspiegel

Höchste Warnstufe

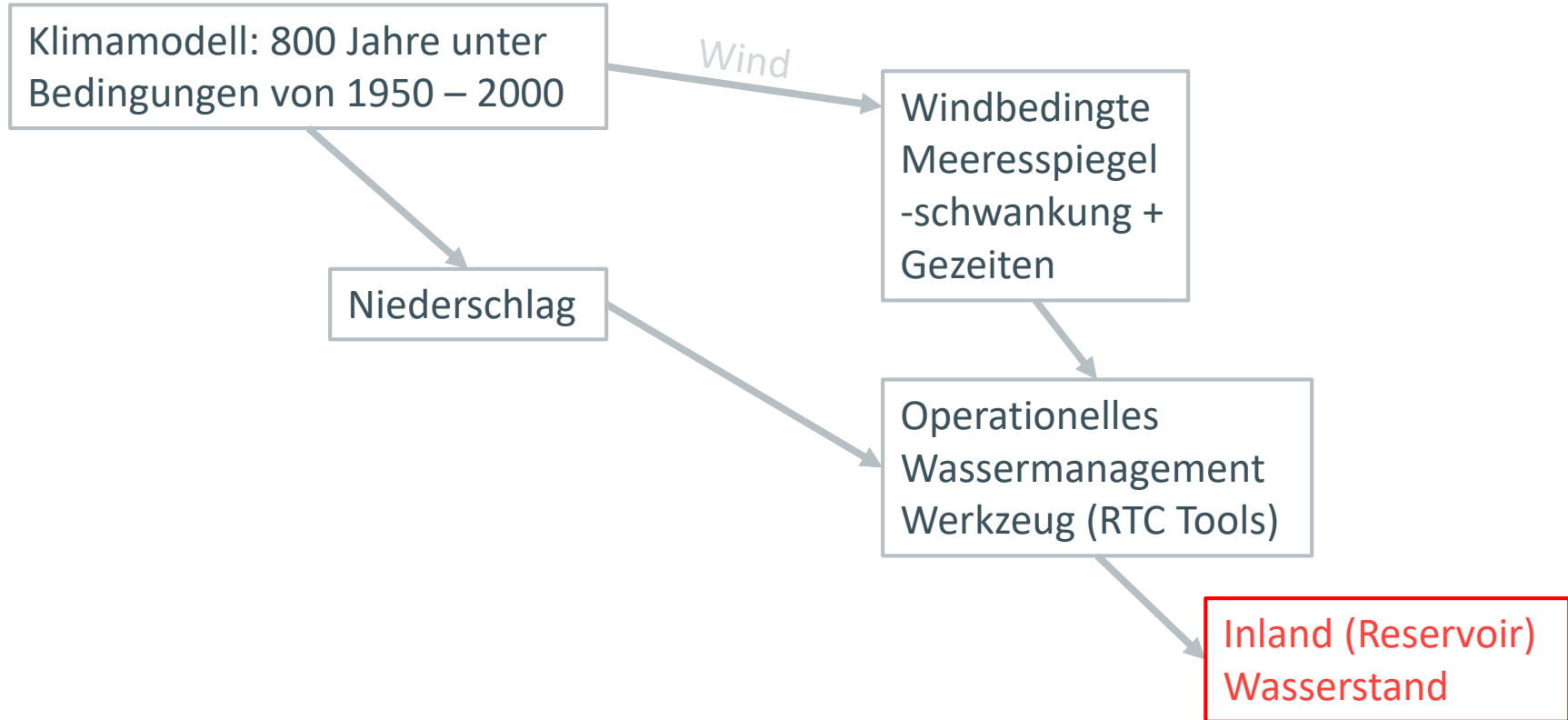
Inland (Reservoir) Wasserstand

2. Multivariate Ereignisse: Beispiel aus NL

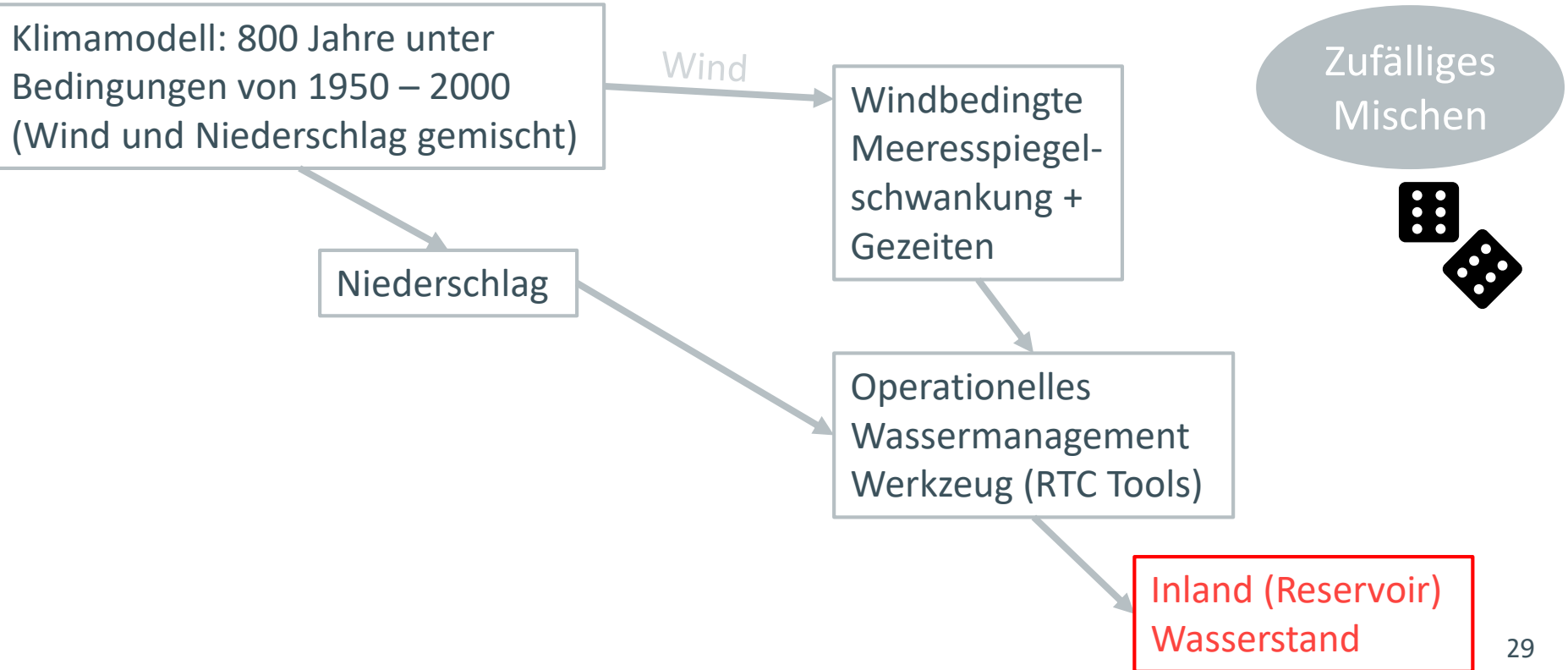


“Personal im Groninger Museum musste zwei Ausstellungen aus dem Erdgeschoss verlegen, da das Museum von einem Wassergraben umgeben ist.” Mike Corder, Associated Press

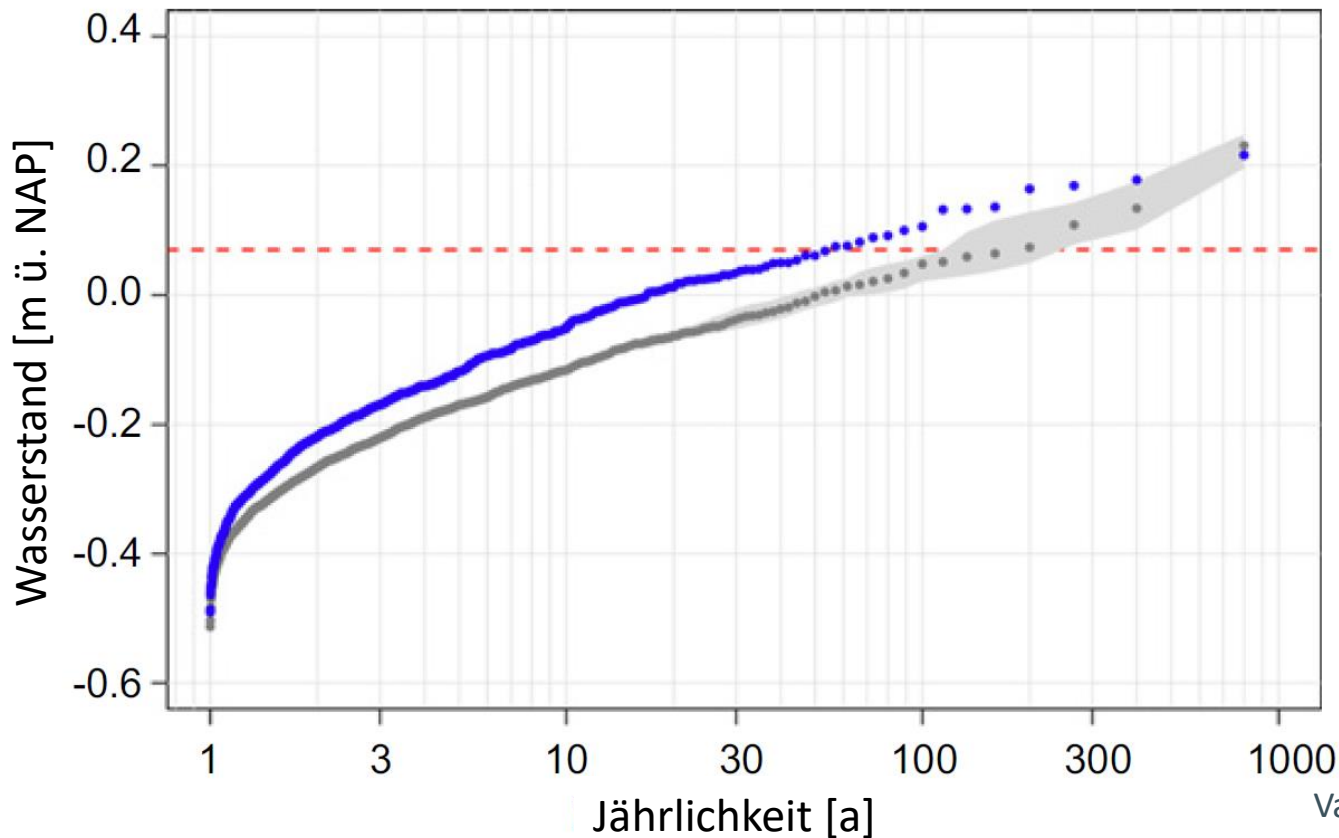
2. Multivariate Ereignisse: Beispiel aus NL



2. Multivariate Ereignisse: Beispiel aus NL

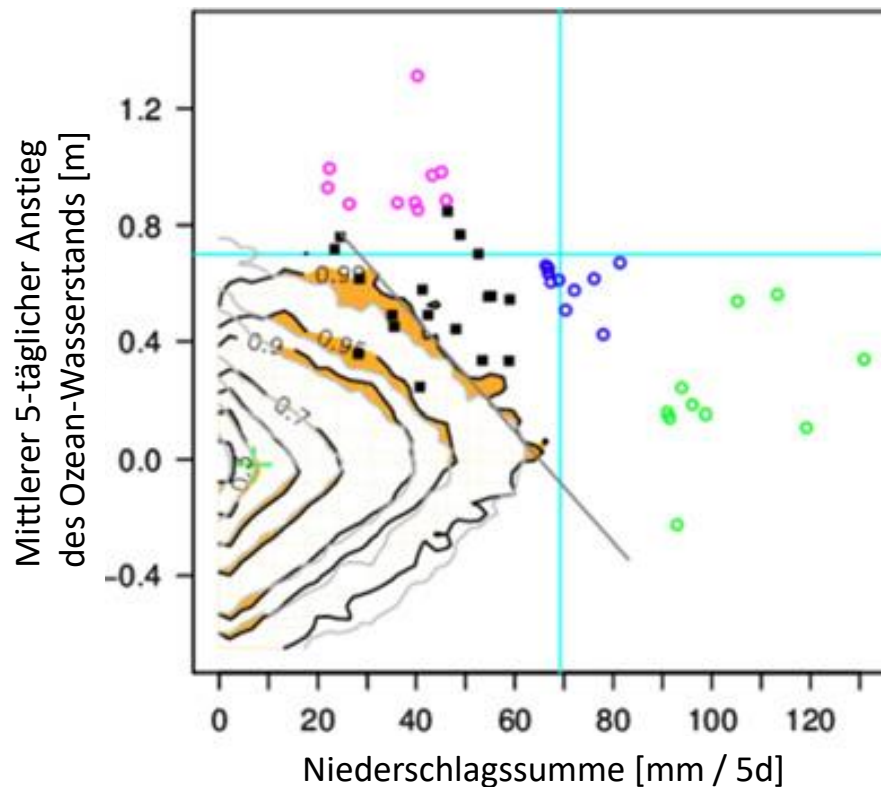


2. Multivariate Ereignisse: Beispiel aus NL



Referenz Klimamodell
Gemischte Zeitreihe

2. Multivariate Ereignisse: Beispiel aus NL

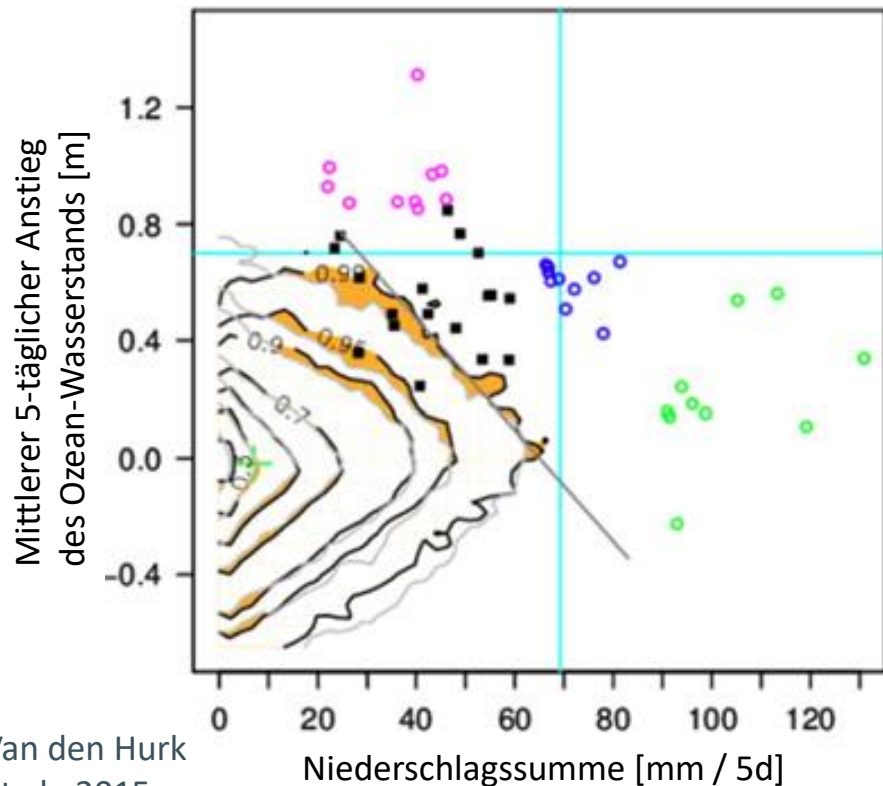


Schwarze Konturlinien umschließen den Anteil (30, 50, 70, 90, 95 und 99%) der Referenz-Klimasimulation.

Graue Konturlinien zeigen dieselbe Verteilung für die gemischte Klimasimulation

Die **orange** Fläche markiert also die Bereiche der Verteilung, in denen die Wahrscheinlichkeit der gemischten Simulation geringer sind.

2. Multivariate Ereignisse: Beispiel aus NL



Die 10 Ereignisse mit dem höchsten windbedingten Ozean-Wasserstand sind in **magenta** markiert.

Die 10 extremsten Niederschlagsereignisse werden als **grüne** Punkte dargestellt.

Die 10 intensivsten Kombinationen aus Sturmflut und Niederschlag sind **blau** markiert.

Die **schwarzen** ■ Quadrate repräsentieren die 20 extremsten Ereignisse mit dem **höchsten Inland Wasserstand**.

Die vertikalen und horizontalen Linien (**cyan**) zeigen jeweils die 10-jährlichen Intensitäten für Sturmflut und Niederschlag.

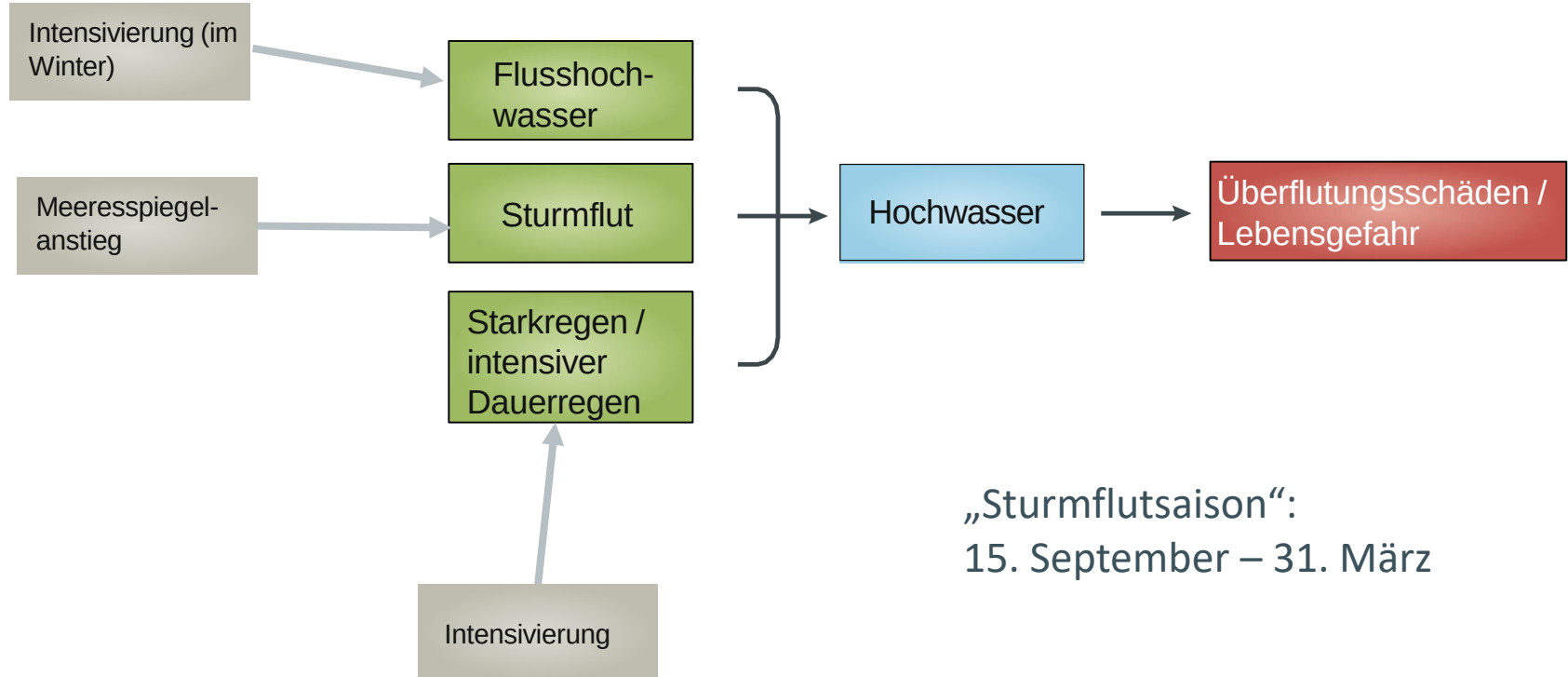
2. Multivariate Ereignisse: Beispiel aus NL

- Die durch das Klima gegebene gemeinsame Auftrittswahrscheinlichkeit von Sturmflut und intensivem Dauerregen muss beachtet werden
- Die extremsten Niederschläge oder Sturmfluten führen nicht unbedingt zu den extremsten Wasserständen im Inland.
- Auch Vorfeuchte relevant
- → Bei „Compound Events“ müssen die Treiber nicht zwingend extrem sein, um zu einer extremen Auswirkung zu führen



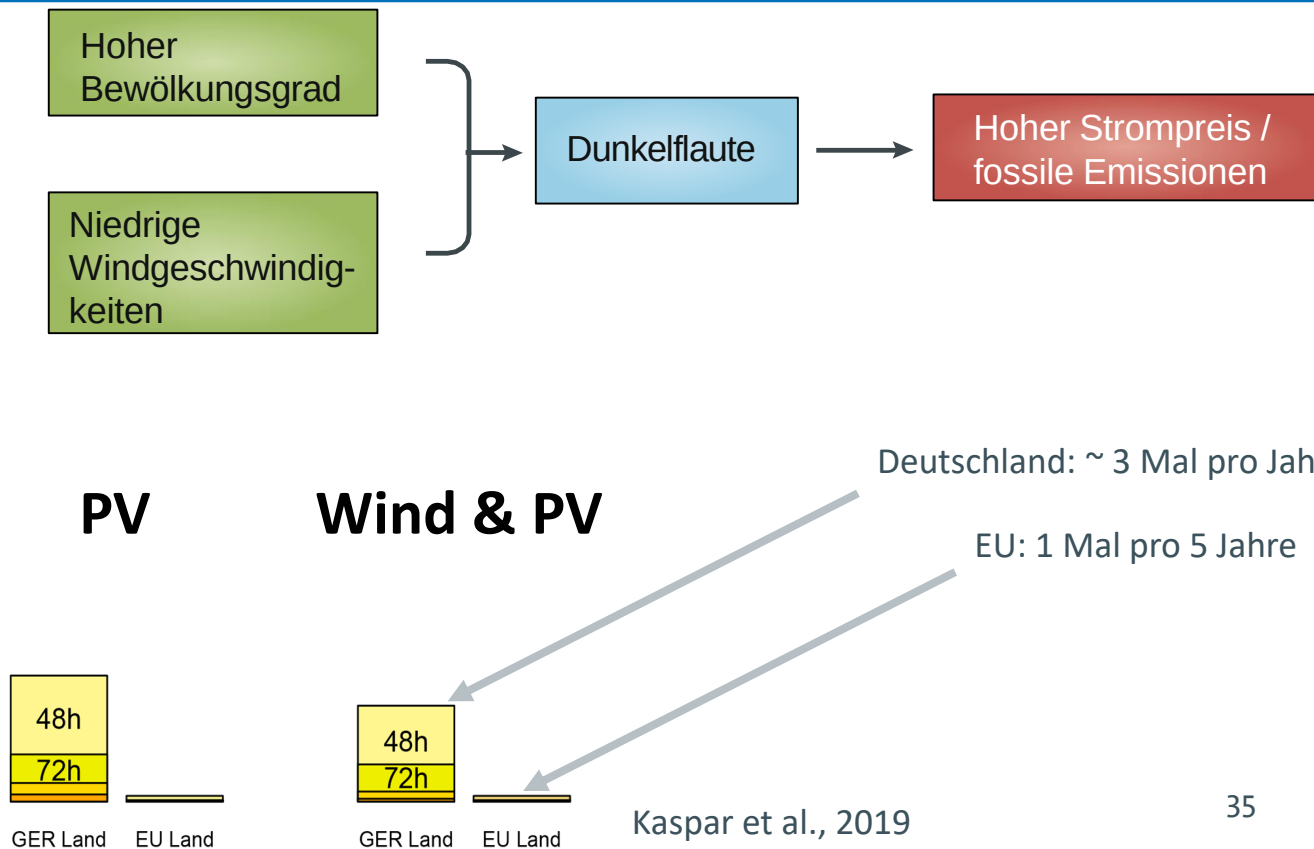
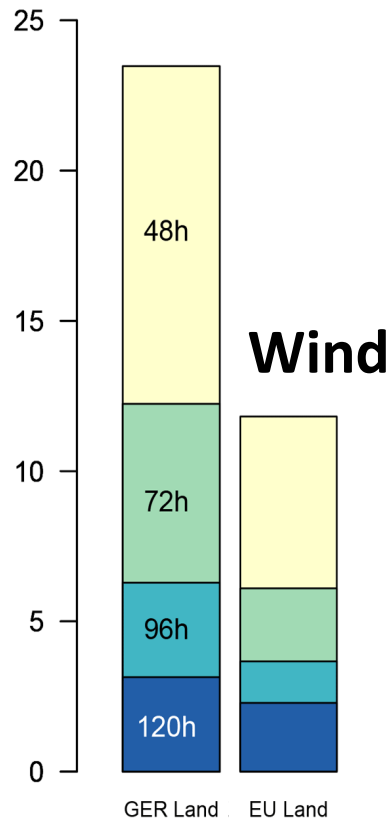
Deshalb ist „Extreme events in Kombination“ eine irreführende Übersetzung

2. Multivariate Ereignisse: Hamburg



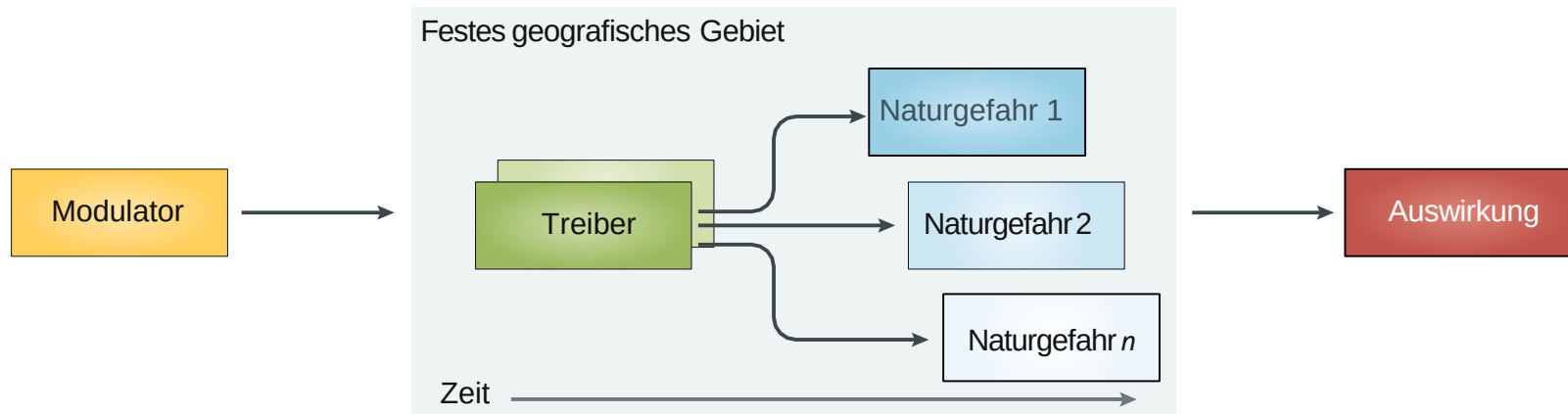
2. Multivariate Ereignisse: Hamburg / Deutschland

Jährliche Anzahl an Ereignissen (1995-2015)
mit < 10% der installierten Kapazität



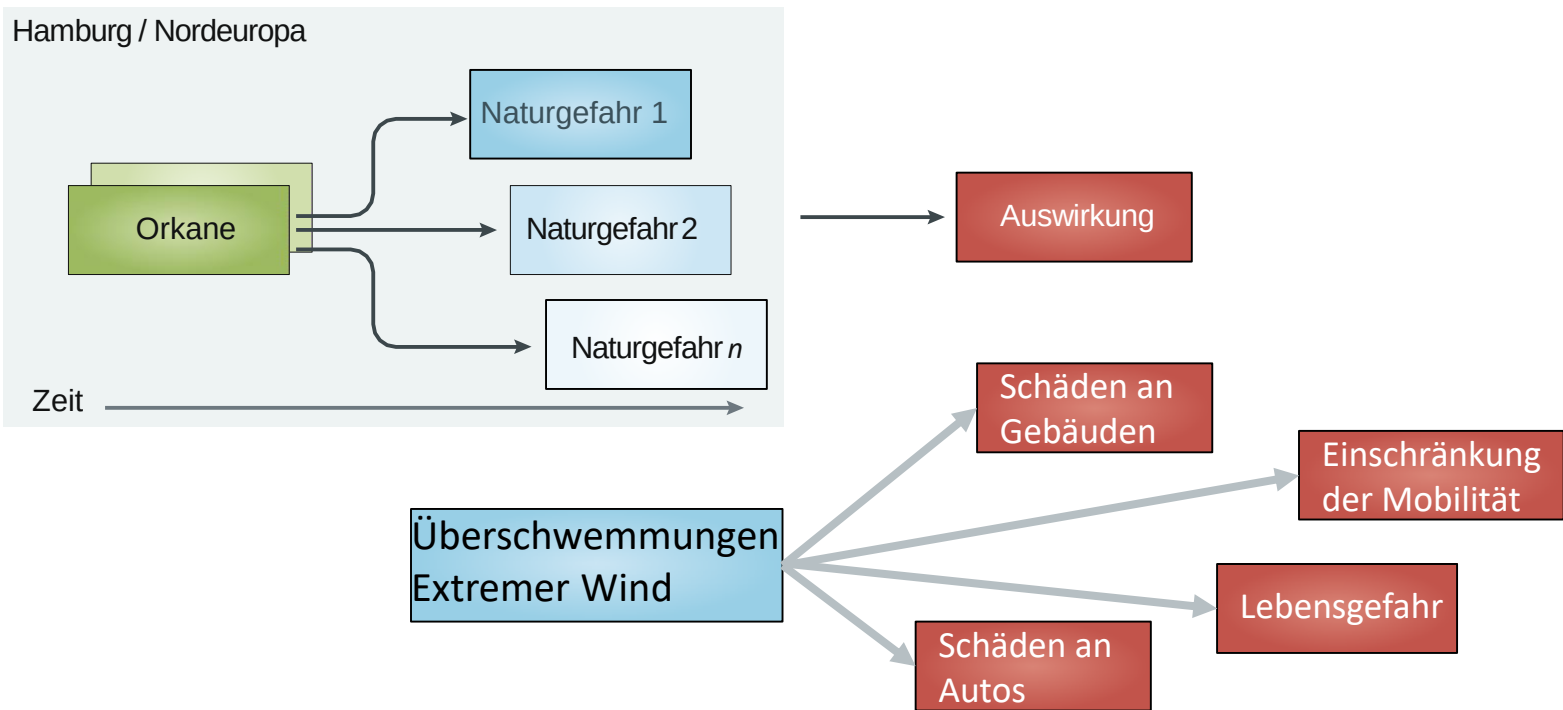
3. „Zeitlich zusammengesetzte“ Ereignisse

Abfolge von Naturgefahren, die ein bestimmtes geografisches Gebiet betreffen und zu einer Auswirkung führen oder diese verstärken, verglichen mit einer einzelnen Naturgefahr.



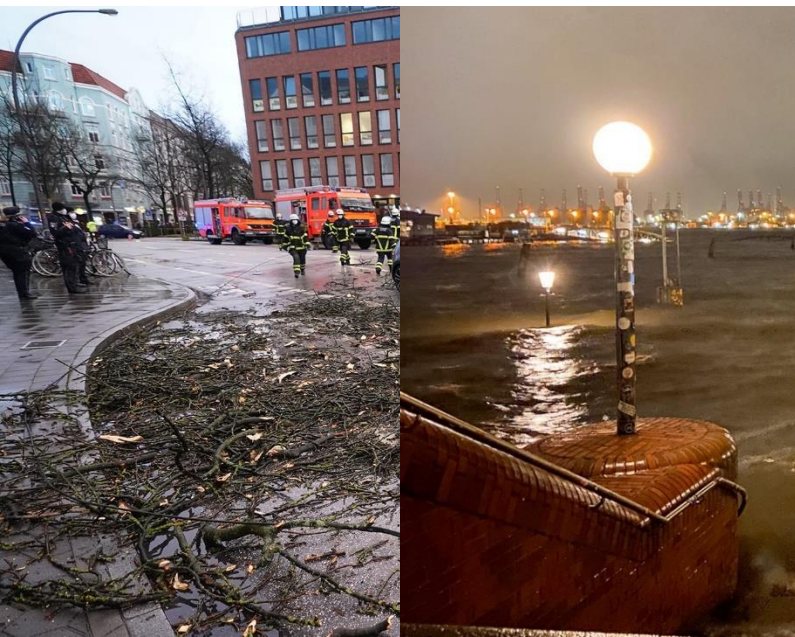
3. „Zeitlich zusammengesetzte“ Ereignisse: HH

Februar 2022: „Ylenia“ → „Zeynep“ → „Antonia“



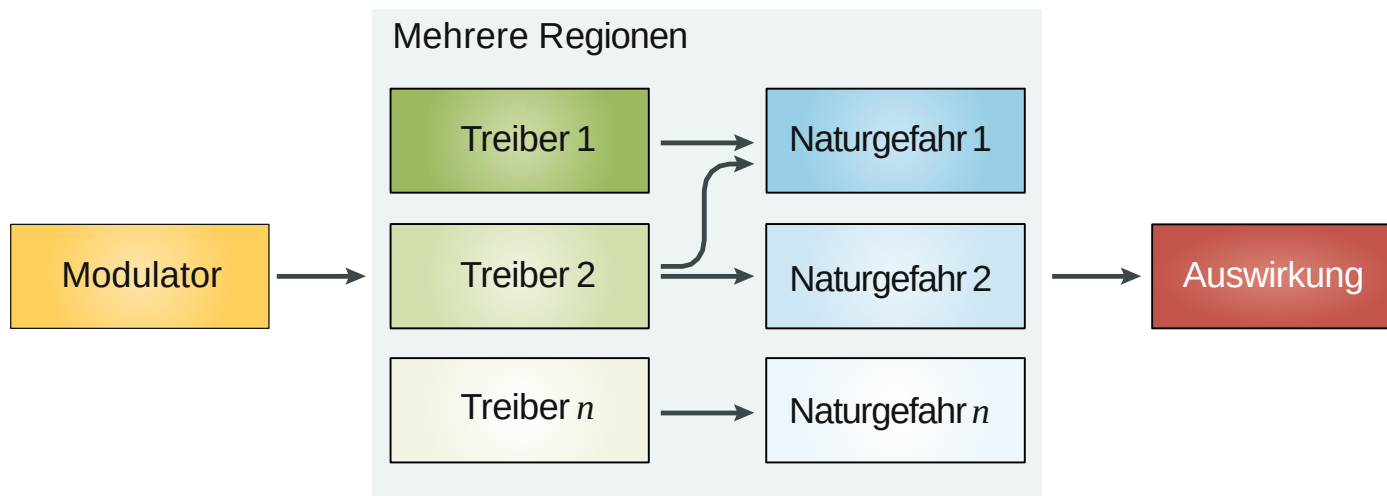
3. „Zeitlich zusammengesetzte“ Ereignisse: HH

Februar 2022: „Ylenia“ → „Zeynep“ → „Antonia“



4. „Räumlich zusammengesetzte“ Ereignisse

Mehrere Regionen sind innerhalb eines begrenzten Zeitfensters von denselben oder unterschiedlichen Naturgefahren betroffen, wodurch eine Auswirkung verursacht wird.

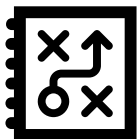




Mehrwert?

Extremereignisse sind meist komplex und nur selten univariat.

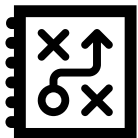
Das Compound-Event-Framework und die damit verbundene Denkweise hilft dabei, die Auswirkungen und das Risiko besser abschätzen zu können.



Problematik

Extremereignisse sind meist komplex und nur selten univariat.

Beobachtungen / Messungen solcher Ereignisse sind dementsprechend ebenfalls selten. Um das Risiko abzuschätzen wird allerdings eine robuste statistische Grundlage benötigt.



Problematik

Extremereignisse sind meist komplex und nur selten univariat.
Beobachtungen / Messungen solcher Ereignisse sind dementsprechend ebenfalls selten. Um das Risiko abzuschätzen wird allerdings eine robuste statistische Grundlage benötigt.



Lösungsansatz

Große *Klimamodellensembles* können eine robuste statistische Grundlage schaffen.



Attard, G., Winiarski, T., Rossier, Y. *et al.* Review: Impact of underground structures on the flow of urban groundwater. *Hydrogeol J* **24**, 5–19 (2016). <https://doi.org/10.1007/s10040-015-1317-3>

F. Kaspar, M. Borsche, U. Pfeifroth, J. Trentmann, J. Drücke, P. Becker: A climatological assessment of balancing effects and shortfall risks of photovoltaics and wind energy in Germany and Europe. *Adv. Sci. Res.*, 16, 119–128 (2019). <https://doi.org/10.5194/asr-16-119-2019>

Pfleiderer, P., Menke, I. & Schleussner, CF. Increasing risks of apple tree frost damage under climate change. *Climatic Change* **157**, 515–525 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02570-y>

Santos, V. M., Casas-Prat, M., Poschlod, B., Ragno, E., van den Hurk, B., Hao, Z., Kalmár, T., Zhu, L., and Najafi, H.: Statistical modelling and climate variability of compound surge and precipitation events in a managed water system: a case study in the Netherlands, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 25, 3595–3615 (2021), <https://doi.org/10.5194/hess-25-3595-2021>

van den Hurk, B., Van Meijgaard, E., De Valk, P., Van Heeringen, K. J., and Gooijer, J.: Analysis of a compounding surge and precipitation event in the Netherlands, *Environ. Res. Lett.*, 10, 035001 (2015), <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/3/035001>

Zscheischler, J., Westra, S., van den Hurk, B.J.J.M. *et al.* Future climate risk from compound events. *Nature Clim Change* **8**, 469–477 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0156-3>

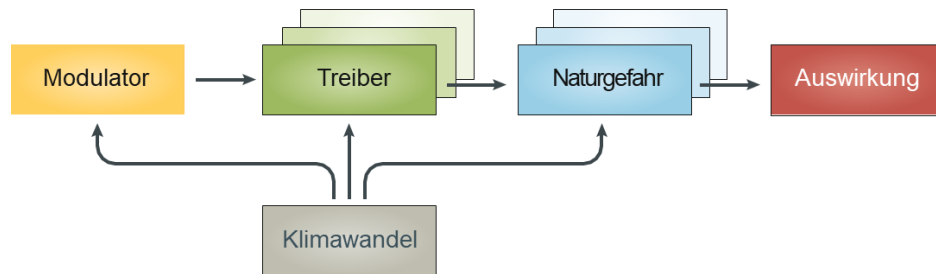
Zscheischler, J., Martius, O., Westra, S. *et al.* A typology of compound weather and climate events. *Nat Rev Earth Environ* **1**, 333–347 (2020). <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0060-z>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

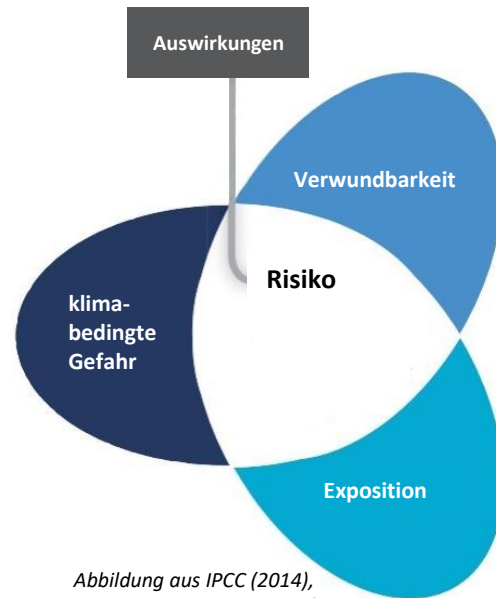
Gefördert durch:



Gibt es Fragen?



Verändert nach Zscheischler et al., 2020



*Abbildung aus IPCC (2014),
angepasst durch Franziska S. Hanf*

Kontakt:



franziska.hanf@uni-hamburg.de

benjamin.poschlod@uni-hamburg.de

Anpassung an den Klimawandel in der Stadt, **auf dem Land** und an der Küste



01.11.2022 Wasser von vier Seiten: Welche Wechselwirkungen gibt es mit der Stadt Hamburg als sozioökonomisches System? Die Entwicklung eines konzeptionellen Modells als Ergebnis interdisziplinärer Zusammenarbeit
 Dr. Franziska S. Hanf, Meteorologisches Institut, Universität Hamburg

08.11.2022 Modellierung von starkregeninduzierten Sturzfluten in Hamburg Lohbrügge
 Dr. Marita Boettcher, Meteorologisches Institut, Universität Hamburg / Christoph Sauer, M.Sc., Institut für Wasserbau, Technische Universität Hamburg-Harburg

15.11.2022 Die „Hamburg Urban Water Risk Map“ zur Visualisierung von Wasser-Risiken in Hamburg – Wie geht man mit Compound Events um?
 Dr. Franziska S. Hanf, Meteorologisches Institut / Dr. Benjamin Poschlod, Research Group Climate Extremes, beide Universität Hamburg



22.11.2022 Possible and Plausible Land-use Adaptations to Climate Change: Using Legumes to Enhance Food Security in Namibia
 Dr. Kerstin Jantke, Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit / Dr. Joscha Becker, Institut für Bodenkunde / Jihye Jeong, M.Sc., beide Forschungsstelle Nachhaltige Umweltentwicklung und Klimarisiken, alle Universität Hamburg

29.11.2022 Climate-smart Forest Management in the Hamburg Metropolitan Area
 Leam Mykel Martes, M.Sc., Weltforstwirtschaft, Universität Hamburg / Vladimir Metelitsa, M.Sc., Climate Service Center Germany, Helmholtz-Zentrum Hereon

06.12.2022 Historical Background, Present and Potential Futures of Amazon's Agricultural Frontier
 Carlos Tello, M.Sc., Institute of Geography / Lea Schröder, M.Sc., Forschungsstelle Nachhaltige Umweltentwicklung und Klimarisiken, beide Universität Hamburg / Vladimir Metelitsa, M.Sc., Climate Service Center Germany, Helmholtz-Zentrum Hereon



10.01.2023 Weder Deichen noch weichen? Potenziale in der vergangenen und gegenwärtigen Dynamik des Küstenschutzes für die zukünftige Anpassung an den Klimawandel.
 Philipp Jordan, Dipl. Ing., Institut für Wasserbau, Technische Universität Hamburg-Harburg / Dr. Martin Döring / Prof. Dr. Beate Ratter, beide Institut für Geographie, Universität Hamburg / Prof. Dr. Peter Fröhle, Institut für Wasserbau, Technische Universität Hamburg-Harburg

17.01.2023 „Der Klimawandel ist da, den können wir nicht wegquatschen“: Eine Analyse der Klimawandelwahrnehmung von Krabbenfishern an der norddeutschen Küste.
 Dr. Martin Döring / Paul Müller M.A. alle Institut für Geographie / Prof. Dr. Christian Möllmann, Institut für Marine Ökosystemdynamik und Management, alle Universität Hamburg

24.01.2023 Grow with the Flow – Klimawandel und Eutrophierung am Beispiel der Tideelbe
 Gesa Schulz / Dr. Kirstin Dähnke / Dr. Johannes Pein, alle Institut für Küstenforschung, Helmholtz-Zentrum Hereon