



Technische  
Universität  
Braunschweig



Leichtweiß-Institut für Wasserbau  
Abteilung Hydrologie und Flussgebietsmanagement

## Hochwasserrisiko - Methoden und Werkzeuge zur Analyse und Vorsorge

Niedersächsisches Gewässerforum 2023

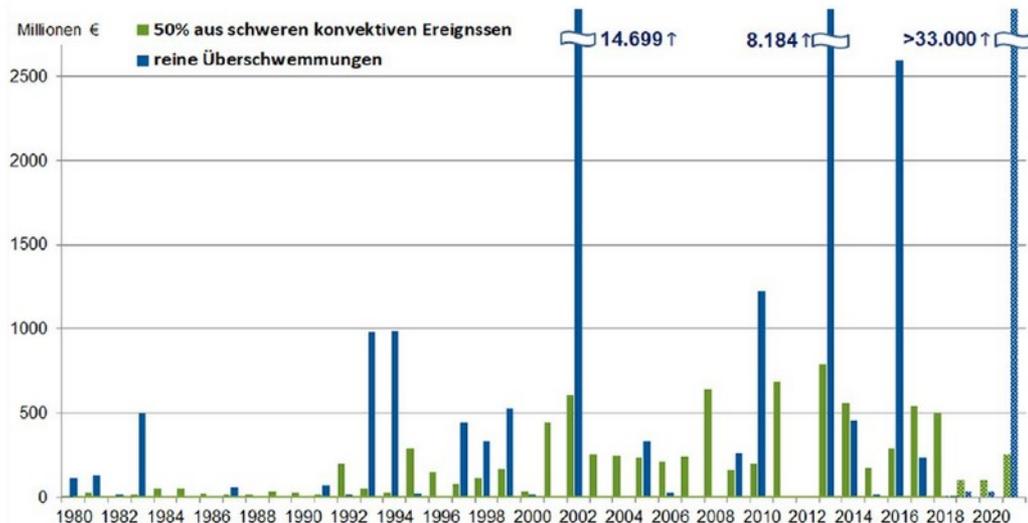
20.04.2023 | Prof. Dr.-Ing. Kai Schröter

Abt. Hydrologie und Flussgebietsmanagement

Leichtweiß-Institut für Wasserbau

# Jährliche Gesamtschäden aus „reinen“ Hochwasserereignissen und konvektiven Stürmen Deutschland 1980 - 2021

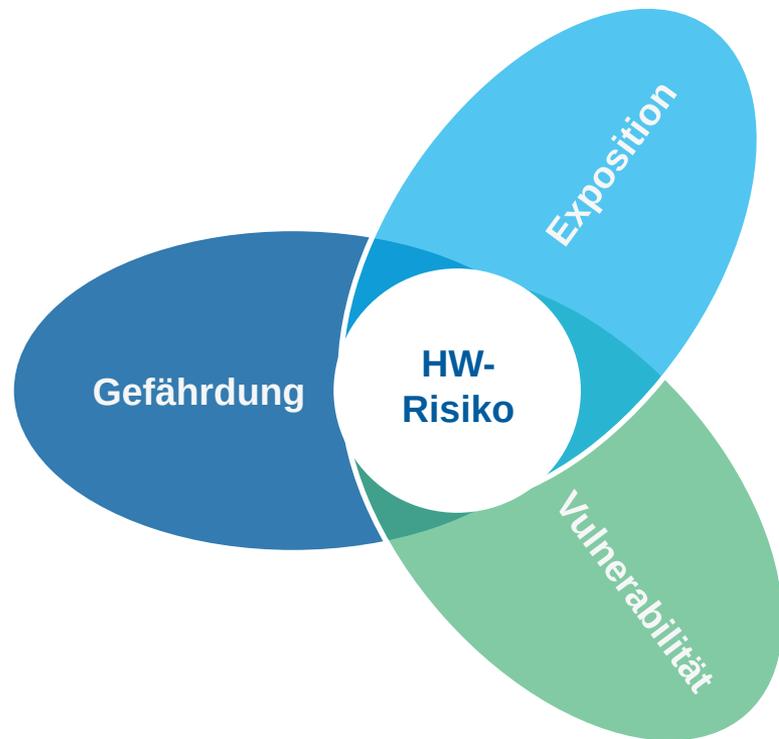
- Hochwasser verursachen die höchsten Schäden bezogen auf einzelne Ereignisse
- Tendenzielle Zunahme konvektiver Schadensereignisse
- Ereignisse 2002, 2010, 2016, 2013 mit hohem Anteil an Schäden durch Sturzfluten
- Bezugsjahr der Werte 2018
- Schäden 2019 – 2021 geschätzt



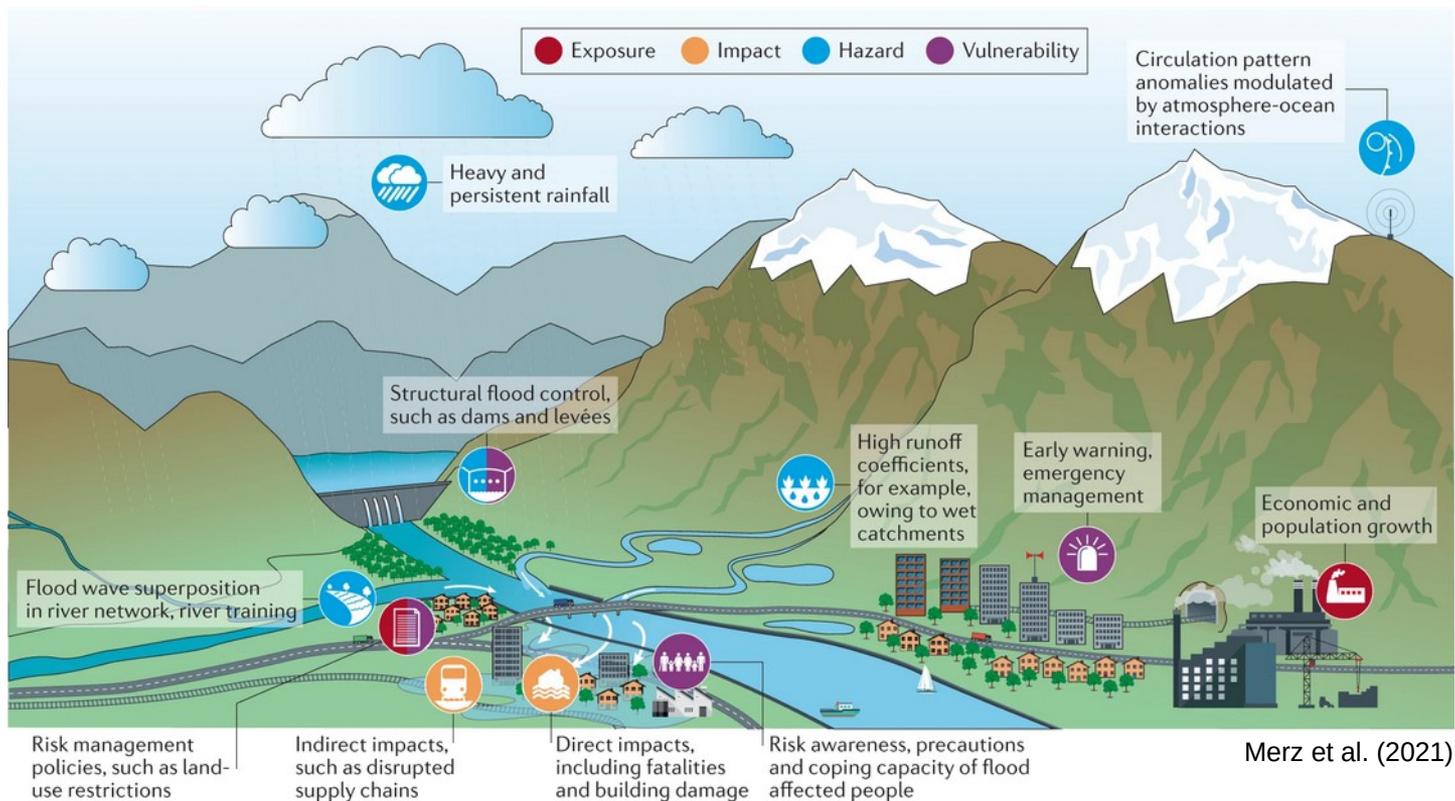
DKKV (2022), basierend auf Kron (2019)



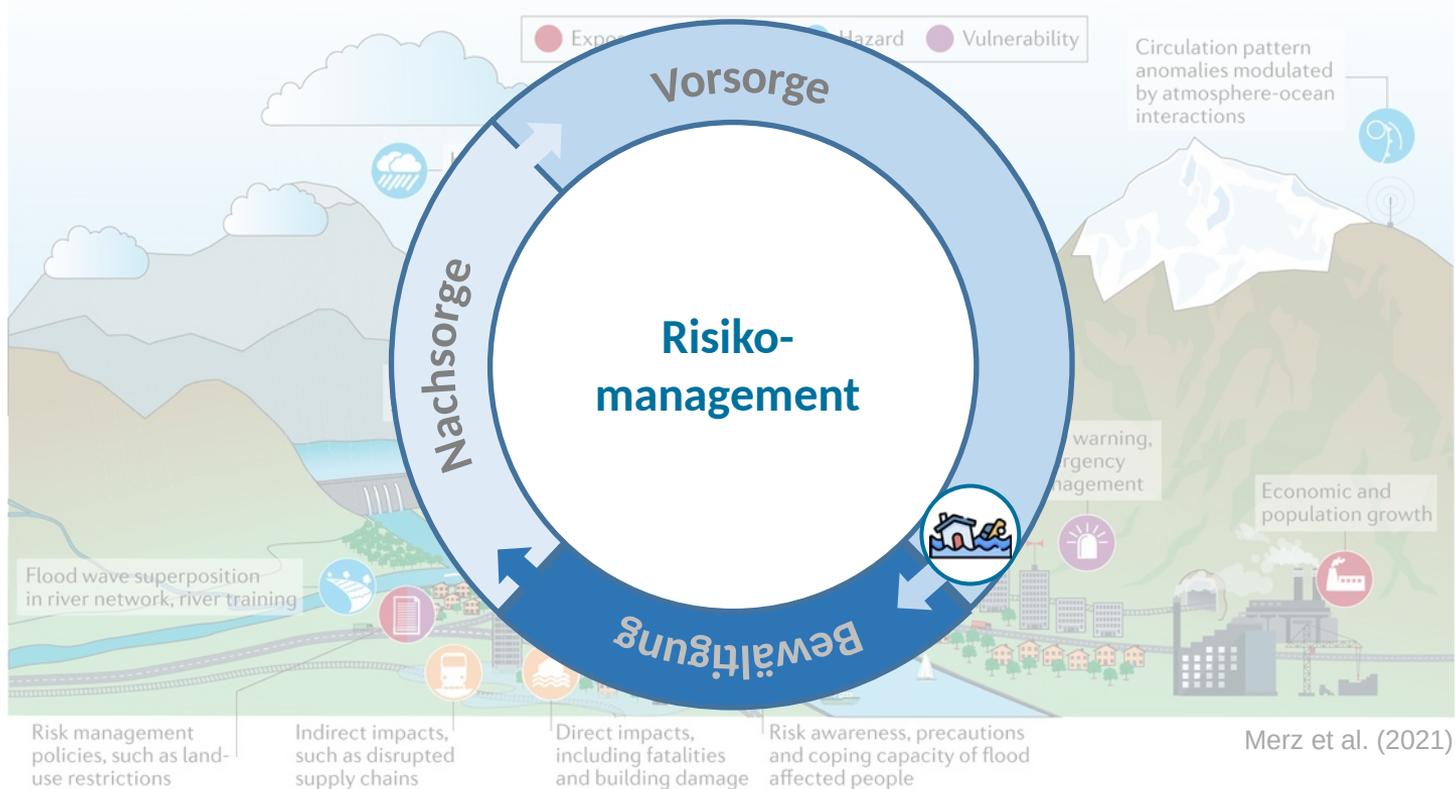
# Was ist Hochwasserrisiko?



# Welche Prozesse und Faktoren beeinflussen die Folgen von Hochwasser?



# Kreislauf des Hochwasserrisikomanagements



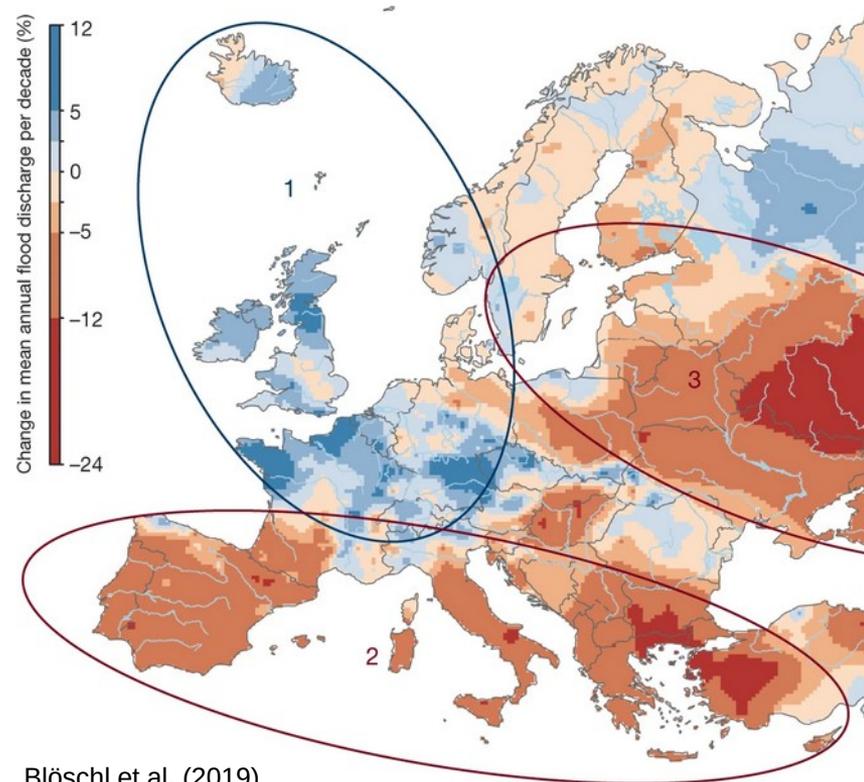


# Klimawandel als Treiber für Veränderungen von Flusshochwasser in Europa

Änderungen der mittleren jährlichen Hochwasserabflüsse pro Dekade in % (Datengrundlage: mittlere Tagesabflüsse von 3738 Pegelstationen)

Regionale Muster der Zu- und Abnahme von Hochwasserscheitelabflüssen in den letzten 50 Jahren, die dem Klimawandel zugeordnet werden können

- (1) Zunahme von Herbst- und Winterniederschlägen in Nordwest-Europa
- (2) Abnehmende Niederschläge und höhere Verdunstung im Mittelmeerraum
- (3) Geringere Schneemengen und Schneeschmelze durch wärmere Temperaturen in Ost-Europa



Blöschl et al. (2019)



# Exposition als Treiber für steigendes Hochwasserrisiko

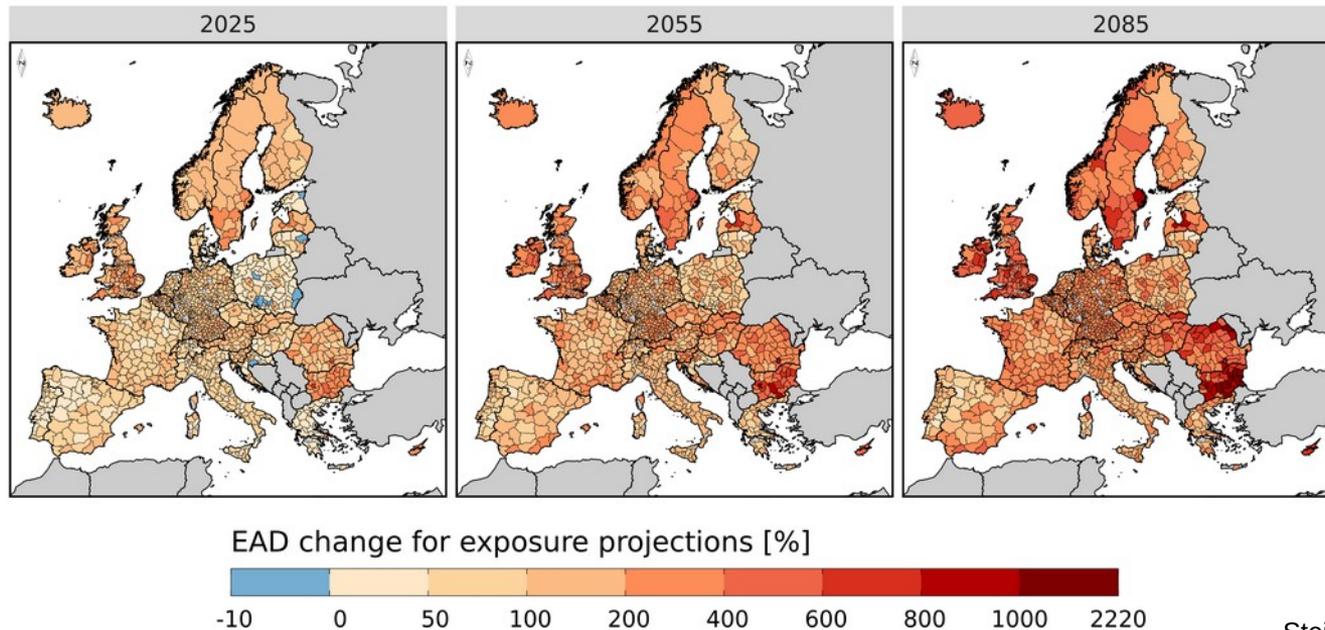


Ansicht Wien 19. Jhd. Painter Rudolf von Alt, courtesy TU Vienna

# Exposition als Treiber für steigendes Hochwasserrisiko



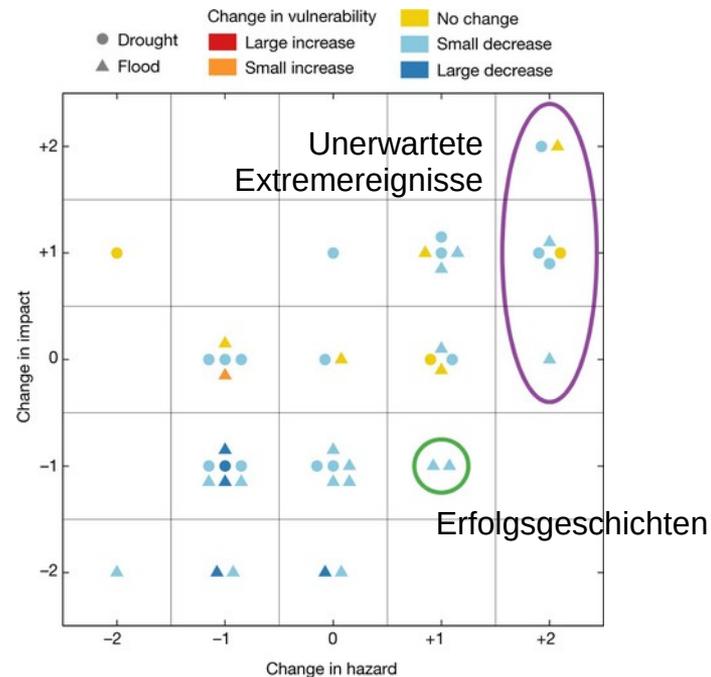
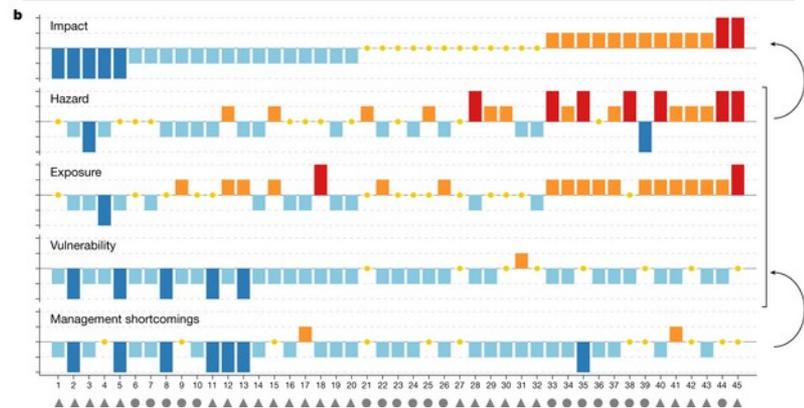
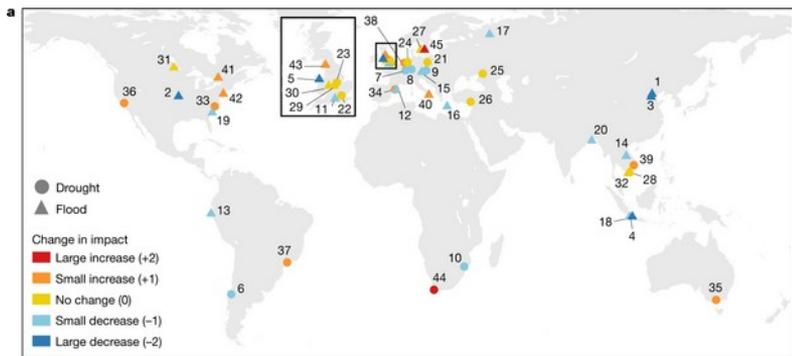
# Projektion der Exposition und Veränderung der Hochwasserschadenserwartung



Steinhausen et al. (2022)

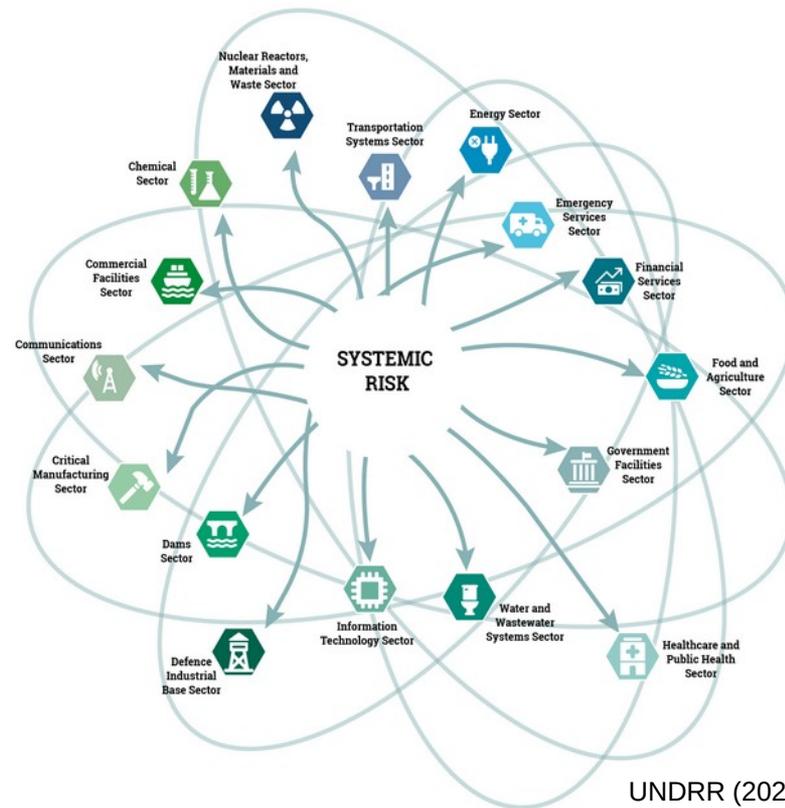


# Hochwasserrisikomanagement „unerwarteter“ Extremereignisse



# Herausforderungen für das Hochwasserrisikomanagement

- Beschleunigter Wandel
  - Klimawandel und Klimafolgen („Stationarity Is Dead“, Milly et al. 2008)
  - Demographische und Sozio-Ökonomische Entwicklungen
  - Eingriffe in hydrologische Systeme
- Systemische Risiken
  - Zunehmende globale Verflechtungen, Sektor- und Grenzüberschreitende Auswirkungen
  - Komplexe Interaktionen und kaskadierende Effekte



UNDRR (2022)



# Unterbrechung der ICE Bahnlinie Berlin - Hannover 10. Juni bis 4. November 2013

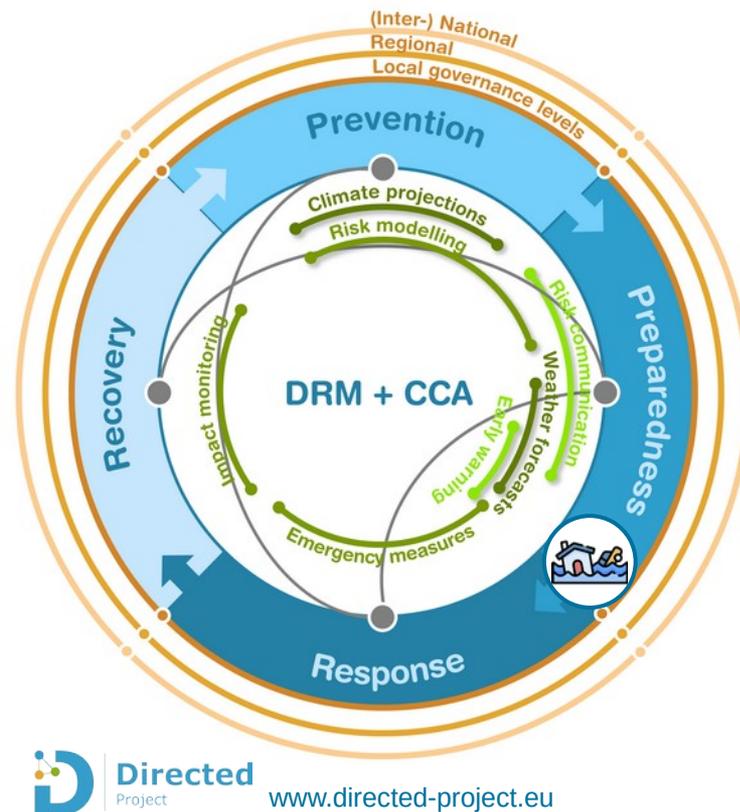


# Kaskadierende Effekte: Verklauung von Brücken im Ahrtal Juli 2021



# Herausforderungen für das Hochwasserrisikomanagement

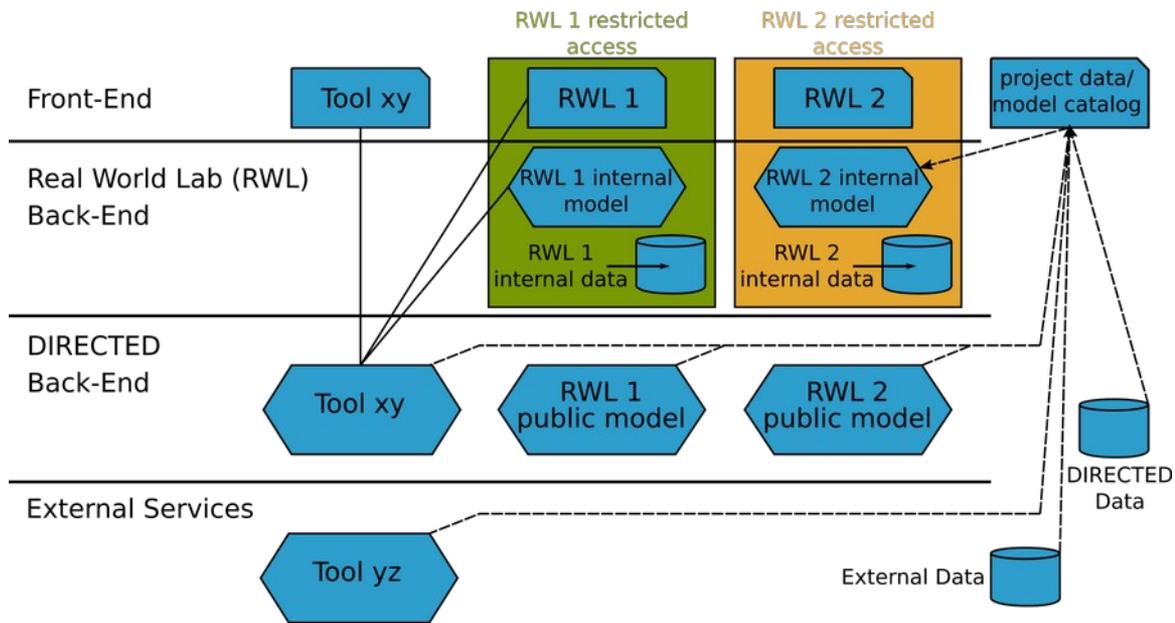
- Beschleunigter Wandel
  - Klimawandel und Klimafolgen („Stationarity Is Dead“, Milly et al. 2008)
  - Demographische und Sozio-Ökonomische Entwicklungen
  - Eingriffe in hydrologische Systeme
- Systemische Risiken
  - Zunehmende globale Verflechtungen, Sektor- und Grenzüberschreitende Auswirkungen
  - Komplexe Interaktionen und kaskadierende Effekte
- Interoperabilität
  - Institutions- und sektorübergreifende Kommunikation und Risikosteuerung
  - Integration der Vielfalt an Daten, Modellen und Tools



# Methoden und Werkzeuge zur Verbesserung der Interoperabilität

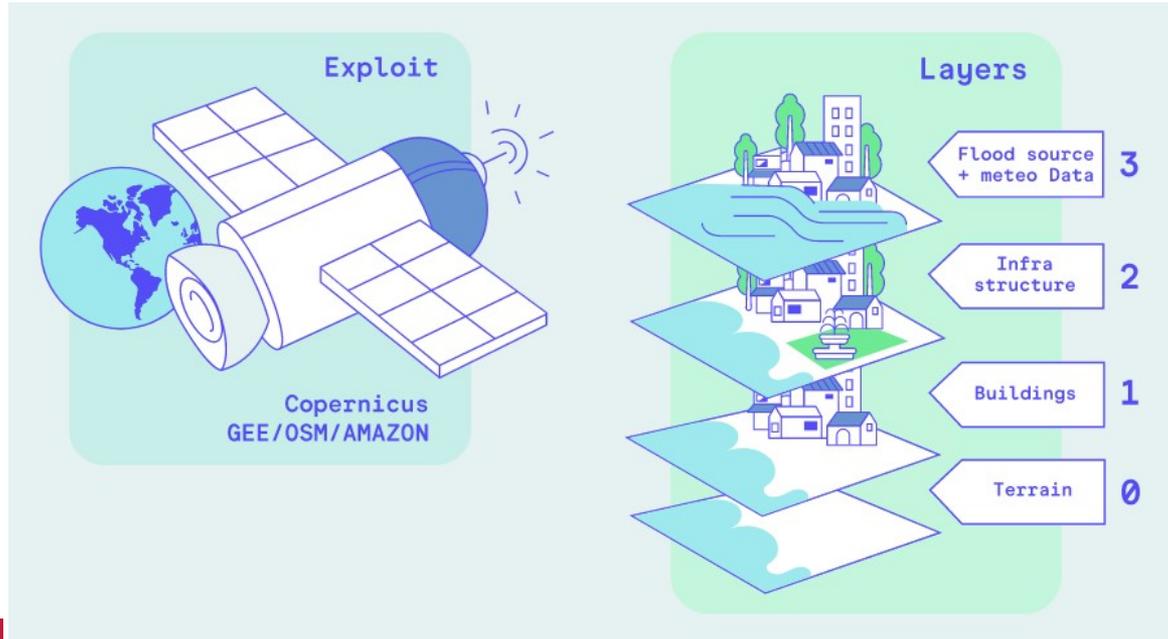
## Dateninfrastruktur – Data Fabric

- Front-End: Nutzer/Regionsspezifische Benutzeroberfläche
- RWL Back-End: Nutzer/Regionsspezifische Modelle und Daten, Schutz sensibler Informationen
- DIRECTED Back-End: allgemein zugängliche Modelle, Daten und Tools
- Einbindung externer Dienste, z.B. Copernicus
- Einsatz von KI/ML zur Datenintegration,- analyse und visualisierung

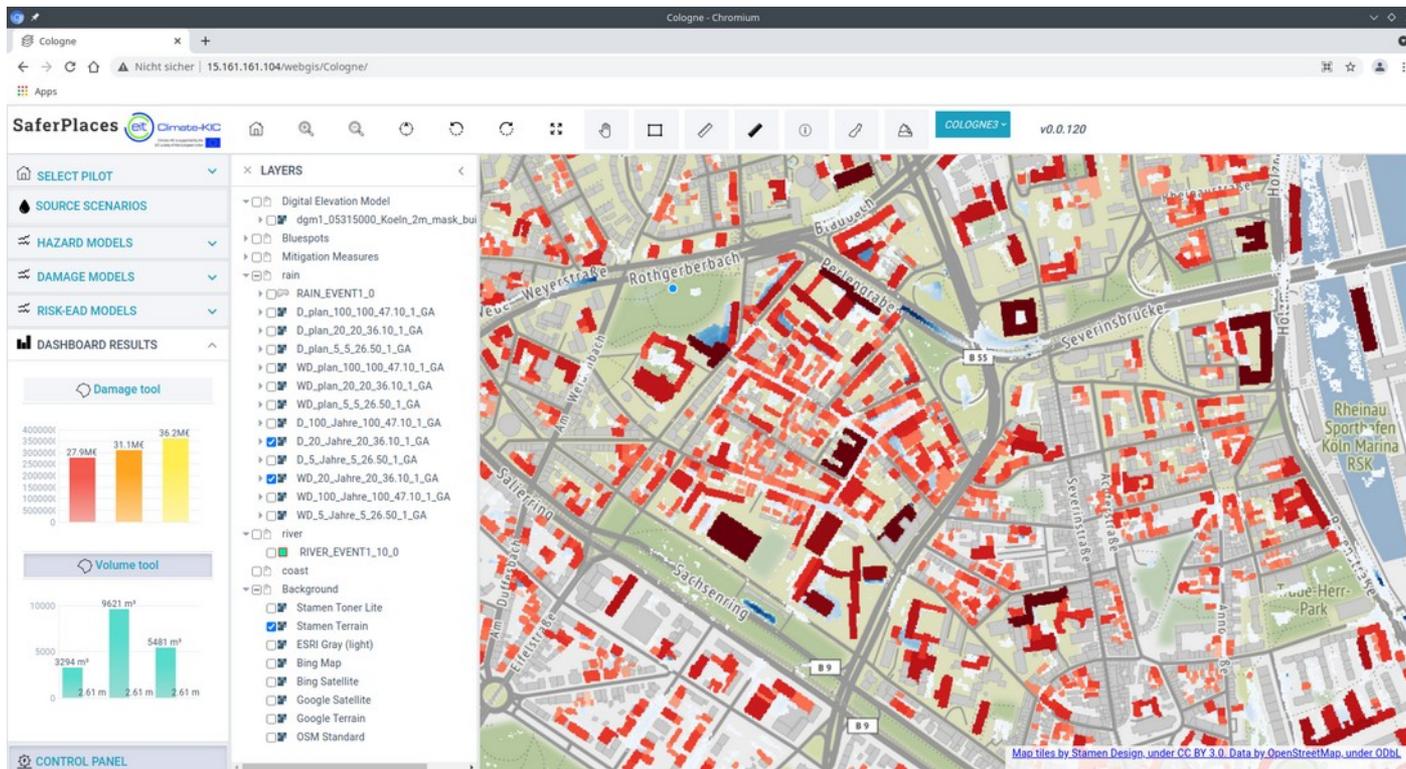


# Methoden und Werkzeuge für die Risikoanalyse und das Risikomanagement

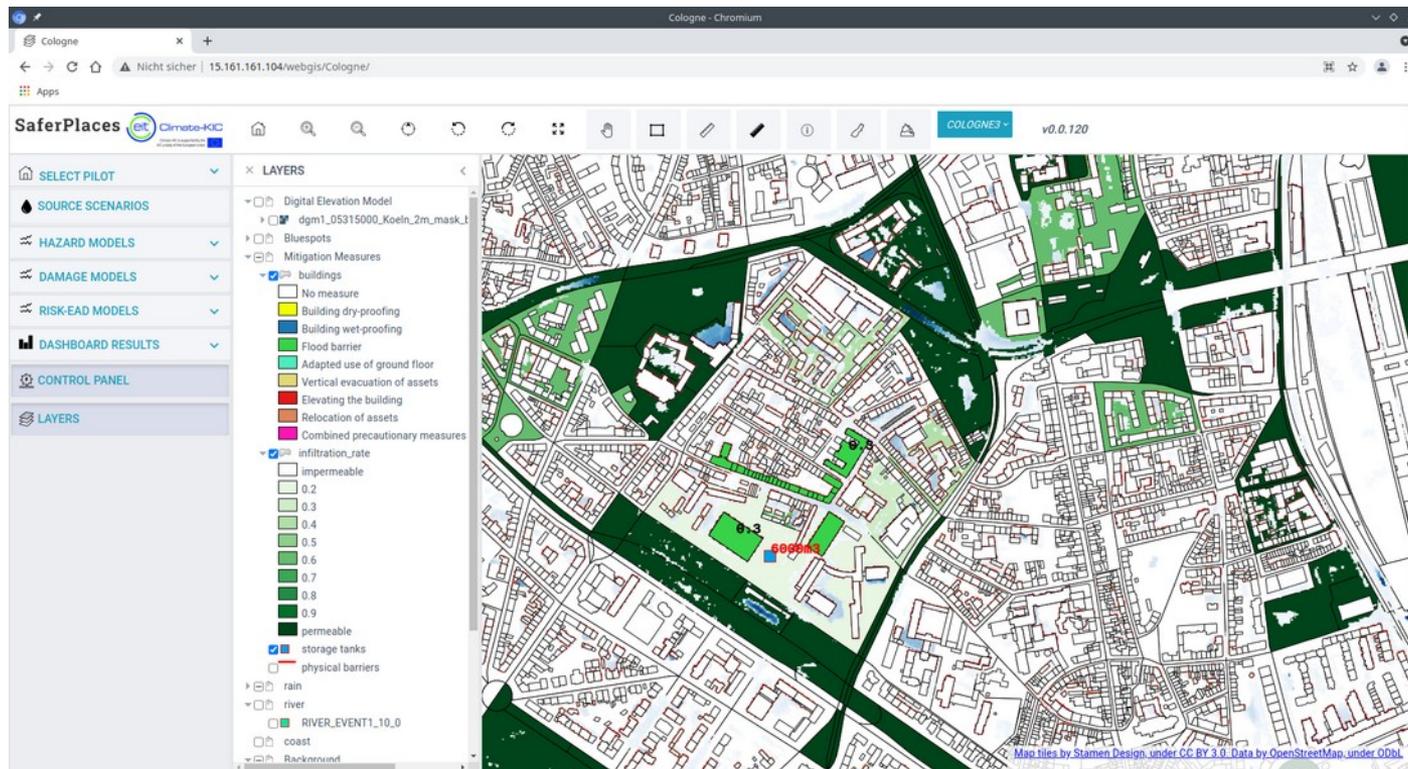
- SaferPlaces Web-Plattform
  - Offene Daten (OSM, Copernicus, etc.), flexible Einbindung lokaler Informationen
  - Effiziente Algorithmen, Cloud Computing, Browseranwendung



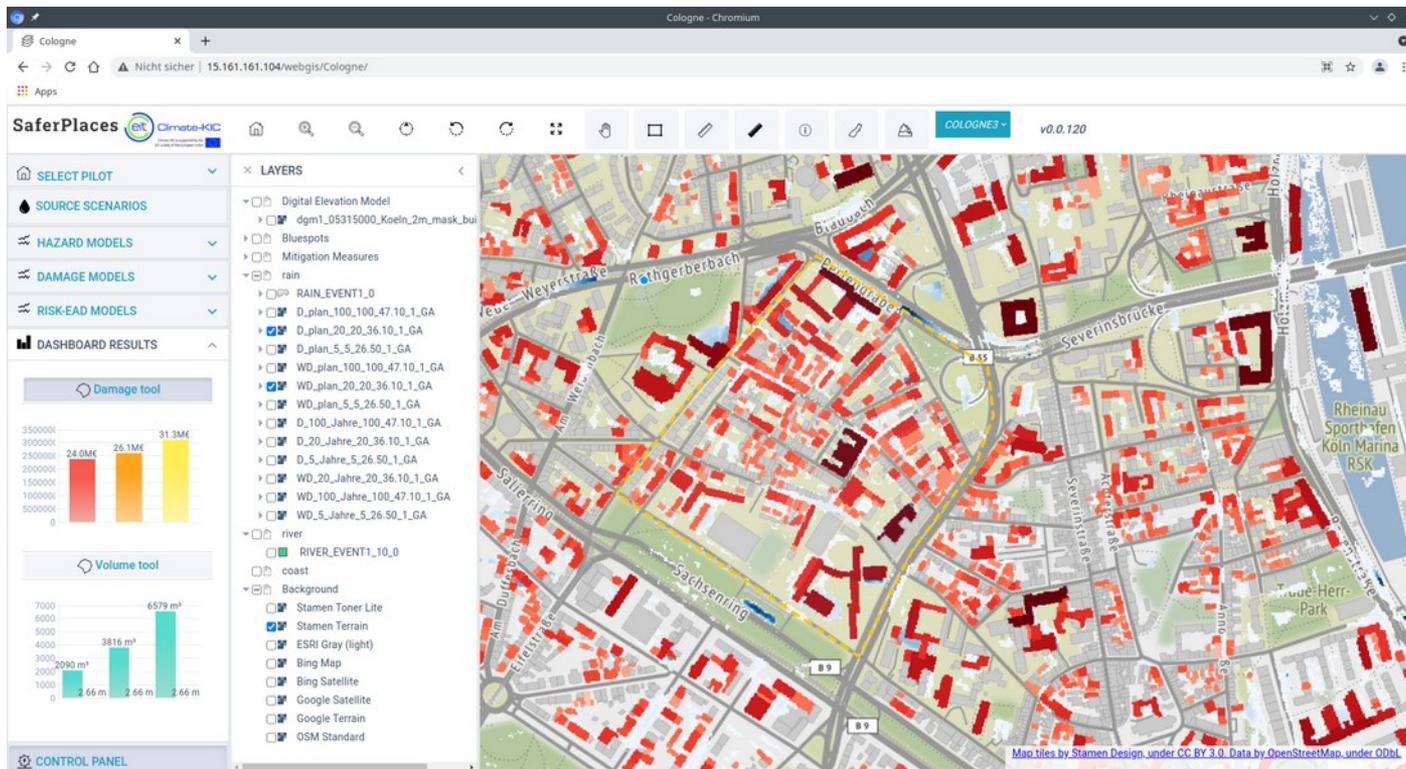
# SaferPlaces: Web-basierte Nutzeroberfläche



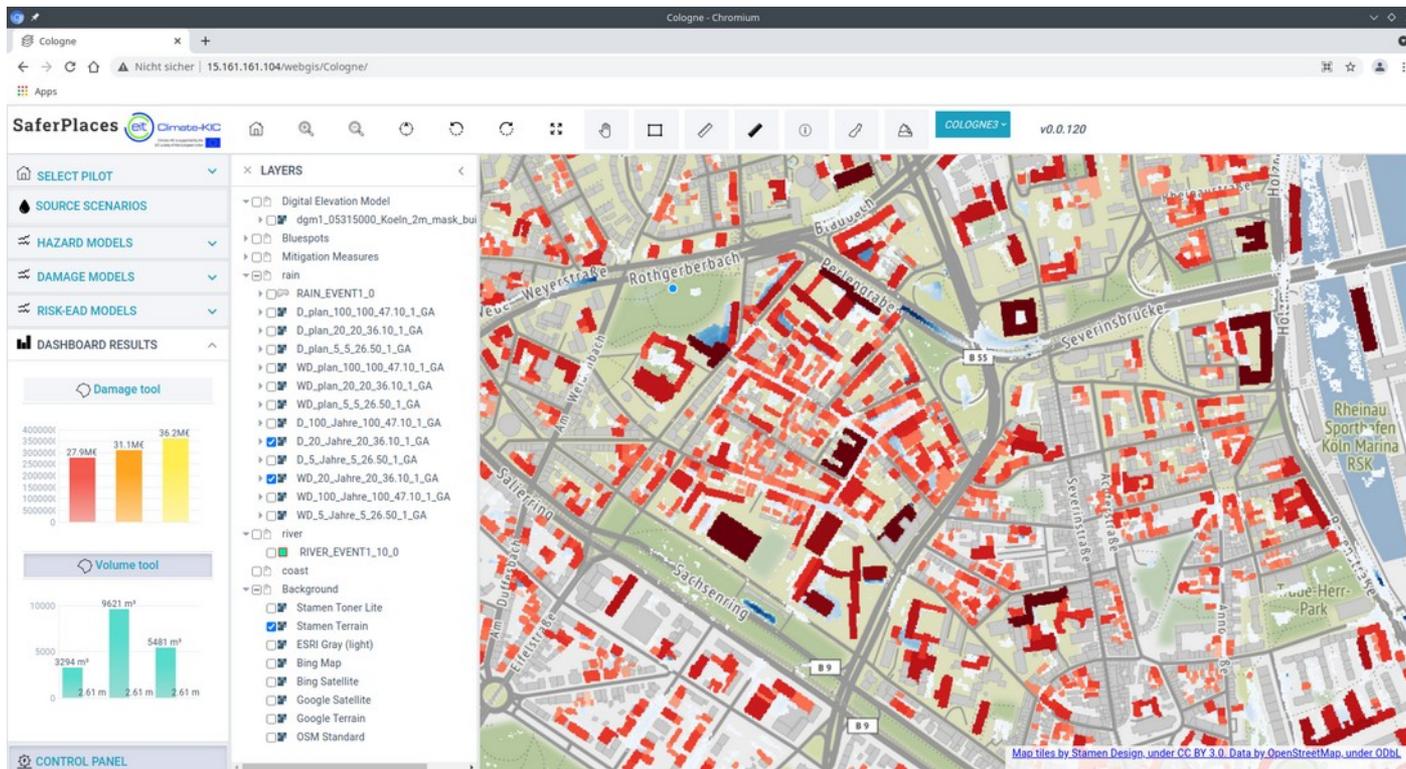
# SaferPlaces: Interaktive Planung von Maßnahmen



# SaferPlaces: Unmittelbare Wirkungsanalyse für Maßnahmen

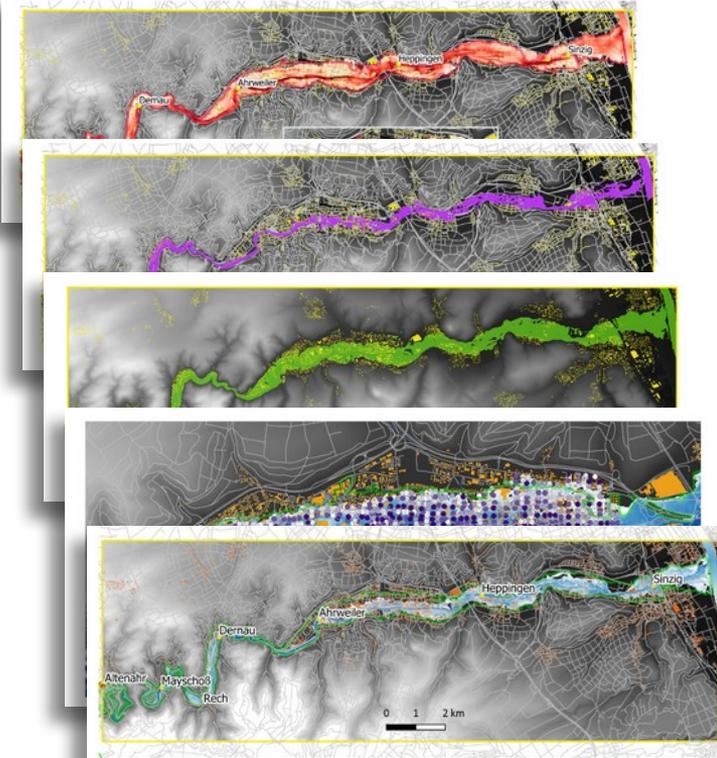


# SaferPlaces: Unmittelbare Wirkungsanalyse für Maßnahmen (vorher)



# Methoden und Werkzeuge für die Gefahrenabwehr

- Informationserweiterung durch Impakt-Vorhersagen
- RIM2D: hydraulisches Modell zur Simulation von fluvialen und pluvialen Hochwassern (GFZ, Sektion Hydrologie)
- Vorhersage von:
  - Überflutungsflächen
  - Überflutungstiefen
  - Fließgeschwindigkeiten
  - Gefahrenzonen für Menschen und Fahrzeuge
  - Direkte Gebäudeschäden
  - ...



Apel et al. (2022)



# Erfordernisse zur Weiterentwicklung des Hochwasserrisikomanagements

- Mit den Veränderungen Schritt halten
  - Datengrundlagen pflegen und aktuell halten
  - Anpassungsfähige Verfahren für die dynamische Risikoanalyse und das HW-Management
  - Wasserwirtschaftliche Klimafolgenanalysen weiterführen ( z.B. NLWKN, KliBiW)
- Ausweitung des Einsatzes neuer Technologien und offener Daten
  - Weiterentwicklung des Monitorings, Datenexploration und prädiktiver Verfahren unter Einbeziehung von KI/ML
  - Potenzial der Digitalisierung aktivieren und nutzen (ZDIN. Zukunftslabor Wasser)
- Risikomanagementpläne in den Gesamtzusammenhang setzen
  - Systemische Risiken adressieren und das Management von Restrisiken voranbringen
  - Strukturierte Analyse von „Worst-Case“ Szenarien in die HWRM-Planung für die Steigerung der Resilienz aufnehmen
  - Interaktionen zwischen hydrologischen Extremen; Synergien zur Stärkung des natürlicher Wasserhaushalts herstellen (z.B. nationale Wasserstrategie)





Abt. Hydrologie und Flussgebietsmanagement

Leichtweiß-Institut für Wasserbau

Technische Universität Braunschweig

[kai.schroeter@tu-braunschweig.de](mailto:kai.schroeter@tu-braunschweig.de)

[www.tu-braunschweig.de/lwi/hydriv](http://www.tu-braunschweig.de/lwi/hydriv)



@HydRiv\_LWI



@hydriv@mas.to

Matthew Feeney

#### Arbeitsfelder:

- Integrierte Betrachtung von Wassermenge und -qualität von Oberflächen- und Grundwasser im Spannungsfeld hydrologischer Extreme und damit verbundener Risiken
- Systemanalysen: Wechselwirkungen zwischen hydrologischen Prozessen und menschlichen Eingriffen
- Entwicklung von Methoden, Simulationsmodellen und operationellen Werkzeugen

