

A. Walter (DWD), A. Ganske (BSH), M. Helms (BfG), C. Brendel (DWD), C. Fleischer (BfG), M. Forbriger (EBA), M. Haller (DWD), S. Hänsel (DWD), C. Herrmann (EBA), S. Höpp (DWD), S. Hüttli-Kabus (BSH), M. Klose (BAST), J. Kirsten (BAST), S. Krähenmann (DWD), E. Lifschiz (BAW), E. Nilson (BfG), J. Ork (BAST), M. Rauthe (DWD), E. Rudolph (BAW), N. Schade (BSH), S. Wehring (DWD), A. Gratzki (DWD)

## Motivation und Zielstellung

Durch extreme Wetterereignisse (Abb. 1) und die sich verändernden Klimabedingungen können Transportketten unterbrochen, Verkehrsinfrastrukturen beschädigt und der Managementaufwand erhöht werden. Daher wird im BMVI-Expertennetzwerk daran gearbeitet, die Resilienz des Verkehrssystems zu erhöhen und entsprechende Anpassungsmaßnahmen vorzuschlagen.

Im Rahmen dieses Posters werden die dafür notwendigen Grundlagen (Daten, Szenarien, Modelle, Methoden) vorgestellt.

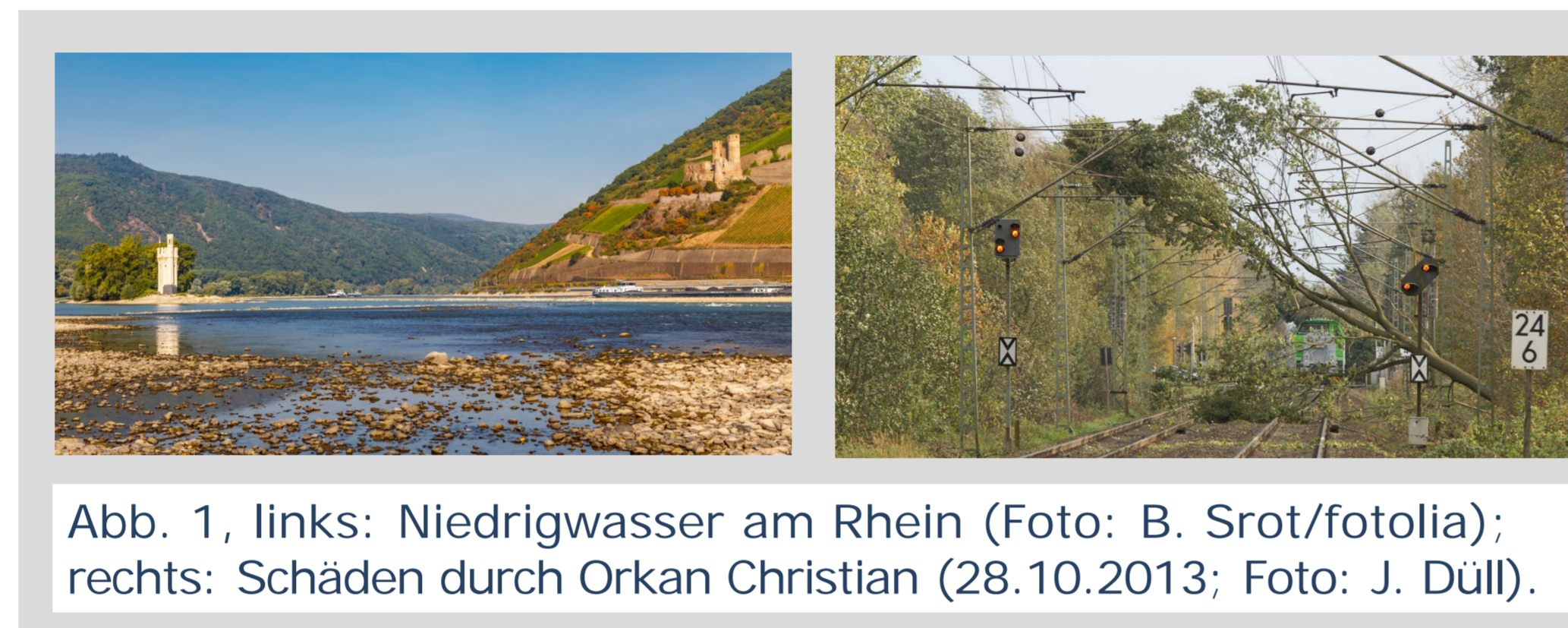


Abb. 1, links: Niedrigwasser am Rhein (Foto: B. Srot/fotolia); rechts: Schäden durch Orkan Christian (28.10.2013; Foto: J. Düll).

## Rahmenvereinbarungen

### Analysezeiträume: 1951-2100

- Bezugszeitraum: 1971-2000
- Zukunft: 2031-2060 und 2071-2100

### Emissionsszenarien (Strahlungsantrieb)

- RCP2.6 („Klimaschutzszenario“)
- RCP8.5 („Weiter-wie-bisher“)

### Verkehrsszenarien

- Basis: Bundesverkehrswegeplanung
- Bezugsnetz 2010 und Zielnetz 2030

### Ensembleauswertungen

- Separate Ensemble je Strahlungsantrieb
- Ensemble-Bandbreite: 15. und 85. Perzentil

## Fazit

Die hier vorgestellten Datengrundlagen und Rahmenvereinbarungen ermöglichen eine über verschiedene Gefahren und Verkehrsträger hinweg konsistente Analyse von Klimawirkungen. Die Daten und Ergebnisse sind ebenso relevant für die Bundesländer und gehen in den DAS-Prozess ein.

## Datengrundlagen – Projektionen und Szenarien

### Ensemble regionaler Klimamodelle (EURO-CORDEX und ReKliEs-de)

- (Multivariate) Anpassung systematischer Modellfehler (BIAS) der regionalen Klimasimulationen (RCM; Abb. 4), damit diese in den Impactmodellen sowie für die Berechnung von Klimaindizes genutzt werden können.
- Regionalisierung auf 5 km räumliche Auflösung.

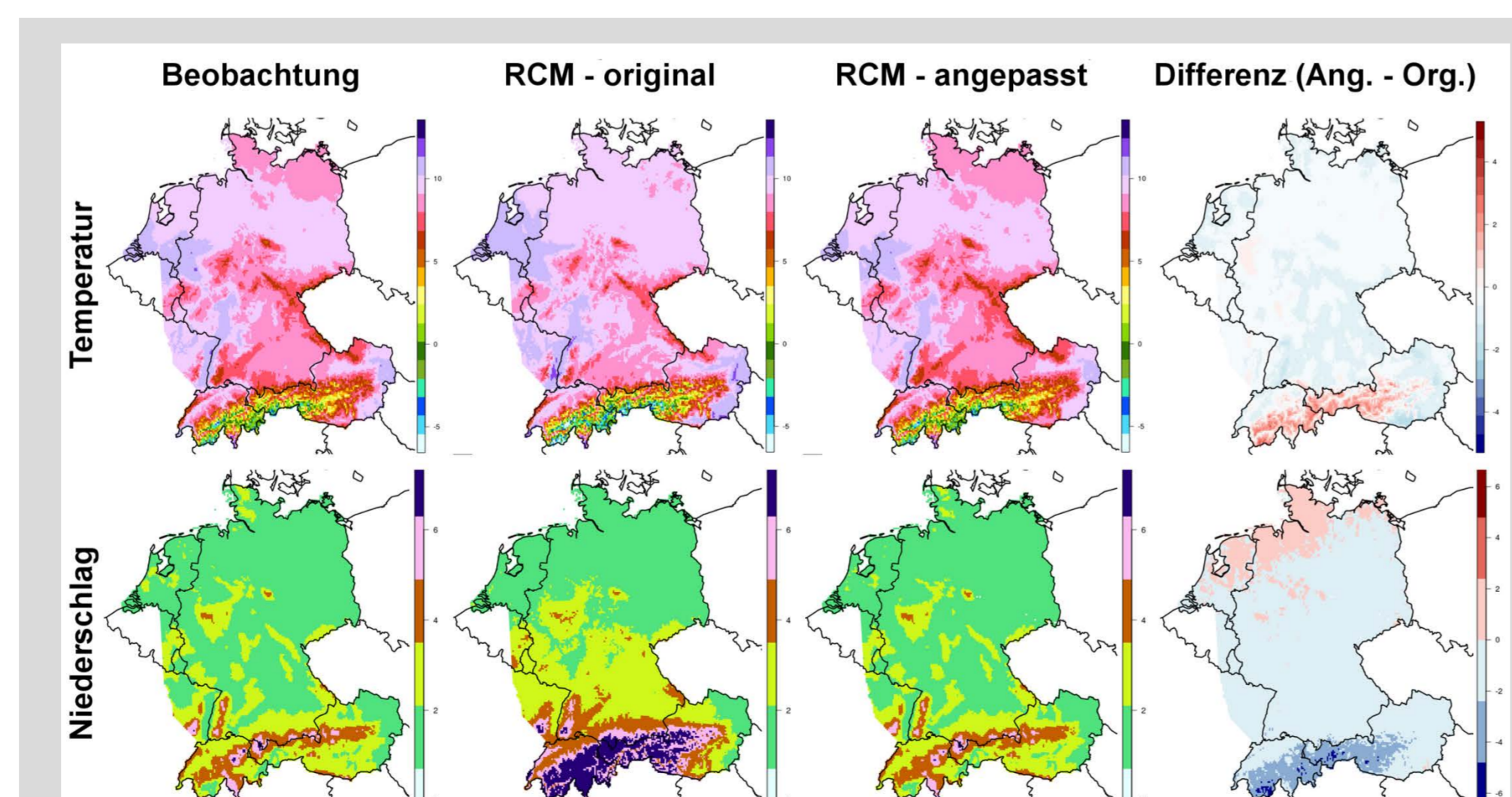


Abb. 4: Vergleich von Beobachtung, regionaler Klimasimulation und hinsichtlich systematischer Modellfehler angepasster Klimasimulation für die Variablen Temperatur und Niederschlag.

## Datengrundlagen – Referenz (basierend auf Messungen)

### HYRAS-Daten (Rasterdaten)

- Tageswerte
- Räuml. Auflösung: 5 km
- Zeitraum: 1951-2015
- Variablen:
  - Mittel-, Minimum- und Maximumtemperatur
  - Niederschlagssumme
  - relative Luftfeuchte
  - Globalstrahlung

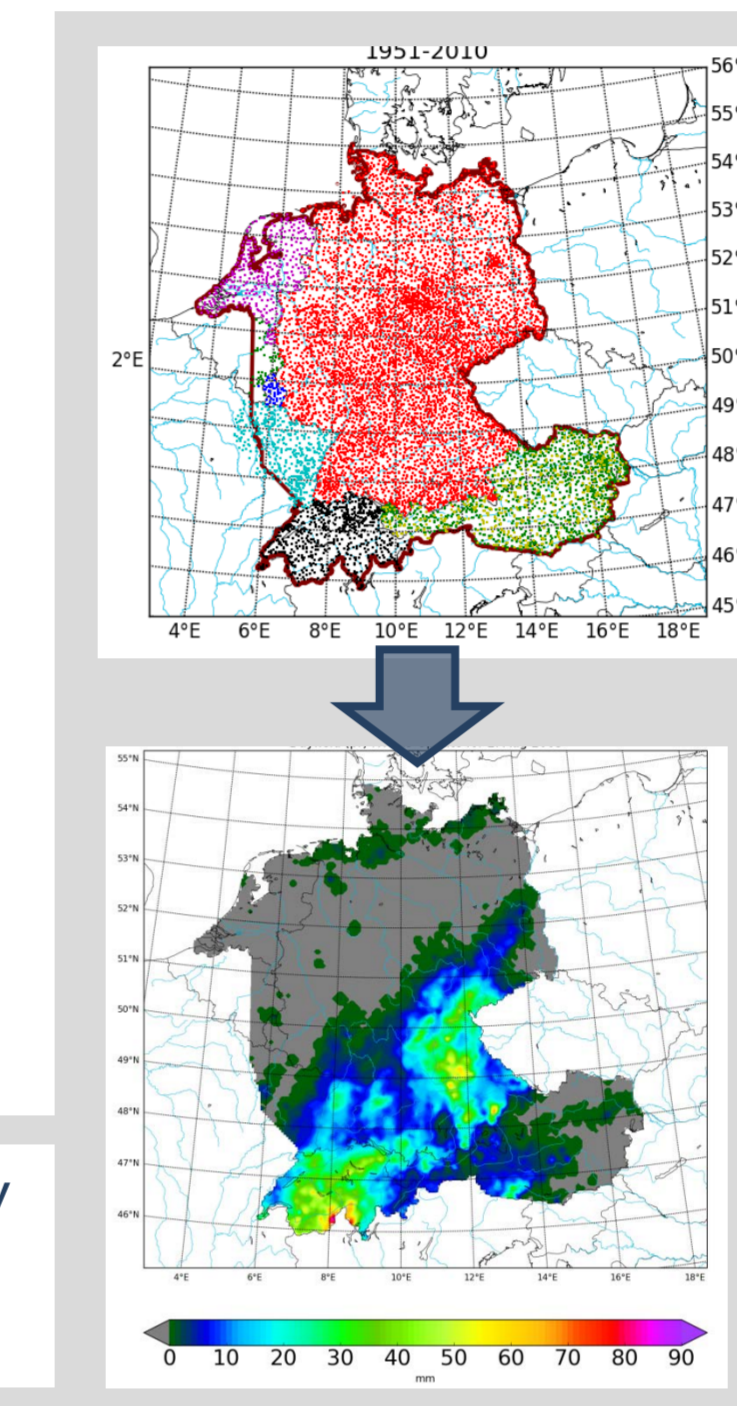


Abb. 2: HYRAS-Gebiet: Stationskollektiv Niederschlag (oben) und Rasterfeld eines ausgewählten Tages (unten).

### Wasserstand und Abfluss an Flusspegeln

- langfristige tägliche Reihen der Flusspegel
- Fokus: Hochwasser und Niedrigwasser (tägl. Abflussganglinie, Kenngrößen, Fotos)

### Ost- und Nordseeklimatologie (BNSC)

- Rasterdaten in 1° räumlicher Auflösung (Atmosphäre), respektive 0,25° (Ozean)
- Zeitraum: 1950-2015 Atm., 1873-2015 Ozean
- Variablen: Luftdruck, Lufttemperatur, Taupunkt, Wassertemperatur, Salzgehalt

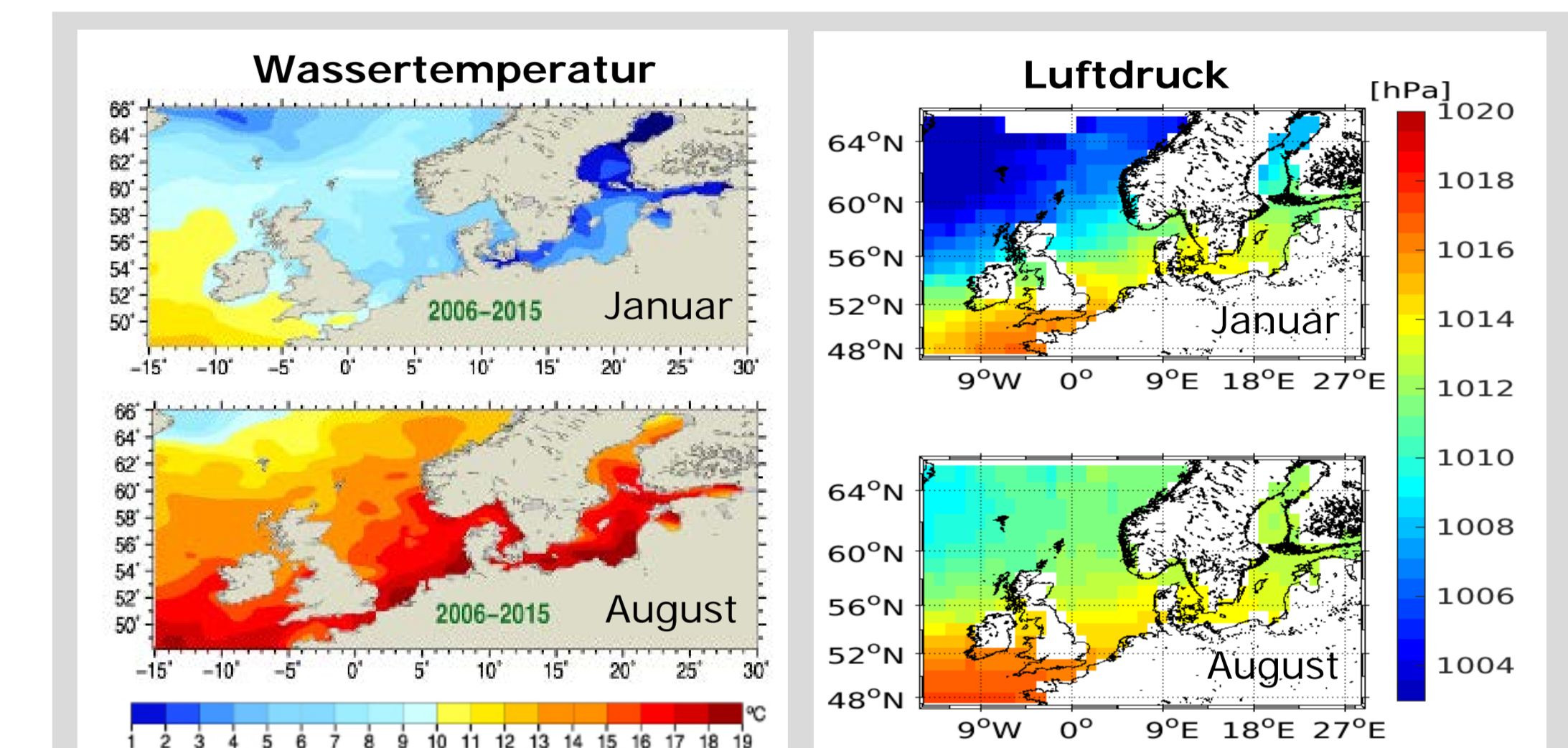


Abb. 3, links: BNSC Wassertemperatur in 10 m Tiefe für Januar und August (2006-2015). Rechts: BNSC Luftdruck auf Meeresspiegelniveau für Januar und August (1950-2015).

## Abflussprojektionen und -szenarien

- Ableitung hydrologischer Information aus:
  - Beobachtungen / Projektionen / Szenarien
  - statistischer/stochast. Analyse
  - Abflusssimulation (LARSIM ME)
  - Regionalisierung
  - hydraulischen Berechnungen

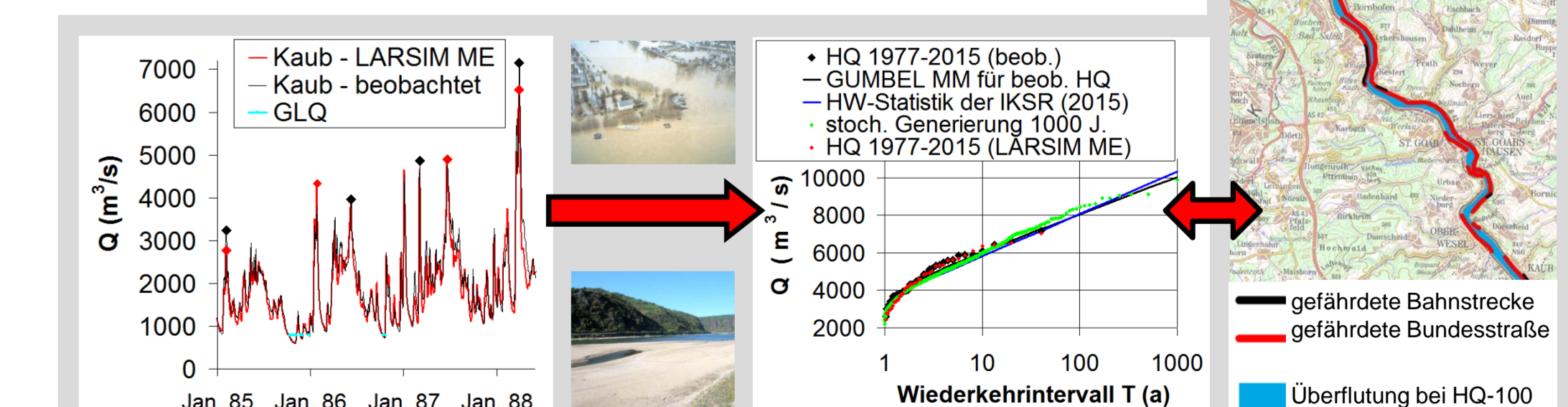


Abb. 6: Abflussganglinie am Rheinpegel Kaub mit daraus abgeleiteten Kenngrößen. Eine Wahrscheinlichkeitsanalyse für jährliche Abflussscheitel erlaubt eine Gefährdungseinschätzung von Verkehrswegen am Mittelrhein.

- Bereitstellung von Planungsgrundlagen als:
  - Abfluss-/Wasserstandsreihen (langfristig, charakteristische Jahre, Ereignisse)
  - Kenngrößen (Abfluss, Dauer, Häufigkeit etc.)

## Gekoppelte Ozean-Atmosphäre-Modelle

- Als Randmeere sind Nord- und Ostsee besonders vom Austausch zwischen Ozean und Atmosphäre geprägt, siehe Abb. 5. Für die Klimauntersuchungen sind daher gekoppelte Simulationen notwendig.
- Im Küstenbereich werden zeitlich und räumlich hohe Auflösungen benötigt, z.B. für Sturmfluten, Tiden → regional gekoppelte Klimamodelle.

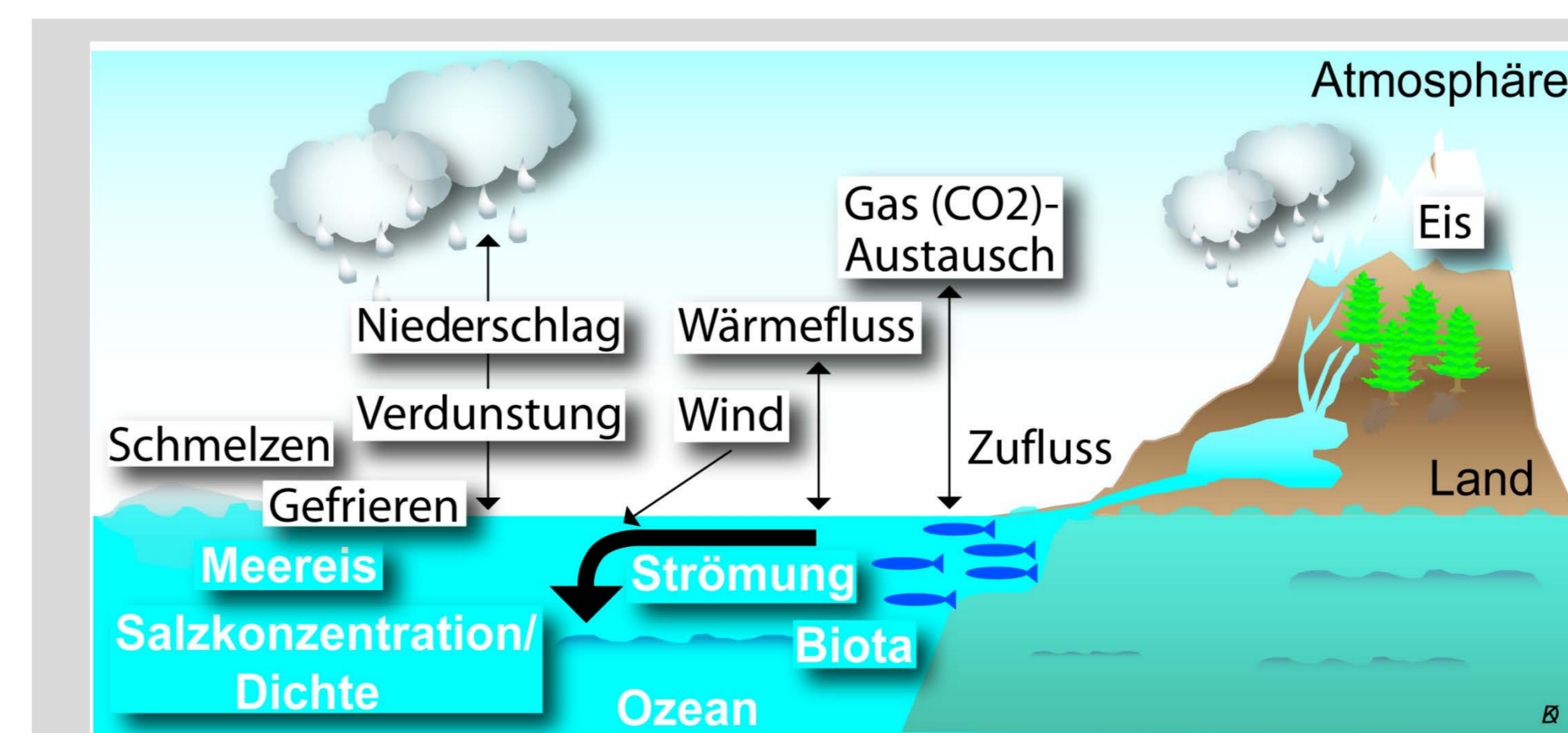


Abb. 5: Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre Grafik nach: <http://bildungsserver.hamburg.de/das-klimasystem/2063982/ozean-artikel>, Autor Dieter Kasang.

## Kontakt

Andreas Walter, DWD  
E-Mail: andreas.walter3@dwd.de

