

Klimawandel und Extremereignisse: Was haben wir in Deutschland zu erwarten?

Erste Ergebnisse zu Niederschlag, Temperatur und Wasserständen

Christoph Brendel (DWD), Jens Möller (BSH), Simona Andrea Höpp (DWD), Michael Haller (DWD), Stefan Krähenmann (DWD), Olga Kelbin (DWD), Sabrina Wehring (DWD), Andreas Walter (DWD), Nils Schade (BSH), Stephanie Hänsel (DWD)

Problemstellung

Ein nachhaltiger Betrieb der Verkehrsinfrastruktur im 21. Jahrhundert erfordert eine erhöhte Resilienz gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels und den damit verbundenen extremen meteorologischen und ozeanographischen Witterungsereignissen (Beispiele Abb. 1). Untersuchungen zu Veränderungen von Extremereignissen durch den Klimawandel sind von besonderer Bedeutung, da daraus resultierende Schäden an der Infrastruktur und Beeinträchtigungen des Verkehrsablaufs beträchtlich sein können. Zudem könnten diese bei einer zukünftigen Intensivierung von Extremereignissen überproportional stark zunehmen.



Abb. 1: Hitzebedingte Schäden an Bundesfernstraßen (links; Foto: animaflora/fotolia), Hamburger Hafen (rechts; Foto: BAW).

Referenz: IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

Klimawandel & Extremereignisse

Herausfordernd für die Untersuchungen ist, neben dem seltenen Auftreten von Extremereignissen, die Unsicherheit bezüglich der weiteren Emission von Treibhausgasen und deren Konzentration in der Atmosphäre. Die Anwendung robuster extremwertstatistischer Methoden auf Ensembles regionaler Klimamodelldaten verschiedener Emissionsszenarien (Abb. 2) ermöglicht die Bestimmung der Bandbreite wahrscheinlicher Änderungssignale von Extremereignissen.

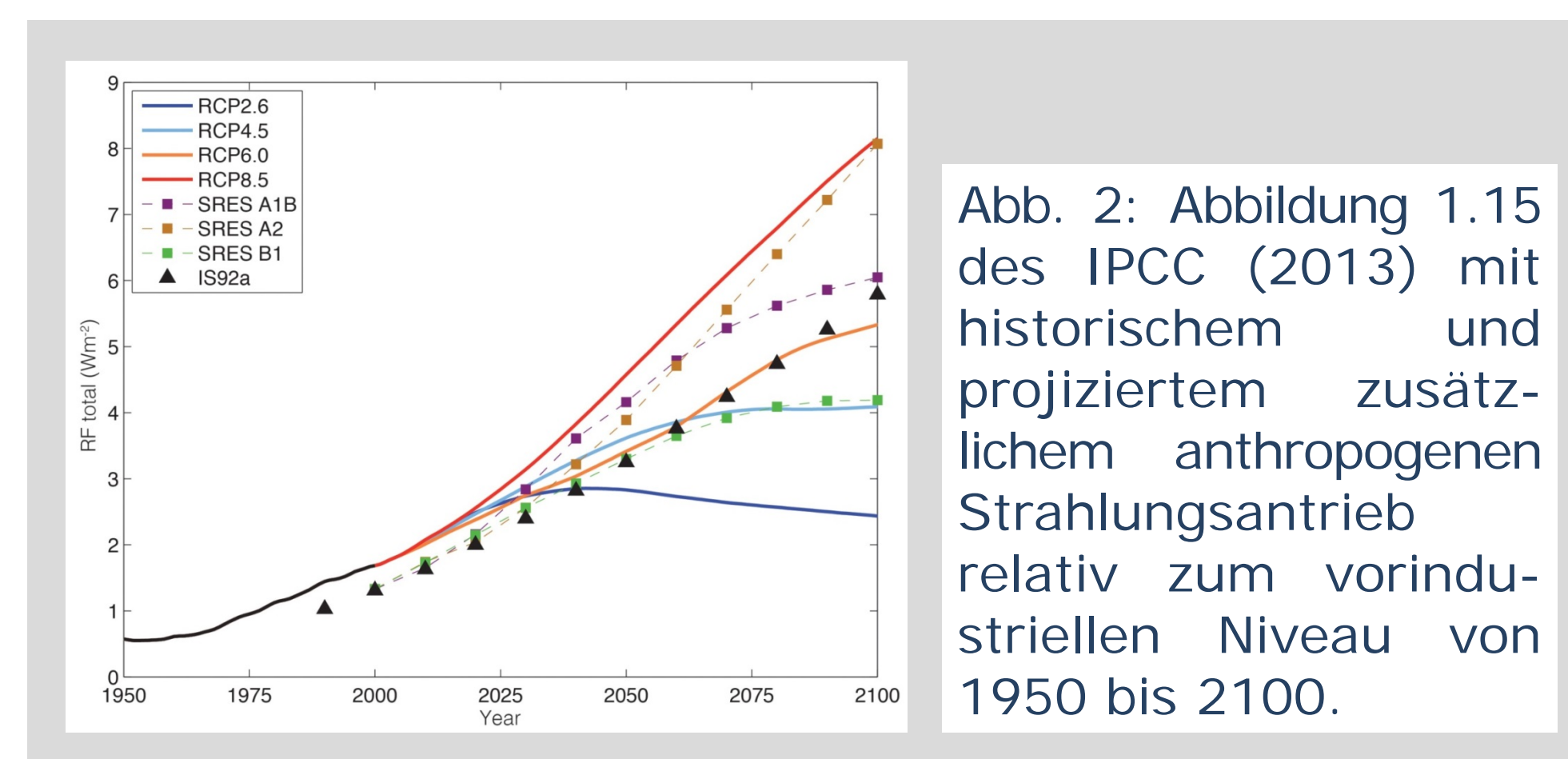


Abb. 2: Abbildung 1.15 des IPCC (2013) mit historischem und projiziertem zusätzlichem anthropogenen Strahlungsantrieb relativ zum vorindustriellen Niveau von 1950 bis 2100.

Veränderung mittlerer und extremer Hoch- und Niedrigwasserstände

- Pegeldata (hier Cuxhaven, exemplarisch für die Deutsche Nordseeküste) zeigen einen Anstieg des Meeresspiegels um etwa 30 cm in 140 Jahren (~ 2.1mm/a) bei gleichzeitiger Erhöhung des Tidenhubs (Abb. 3, oben). Im Szenario RCP8.5⁴ erkennt man eine Beschleunigung dieses Anstiegs auf etwa 4.8 mm/a bis zum Ende des 21. Jahrhunderts (Abb. 3, unten).
- Extreme Ereignisse zeigten in der Vergangenheit vergleichbare Anstiegsraten wie mittlere Ereignisse (allerdings stärkere Änderungen der NW als der HW). Im RCP8.5⁴ steigen dagegen die extremen Ereignisse noch sehr viel stärker als die mittleren Ereignisse an.

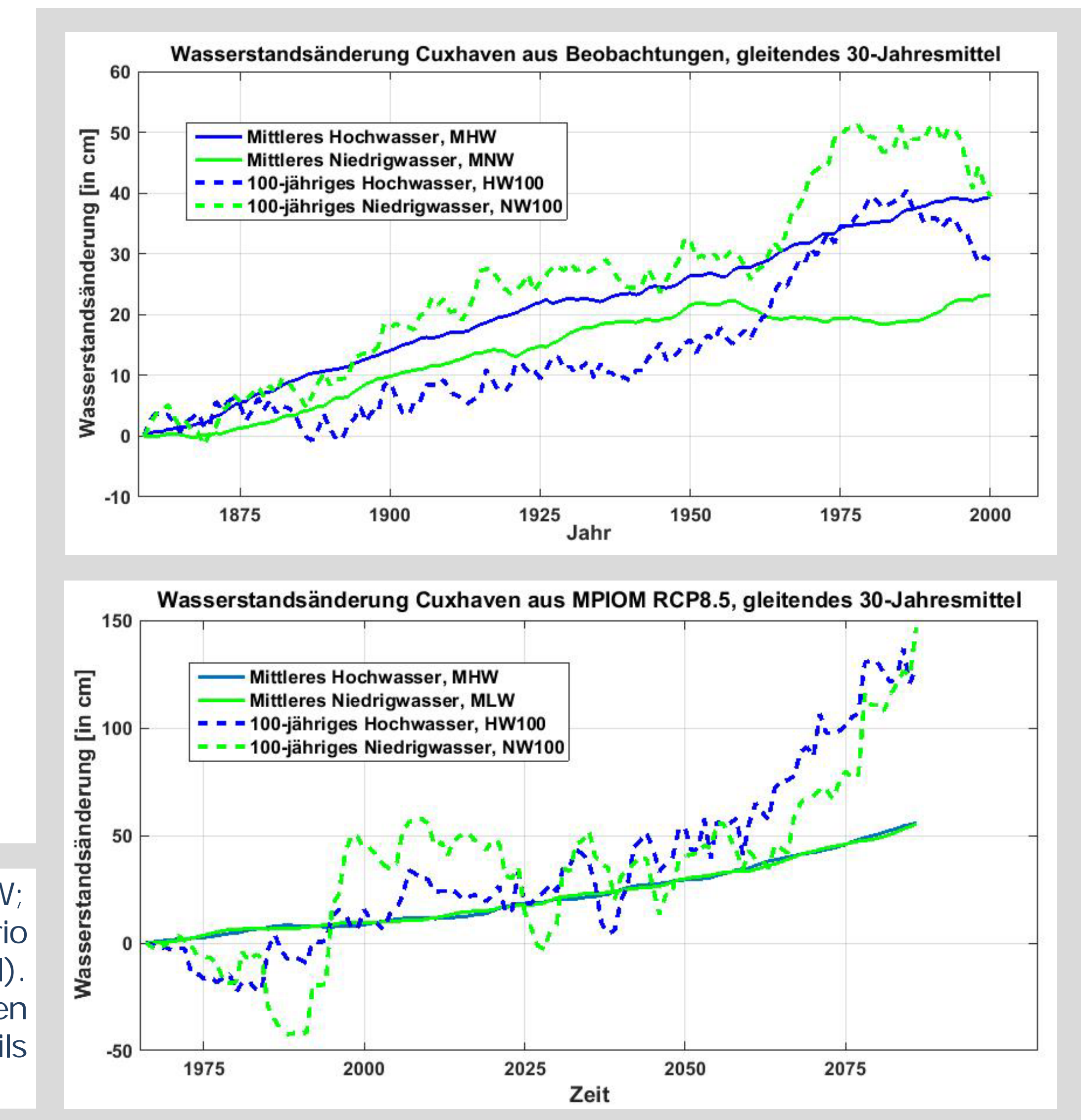


Abb. 3: Änderungen der Hoch- (HW; blau) und Niedrigwasser (NW; grün) aus Beobachtungen (oben, ab 1843) und dem IPCC Szenario RCP8.5 (rechts; 1950-2100) in Cuxhaven (30-jährige gleitende Mittel). Gestrichelt dargestellt sind zudem die Änderungen des 100-jährigen Hoch- (blau) und Niedrigwasserereignisses (grün), berechnet aus jeweils 30 Jahren Wasserstandsdaten mithilfe der Gumbelverteilung.

Veränderung von Extremen der Temperatur und des Niederschlags

- Die Häufigkeit tägl. Starkniederschläge nimmt im Winter (insb. RCP8.5; Verdopplung) deutlich stärker zu als im Sommer (max. 50% Zunahme).
- Im Sommer nimmt die Anzahl der Tage mit extrem hohen Maximumtemperaturen deutlich

- zu. Für das Emissionsszenario RCP8.5 könnte Ende des Jahrhunderts der gegenwärtig heißeste Sommertag bis zu 20 mal häufiger auftreten.
- Extrem kalte Tage bzw. Nächte (Minimumtemperatur) nehmen im Winter deutlich ab.

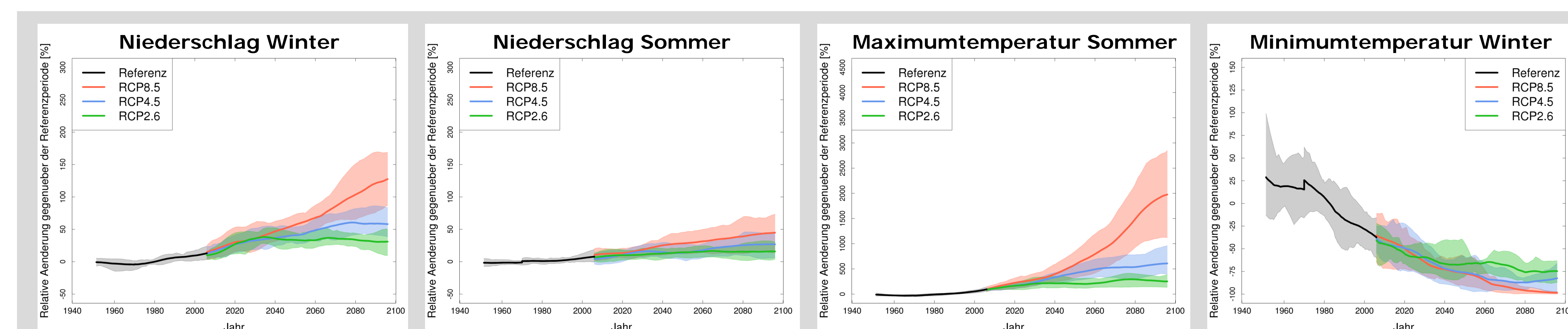


Abb. 4: Veränderung der Auftrittshäufigkeit [Prozent] des gegenwärtig extremsten Tages¹ der täglichen Niederschlagssumme im Winter und Sommer sowie der maximalen Tagestemperatur im Sommer und der minimalen Tagestemperatur im Winter für die verschiedenen Emissionsszenarien (RCP2.6² (grün), RCP4.5³ (blau), RCP8.5⁴ (rot)) und die Referenzperiode (schwarz) im Deutschlandmittel. Dargestellt sind jeweils die Mittelwerte (Linie) und die Perzentile (15./85.; schraffiert) für die Abschätzung der Bandbreite möglicher Änderungssignale.

Fazit und Ausblick

- Klimaprojektionen zeigen z.T. deutliche Zunahme von Extremen (z.B. für Temperatur, Niederschlag, Wasserstände; insb. RCP8.5⁴).
- Deutliche Unterschiede zwischen den RCP-Szenarien sind vor allem für die Maximumtemperatur im Sommer zu erkennen.
- Extreme könnten sich im Klimawandel zukünftig deutlich stärker ändern als die mittleren Zustände. Entsprechende Anpassungsmaßnahmen sind zu entwickeln.
- Die behördenübergreifende Zusammenarbeit bei extremwertstatistischen Analysen wird noch weiter ausgebaut werden.

¹Die 1% der höchsten Ereignisse in der Gegenwart (im Mittel ein Ereignis pro Winter/Sommer), ²RCP2.6 „Klimaschutzszenario“ Szenario, ³RCP4.5 „Moderate Entwicklung“ Szenario, ⁴RCP8.5 „Weiter-wie-bisher“ Szenario

Kontakt

Christoph Brendel, DWD
E-Mail: christoph.brendel@dwd.de

