

Veränderungen der wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen durch den Klimawandel in Niedersachsen

Uwe Petry

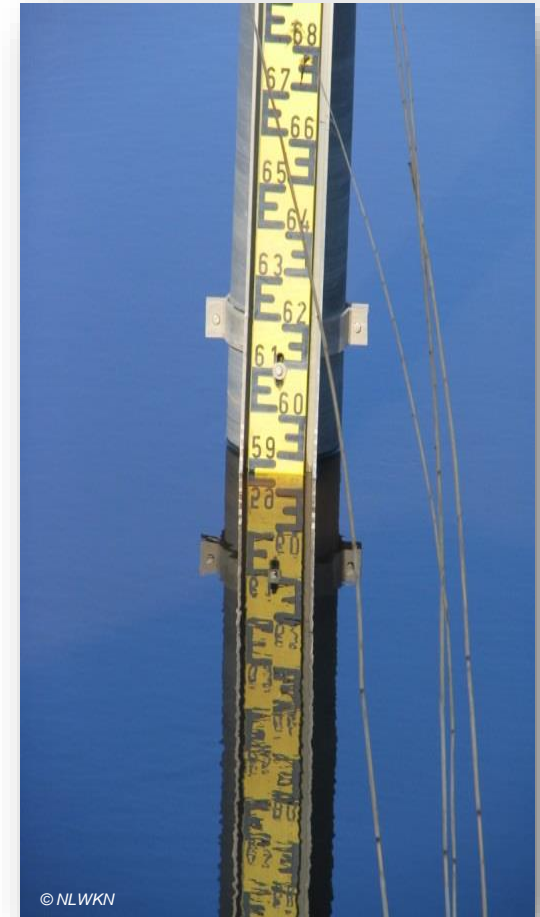
NLWKN Betriebsstelle Hannover-Hildesheim

AB36 – Hochwasservorhersage, Klimafolgen, Fachdatenmanagement



Inhalte

- 1) Klimatische Rahmenbedingungen in Niedersachsen
- 2) Veränderungen der hydrologischen Verhältnisse durch den Klimawandel
- 3) Schlussfolgerungen





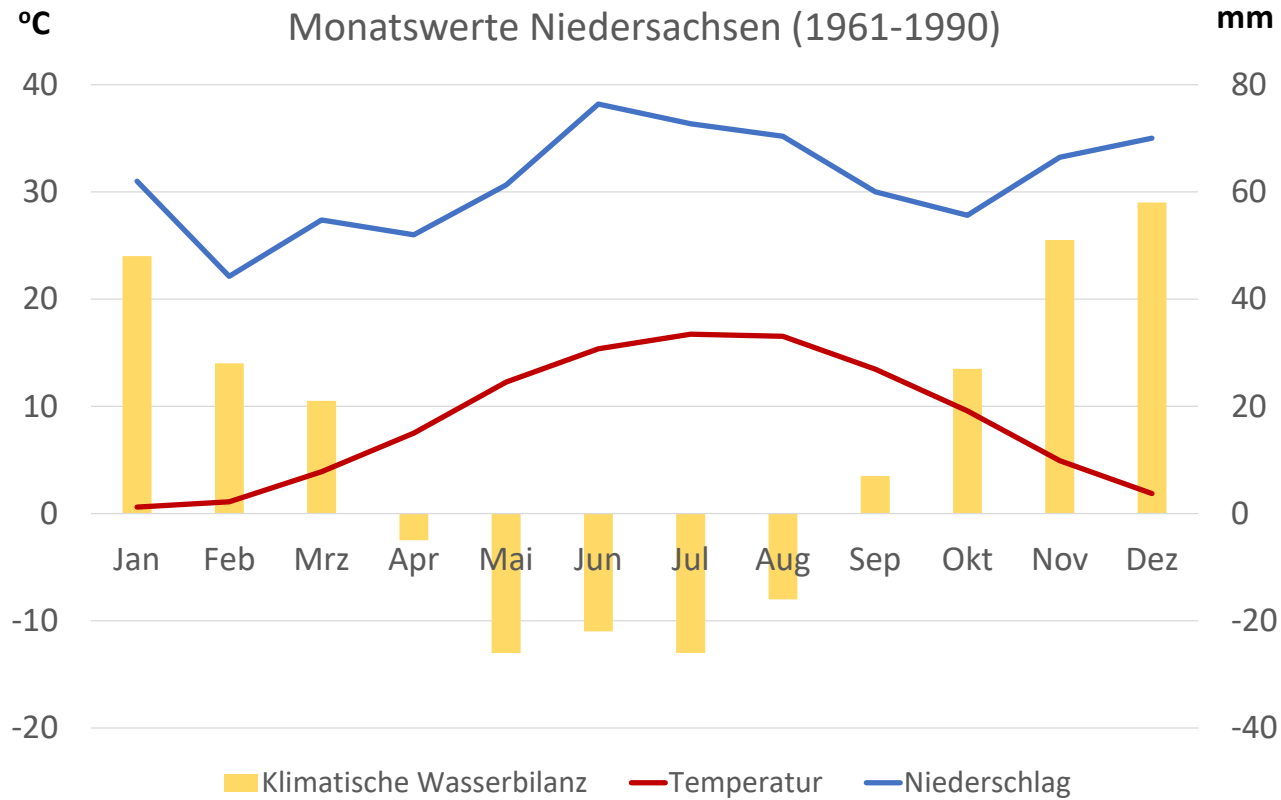
Klimatische Rahmenbedingungen in Niedersachsen





Klimatische Rahmenbedingungen

Langjährige Mittelwerte des Klimas in Niedersachsen (1961-1990)



Jahresmittel Temperatur:
8,6 °C

Jahresniederschlag:
743 mm

Klimatische Wasserbilanz:
145 mm

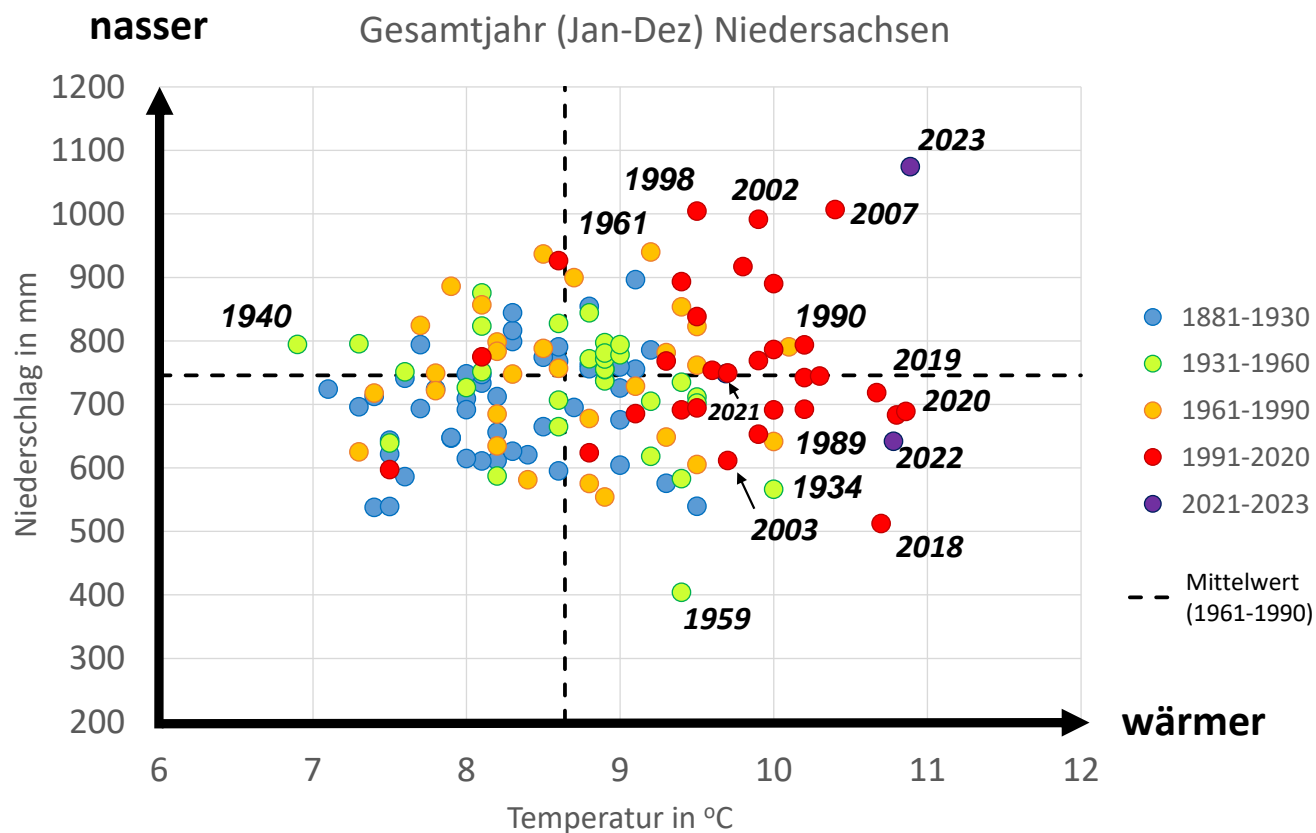
Datengrundlage:
DWD Climate Data Center (CDC) Version 1.0
HYRAS-DE-PRE Version v5.0 & eta_fao v1.1

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



Klimatische Rahmenbedingungen

Die klimatischen Entwicklungen auf einen Blick



- N-Daten bis 1930 wenig repräsentativ für Niedersachsen (da nur wenige Messstellen)
 - 1931-1960 und 1961-1990 bereits mit einzelnen Extremjahren
 - 1991-2020 deutlich wärmer und mit weiteren Extremen
- **Temperaturen haben deutlich zugenommen, Niederschlags-extreme haben z.T. zugenommen (u.a. in Kombination mit Hitze)**

Datengrundlage:
DWD Climate Data Center (CDC): Jährliche Gebietsmittel der
Lufttemperatur und Niederschlagshöhe Version v19.3

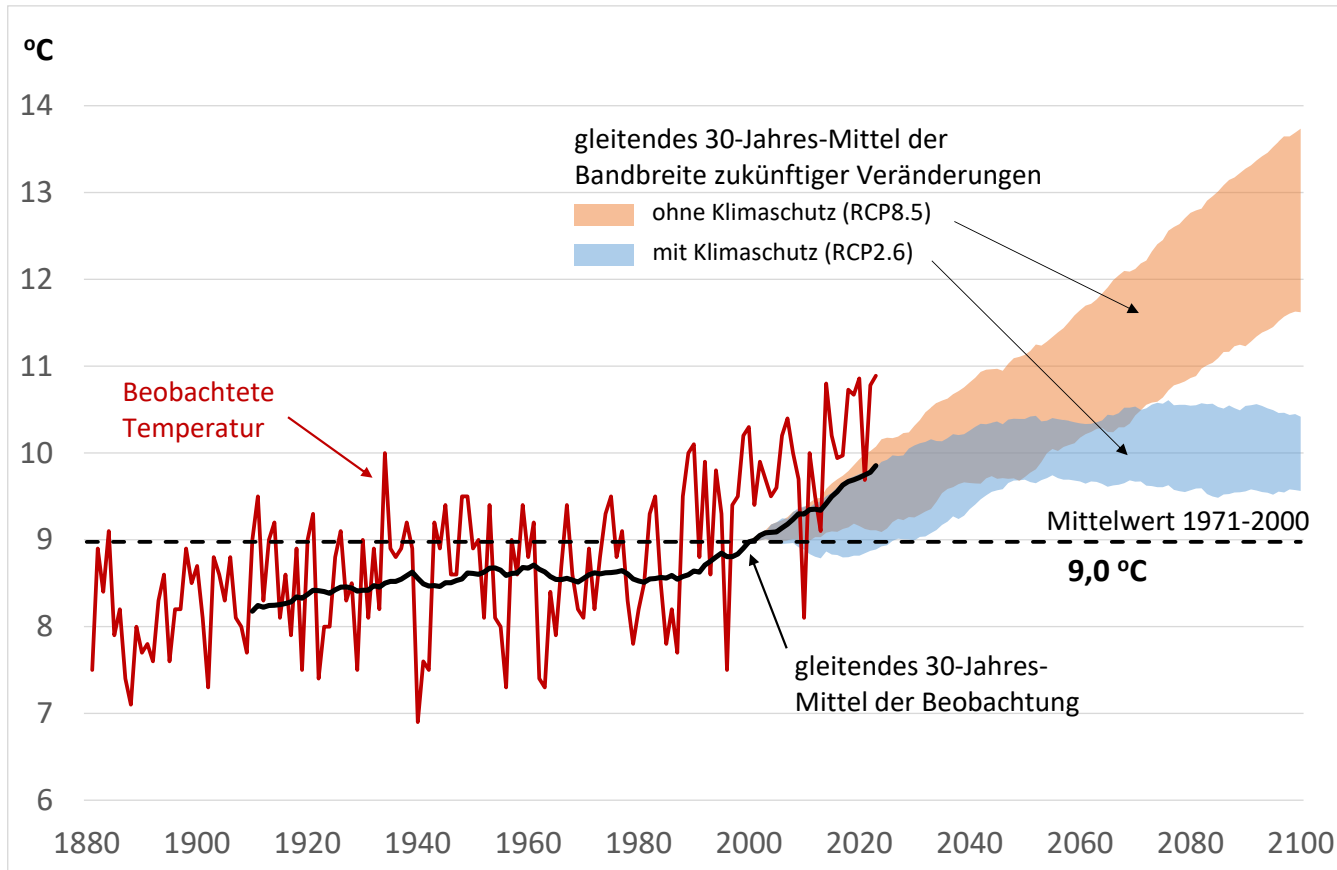
Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



5

Klimatische Rahmenbedingungen

Entwicklung der Temperaturen in Niedersachsen



Datengrundlage:
DWD Climate Data Center (CDC): Jährliche Gebietsmittel der
Lufttemperatur Version v19.3; Modell-Ensemble RCP8.5 AR5-NI, v2.1

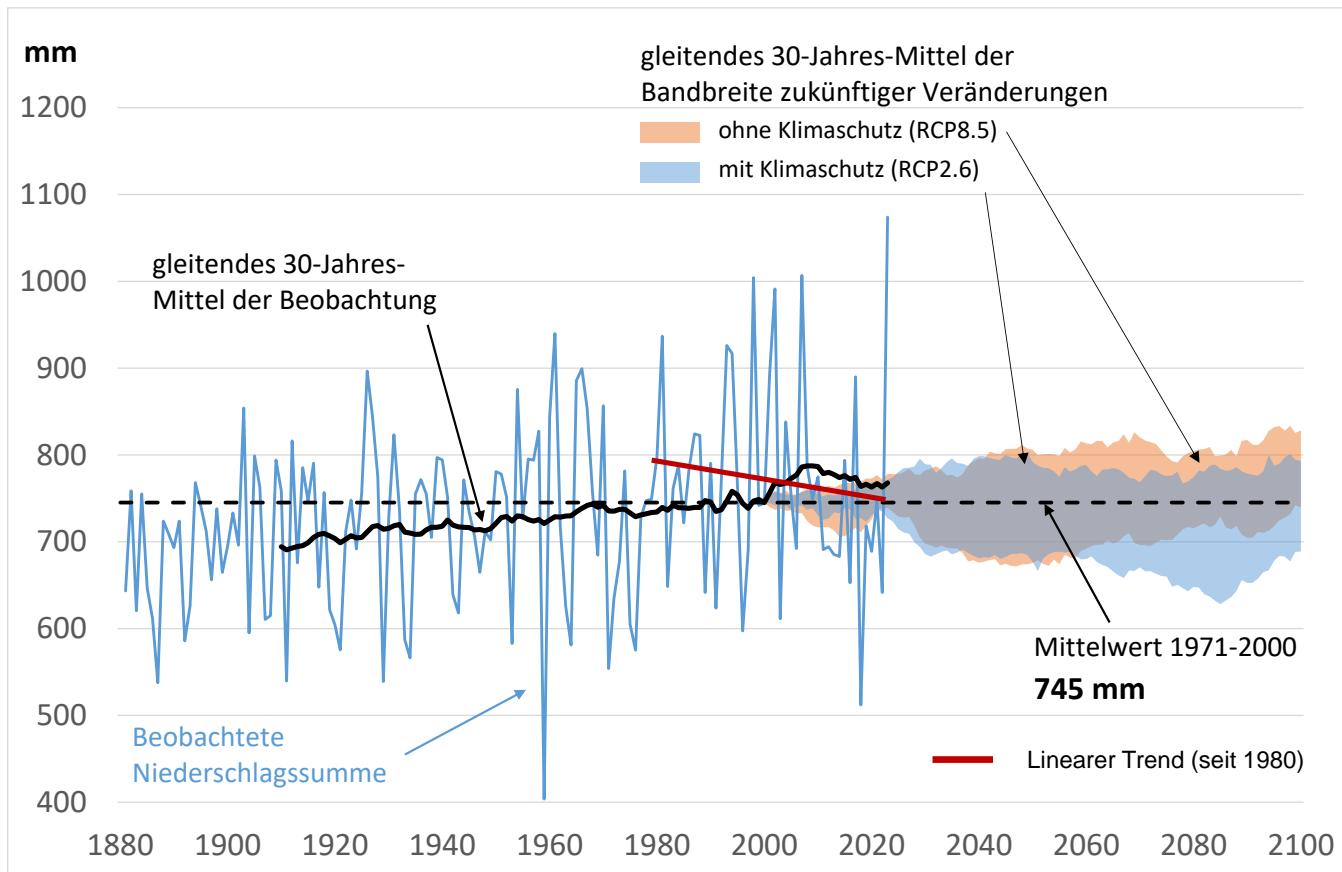
Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand

6

- Veränderung vs. 1881-1910 (8,2 °C)
 - 1971-2000: +0,8 °C
 - 1991-2020: +1,5 °C
 - deutlicher Anstieg seit 1980er
 - zukünftig mögliche Veränderungen 2071-2100 vs. 1971-2000
 - RCP2.6: +0,6 bis +1,4 °C
 - RCP8.5: +2,5 bis +4,8 °C
- **erhöhte Verdunstung, aber auch potentiell mehr Regen**

Klimatische Rahmenbedingungen

Entwicklung der Niederschläge in Niedersachsen



- Veränderung vs. 1881-1910 (694 mm)
 - 1971-2000: +7 %
 - 1991-2020: +10 %
- abnehmende Tendenz seit 1980er
- zukünftig mögliche Veränderungen 2071-2100 vs. 1971-2000
 - RCP2.6: -8 bis +7 %
 - RCP8.5: -4 bis +13 %
- **Entwicklung der letzten Jahrzehnte nur kurzzeitige Schwankung oder Beginn eines langfristigen Trends?**

Datengrundlage:
DWD Climate Data Center (CDC); Monatliche Gebietsmittel der Niederschlagshöhe, Version v19.3; Modell-Ensemble RCP8.5 AR5-NI, v2.1

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand

7

Klimatische Rahmenbedingungen

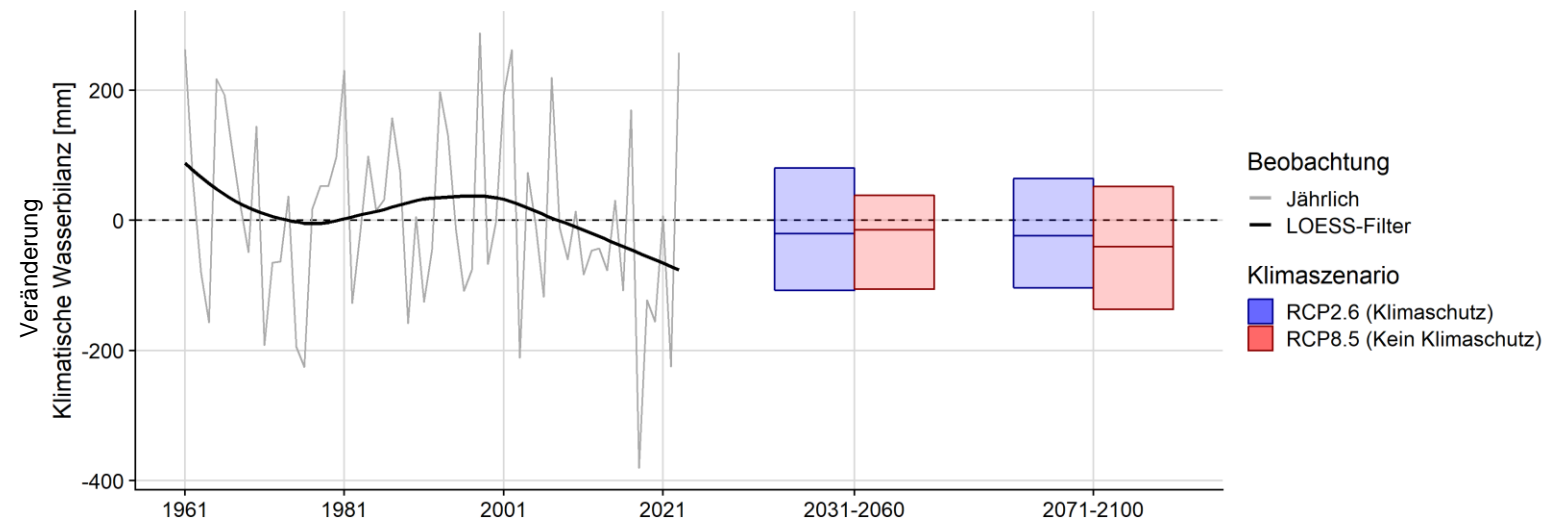
Entwicklung der Klimatischen Wasserbilanz in Niedersachsen

Kalenderjahr: Klimatische Wasserbilanzanomalie zu 1971-2000 (127 mm) in Niedersachsen

1991-2020: -9.6 mm
2031-2060 (RCP2.6): -21 (-108 - +80) mm
2071-2100 (RCP2.6): -24 (-104 - +64) mm
2031-2060 (RCP8.5): -15 (-106 - +38) mm
2071-2100 (RCP8.5): -41 (-137 - +52) mm



- Veränderung vs. 1971-2000 (127 mm)
 - 1991-2020: ca. -10 mm
- deutliche Abnahme seit Mitte 1990er
- zukünftig mögliche Veränderungen 2071-2100 vs. 1971-2000
 - RCP2.6: -104 bis +64 mm
 - RCP8.5: -137 bis +52 mm



n: HYRAS-DE-PRE, Version v5.0 und Climate Data Center (CDC), eta_fao v1.1 (Beobachtung) und AR5-NI, Version v2.1 (Klimaszenario)

➤ **mögliche Abnahme der Wassermenge, die für Abfluss bzw. Grundwasserneubildung zur Verfügung steht**

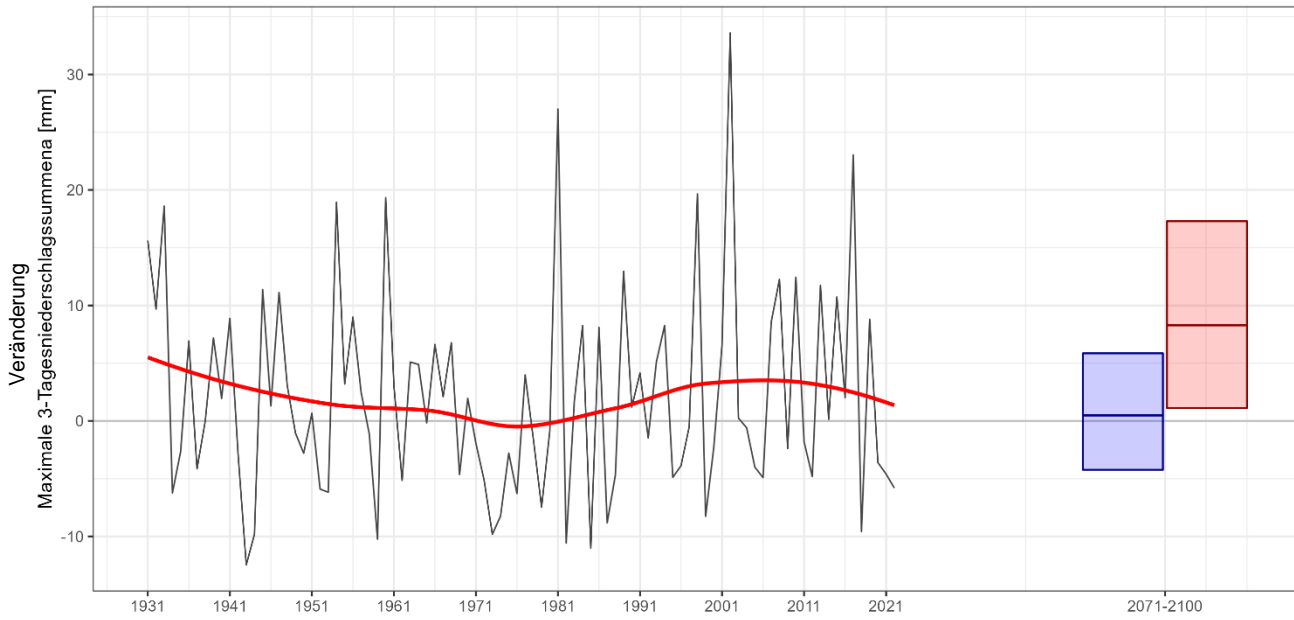


Klimatische Rahmenbedingungen

Entwicklung der max. 3-Tages-Niederschläge

Kalenderjahr: Maximale 3-Tagesniederschlagssummenanomalie zu 1971-2000 (48 mm) in Niedersachsen

1991-2020: +3 mm
2071-2100 (RCP2.6): +0 (-4 - +6) mm
2071-2100 (RCP8.5): +8 (+1 - +17) mm



Beobachtung
— Jährlich
— LOESS Regression

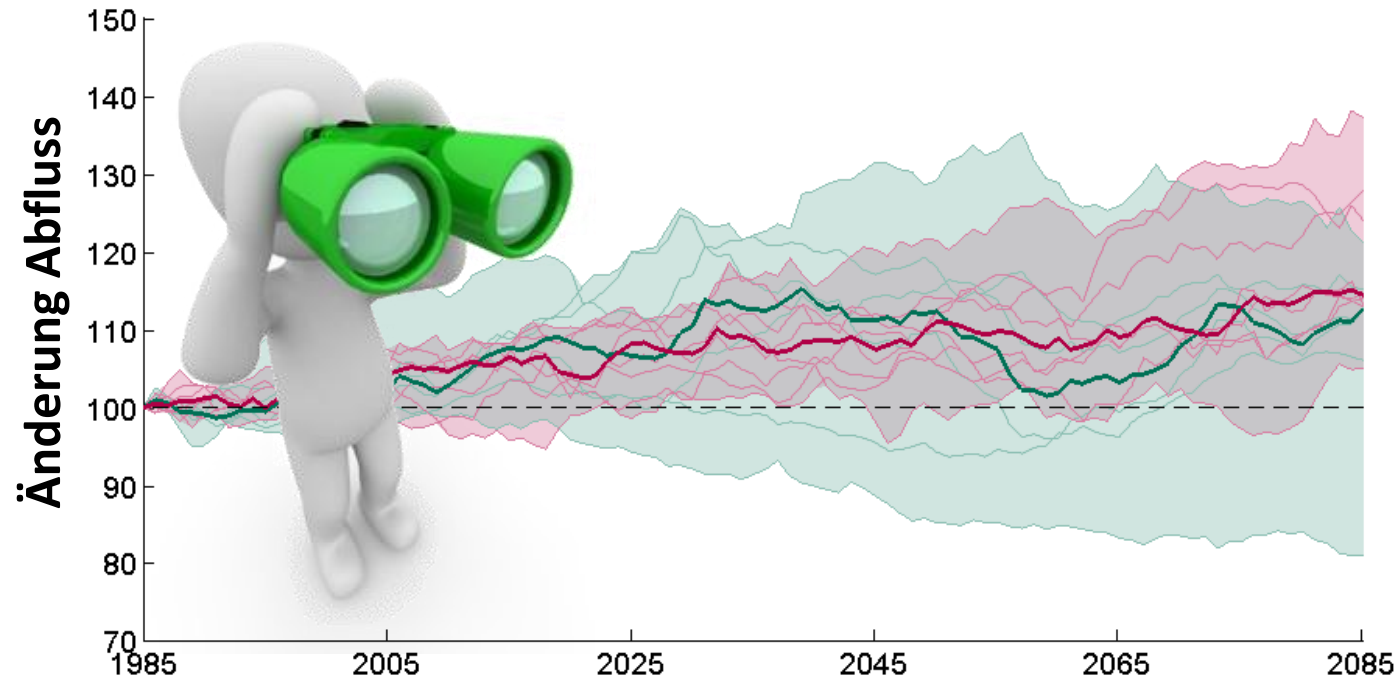
Klimaszenario
■ RCP2.6 (Klimaschutz)
■ RCP8.5 (kein Klimaschutz)

Datengrundlagen: HYRAS-DE-PRE, Version v5.0 (Beobachtung) und AR5-NI, Version v2.1 (Klimaszenario)

- Veränderung vs. 1971-2000 (48 mm)
 - 1991-2020: +3 mm
 - leichter Anstieg seit 1980er
 - zukünftig mögliche Veränderungen 2071-2100 vs. 1971-2000
 - RCP2.6: -4 bis +6 mm
 - RCP8.5: +1 bis +17 mm
- **gleichzeitig ist auch eine leichte Zunahme der Starkregentage (mit N > 20 mm/d) zu erwarten**



Veränderungen der hydrologischen Verhältnisse durch den Klimawandel



Veränderungen in der Hydrologie

Extremereignisse im Mittelpunkt der öffentlichen Aufmerksamkeit

Extreme Niederschläge und Hochwasser, z.B.

- 2002 & 2013 (Elbe)
- 2007 (Innerste)
- 2017 (südl. Nds.)
- 2021 (NRW, RP)
- 2023/2024 (ganz Nds)

Extreme Trockenheit und Niedrigwasser, z.B.

- 2003, 2018-2020, 2022



Veränderungen in der Hydrologie

Vorgehensweise zur Abschätzung wasserwirtschaftlicher Klimafolgen





Emissionsszenarien IPCC



Globale & Regionale Klimamodelle



Impakt- bzw. Wirkmodelle

Oberflächenabfluss	Grundwasserneubildung	Grundwasserstände	Binnenentwässerung
RCP8.5 → ohne Klimaschutz	RCP8.5 → ohne Klimaschutz (RCP2.6 → erheblicher Klimaschutz)	RCP8.5 → ohne Klimaschutz	RCP8.5 → ohne Klimaschutz (A1B → gemäßigter Klimaschutz)
Kern-Ensemble Nds ¹⁾ (8 Klimamodellläufe)	Referenz-Ensemble Nds ²⁾ (11 Klimamodellläufe)	Kern-Ensemble Nds ¹⁾ (8 Klimamodellläufe)	3 Klimamodellläufe ³⁾
Wasserhaushaltsmodell Panta Rhei (LWI)	Wasserhaushaltsmodell mGROWA22 (FZJ/LBEG)	ZR-M (NLWKN) MLR (IWW) KNN (BGR)	Wasserhaushaltsmodell SIMULAT (UOL)
			

1) AR5-NI, v2.0 (Hajati et al., 2022); 2) AR5-NI, v2.1 (Hajati et al., 2022); 3) Ergebnisbericht KLEVER-Risk (2023)

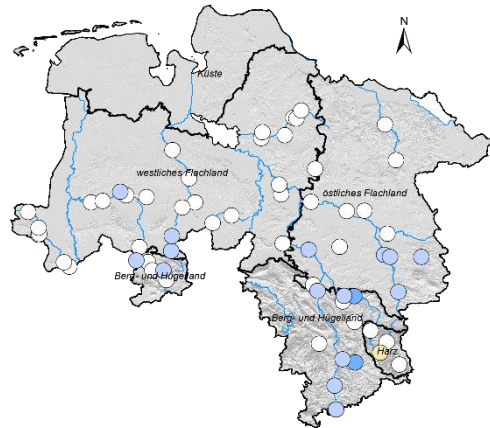


Veränderungen in der Hydrologie



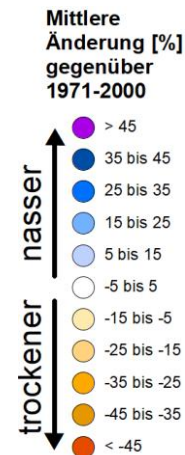
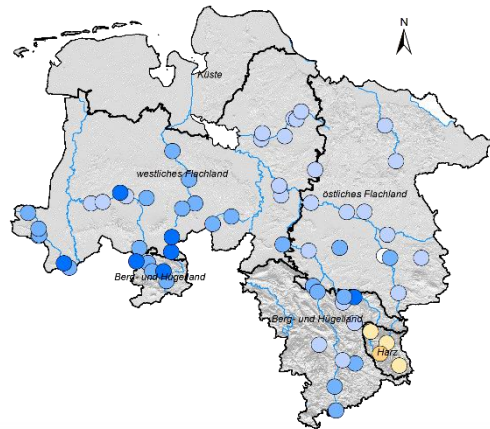
Entwicklungen der mittleren Hochwasserabflüsse (unter RCP8.5)

Nahe Zukunft
(2021-2050)



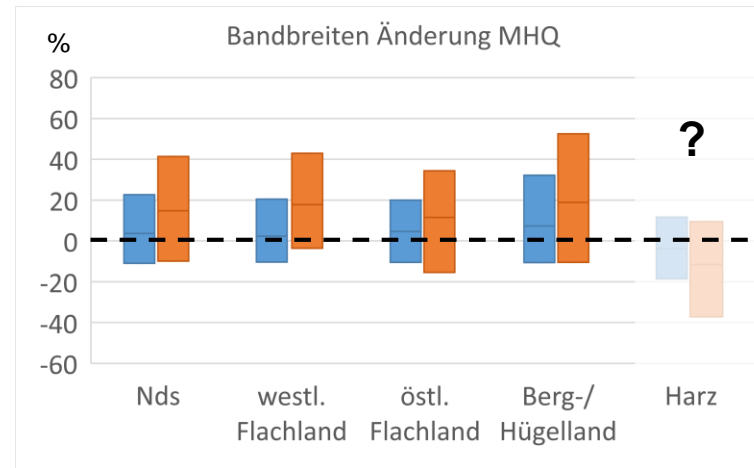
MHQ

Ferne Zukunft
(2071-2100)



Datengrundlage:
Modell-Ensemble RCP8.5 AR5-NI, v2.0;
Wasserhaushaltsmodell Porta Rheii

Veränderung Zukunft vs. 1971-2000
(Szenario ohne Klimaschutz RCP8.5)



Nahe Zukunft (2021-2050)

Ferne Zukunft (2071-2100)

Weitere Kenngrößen mit ähnlichen Tendenzen:

- Häufigkeit von HW-Ereignissen
- Wellenvolumen von HW-Ereignissen

➔ relativ deutliche Verschärfung der Verhältnisse ist zu erwarten

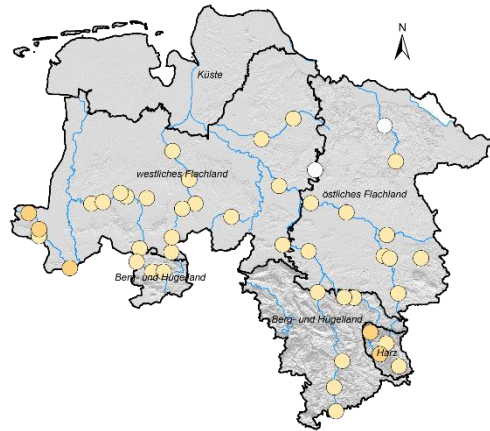


Veränderungen in der Hydrologie



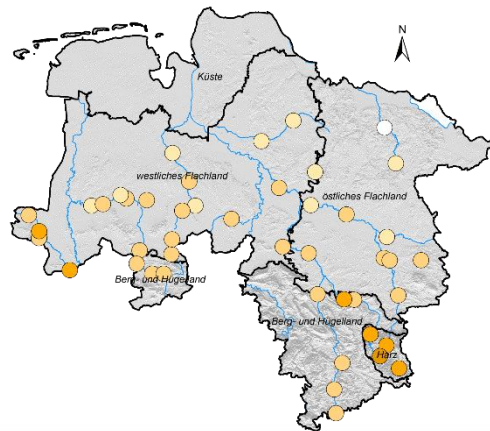
Entwicklungen der Niedrigwasserabflüsse (unter RCP8.5)

Nahe Zukunft
(2021-2050)

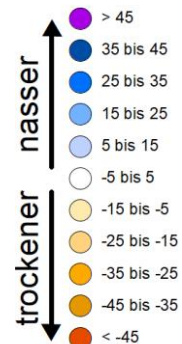


NM7Q

Ferne Zukunft
(2071-2100)

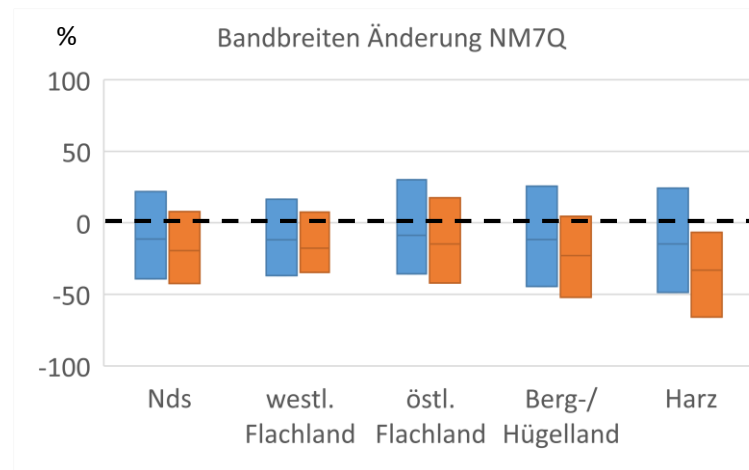


Mittlere
Änderung [%]
gegenüber
1971-2000



Datengrundlage:
Modell-Ensemble RCP8.5 AR5-NI, v2.0;
Wasserhaushaltsmodell Porta Rhei

Veränderung Zukunft vs. 1971-2000
(Szenario ohne Klimaschutz RCP8.5)



Nahe Zukunft (2021-2050)



Ferne Zukunft (2071-2100)

Weitere Kenngrößen
mit ähnlichen
Tendenzen:

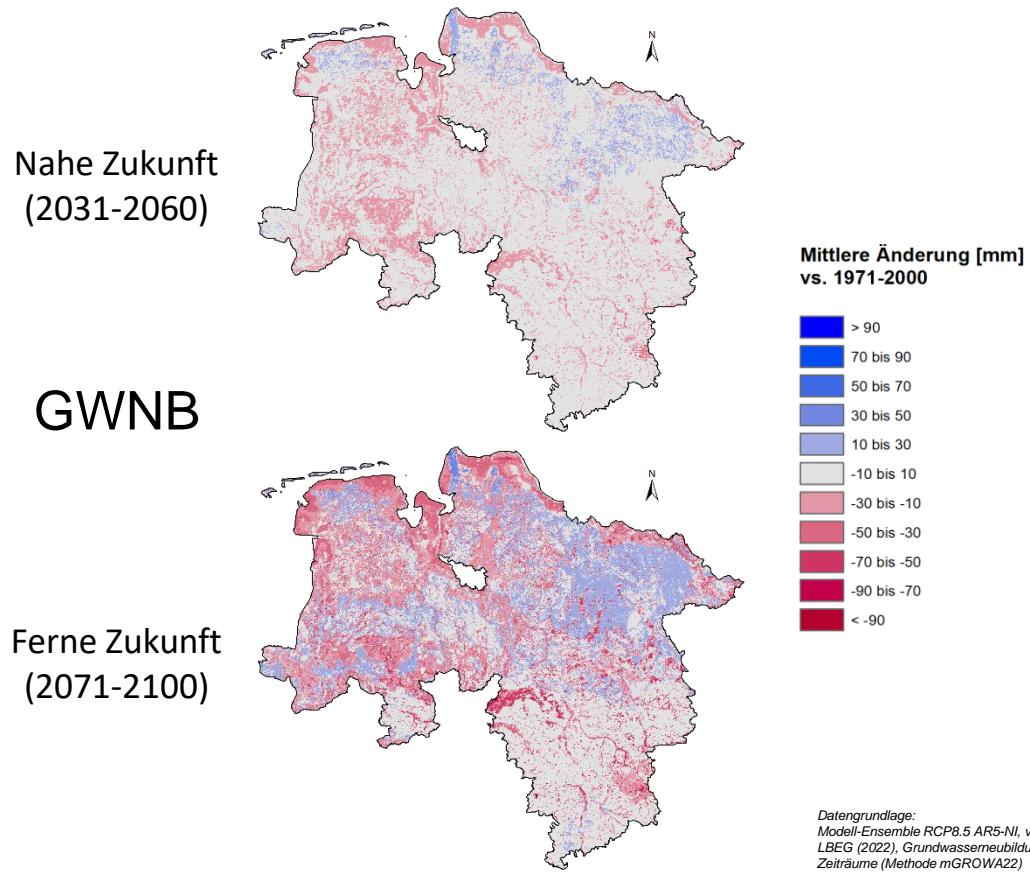
- Dauer von NW-Ereignissen
- Volumendefizit von NW-Ereignissen

➔ **deutliche
Verschärfung der
Verhältnisse ist zu
erwarten**

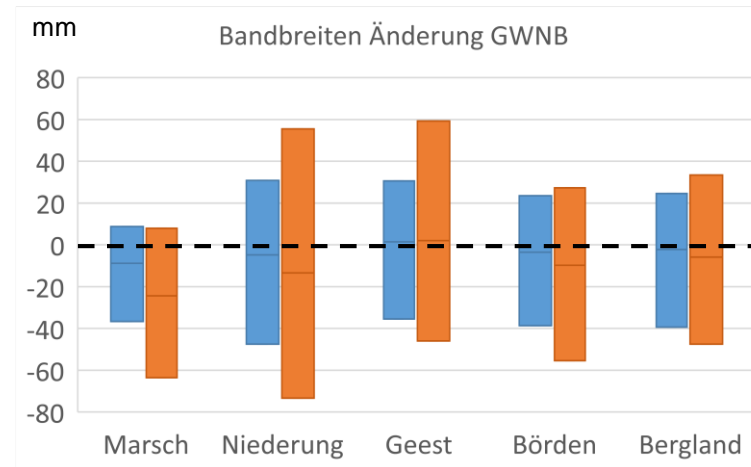


Veränderungen in der Hydrologie

Entwicklungen der Grundwasserneubildung (unter RCP8.5)



Veränderung Zukunft vs. 1971-2000 (Szenario ohne Klimaschutz RCP8.5)



Mittlere Zukunft (2031-2060)

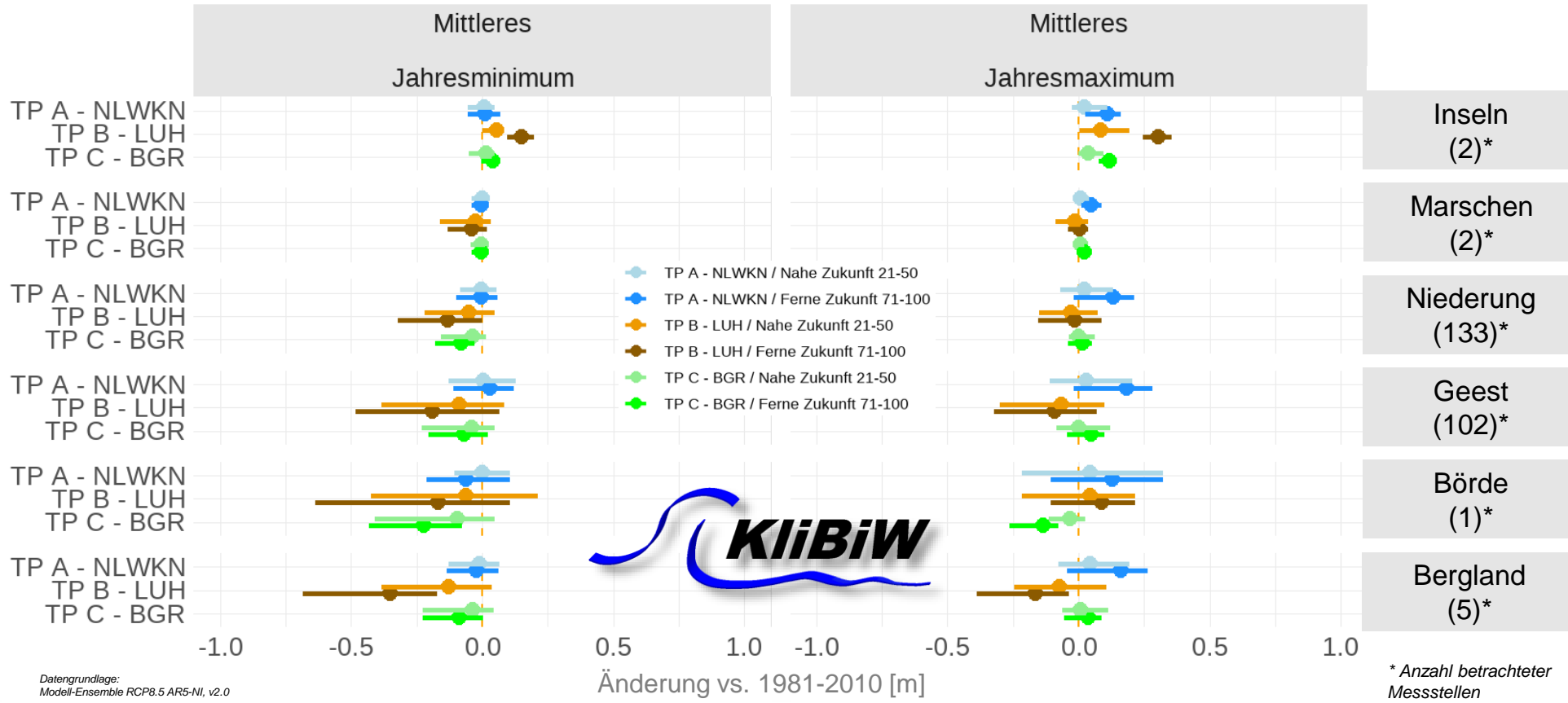
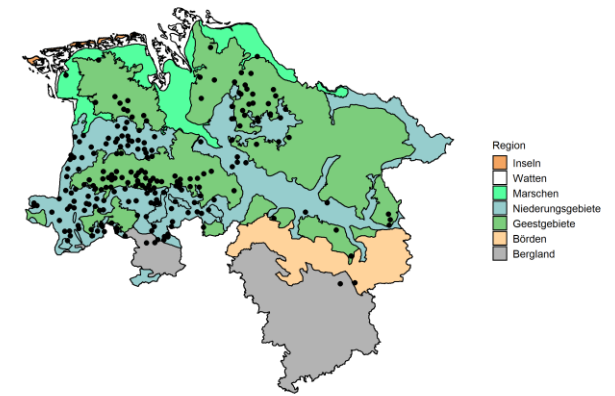
Ferne Zukunft (2071-2100)

Ergebnisse für hydrologische Halbjahre:

- im Sommerhalbjahr nimmt GWNB regional eher ab
- im Winterhalbjahr nimmt die GWNB eher zu, vor allem im Flachland

Veränderungen in der Hydrologie

Entwicklungen der Grundwasserstände (unter RCP8.5)



Tendenzen der Kenngrößen:

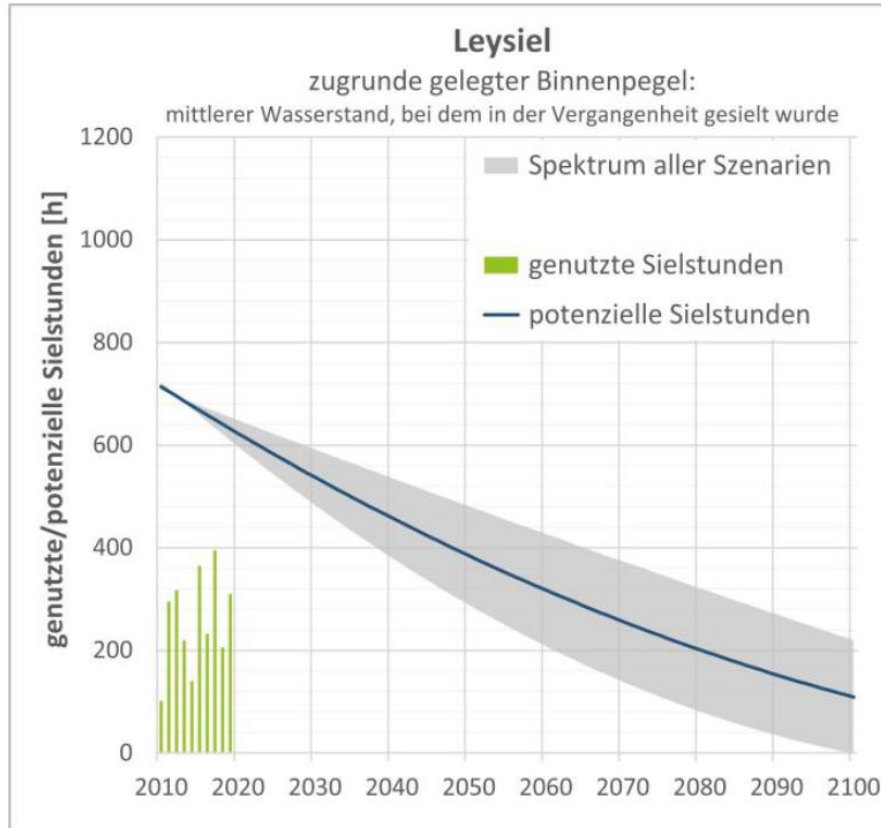
- Jahrestiefstände nehmen regional ab
- Jahreshochstände nehmen regional leicht zu
- **Zunahme der Jahresamplitude**
- **Zunahme der Dauer von Hoch- / Tiefstandsphasen**

Inseln (2)*
Marschen (2)*
Niederung (133)*
Geest (102)*
Börde (1)*
Bergland (5)*

* Anzahl betrachteter Messstellen

Datengrundlage: Modell-Ensemble RCP8.5 AR5-NI, v2.0

Zukünftige Herausforderungen bei der Entwässerung der Marschgebiete



Quelle: Ergebnisbericht KLEVER-Risk (2023)

- Anstieg des Meeresspiegels beeinflusst Möglichkeiten der Binnenentwässerung
 - einerseits ist zukünftig ein erhöhter Entwässerungsbedarf im Winterhalbjahr zu erwarten
 - andererseits schränkt steigendes Tideniedrigwasser den Sielbetrieb ein & steigendes Tidehochwasser erschwert Pumpbetrieb
 - Betrachtung aller Entwässerungsverbände im westlichen Ostfriesland (Emden, Norden, Aurich, Oldersum)
- **erhöhter Entwässerungsbedarf bei gleichzeitig reduzierten Sielzeiten und Pumpleistungen**

Veränderungen bei Klima und Hydrologie

Zusammenfassung der Erkenntnisse zukünftiger Entwicklungen (unter RCP8.5)

- saisonale Verschiebung der **Niederschläge** (v.a. Zunahmen im WiHJ)
- Intensivierung **mehrtägiger Starkregen**
- Abnahme **verfügbarer Wassermengen** (v.a. im SoHJ)
- landesweite Verschärfung der **Hochwasser- und Niedrigwasser-
verhältnisse**
- regionale und saisonale Veränderung der **Grundwasserverhältnisse**
(trockenere Sommer & nassere Winter)
- zunehmender Bedarf der **Binnenentwässerung** bei gleichzeitig verkürzter
Sielzeit und reduzierter Pumpleistung (v.a. im WiHJ)



Schlussfolgerungen





Schlussfolgerungen

Anpassungsstrategien in der Wasserwirtschaft erscheinen dringend erforderlich, weil ohne globalen Klimaschutz

- sich bestehende Trends der (jüngeren) Vergangenheit zukünftig fortsetzen bzw. verstärken werden
- wir es zukünftig mit (extremen) Verhältnissen zu tun haben werden, die bisher nicht beobachtet wurden
- der Klimawandel (zunächst) weiter voranschreitet, selbst wenn Klimaschutz betrieben wird



Schlussfolgerungen

(Zukünftige) Herausforderungen für die Wasserwirtschaft:

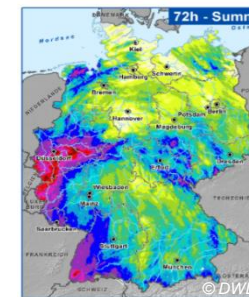
- Zunahme von (bisher seltenen) Extremereignissen
→ *Hitze, Trockenheit, Überschwemmung, Sturzfluten*
- Wassermangel in Zeiten von hohem Bedarf,
Wasserüberschuss in Zeiten von geringem Bedarf
→ *sommerliche Dürren, winterliche Nassphasen*
- Zunahme der Nutzungskonflikte
→ *Wasserbedarfe vs. Wasserdargebot*
- veränderte Quantität & Qualität von Wasser
→ *Starkregen (Erosion), Trockenheit/Hitze (Stoffkonzentration)*



Schlussfolgerungen

(Zukünftige) Strategien für die Wasserwirtschaft:

- Ausbau der Messnetze
→ *Datenbasis, Monitoring, räumliche Abdeckung*
- Verbesserung des Wasserrückhaltes (Retention/Speicherung)
→ *Effekte auf Hoch- / Niedrigwasser und Grundwasser*
- Wassersensible Stadtentwicklung vorantreiben
→ *Entsiegelung, Abflussverzögerung, multifunktionale Flächen*
- Optimierung Wassermengen- / Krisenmanagement
→ *Warndienste, Maßnahmenkonzepte, Akteurswissen*



Weiterführende Informationen

Im Internet unter www.nlwkn.niedersachsen.de:

Allgemeine Informationen:

- Rubrik „Klimawandel kompakt“
(Wasserwirtschaft → Klimawandel → Klimawandel kompakt)
- Wanderausstellung KlimaEinFluss
(Wasserwirtschaft → Klimawandel → Klimawandel kompakt → Wanderausstellung)

Detaillierte Ergebnisse:

- Projektberichte zu KliBiW
(Service → Webshop → Downloads → Klimawandel)
- Klimawirkungsstudie Niedersachsen
(Wasserwirtschaft → Klimawandel → Klimawirkungsstudie)





Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

*Uwe Petry
NLWKN Hildesheim
Aufgabenbereich 36
Hochwasservorhersage, Klimafolgen, Fachdatenmanagement
Tel.: 05121/509-115
Mail: uwe.petry@nlwkn.niedersachsen.de*

