Klimawandel und Wasserwirtschaft in Nordostdeutschland

modellgestützte Klimaprojektionen als Grundlage von wasserwirtschaftlichen Planungen am Beispiel des WW Lindau im Westfläming

Dipl. Geoökol. Felix Möhler

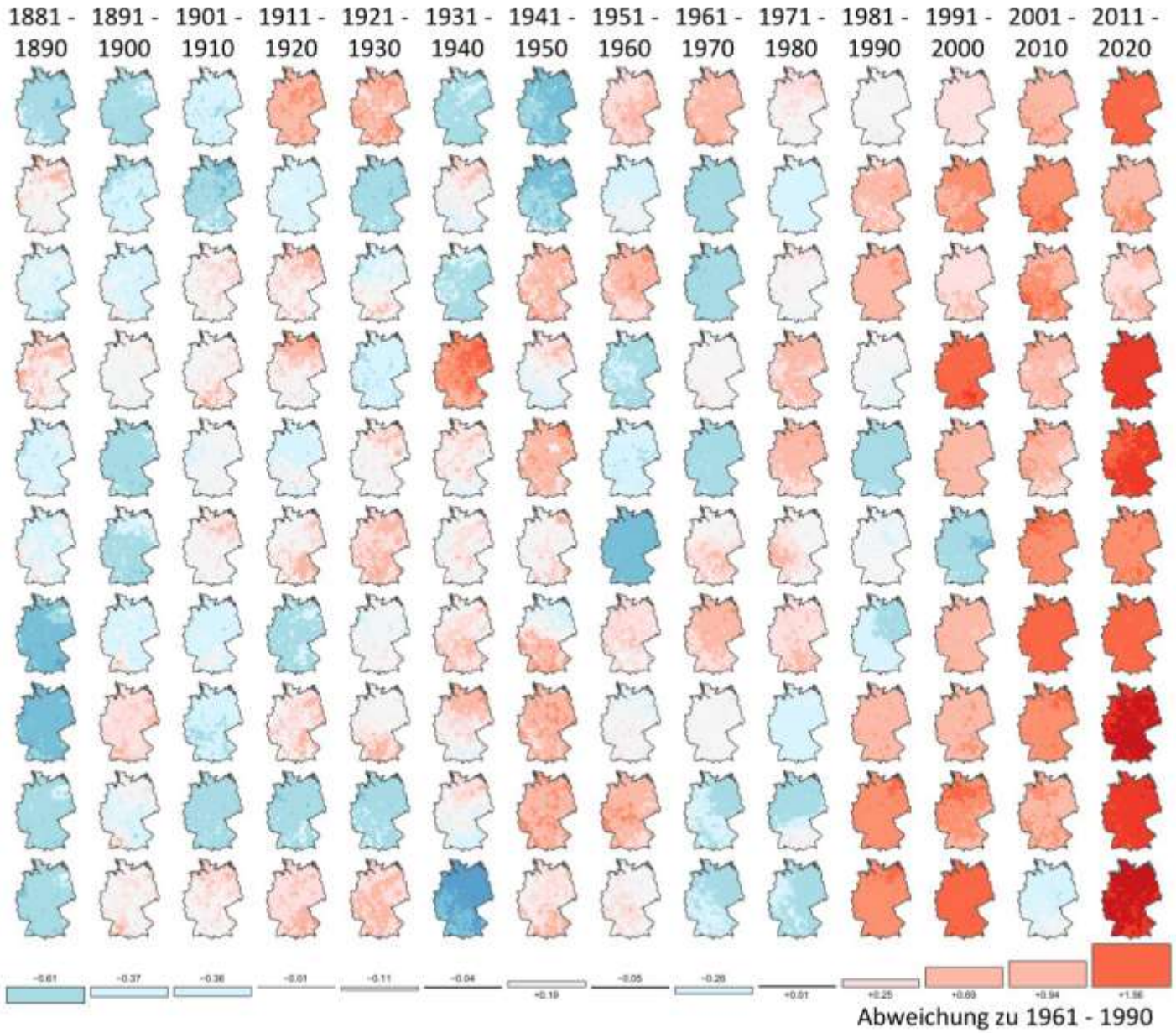
GCI GmbH

Bahnhofstr. 19, 15711 Königs Wusterhausen

Tel: 03375-294785, E-Mail: mail@gci-kw.de

Web: www.gci-kw.de

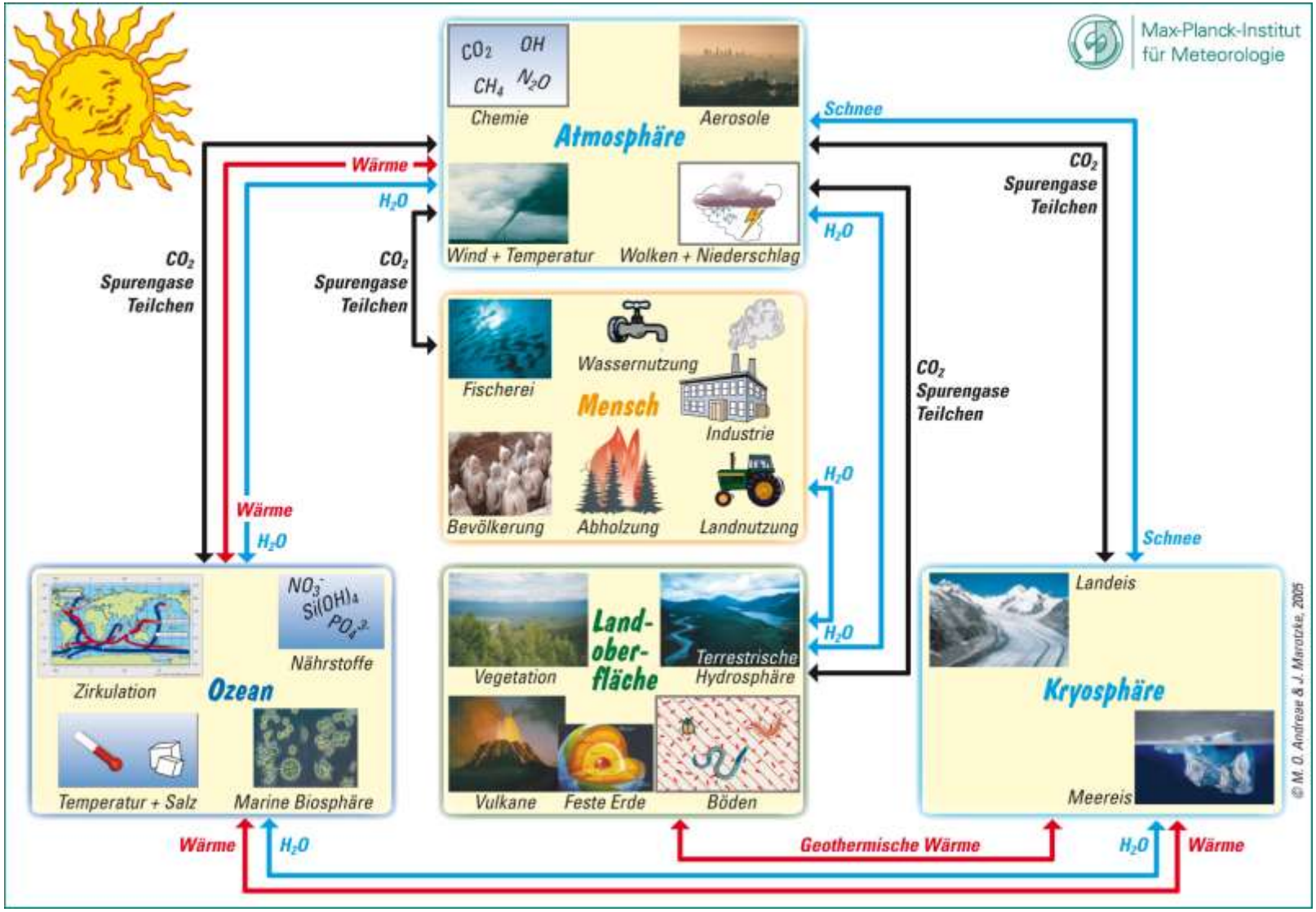
© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.



Klimastatus-bericht des DWD 2020

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

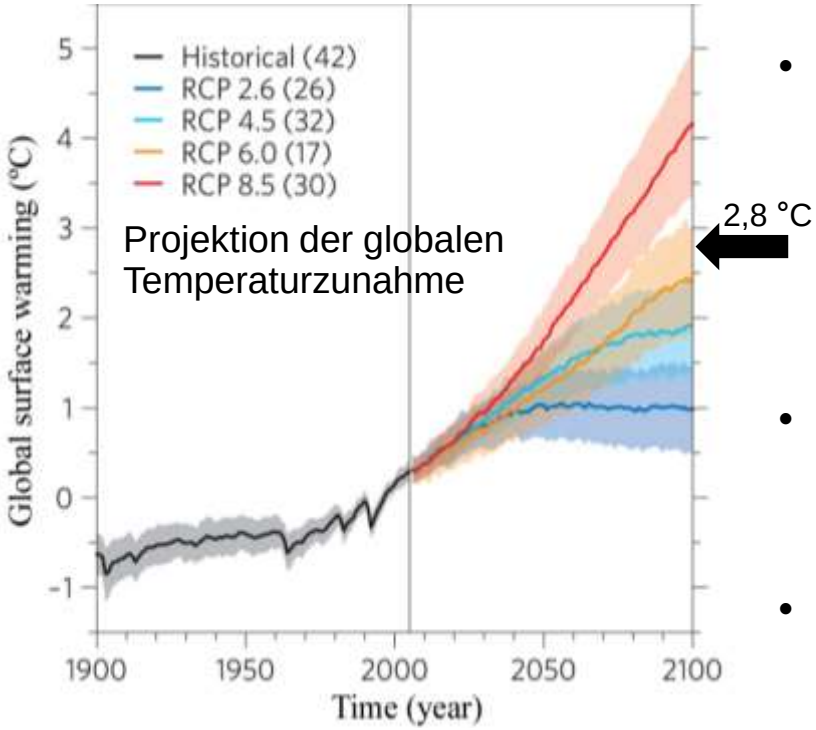
Klimaprojektionen mit Klimamodellen



© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Klimawandel global

- globale Erwärmung schreitet schneller voran als bisher angenommen (6. Sachstandsbericht Weltklimarat IPCC basierend auf 18.000 Studien, Teil 1, August 2021)
- starke Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen sowie von Hitze- und Dürreperioden (IPCC, Teil 1)
- aktuell zur Umsetzung in Aussicht gestellte nationale Minderungspläne für Treibhausgasemissionen aller Länder würden zu einer globalen Erwärmung von 2,8°C (2,1°C-3,4°C) bis 2100 führen (IPCC Teil 3, April 2022)



- Klimaprojektionen auf Basis von Klimamodellen beschreiben mögliche Entwicklungen für verschiede Szenarien (RCP) bei unterschiedlichem Strahlungsantrieb (z. B. 8.5 W/m² für RCP 8.5) verursacht durch Treibhausgasemissionen
- für Nordostdeutschland stehen Klimaprojektionen der Szenarien RCP 8.5, RCP 4.5 und RCP 2.6 zur Verfügung (s. MDK)
- veröffentlichte Auswertungen des LFU Brb. liegen derzeit für das Szenario RCP 8.5 vor

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Klimawandel regional in Nordostdeutschland

- seit Jahrzehnten ist bereits eine rückläufige Grundwasserneubildung (GWN) zu beobachten
- sinkende Grundwasserstände auf den Hochflächen
- weiterer Rückgang der GWN in Nordostdeutschland zu erwarten
  (z.B. Abnahme um mindestens 25% als Arbeitshypothese aus Wasserversorgungsplan des LFU Brandenburg (März 2022)
  → dies ist im Detail durch Modellrechnungen standortbezogen weiter zu prüfen

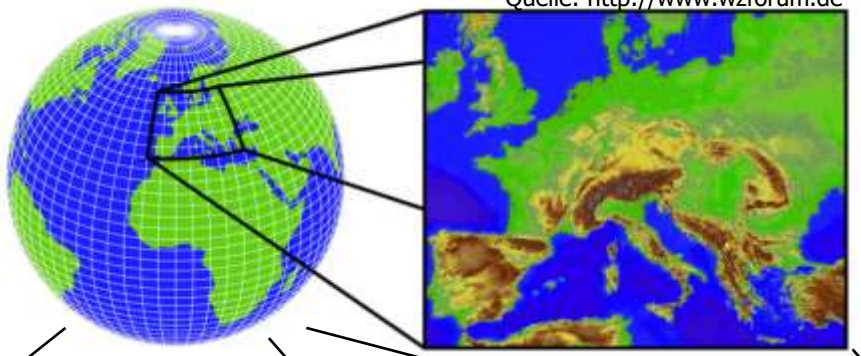
  - ggf. Abnahme des Grundwasserdargebotes
  - Vergrößerung von Einzugsgebieten der Wasserwerke
  - Veränderung der Bilanzanteile (z.B. GWN, Uferfiltrat) und der Wasserbeschaffenheit
  - Mögliche Aktivierung von Tiefenwasserzustrom und Grundwasserversalzung
  - Mögliche Zunahme von Nutzungskonflikten mit anderen Wasserwerksbetreibern
  - Fördermengenerhöhung an bestehenden Wasserwerksstandorten kaum möglich
  - Zunahme von Interessenskonflikten mit Naturschutz, Landwirtschaft, Anwohnern

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Verfügbare Klimaprojektionen für das WW Lindau

Globalmodelle:
z.B. HadCM, HadGEM, ICHEC, MIROC … u.v.m.

Quelle: http://www.wzforum.de



Regionalmodelle:
z.B. CCLM, RACMO, REMO, STAR, WettReg … u.v.m.

DWD-EPISODES (Deutschland)

ReKliEs-De (Deutschland)

DWD-Kernensemble

Mitteldeutsche Kernensemble (MDK)

Wohin es bei Umsetzung derzeit global in Aussicht gestellter Maßnahmen tatsächlich gehen könnte:
~ +2,7°C bis 2100
(UN-Klimabericht: Emissons Gap Report 2021)

Politisch gewollt
<= +2,0°C bis 2100

7 x

7 x

7 x Projektionen

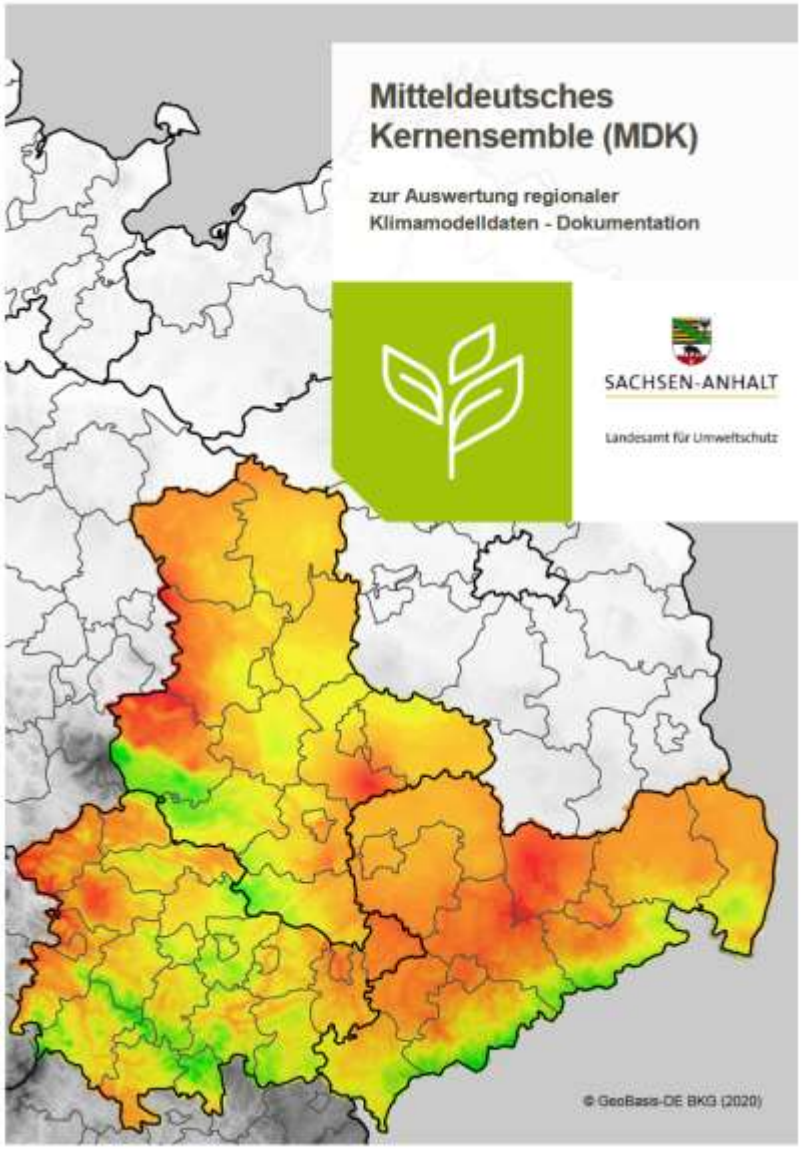
RCP 2.6
Klimaschutzszenario weltweit
(unmittelbare Anwendung Klimaschutz)

RCP 4.5
Klimaschutzszenario weltweit
(umfangreicher Klimaschutz, spätestens ab 2050)

RCP 8.5
"Weiter-Wie-Bisher" Szenario
(weltweit steigende Treibhausgaskonz.)

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Informationen zum MDK



- ReKIS-Verbund
  - **Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU)**
  - Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
  - Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN)
  - Technische Universität Dresden

- Auswahl von sieben Projektionen für jedes RCP-Szenario

- **<u>Ziel:</u> größtmöglicher Erhalt der Gesamtbandbreite der möglichen Klimaentwicklung über alle Klimaparameter**

Struve, Ehlert, Pfannschmidt, Heyner, Franke, Kronenberg, Eichhorn, 2020:
Mitteldeutsches Kernensemble zur Auswertung regionaler Klimamodelldaten – Dokumentation – Version 1.0 (2020), Halle (Saale), März 2020

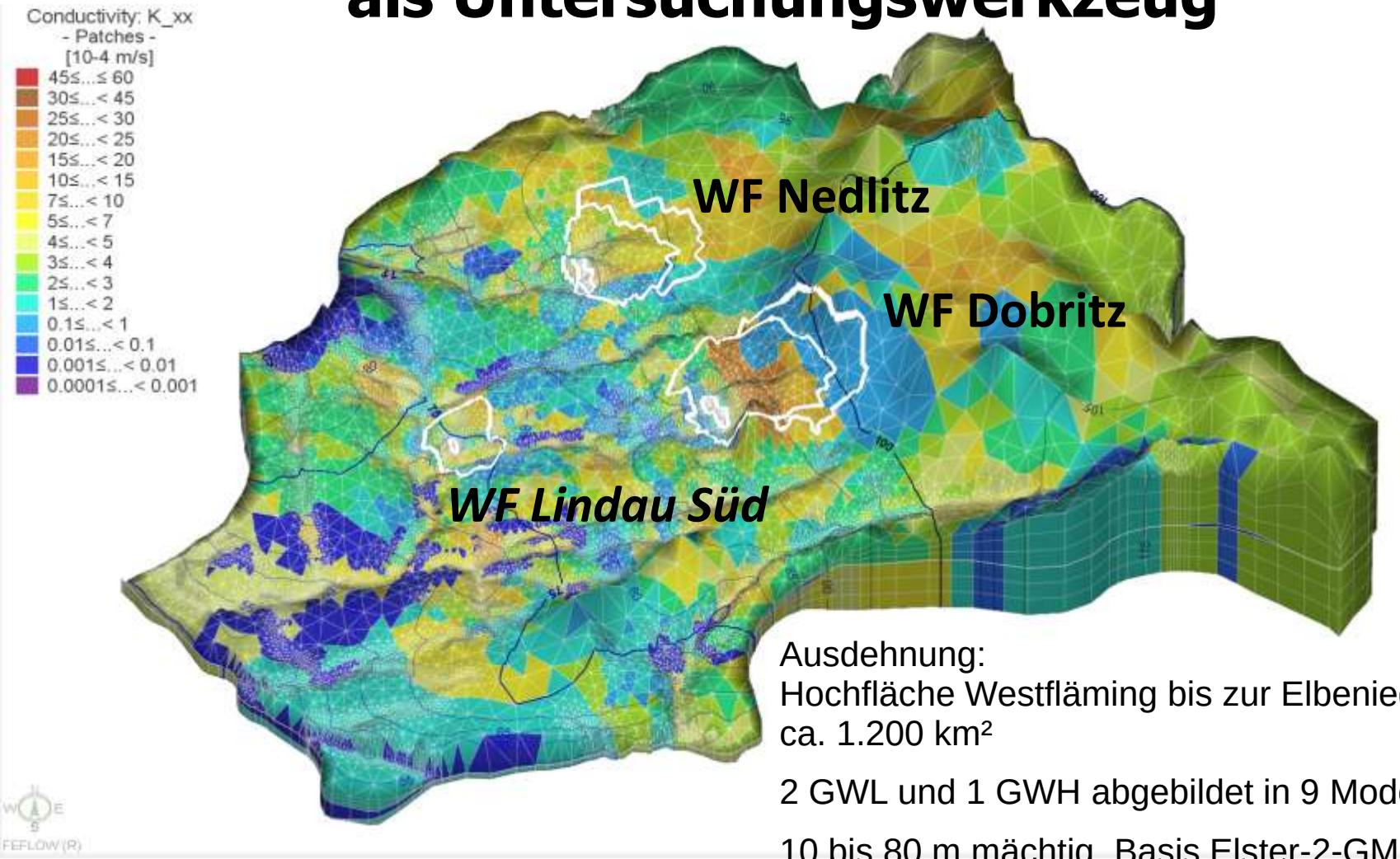
© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

WW Lindau

- Technische Kapazität: 29.000 m³/d bis zu 50.000 m³/d im Havariefall
- 2 Wasserfassungen (Nedlitz, Dobritz)
- + Havariefassung (Lindau Süd)
- Teil des Verbundnetzes der Trinkwasserversorgung Magdeburg (15 WW, 169.600 m³/d)

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Instationäres Grundwasserströmungsmodell als Untersuchungswerkzeug



Ausdehnung:
Hochfläche Westfläming bis zur Elbeniederung
ca. 1.200 km²

2 GWL und 1 GWH abgebildet in 9 Modellschichten

10 bis 80 m mächtig, Basis Elster-2-GM + Rupelton

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Klimatrends bis heute (> 50 Jahre Daten) im Modellgebiet Lindau

\+ steigende Temperaturen (+0,4°C / Jahrzehnt seit 1960)

\+ steigende potentielle Verdunstung (+1,7 mm/a)

\+ leicht zunehmende Niederschläge (+0,6 mm/a)

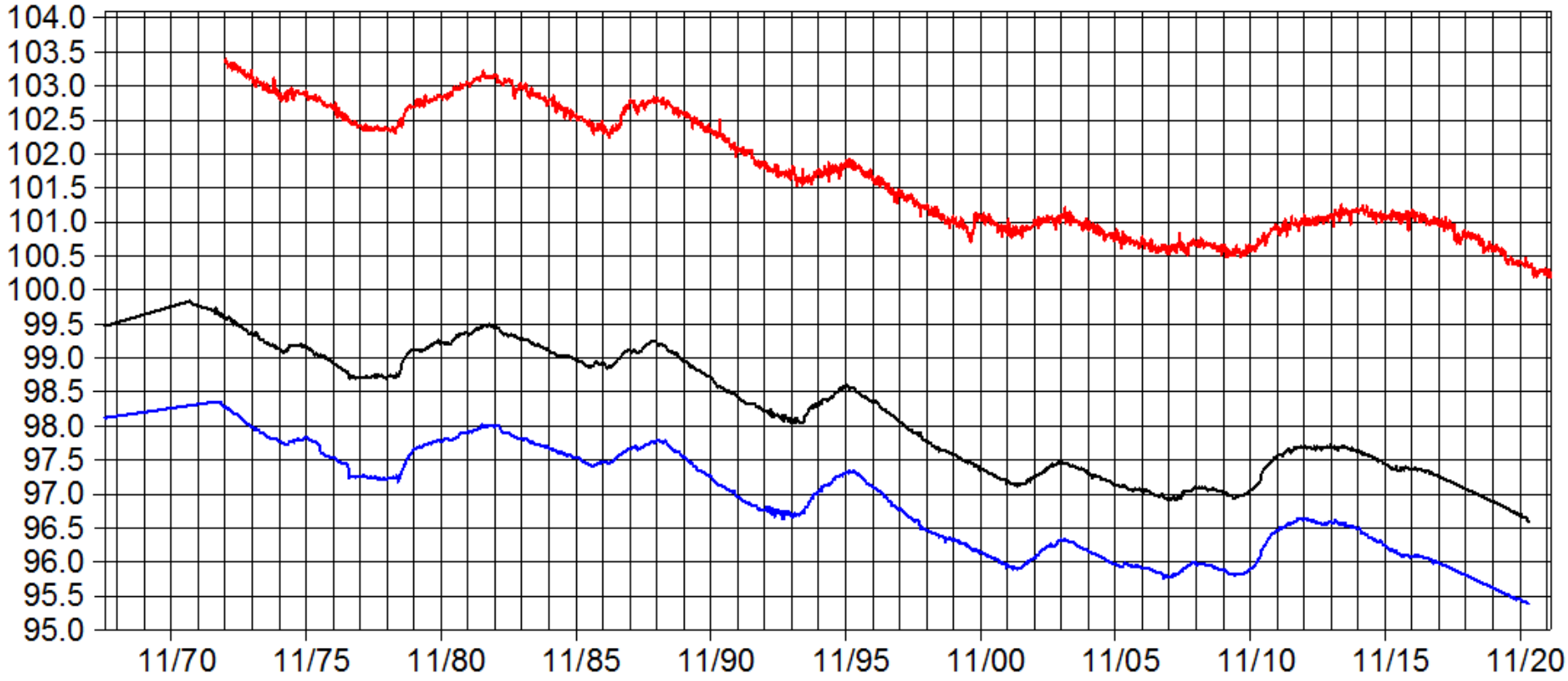
\- rückläufige GW-Neubildung (-0,9 mm/a)

\- sinkende Grundwasserstände

(ca. 2-3 m im Neubildungsgebiet auf der Hochfläche seit 1970er Jahren)

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Grundwasserstandsentwicklung auf der Hochfläche



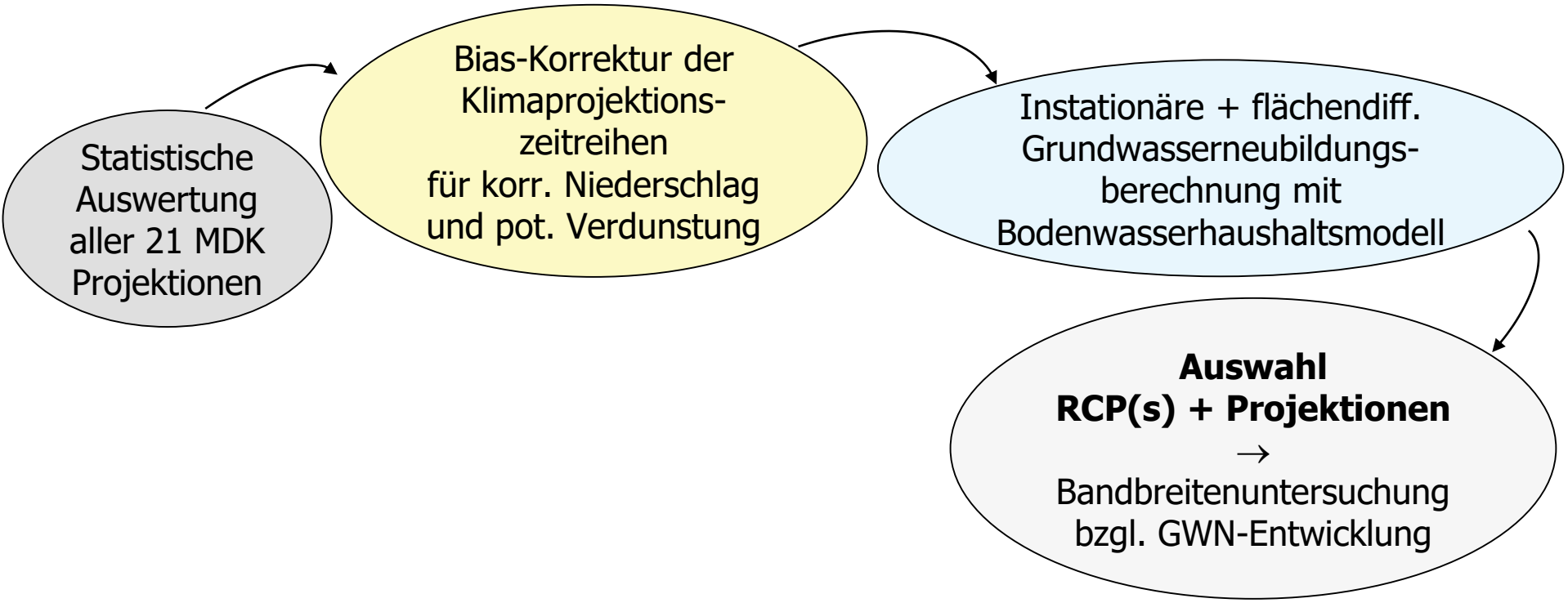
Legende:

11 - 38390005	I+II	(Max: 99.84 Mittel: 98.20 Min: 96.60)	(über betrachteten Zeitraum)
39400005 - 39400005	I	(Max: 103.39 Mittel: 101.69 Min: 100.19)	
6 - 38390006	II+I	(Max: 98.36 Mittel: 96.90 Min: 95.39)	

repräsentative Landesmessstellen

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Bearbeitungsmethodik für Klimauntersuchung am WW Lindau



© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

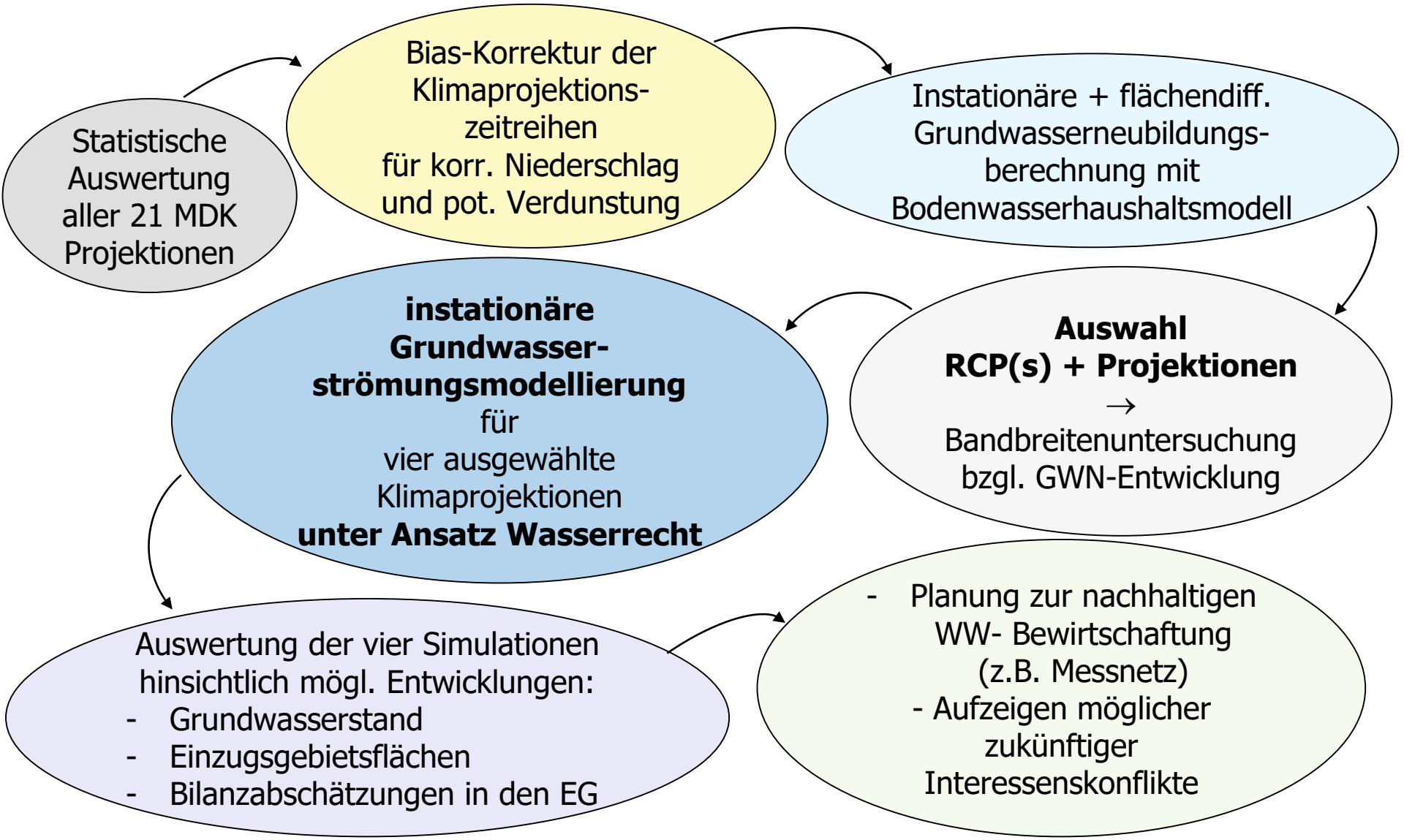
Entwicklungen der ausgewählten Klimaprojektionen für das WW Lindau

Referenz-GWN: 143 mm/a

Klimaparameter	modelliert 1961-2020	Nahe Zukunft 2021 - 2050	Ferne Zukunft 2071 - 2100
r45_3 (Minimum der RCP 4.5 Szenarien bezgl. GWN)			
Jahrestemperatur [°C]	9,09	10,58 ↑	11,14 ↑
Jährliche Niederschlagsmenge [mm]	620,78	602,69 ↘	620,89 →
Jährliche Evapotranspiration [mm]	634,60	691,22 ↑	703,29 ↑
Jährliche Grundwasserneubildung [mm]	-	107,43 ↓	106,68 ↓
r45_6 (Mittel der RCP 4.5 Szenarien bezgl. GWN)			
Jahrestemperatur [°C]	9,23	10,98 ↑	11,89 ↑
Jährliche Niederschlagsmenge [mm]	629,59	663,81 ↑	618,78 →
Jährliche Evapotranspiration [mm]	637,43	687,40 ↑	709,37 ↑
Jährliche Grundwasserneubildung [mm]	-	146,17 →	117,36 ↓
r45_2 (Maximum der RCP 4.5 Szenarien bezgl. GWN)			
Jahrestemperatur [°C]	8,23	9,74 ↑	10,86 ↑
Jährliche Niederschlagsmenge [mm]	637,87	721,31 ↑	773,42 ↑
Jährliche Evapotranspiration [mm]	656,90	702,96 ↑	725,16 ↑
Jährliche Grundwasserneubildung [mm]	-	172,25 ↑	200,90 ↑
r85_1 (Minimum der RCP 8.5 Szenarien bezgl. GWN)			
Jahrestemperatur [°C]	9,79	11,70 ↑	14,25 ↑
Jährliche Niederschlagsmenge [mm]	630,78	604,43 ↓	572,49 ↓
Jährliche Evapotranspiration [mm]	612,68	710,03 ↑	801,51 ↑
Jährliche Grundwasserneubildung [mm]	-	118,71 ↓	101,56 ↓

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Bearbeitungsmethodik für Klimauntersuchung am WW Lindau



© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Grundwasserentnahme WW Lindau für die Simulation mit dem Strömungsmodell der vier ausgewählten Klimaprojektionen

Szenario Wasserrecht

29.000 m³/d (10,6 Mio. m³/a)

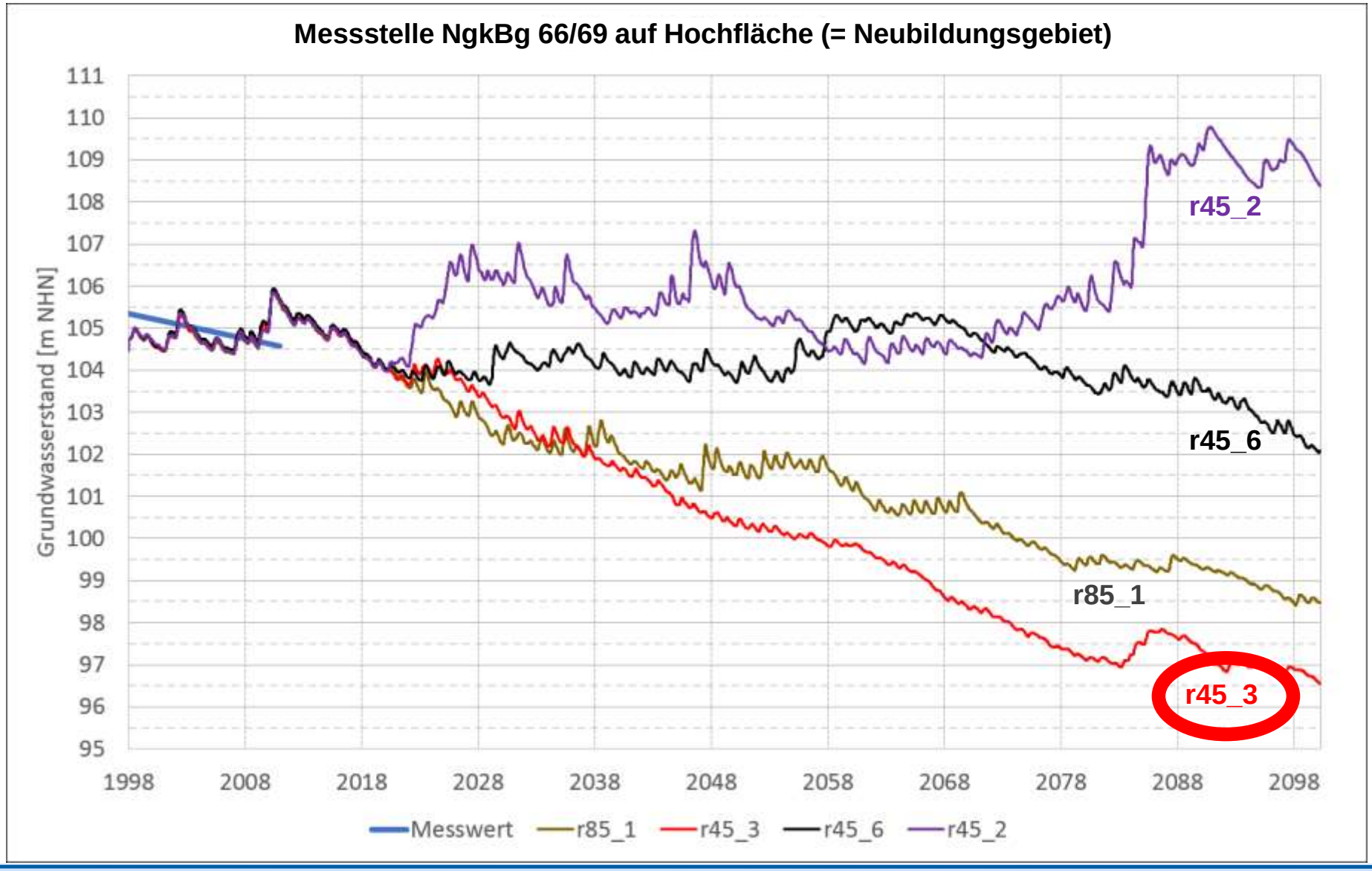
zum Vergleich:
Förderung 2015 – 2020 im Mittel: 20.450 m³/d (7,5 Mio. m³/a)

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Klimaprojektionen für das WW Lindau
-
Ergebnisse

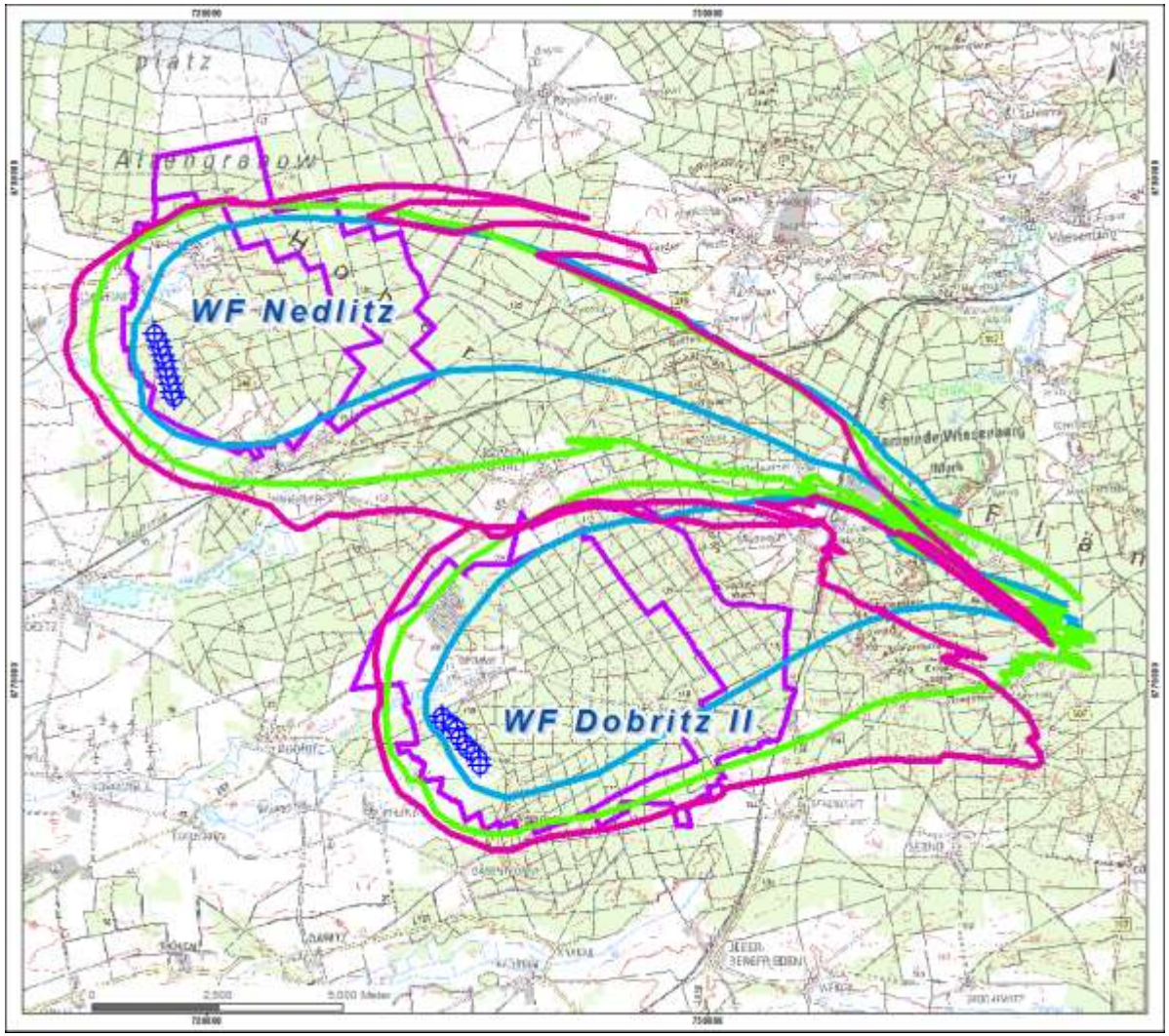
© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Klimaprojektionen – Entwicklung der Grundwasserstände



© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Klimaprojektion r45_3 – Entwicklung der Einzugsgebiete



Maximal-Szenario hinsichtlich Veränderung Einzugsgebietsgröße

GWN-Entwicklung rückläufig
+
Fördermenge gemäß Wasserrecht

Legende

- WW Brunnen
- Vorschlag von GCI zur Festsetzung der TWSZ III A und III B
  Stand: 08.11.2018 (WF Nedlitz, Dobritz);
  29.04.2021 (WF Lindau Süd)

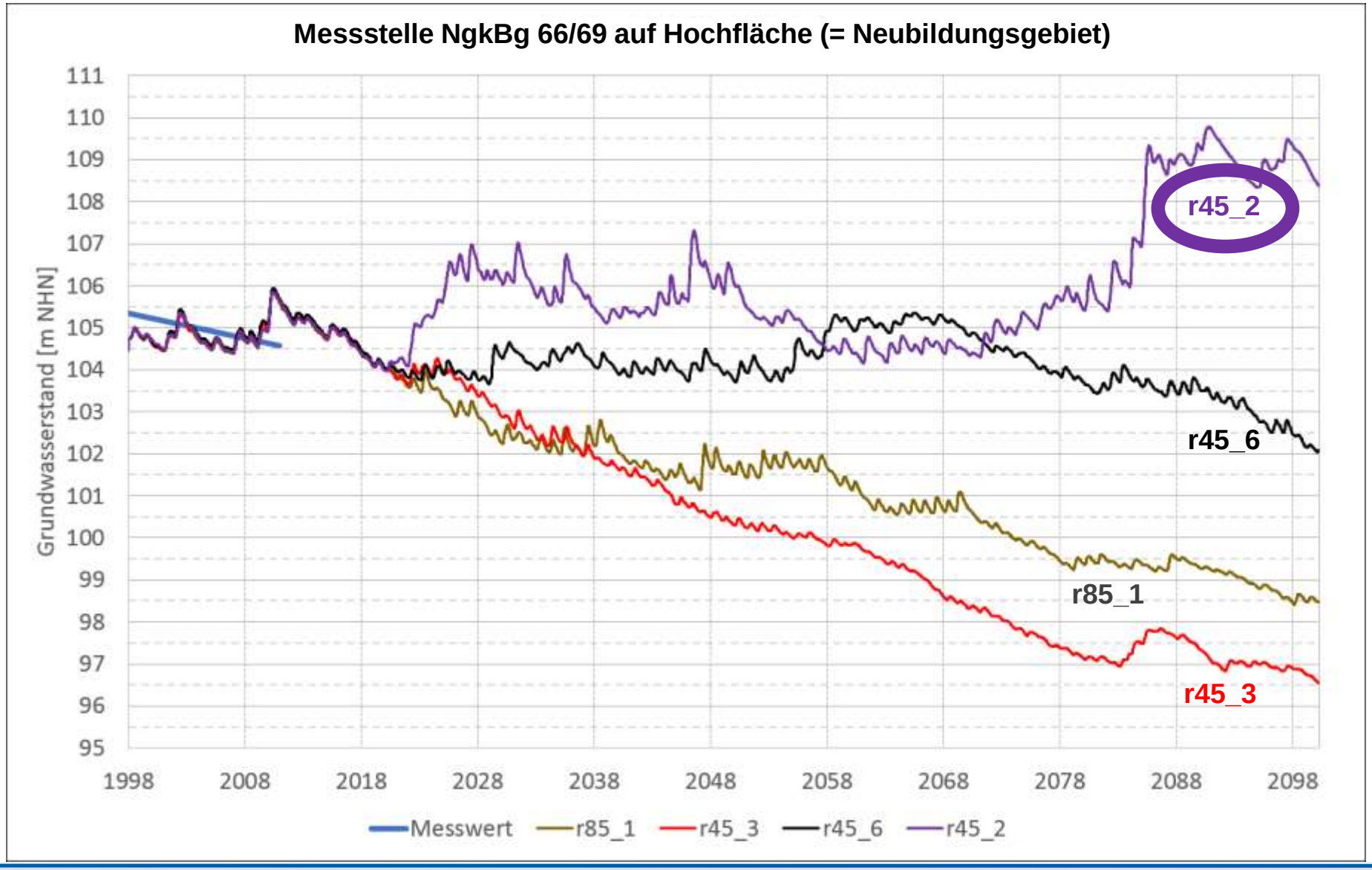
berechnete Einzugsgebiete

- Referenzperiode **2000-2020** **ca. 76 km²**
- nahe Zukunft **2021-2050** **121 km², +59%**
- ferne Zukunft **2071-2100** **136 km², +79%**

Datengrundlage Topographie: DTK100, © GeoBasis-DE / BKG 2021
https://www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de/de/dtk100.html

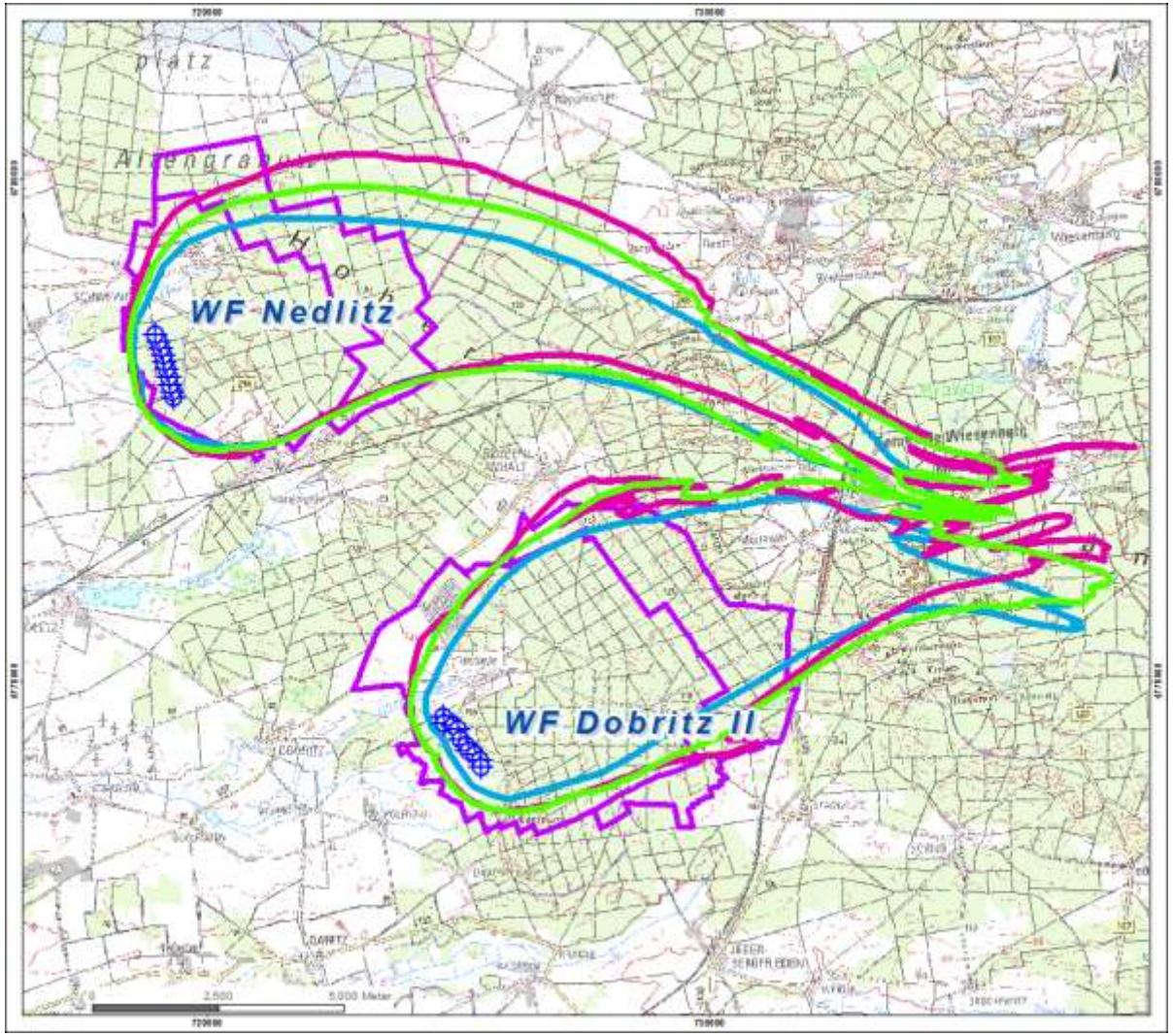
© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Klimaprojektionen – Entwicklung der Grundwasserstände



© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Klimaprojektion r45_2 – Entwicklung der Einzugsgebiete



Minimal-Szenario hinsichtlich Veränderung Einzugsgebietsgröße

GWN-Entwicklung zunehmend
+
Fördermenge gemäß Wasserrecht

Legende

- WW Brunnen
- Vorschlag von GCI zur Festsetzung der TWSZ III A und III B
  Stand: 08.11.2018 (WF Nedlitz, Dobritz);
  29.04.2021 (WF Lindau Süd)

berechnete Einzugsgebiete

- Referenzperiode **2000-2020** **ca. 76 km²**
- nahe Zukunft **2021-2050** **96 km², +26%**
- ferne Zukunft **2071-2100** **98 km², +29%**

Datengrundlage Topographie: DTK100, © GeoBasis-DE / BKG 2021
https://www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de/de/dtk100.html

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Ergebnisse der Untersuchungen für das WW Lindau

- Das Klima wandelt sich bereits seit Jahrzehnten mit rückläufiger GWN
- Klimaprojektionen weisen hohe Bandbreiten und Unsicherheiten für projizierte Niederschläge und der daraus resultierenden GWN auf
  → Untersuchung dieser GWN-Bandbreiten notwendig
- Bei Ausnutzung der Wasserrechte ist für alle betrachteten Klimaprojektionen eine Ausweitung der Einzugsgebiete des WW Lindau zu beobachten
- Landwirtschaftlich genutzte Flächen könnten neu ins Einzugsgebiet kommen
- Benötigte Bilanzmengen sind in jedem Fall in den Einzugsgebieten vorhanden
- Die Klimaprojektionen r85_1, r45_3 und r45_6 zeigen ein Absinken des Grundwasserspiegels, die Klimaprojektion r45_2 (max. GWN) einen Anstieg
- Brunnenfilter der Wasserfassungen stehen weiterhin im Grundwasser, eine technische Beeinträchtigung ist nicht zu erwarten, ggf. erhöhter Energieaufwand
- Bei klimabedingt sinkenden GW-Ständen sind vermehrt Nutzungskonflikte zwischen Wasserwirtschaft, Naturschutz und Landwirtschaft zu erwarten

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

Vielen Dank
für die Aufmerksamkeit !

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

GCI GmbH

Grundwasser Consulting
Ingenieurgesellschaft

Wir beantworten gerne Ihre Fragen zum Thema Grundwasser

Bahnhofstr. 19
15711 Königs Wusterhausen
Tel: 03375-2947-85
mail@gci-kw.de
www.gci-kw.de

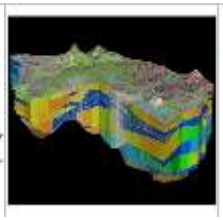
Team:
20 Geowissenschaftler und Ingenieure

Geschäftsführung:
Silvia Dinse, Gesellschafter-Geschäftsführerin
Jörg-Helge Hein, Prokurist

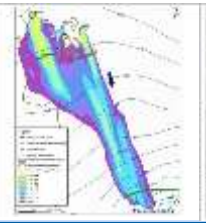
GW-Erkundung GW-Erschließung

Planung Bau u. Regenerierung von Br. / GWMS

Grundwasser-modellierung



Altlasten und Sanierung



Grundwasser-Monitoring

Rohrpassiv-sammler

Bauen im Grundwasser

fachspezifische Software

Geodaten-banken PostgreSQL

Planung • Beratung • Gutachten • Bauüberwachung

Hinweis
themenverwandte Studie

Grundwasser
Themenheft Klimawandel
Volume 26, issue 1, March 2021

Möhler, F. (GCI), Wiesner, C. (TWM) &
Dr. Ruhland, A. (TWM)

Auswirkungen des Klimawandels und
Anpassungsstrategien für das
Wasserwerk Colbitz in Sachsen-Anhalt

Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie 26, 47–60 (2021)
https://doi.org/10.1007/s00767-020-00466-8
online frei einsehbar via Springer Nature SharedIt: https://rdcu.be/ccN2e

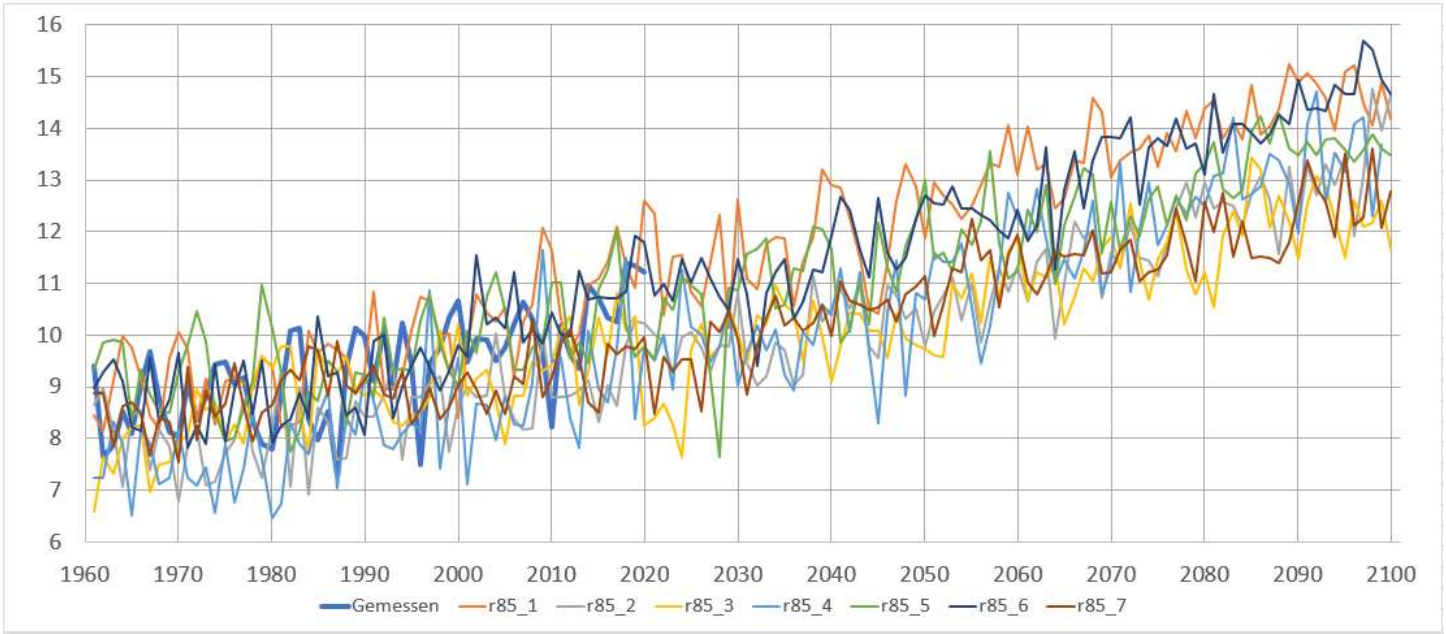
© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.

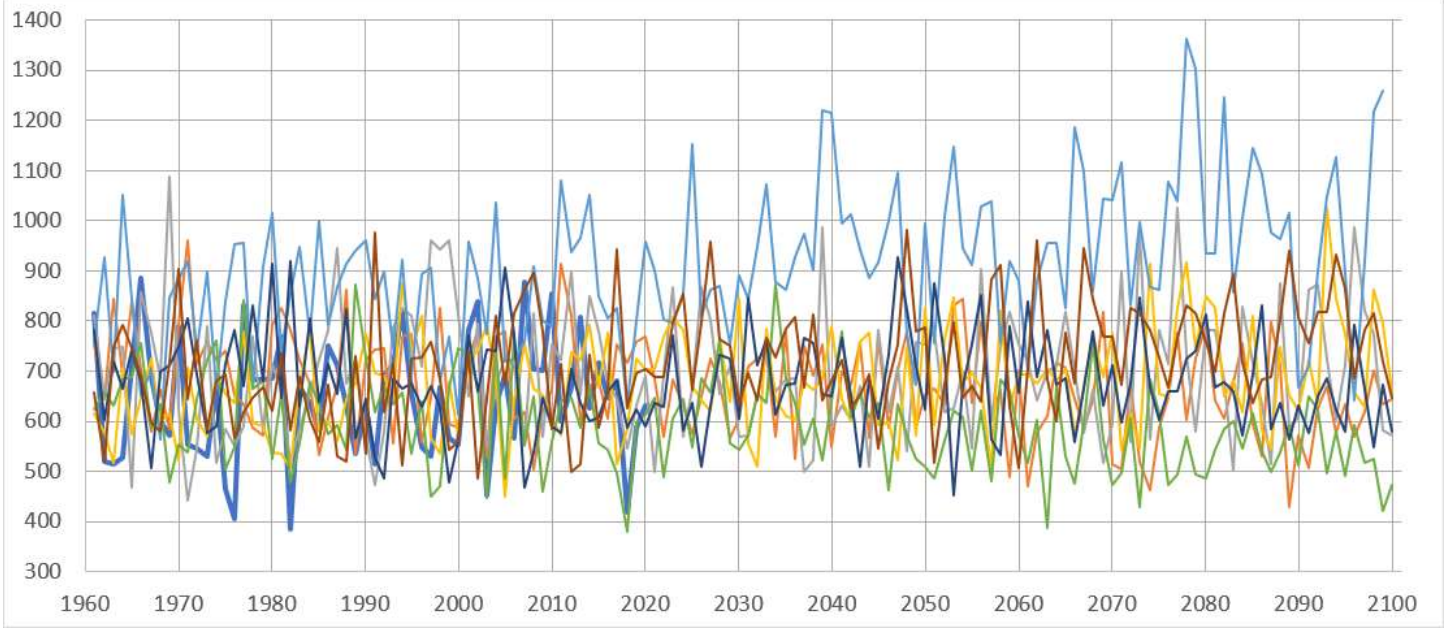
Klimakennzahlen Station Potsdam

Klimastation Potsdam	1901 - 1930	1961 - 1990	1991 - 2020	2012 - 2021	2022 (bis 23.8.)
Sommertage (> 25°C) pro Jahr	32.9	38.3	49.9	55.6	64.0
Hitzetage (> 30°C) pro Jahr	6.4	8.1	13.2	16.9	20.0
Wüstentage (> 35°C) pro Jahr	0.2	0.3	1.1	1.8	6.0
Tropennächte Tmin > 20°C	0.1	0.2	0.9	1.9	2.0

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.



Temperatur [°C]



Ganglinien des MDK von Bias-unkorrigierten Klimaprojektionen beispielsweise für das RCP 8.5 am WW Lindau

Niederschlag [mm/a]

© 2022 GCI GmbH & TWM GmbH. Alle Rechte vorbehalten, Nutzung und Verbreitung ist nur unverändert erlaubt.