



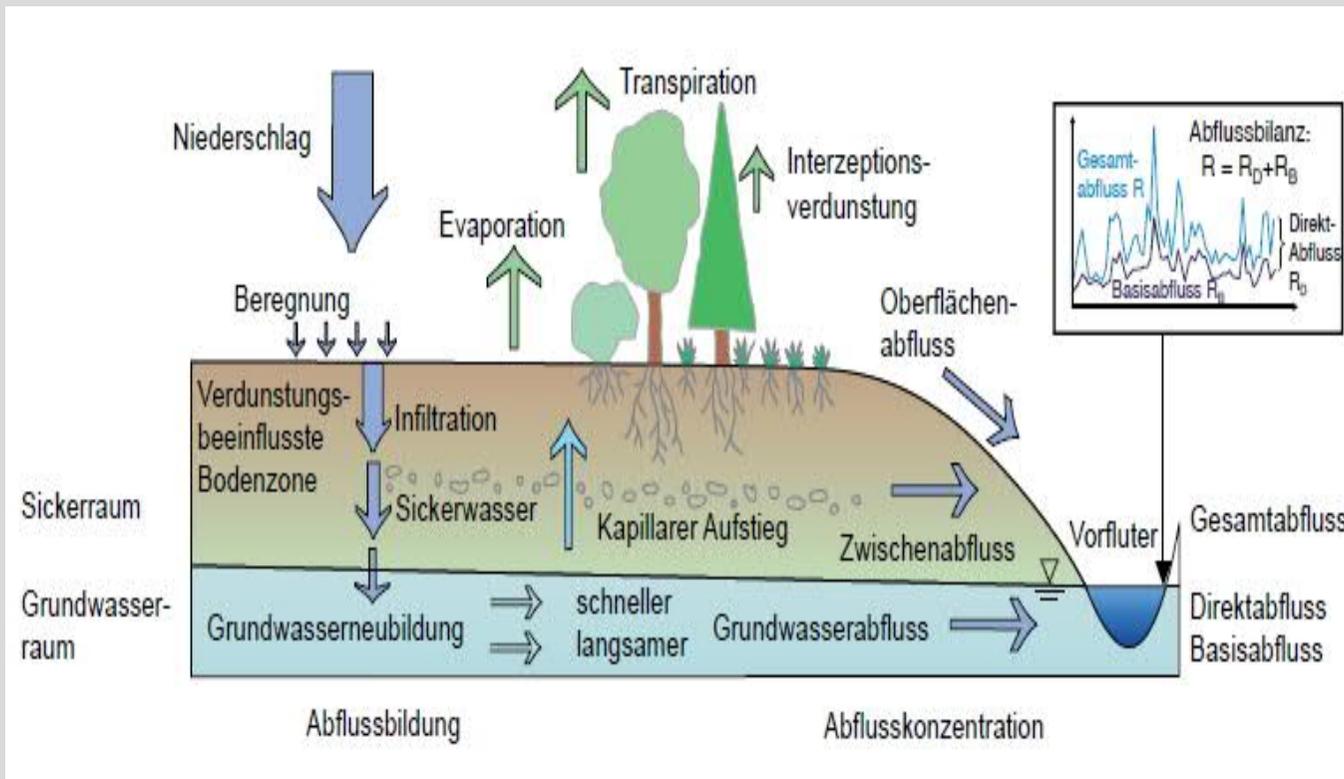
Grundwasserneubildung in Nordrhein- Westfalen – Einfluss des Klimawandels

WRRL-Symposium am 20.4.2023 in Düsseldorf

Referentin: Dr. Sabine Bergmann (LANUV NRW)

Grundwasserneubildung

Definition und Bedeutung



Schema der Grundwasserneubildung (LfU, Bayern)



Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

§ 47 Bewirtschaftungsziele für das Grundwasser

→ Die Bilanz aus GwN und Entnahmen sowie weiteren Zu-/Abflüssen muss in jedem Grundwasserkörper ausgeglichen sein!

(1) Das Grundwasser ist so zu bewirtschaften, dass

1. eine Verschlechterung seines mengenmäßigen und seines chemischen Zustands vermieden wird;
2. alle signifikanten und anhaltenden Trends ansteigender Schadstoffkonzentrationen auf Grund der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten umgekehrt werden;
3. **ein guter mengenmäßiger und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden; zu einem guten mengenmäßigen Zustand gehört insbesondere ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserneubildung.**

(2) Die Bewirtschaftungsziele nach Absatz 1 Nummer 3 sind bis zum 22. Dezember 2015 zu erreichen. Fristverlängerungen sind in entsprechender Anwendung des § 29 Absatz 2 bis 4 zulässig.

(3) Für Ausnahmen von den Bewirtschaftungszielen nach Absatz 1 gilt § 31 Absatz 1, 2 Satz 1 und Absatz 3 entsprechend. Für die Bewirtschaftungsziele nach Absatz 1 Nummer 3 gilt darüber hinaus § 30 entsprechend mit der Maßgabe, dass nach Satz 1 Nummer 4 der bestmögliche mengenmäßige und chemische Zustand des Grundwassers zu erreichen ist.

Bewertung des mengenmäßigen Zustands

Definition des guten mengenmäßigen Zustands lt. GrwV § 4:

- Keine Anzeichen anthropogener GwSpiegelabsenkungen anhand der Wasserstandsentwicklung und Quellschüttungen erkennbar
- Entnahmen führen nicht zu einem Defizit (lt. CIS-Leitfaden ab 10% der Grundwasserneubildung kritisch; LAWA/ NRW: ab 30%)
- Keine Schädigungen grundwasserabhängiger Landökosysteme
- Keine nachteilige Beeinflussung mit dem Gw natürlicherweise verbundener Oberflächengewässer (z.B. Trockenfallen)
- Keine Beeinträchtigung von GW-Nutzungen
- Keine Anzeichen für Salz- oder Schadstoffintrusionen im Bereich von Entnahmen / Sümpfungen



Bewertung des mengenmäßigen Zustands

Tab.2: Bewertungsmatrix zur Beurteilung des mengenmäßigen Grundwasserzustands

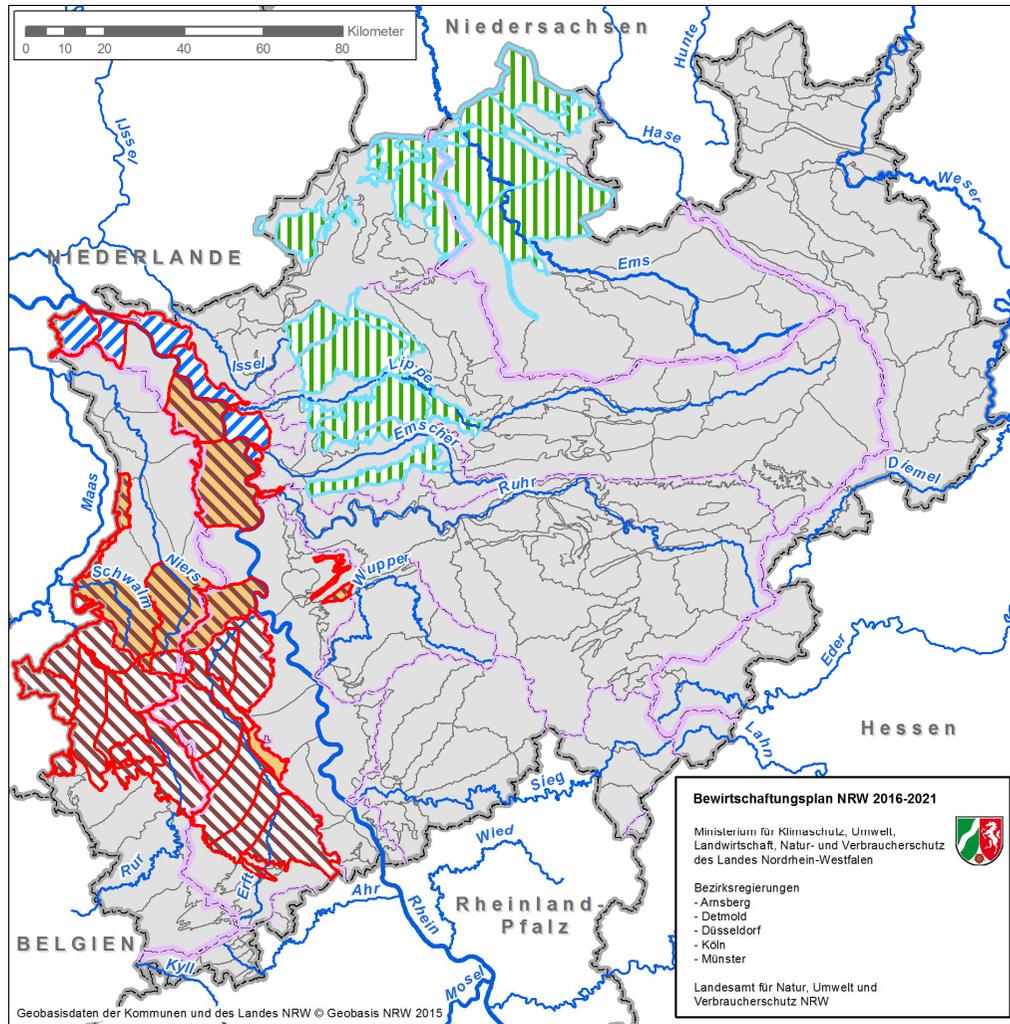
Trendanalyse	Überschlägige Wasserbilanz	Detaillierte Wasserbilanz	GW-abh. OWK und LÖS, Salzintrusion	Mengenmäßiger Zustand
(≤1/3 d. Mst.) fallender Trend	Gestattete Entn. <30% GWN	nicht erforderlich	kein Hinweis	guter Zustand
(≤1/3 d. Mst.) fallender Trend	Gestattete Entn. >30% GWN	positiv/ausgeglichen	kein Hinweis	guter Zustand
(≤1/3 d. Mst.) fallender Trend	Gestattete Entn. >30% GWN	negativ	kein Hinweis	schlechter Zustand***
(>1/3 d. Mst.) fallender Trend	Gestattete Entn. <30% GWN	positiv/ausgeglichen	kein Hinweis	schlechter Zustand***
(>1/3 d. Mst.) fallender Trend	Gestattete Entn. >30% GWN	positiv/ausgeglichen	kein Hinweis	schlechter Zustand***
(>1/3 d. Mst.) fallender Trend	Gestattete Entn. >30% GWN	negativ	kein Hinweis	schlechter Zustand
noch nicht möglich	Gestattete Entn. <30% GWN	positiv/ausgeglichen	kein Hinweis	guter Zustand
noch nicht möglich	Gestattete Entn. <30% GWN	negativ	kein Hinweis	schlechter Zustand***)
noch nicht möglich	Gestattete Entn. >30% GWN	positiv/ausgeglichen	kein Hinweis	guter Zustand
noch nicht möglich	Gestattete Entn. >30% GWN	negativ	kein Hinweis	schlechter Zustand
Unabhängig von den Ergebnissen der Trendanalyse und Bilanzbetrachtung gilt stets:			bei signifikanter Schädigung*)	immer schlechter Zustand

*) ist auf Grundwasserentnahmen bzw. anthropogen induzierte nachhaltige Veränderungen der Wasserspiegellage zurückzuführen
 ***) entgültige Entscheidung nach Einzelfallbetrachtung

- Prüfung fallender Wasserstandstrends (Flächenrelevanz im GWK)
- Prüfung Entnahmen / Neubildung (> 30 %)
- Prüfung Auswirkungen auf grundwasserabhängige Landökosysteme (gwaLös), OFWK; Intrusionen

Mengenmäßige Belastung Grundwasserkörper NRW 2015

Entnahmen, künstliche Grundwasserspiegeländerung, Bilanzdefizite
 Austrocknung grundwasserabhängige Landökosysteme+Gewässer

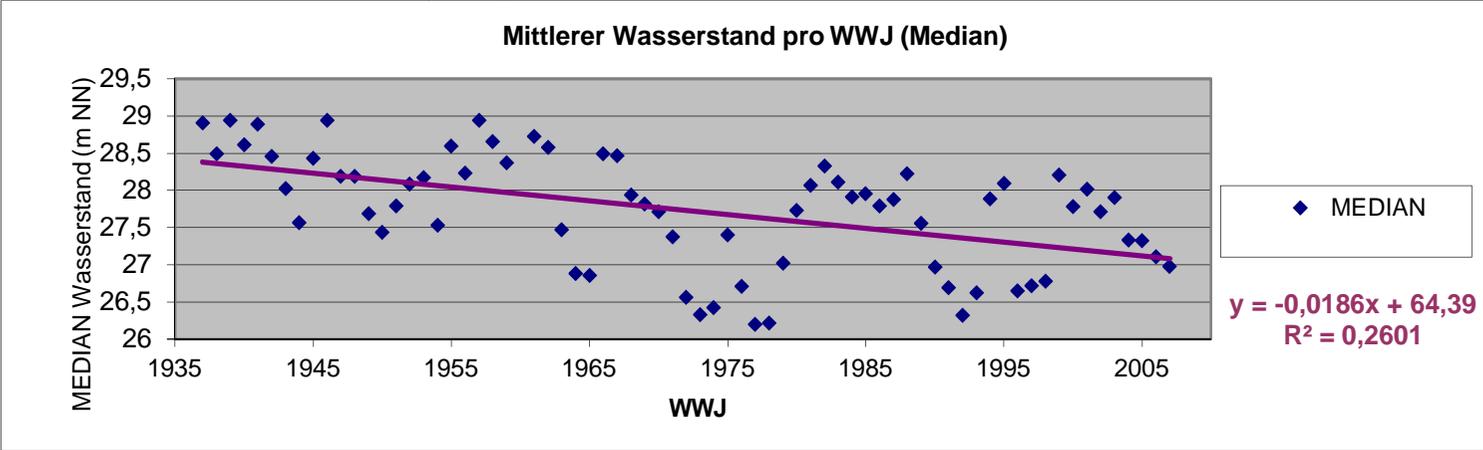
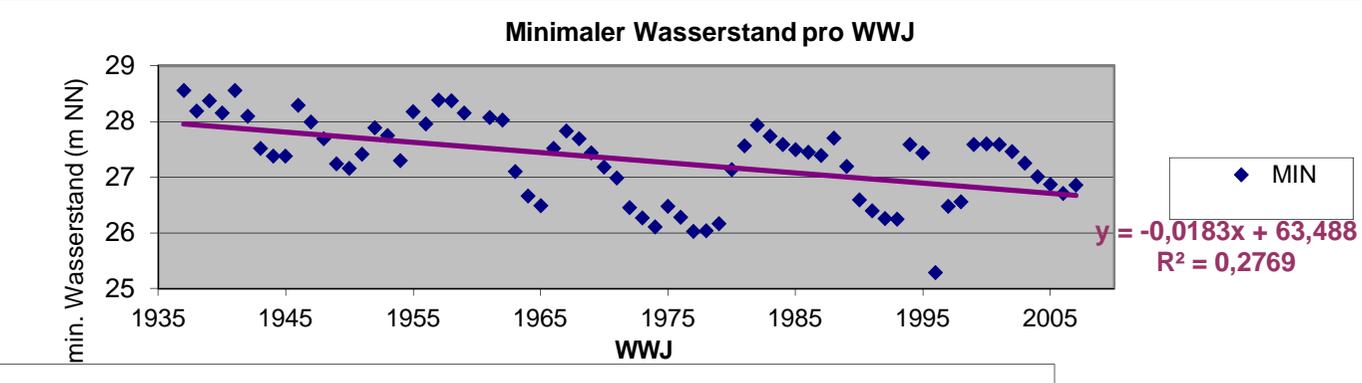
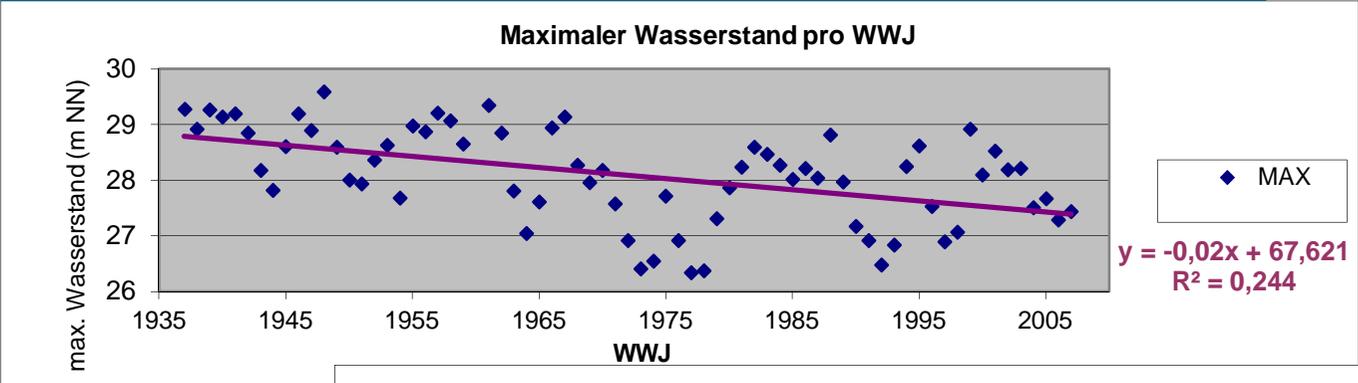


Erstellt: 10.08.15

Signifikante mengenmäßige Belastungen der Grundwasserkörper durch Entnahmen

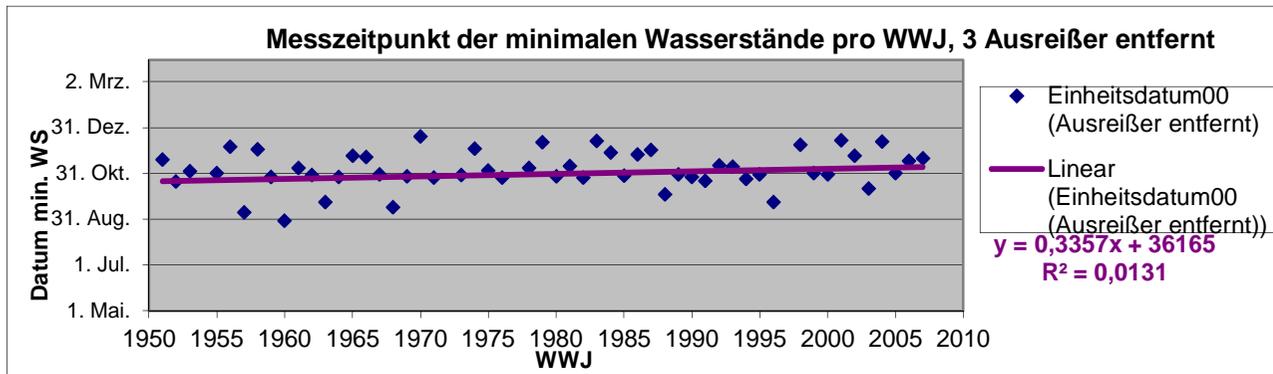


Klimawandel: Grundwasserstand

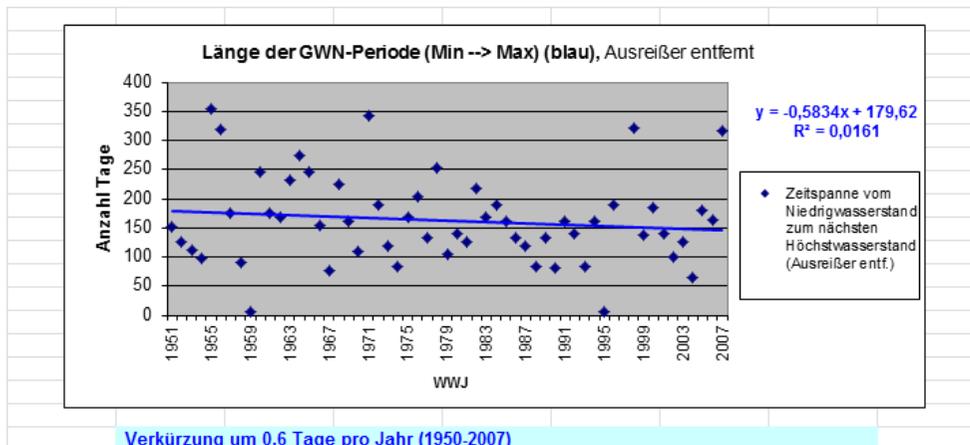
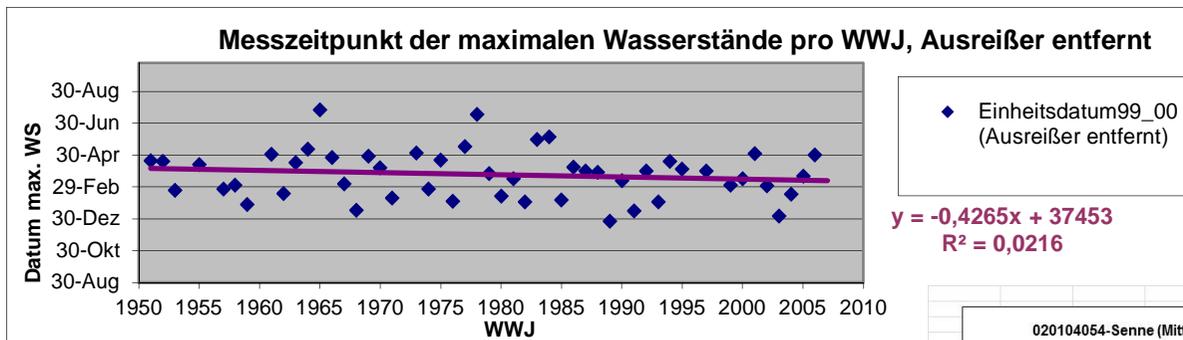


Grundwasserstand Langzeitentwicklung (Beispiel -Nr. 086566180)
-> Minima, Maxima und Mittelwerte signifikant fallend.

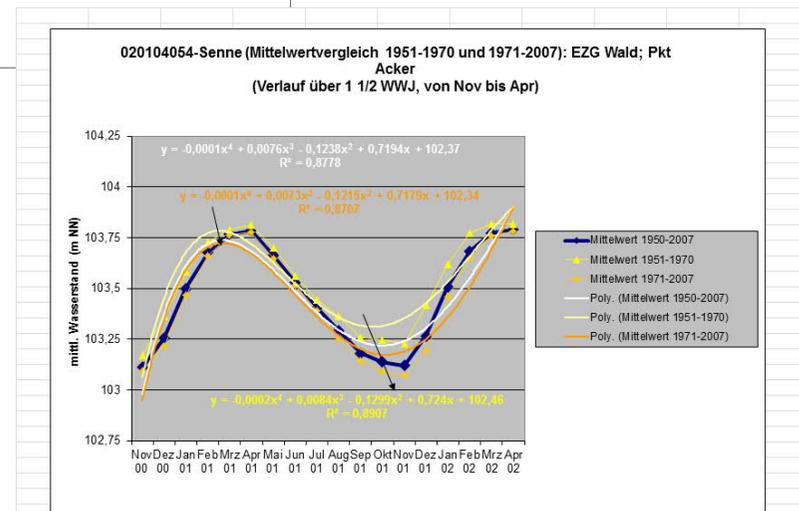
Klimawandel: Neubildungsperiode



Am Beispiel „Senne flach“ ergibt sich eine Verkürzung der Neubildungsperiode mit sinkenden Minima + Maxima



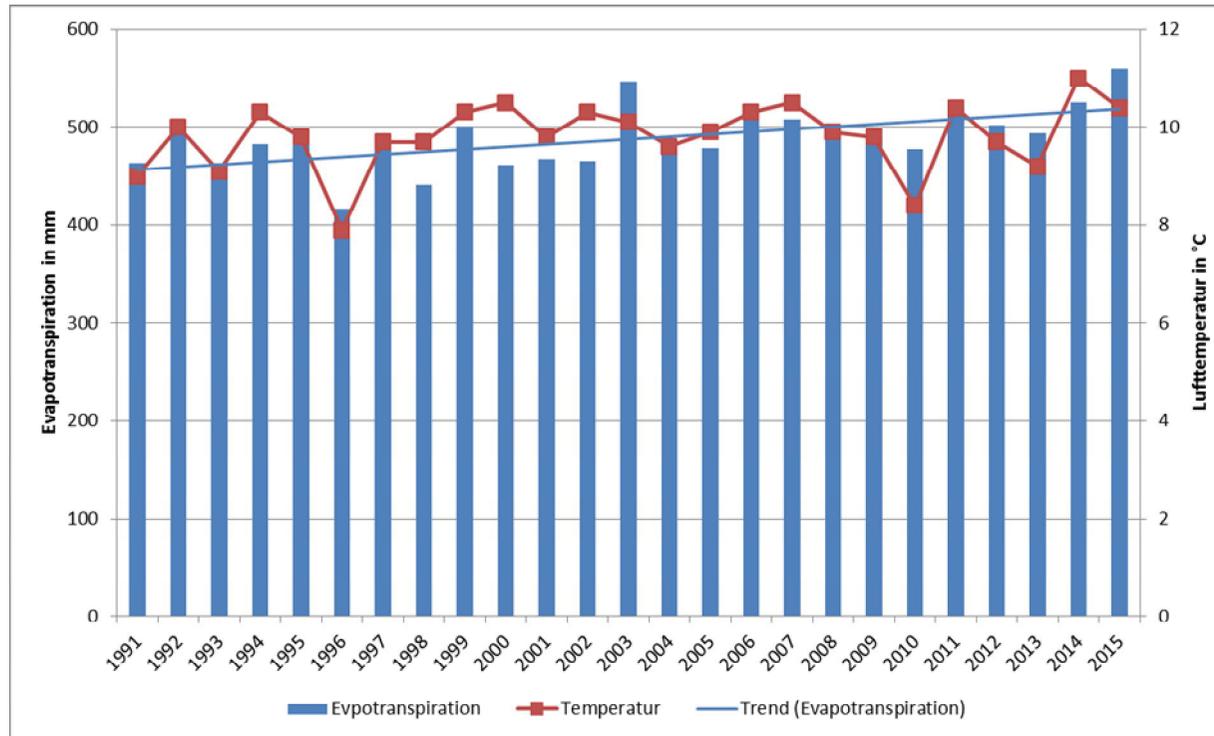
Verkürzung um 0,6 Tage pro Jahr (1950-2007)



Jährl. Maximum früher und niedriger, Minimum später und tiefer

Klimawandel und Grundwasserdargebot

Faktoren der Grundwasserneubildung:



Temperatur↑

infolgedessen

Evapotranspiration ↑

als treibende Kraft

Abbildung: Jahresmittel der potenzielle Evapotranspiration in mm und der Lufttemperatur in °C im Mittel für Nordrhein-Westfalen im Zeitraum 1991-2015 (Datengrundlage: DWD)

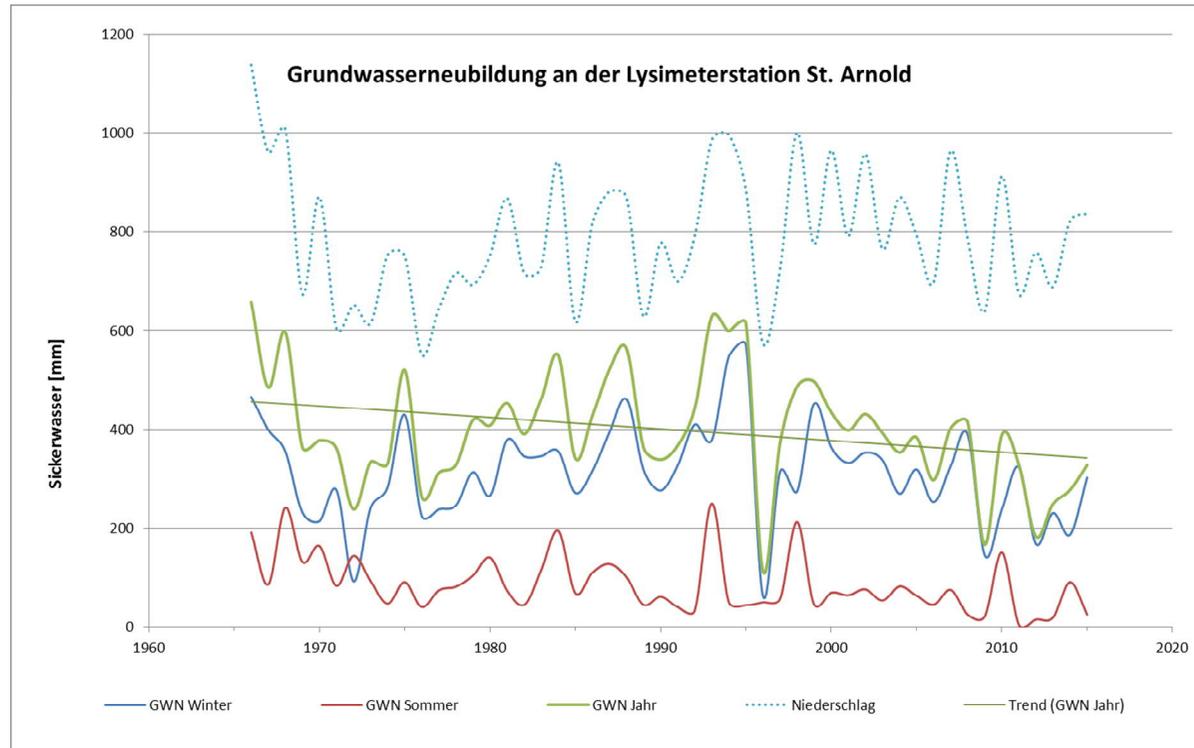
Mehr dazu:

Klimawandel und Klimafolgen in NRW – LANUV-Fachbericht 64 (LANUV, 2016)

https://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx_commercedownloads/fabe74_01.pdf



Klimawandel und Grundwasserdargebot



Gemessene
Sickerwassermenge ↓
(50 Jahre Lysimeter
St. Arnold - LANUV
NRW)

Abbildung: Mittlere Sickerwasserstände in mm an der Lysimeteranlage St. Arnold mit Grünlandbedeckung im Zeitraum 1966-2015 für das hydrologische Sommer- Winter- und Wasserwirtschaftsjahr. Zusätzlich eingezeichnet ist die jährliche Niederschlagssumme an der Station sowie der lineare Trend für die jährliche Grundwasserneubildung (GWN) über den Messzeitraum.



Klimawandel

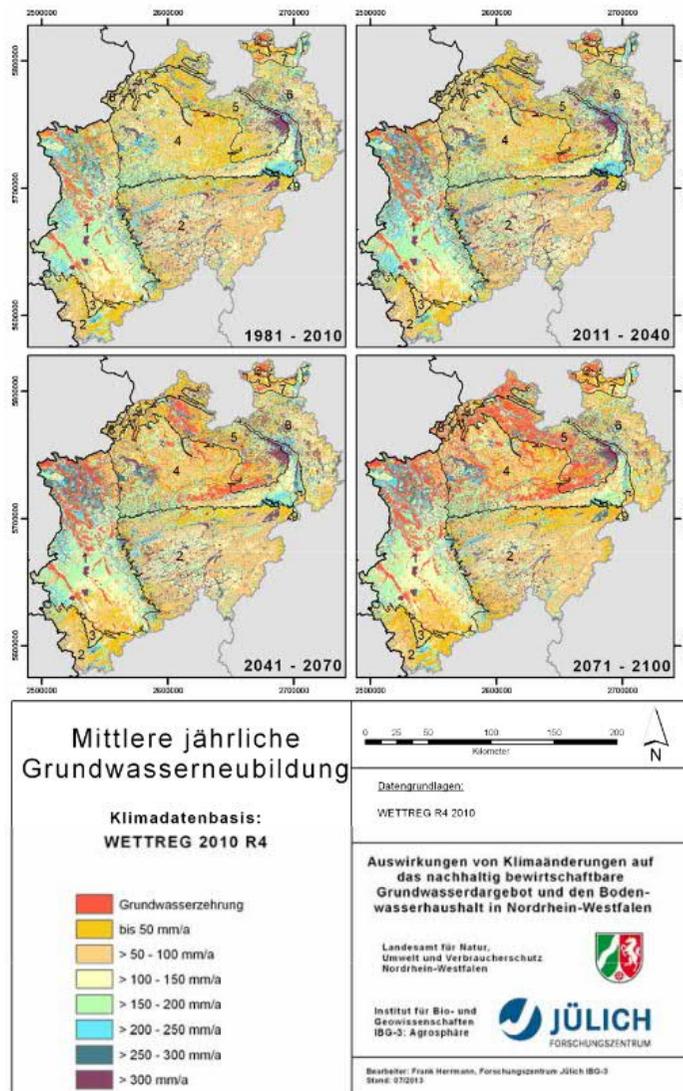


Abb. 47 Mittlere jährliche Grundwasserneubildung basierend auf WETTREG-2010 R4-Klimadaten in den 4 hydrogeologischen Perioden (Hydrogeologische Räume in Nordrhein-Westfalen aus Tab. 13).

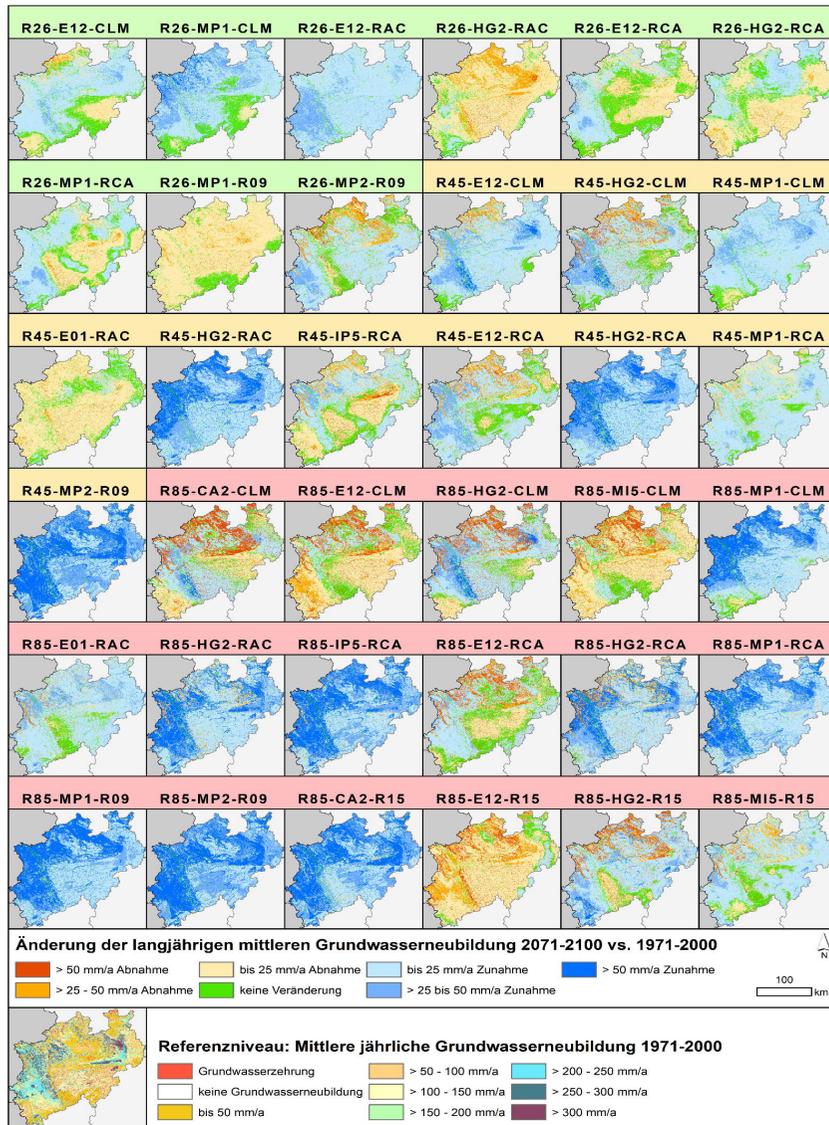
Prognostizierte Entwicklung der Grundwasserneubildung (FZ Jülich, 2014)

https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/klimaanpassung/dokumente/bericht_grundwasser_klimawandel.pdf

- Bis 2040 geringe Effekte, teilweise Zunahme gegenüber aktueller GWN
- Deutliche Abnahmen vor allem ab der Periode 2041-2070 (Zehrgebiete!)
- In der Periode 2071-2100 weitere Zuspitzung

Dieser Prognose lag lediglich *eine von vielen möglichen* Klimaentwicklungen zugrunde - > „Ensemble-Rechnung“ mit **Aktualisierung -> 2019 vhd.** → nächste F., Auswertung aktuelle Entwicklung →

Klimawandel



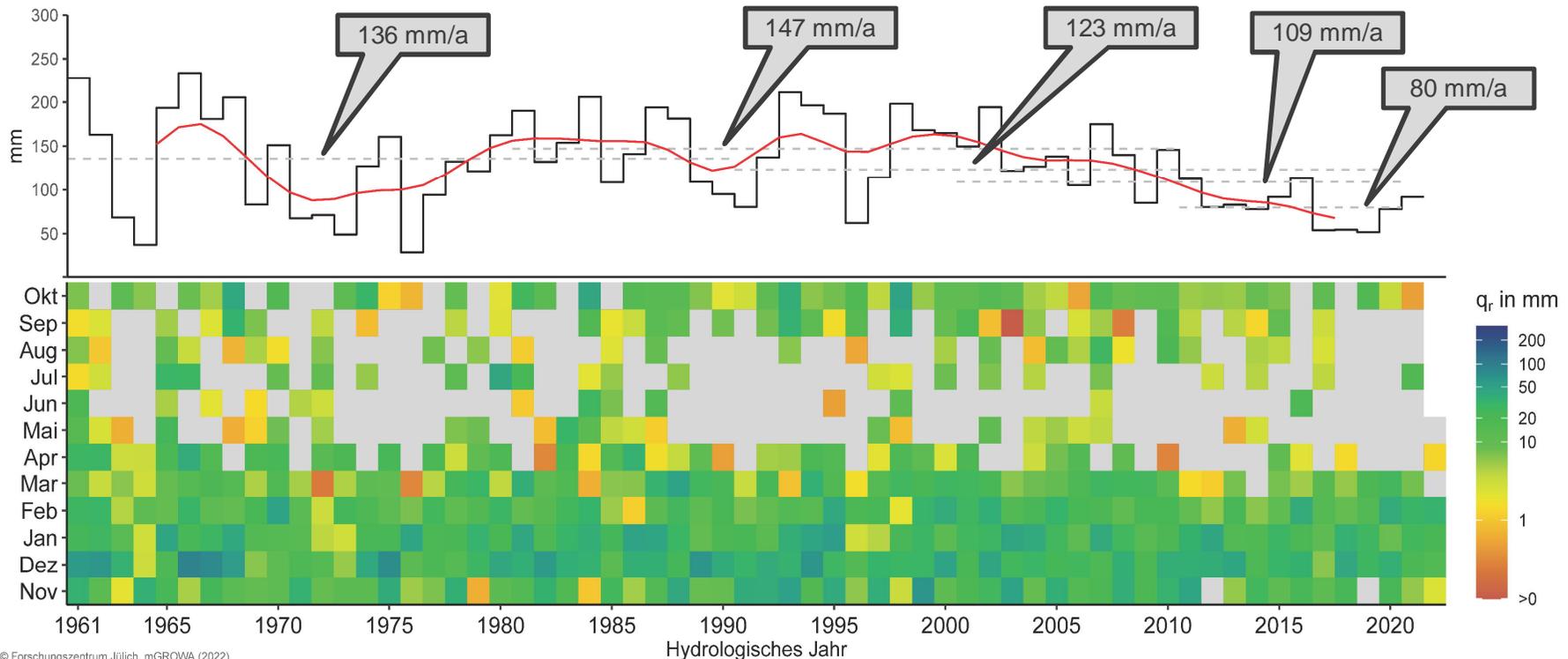
Prognostizierte Entwicklung der Grundwasserneubildung (FZ Jülich, 2019; LANUV Fachbericht 110 / Teil IX)

https://www.lanuv.nrw.de/landesamt/veroeffentlichungen/publikationen/fachberichte?tx_cartproducts_products%5Bproduct%5D=1063&cHash=15a66b506b84666393384591e58fd616

- Für die Ensemble-Mitglieder des **ReKliEs-De+mGROWA** RCP2.6, RCP4.5 und RCP 8.5 wurden in den Großlandschaften und NRW-weit einige (wenige) **signifikante Änderungssignale der Grundwasserneubildung** ermittelt.
- Zunahme der GWN überwiegt gegenüber der Abnahme leicht. Am Ende des 21. Jahrhunderts würde **die mittlere GWN ungefähr dem Referenzniveau 1971-2000** entsprechen.
- Aus heutiger Sicht sollten die **extremen Entwicklungspfade sowie Minimumdekaden betrachtet** werden, die die Bandbreite oder definierte Perzentile des Ensembles abbilden.



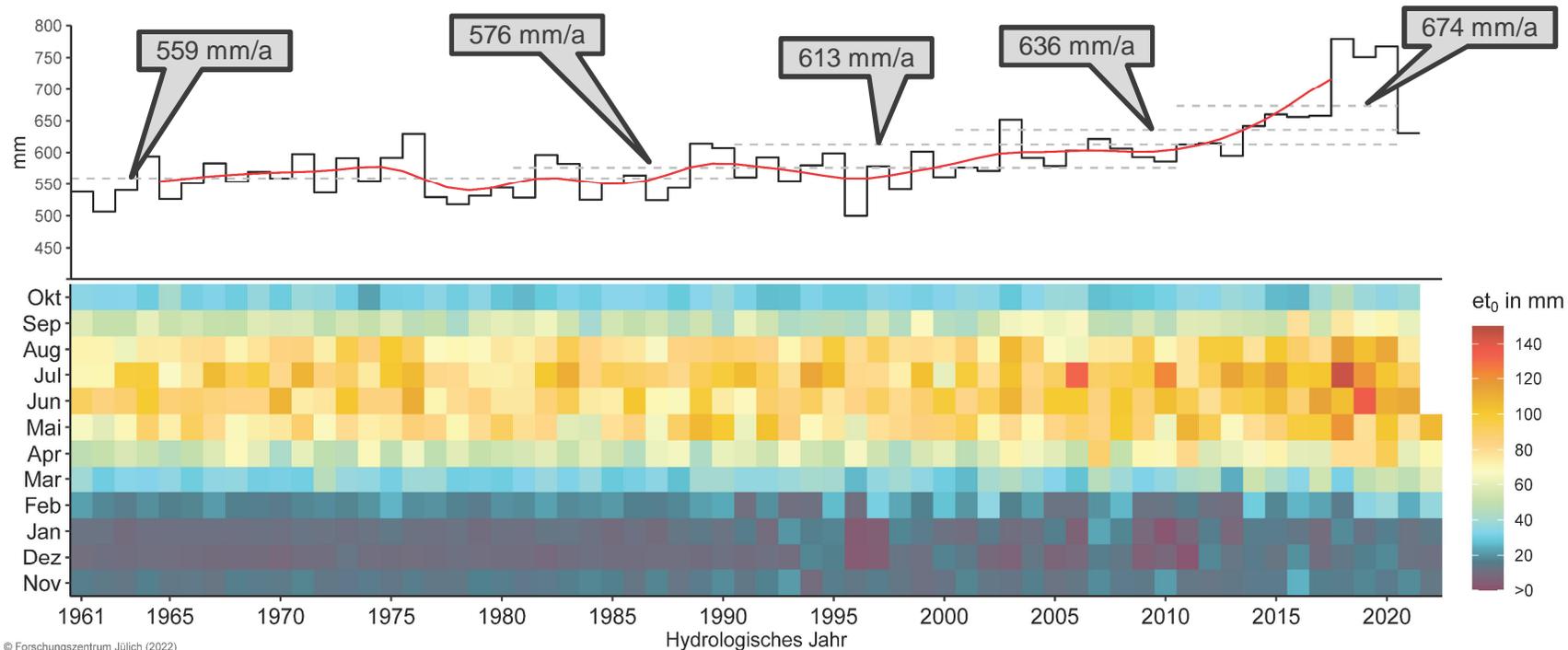
Zeitreihe Grundwasserneubildung NRW 1961 bis 2022 (mGROWA)



© Forschungszentrum Jülich, mGROWA (2022)

Der obere Teil zeigt die Summe in den hydrologischen Jahren (November bis Oktober) in Form eines Stufendiagrammes. Zusätzlich ist in Rot die Tiefpass-gefilterte Zeitreihe dargestellt (hervorheben der mittelfristigen Schwankungen und längerfristigen Trends). In Grau gestrichelt sind außerdem die langjährigen Mittelwerte für 1961-1990, 1981-2010, 1991-2020, 2001-2020 und 2011-2020 dargestellt. In der zweiten (unteren) Komponente der Zeitreihendarstellung sind für die einzelnen hydrologischen Jahre die Monatssummen farblich kodiert dargestellt.

Zeitreihe potentielle Evapotranspiration in NRW 1961 bis 2022



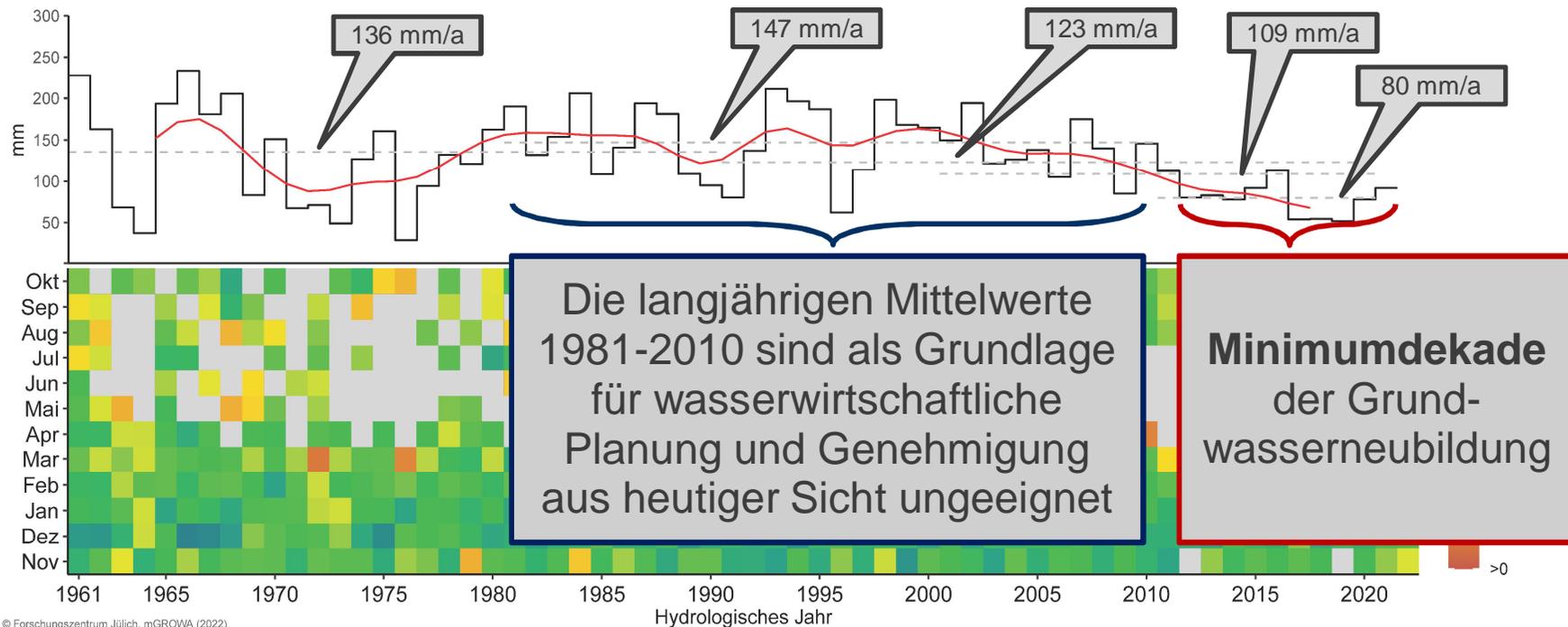
© Forschungszentrum Jülich (2022)

Der obere Teil zeigt die Summe in den hydrologischen Jahren (November bis Oktober) in Form eines Stufendiagrammes. Zusätzlich ist in Rot die Tiefpass-gefilterte Zeitreihe dargestellt (hervorheben der mittelfristigen Schwankungen und längerfristigen Trends). In Grau gestrichelt sind außerdem die langjährigen Mittelwerte für 1961-1990, 1981-2010, 1991-2020, 2001-2020 und 2011-2020 dargestellt. In der zweiten (unteren) Komponente der Zeitreihendarstellung sind für die einzelnen hydrologischen Jahre die Monatssummen farblich kodiert dargestellt.

¹LANUV Fachbericht 110, Teil IX – Projektionen zur Entwicklung der Grundwasserneubildung in NRW 2011 bis 2100 mit dem Wasserhaushaltsmodell mGROWA und dem Regionalen Klimaprojektionen Ensemble (ReKlieEs) und regionale Steckbriefe:
https://www.lanuv.nrw.de/landesamt/veroeffentlichungen/publikationen/fachberichte?tx_cartproducts_products%5Bproduct%5D=1063&cHash=15a66b506b84666393384591e58fd616



Zeitreihe Grundwasserneubildung NRW 1961 bis 2022 (mGROWA)



Im Sinne des Vorsorgegedankens empfehlen Fliß et al. (2021), auch definierte Trockenzeiträume von 10 Jahren für wasserrechtliche Verfahren zugrunde zu legen.

Fliß R, Baumeister C, Gudera T, Hergesell M, Kopp B, Neumann J, Posselt M. Auswirkungen des Klimawandels auf das Grundwasser und die Wasserversorgung in Süddeutschland. Grundwasser 2021; 26: 33-45. DOI: 10.1007/s00767-021-00477-z

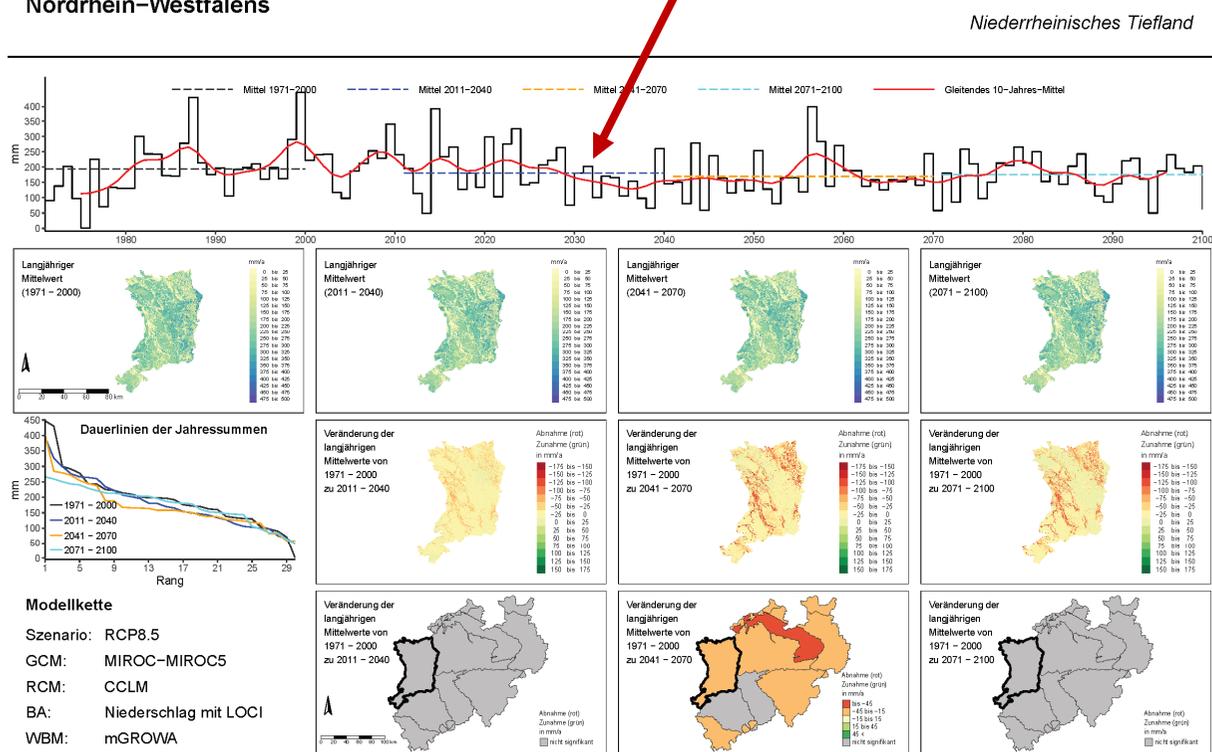
Aufbereitung der Ensemble-Projektionen ReKliEs-De + mGROWA in Form von Steckbriefen

Projizierte Grundwasserneubildung
in den Großlandschaften
Nordrhein-Westfalens

Über mehrere Dekaden anhaltender Trend hin zu
einer unterdurchschnittlichen Grundwasserneubildung

In den Steckbriefen¹ sind für eine Berücksichtigung in Klima-Impakt-Studien auch extreme Entwicklungspfade dargestellt.

Wichtige Schlussfolgerung:
Auch zukünftig muss in NRW mit sogenannten **Minimumdekaden** gerechnet werden, d.h. in diesen Dekaden findet eine Grundwasserneubildung deutlich unterhalb des Referenzniveaus statt. Die Grundwasserbewirtschaftung muss zukünftig auf **wiederholte Minimumdekaden** vorbereitet sein.



¹LANUV Fachbericht 110, Teil IX – Projektionen zur Entwicklung der Grundwasserneubildung in NRW 2011 bis 2100 mit dem Wasserhaushaltsmodell mGROWA und dem Regionalen Klimaprojektionen Ensemble (ReKliEs) und regionale Steckbriefe: https://www.lanuv.nrw.de/landesamt/veroeffentlichungen/publikationen/fachberichte/tx_cartproducts_products%5Bproduct%5D=1063&cHash=15a66b506b8466393384591e581d616



Mehr Infos (LANUV NRW):

- LANUV Fachbericht 110, Teil IX –Projektionen zur Entwicklung der Grundwasserneubildung in NRW 2011 bis 2100 und regionale Steckbriefe:
https://www.lanuv.nrw.de/landesamt/veroeffentlichungen/publikationen/fachberichte?tx_cartproducts_products%5Bproduct%5D=1063&cHash=15a66b506b84666393384591e58fd616
- Datenbereitstellung (Download) monatliche, jährliche und mittlere Grundwasserneubildung 1961 bis heute (mGROWA):
<https://www.opengeodata.nrw.de> ; oder E-Mail an:
Fachbereich52@lanuv.nrw.de ;
- Ergebnisdarstellungen im Klimaatlas NRW:
<https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-karte>
- Hydrologische Statusberichte des LANUV:
<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/wasser/hydrologische-berichte>



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dank an Dr. Frank Herrmann (FZ Jülich) für die
Überlassung zahlreicher Darstellungen!

Dr. Sabine Bergmann
FBL 52 Grundwasser, Wasserversorgung, Trinkwasser und
Lagerstättenabbau
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
Leibnizstr. 10
45659 Recklinghausen

Dienstort: Duisburg, Wuhanstraße 6
Tel.: 02361-305-2209

www.lanuv.nrw.de

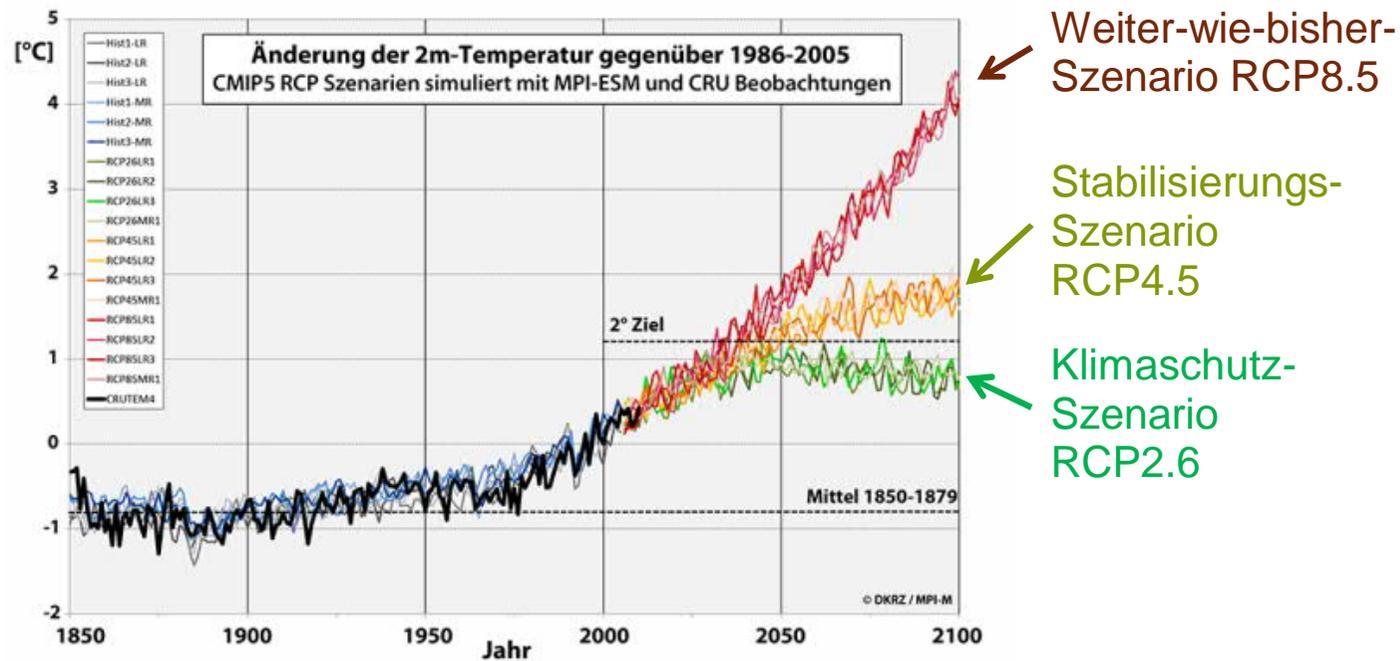


Foto
P. Bergmann



Temperaturanstieg in den RCP-Szenarien

RCP: Strahlungsantrieb (Erwärmungsszenario)



Quelle: DKRZ

