

Methodik – Papier zum Handlungsfeld Wasserwirtschaft: Grundwasserneubildung

Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildung ist eine sehr wichtige Größe für die Wasserwirtschaft. Von der Höhe der Grundwasserneubildung hängen die mengenmäßigen Zustände der Grundwasserkörper ab, die wiederum Grundlage für die Nutzung zur Trinkwassergewinnung, Landwirtschaft und Industrie sind. Selbstverständlich spielt die Grundwasserneubildung auch eine sehr wichtige Rolle für die Natur selbst. Durch die flächendenkende Modellierung der Grundwasserneubildung können klimatische Veränderungen erkannt und zum Beispiel für die Vergabe von Wassernutzungsrechten genutzt werden. Mit den Daten zur **Grundwasserneubildung** stehen für den beobachteten Zeitraum 1961-2020 und den Zukunftsprojektionen 2031-2060 und 2071-2100 neueste Karten zur Verfügung.



Grundwassermessstellen. Foto: brudertuck69/stock-adobe.com.

Grundlagen

Mit Grundwasserneubildung wird der Teil des Wassers im Wasserkreislauf bezeichnet, der als infiltrierendes Sickerwasser den Grundwasserleiter speist. Die Grundwasserneubildung ist somit der Anteil des Niederschlags, der weder verdunstet noch abfließt, sondern bis ins Grundwasser versickert. Die Grundwasserneubildung wird zum einen durch die Landnutzung und die Untergrundgegebenheiten beeinflusst, zum anderen spielen Niederschlagsverhältnisse und Verdunstungsprozesse eine Rolle. Daher ist das räumliche Muster der Grundwasserneubildung in Nordrhein-Westfalen eher heterogen. Für die zukünftige Grundwasserneubildung lassen sich keine belastbaren Entwicklungen herleiten. Zwar steigen Temperaturen und somit auch die Evapotranspiration je nach Zukunftsszenario an, aber laut den aktuellen Projektionen auch insbesondere die Winterniederschläge, die einen Ausgleich bilden können, zumindest im Mittelwert. Allerdings werden einzelne extremere Abschnitte mit Dürren oder deutlich zu hohen Niederschlägen voraussichtlich häufiger vorkommen, als sie es jetzt schon tun. Es muss aber auch die Möglichkeit betrachtet werden, dass die aktuell vorliegenden Klimaprojektionen zu optimistisch bei der Niederschlagszunahme sein können, insbesondere, wenn man bereits die Werte 1991-2020 mit denen absoluten Werten der Klimaprojektionen vergleicht.

Die Grundwasserneubildung wird nach DIN 4049-3 als »Zugang von infiltriertem Wasser zum Grundwasser« definiert. Die Grundwasserneubildung ist somit der Anteil des Niederschlags, der weder verdunstet noch abfließt, sondern bis ins Grundwasser versickert. Abbildung 1 stellt schematisch die Wasserhaushaltsgrößen, zu der auch die Grundwasserneubildung gehört, dar.

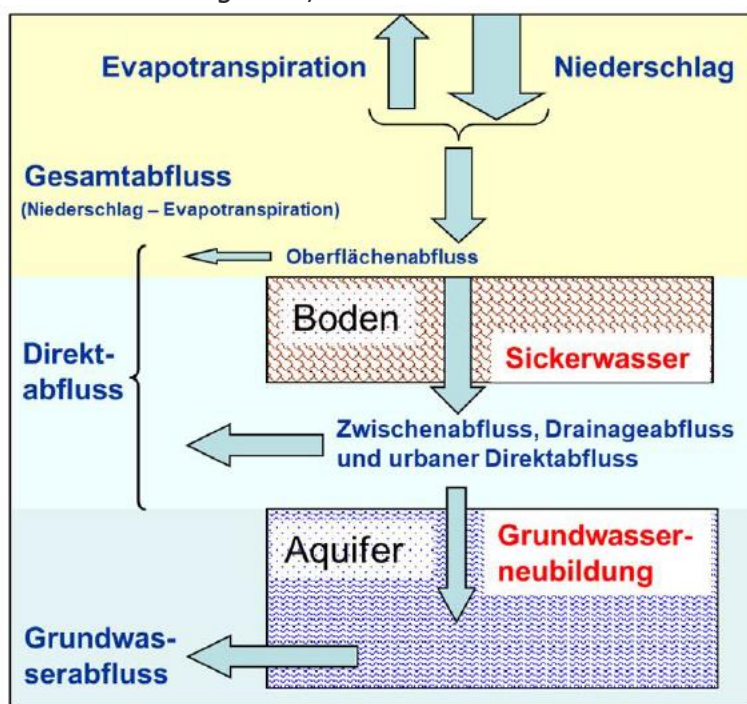


Abbildung 1: Schematische Darstellung Wasserhaushaltsgrößen (Wendland et al. 2021).

Datenbasis und Kartenerstellung

Die Berechnung der Grundwasserneubildung fand im Rahmen des Kooperationsprojektes GROWA+ NRW 2021 statt, welches vom Forschungszentrum Jülich mit dem LANUV NRW unter Beteiligung des Geologischen Dienstes NRW, der Landwirtschaftskammer NRW sowie dem Thünen-Institut, gemeinsam durchgeführt und 2021 zum Abschluss kam. Die in dem Klimaatlas dargestellten Karten der Grundwasserneubildung des Beobachtungszeitraumes 1961-2020 sind die Ergebnisse aus dem LANUV **Fachbericht 110, Teilbericht IIa „Modellierung des Wasserhaushalts in Nordrhein-Westfalen mit mGROWA“** (LANUV 2021a), der 2021 veröffentlicht wurde.

Die Karten für die modellierte Grundwasserneubildung der Zukunft basieren auf den LANUV **Fachbericht 110, Teilbericht IX „Projektion der Grundwasserneubildung unter dem Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen mit dem Wasserhaushaltsmodell mGROWA und dem Regionalen Klimaprojektionen Ensemble (ReKliEs) für Deutschland“** (LANUV 2021b).

Basis aller Karten zur Grundwasserneubildung und auch den anderen wasserwirtschaftlichen Größen Evapotranspiration sowie Netto – Gesamtabfluss ist das von Hermann et al. 2014 und Herrmann et al. 2015 entwickelte Modell mGROWA zur Wasserhaushaltssimulation. Für die im Klimaatlas dargestellten Karten der Grundwasserneubildung wurden die Eingangsdaten für das Modell mGROWA auf den neuesten Stand gebracht, die Bestandteile des Modells sind jedoch unverändert und sind in Abbildung 2 dargestellt.

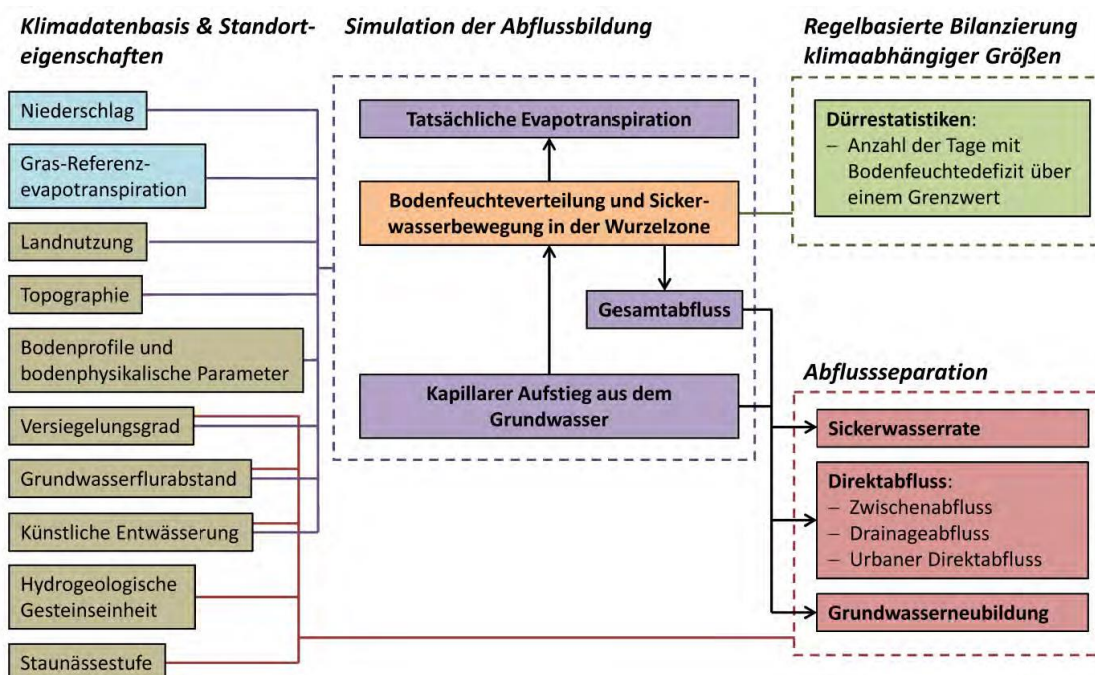


Abbildung 2: : Modellkonzept des Wasserhaushaltsmodells mGROWA in der Implementierung für Nordrhein-Westfalen (LANUV 2021a; Herrmann et al. 2015)

Eine dezidierte Modellbeschreibung liegt im Teilbericht IIa des Fachberichtes 110 (LANUV 2021a) vor. Dort wird auch die Implementierung der Klimaparameter ab 1961 genau beschrieben. Für die Implementierung der möglichen zukünftigen Grundwasserneubildung im Modell mGROWA wurden Einzelläufe des ReKliEs.de Ensembles verwendet. Teilbericht IX des Fachberichtes 110 (LANUV 2021b) gibt hier genauere Beschreibungen.

Für die Darstellung der im Rahmen der Veröffentlichung von Teilbericht IX vorliegenden Karten der absoluten Grundwasserneubildung für die Mitte des Jahrhunderts (2031-2060) und für die ferne Zukunft (2071-2100), die jeweils die Einzelläufe aus dem ReKliEs.de Ensemble darstellen, mussten diese Einzellaufkarten auf die im KlimaAtlas bereits vertraute und bewährte Darstellung in Perzentilbandbreiten (15. Perzentil, 50. Perzentil oder Median und 85. Perzentil) umgerechnet und auf das modellierte Referenzraster der beobachteten Klimanormalperiode 1971-2000 hinzuaddiert werden. Diese Darstellung erfolgte im Einvernehmen mit dem Forschungszentrum Jülich und wurde genauso auch bei den absoluten Projektionsrastern der klassischen Klimaparameter zur Lufttemperatur oder den Niederschlägen des Deutschen Wetterdienstes nach Rücksprache durchgeführt. Die entsprechenden Karten mit den Änderungssignalen gegenüber der Referenzperiode 1971-2000 sind ebenfalls verfügbar, ebenso wie die Differenzkarte 1991-2020 gegenüber 1961-1990. Eine kurze Beschreibung der absoluten Projektionskarten und denen aus dem Beobachtungszeitraum 1961-2020 wird im folgendem Abschnitt „Kartenbeschreibung“ geliefert, ebenso wie eine tabellarische Darstellung der NRW – Mittelwerte der zur Verfügung stehenden Karten.

Kartenbeschreibung

Die Layergruppe **Grundwasserneubildung** innerhalb der KlimaAtlas NRW Kartenanwendung stellt jeweils für die Klimanormalperioden 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010 sowie der aktuellen Klimanormalperiode 1991-2020 die mGROWA – basierten Rasterkarten der modellierten mittleren jährlichen Grundwasserneubildung in einem Raster von 100 x 100 Meter dar. Basierend auf dem Beobachtungsraster der Referenzperiode 1971-2000 wurden auch die Projektionsraster der drei verfügbaren Szenarien RCP2.6 als „Klimaschutz-Szenario“, RCP4.5 als „moderates Szenario“ sowie dem RCP8.5 als „weiter-wie-bisher-Szenario“ als Karten mit absoluten Werten dargestellt. Die Veränderungs raster (delta – change) sind ebenfalls verfügbar, wenn im Zeitschieber „Klimaänderungen zeigen“ angeklickt wird. „Die Zukunftsprojektionen decken die Zeiträume 2031-2060 (Mitte des Jahrhunderts) und 2071-2100 (ferne Zukunft) ab und sind entsprechend der Perzentile einsortiert. Sämtliche Klimanormalperioden des beobachteten und projizierten Zeitraumes können in der Einstellung KlimaNRWplus über den Zeitschieber ausgewählt werden. In der folgenden Abbildung 3 und Abbildung 4 werden jeweils Einzelkarten der Grundwasserneubildung für 1961-1990 und 1991-2020 dargestellt.

Ganz allgemein kann man in beiden Abbildungen erkennen, dass dort, wo Gewässer (wie zum Beispiel der Rhein, oder die großen Talsperren) vorliegen, hohe negative Werte (orange und rote Farbtöne, > -150 mm bis 0 mm und < -150 mm), also Grundwasserzehrung, auftreten. Dies liegt einerseits an dem Abfluss der Fließgewässer, andererseits auch an der Verdunstung an der Wasseroberfläche. Neben den Wasserkörpern selbst treten Bereiche mit Grundwasserzehrung auch häufig dort auf, wo die Flurwasserabstände so gering sind, dass auch vertikale (Evapotranspiration) oder horizontale Wasserbewegungen (Drainage zum nächsten Vorfluter) stattfindet. Gebiete mit Grundwasserzehrung sind zum Beispiel die Niederungen an Rur, Schwalm und Niers ganz im Westen von NRW, oder ganz im Nordosten von NRW im Kreis Minden-Lübbecke, wo es noch relativ große Moorflächen gibt. Im Gegensatz dazu sind vor allem in den Tälern der Mittelgebirge recht hohe Werte bei der Grundwasserneubildung feststellbar, die im Wertebereich zwischen > 600 mm bis zu > 1000 mm (blaue Farbtöne) liegen. Bei allen beobachteten und auch projizierten zukünftigen Klimanormalperioden überwiegen jedoch prinzipiell die Flächen mit eher gering positiven Grundwasserneubildungsraten zwischen > 0 mm bis 150 mm (pfirsichfarbend) im Jahr. Diese Flächendominanz ist durch die relativ geringe Tiefgründigkeit in den Mittelgebirgen und durch weit verbreitete Entwässerungsdrainagen vor allem in der Westfälischen Bucht zu erklären. Zwischen der Köln-Bonner Bucht und dem Niederrheinischem Tiefland im Westen NRWs, daran angeschlossen der südwestliche Teil der Westfälischen Bucht (zwischen Borken und Recklinghausen) sowie südöstlich von Paderborn (Haarstrang, Paderborner Hochfläche) im Vorland von Sauerland und Teutoburger Wald liegen Flächen mit einer Grundwasserneubildung von bis zu 300 mm (gelb). Hier überwiegen die tiefgründigen Lössböden über Lockersedimenten, wo Entwässerungsmaßnahmen keine dominierende Wirkung auf die Grundwasserneubildung haben. Grundwasserneubildungsraten von > 300 mm bis 600 mm (Grüntöne) kann man generell an den

Mittelgebirgsvorländern und breiteren Flusstälern in den Mittelgebirgen finden. Auch in den geologischen Mulden innerhalb der Mittelgebirge findet man entsprechende Grundwasserneubildungsraten.

Grundwasserneubildung 1961-1990

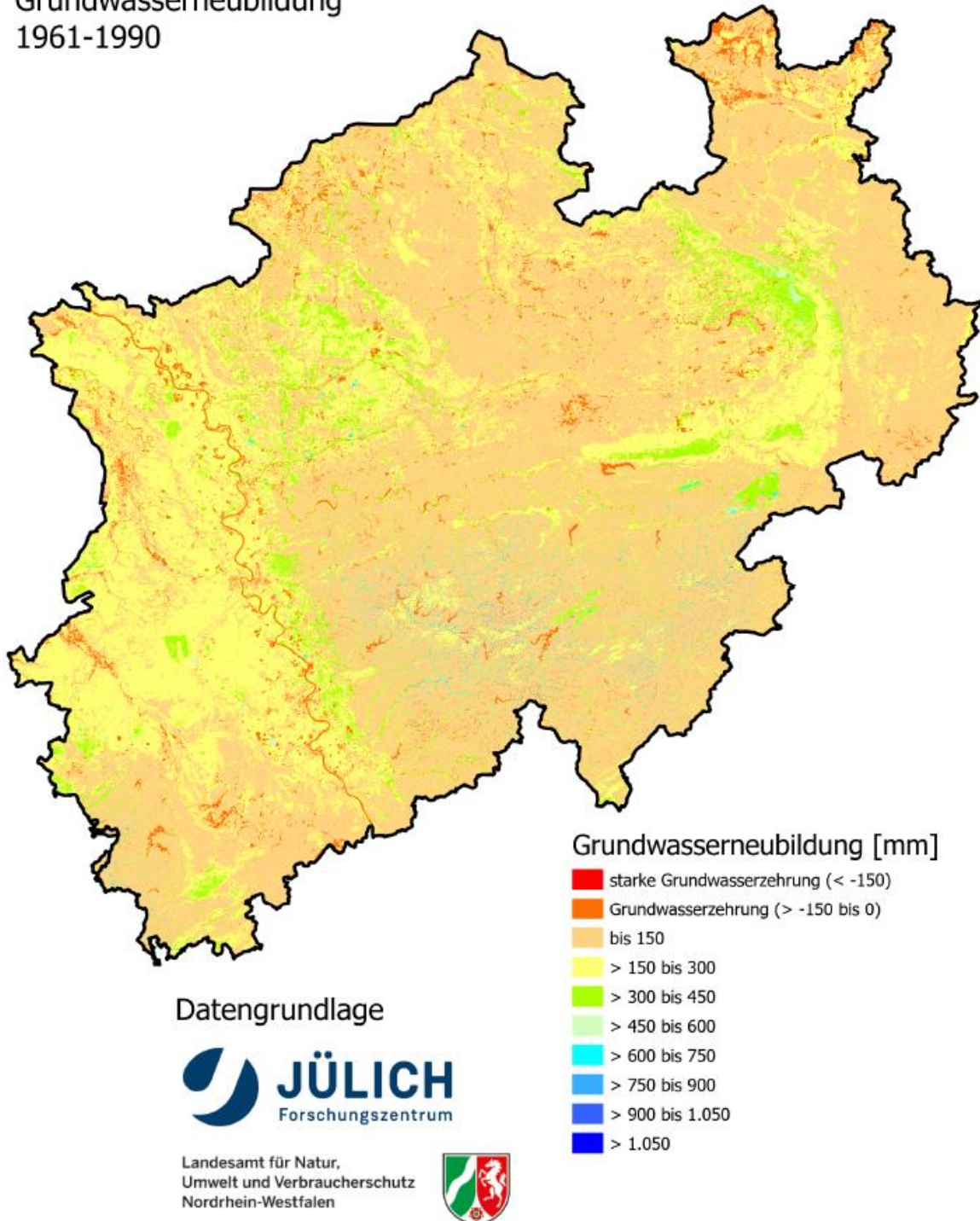


Abbildung 3: Mittlere jährliche Grundwasserneubildung in NRW im Zeitraum 1961-1990. Datenquelle: Forschungszentrum Jülich.

Grundwasserneubildung 1991-2020

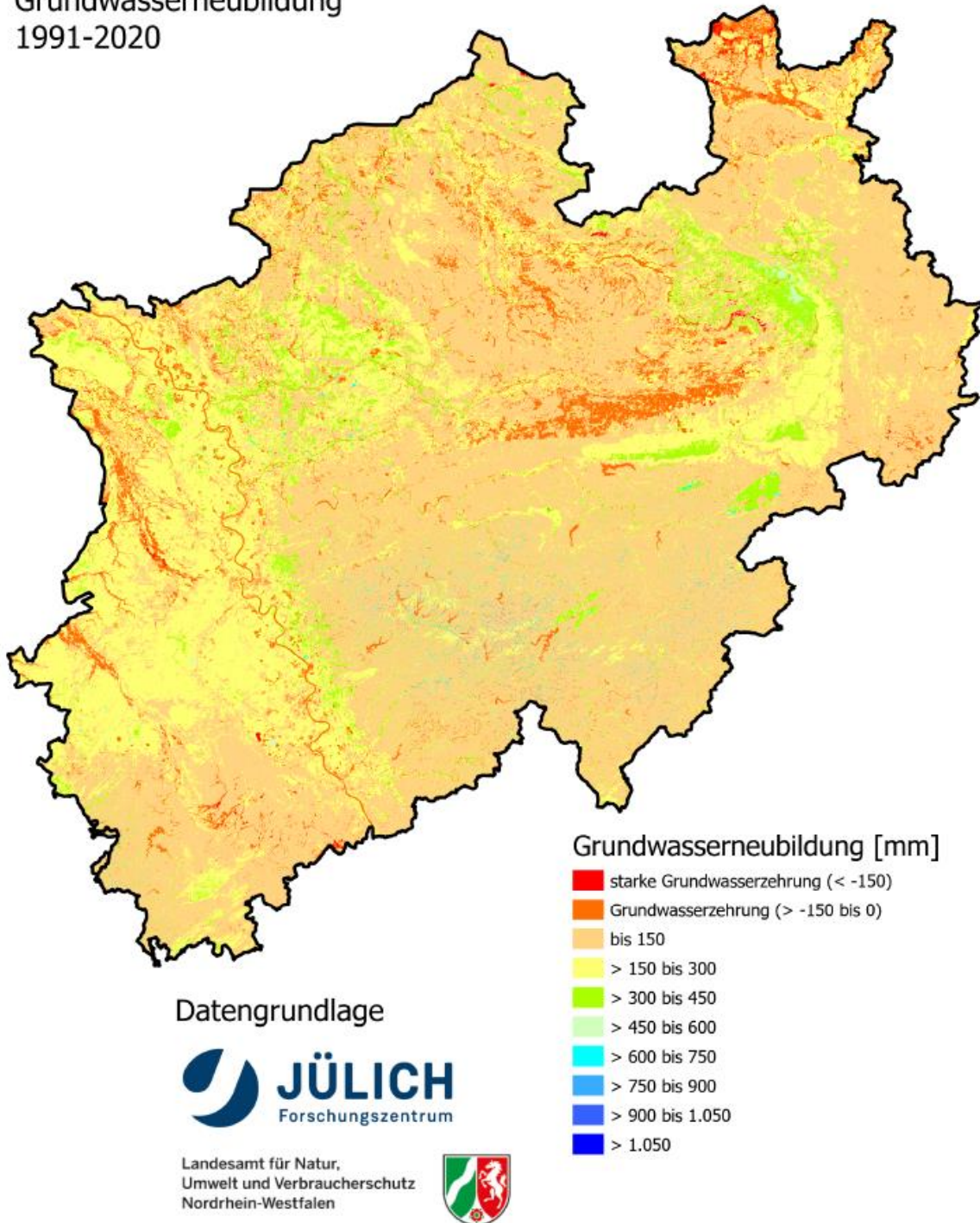


Abbildung 4: Mittlere jährliche Grundwasserneubildung in NRW im Zeitraum 1991-2020. Datenquelle: Forschungszentrum Jülich.

Beim Vergleich der mittleren jährlichen Grundwasserneubildung der ersten verfügbaren Klimanormalperiode 1961-1990 (Abbildung 3) mit der letzten verfügbaren Klimanormalperiode 1991-2020 (Abbildung 4) aus dem Beobachtungsdatensatz werden deutliche trockenere Bedingungen sichtbar. 1961-1990 gab es noch erheblich weniger Flächen mit Grundwasserzehrung an den Niederungen im Westen und Nord-Osten von NRW. Dort, wo bereits Grundwasserzehrung aufgrund der lokalen Gegebenheiten stattfand, haben sich die Flächen vergrößert und die Grundwasserzehrung ist auch zum Teil deutlich stärker geworden. Besonders klar fällt auch auf, dass innerhalb der aktuellen Klimanormalperiode 1991-2020 in der Westfälischen Bucht besonders viele Flächen nun von einer Grundwasserzehrung betroffen sind, die vorher noch eine leicht positive Grundwasserneubildung hatten. Die aktuelle Klimanormalperiode ist eindeutig die trockenste bisher, wie in Tabelle 1 sichtbar wird. Der Grund dafür liegt an den deutlich gestiegenen Mitteltemperaturen bei gleichzeitig ähnlichen Niederschlagssummen wie 1961-1990. Während die Klimanormalperiode 1981-2010 die bisher niederschlagsreichste war und für entsprechende Werte bei der Grundwasserneubildung sorgte, manifestiert sich nun die Kombination der massiv gestiegenen Temperaturen bei gleichen Niederschlagssummen wie 1961-1990.

Tabelle 1: NRW-Mittelwerte der Grundwasserneubildung für Klimanormalperioden im Beobachtungszeitraum ab 1961. Datenquelle: Forschungszentrum Jülich.

Zeitraum	Grundwasserneubildung [mm]
1961-1990	136
1971-2000	135
1981-2010	147
1991-2020	123

Betrachtet man die in der Kartenanwendung über den Zeitschieber ebenfalls verfügbaren Karten der Zukunftsprojektionen (Abbildung 5), wird deutlich, dass noch nicht eindeutig klar ist, ob es in der Mitte des Jahrhunderts und in der fernen Zukunft eher geringere oder eher höhere Mittelwerte bei der Grundwasserneubildung geben wird. Dies geht auch aus den Veröffentlichungen im LANUV Fachbericht 110, Teil IX hervor. Es konnte für weite Teile NRWs in der Hauptzahl der Projektionsmodelle keine signifikante Änderung der Grundwasserneubildung in der Zukunft gegenüber dem Referenzzeitraum 1971-2000 festgestellt werden. Die in der folgenden Abbildung 5 dargestellte Übersicht der extremen Bandbreiten (wobei das 15. Perzentil hier für das „trockene“ Ende der Bandbreite und das 85. Perzentil für das „feuchtere Ende der Bandbreite aller Projektionen für jedes Szenario steht) jeweils für die Mitte des Jahrhunderts (2031-2060) und ferne Zukunft (2071-2100) zeigt entweder geringere Grundwasserneubildungsraten oder deutlich höhere Grundwasserneubildungsraten. Während die eine eher trockene mögliche Entwicklung repräsentierenden 15. Perzentile nicht wirklich viel mehr geringere Grundwasserneubildungsraten zeigen als in der aktuellen Klimanormalperiode 1991-2020, stellen die eine feuchte mögliche Entwicklung repräsentierenden 85. Perzentile vor allem in der fernen Zukunft deutlich

höhere Werte als bisher beobachtet in der Grundwasserneubildung dar. Dies kann mit zukünftig potenziell höheren Winterniederschlägen erklärt werden. Die Tatsache, dass bereits jetzt schon ein derart niedriger Wert in der Grundwasserneubildung erreicht wurde, wie in den „trockenen“ Perzentilen der meisten Szenarien, lässt vermuten, dass die zurzeit verfügbaren Klimamodelle (CMIP 5) noch nicht in der Lage sind, längere Trockenperioden infolge von stationären Wetterlagen abzubilden. Aufgrund der Dynamik der aktuellen Erderhitzung kann eher von dieser Lücke in den Klimamodellen ausgegangen werden, als dass die „Talsohle“ der Trockenheit erreicht worden wäre. Jedoch begibt man sich hier schnell ins Spekulative, daher ist generell Vorsicht geboten bei der Interpretation der hier präsentierten Zukunftsprojektionen.

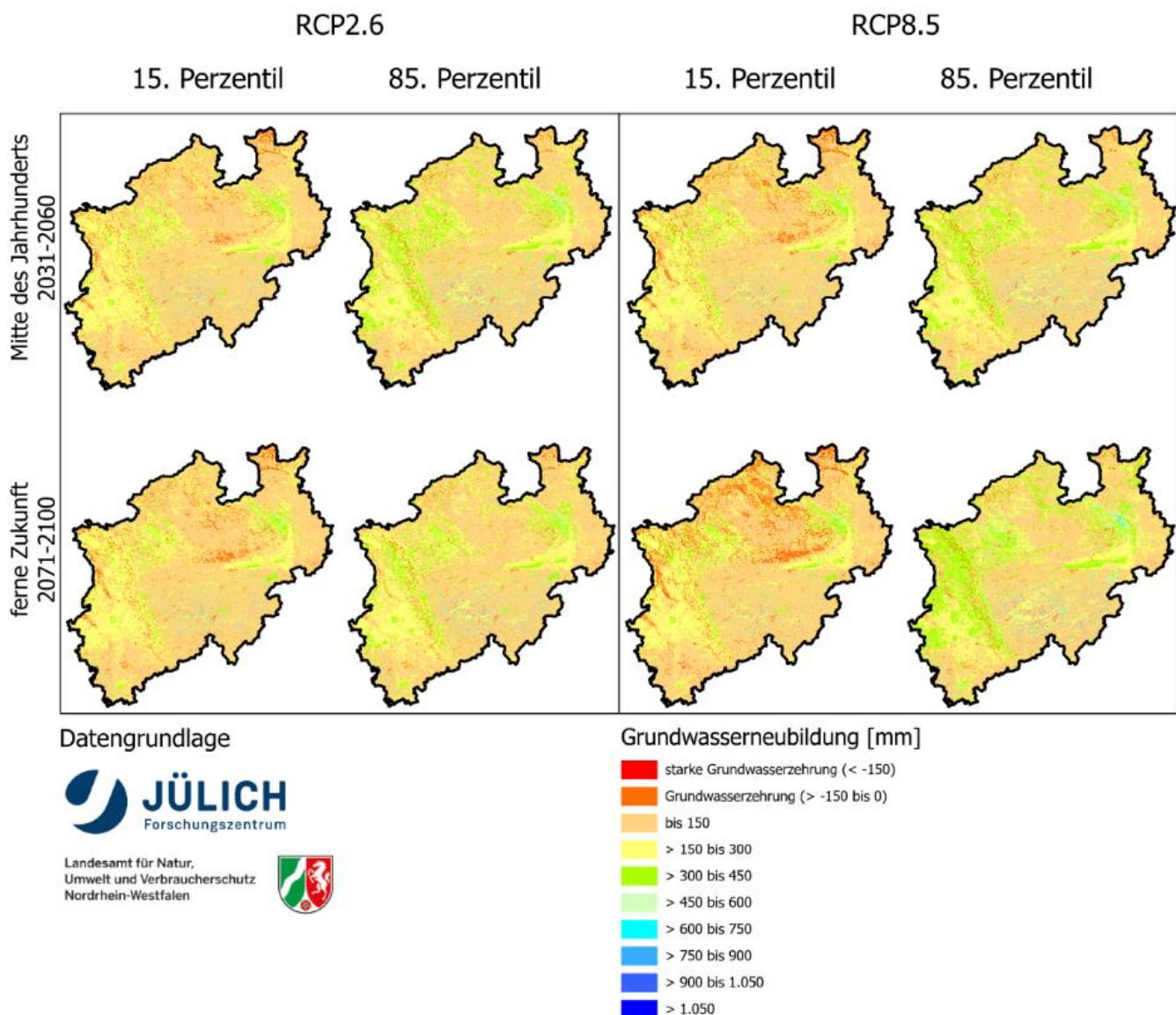


Abbildung 5: Übersicht möglicher Zukunftsprojektionen absolute Grundwasserneubildung, RCP2.6 und RCP8.5, jeweils 15. und 85. Perzentil für die Zeiträume 2031-2060 und 2071-2100. Datenquelle: Forschungszentrum Jülich.

In der nachfolgenden Tabelle 2 werden die möglichen zukünftigen absoluten Mittelwerte aus den Projektionen für NRW übersichtlich dargestellt. Der Vergleich von Tabelle 1 mit Tabelle 2 macht nochmal deutlich, wie vergleichsweise trocken die aktuelle Klimanormalperiode ist.

Tabelle 2: Übersicht möglicher zukünftiger NRW-Mittelwerte der jährlichen Grundwasserneubildung in mm. Datenquelle Forschungszentrum Jülich.

Zeitraum	Perzentil	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
2031-2060	15. Perzentil	128	129	129
	50. Perzentil	140	145	145
	85. Perzentil	159	161	160
2071-2100	15. Perzentil	125	129	119
	50. Perzentil	136	143	146
	85. Perzentil	148	167	180

Fazit Grundwasserneubildung

Mit den Daten des Forschungszentrum Jülich zur Grundwasserneubildung liegen nun alle Karten für die Klimanormalperioden der beobachteten Zeit 1961-2020 und die der möglichen Zukunft für 2031-2060 und 2071-2100 gesammelt im Klimaatlas vor. Mit Hilfe dieses hochaufgelösten Datensatzes kann die aktuelle Situation 1991-2020 der Grundwasserneubildung mit denen von früher verglichen werden und die aktuell verfügbaren Klimaprojektionen in Bezug gesetzt werden. Bereits die aktuelle Klimanormalperiode 1991-2020 hat derart geringe Werte bei der Grundwasserneubildung, dass selbst die trockenen



Grundwassermessstelle. Foto: brudertuck69/stock-adobe.com.

Zukunftsprojektionen der fernen Zukunft zum Teil nur geringfügig trockener sind. Ob sich mit den in naher Zukunft neueren, noch nicht verfügbaren Projektionen ein anderes Bild einstellen wird, bleibt abzuwarten. Es ist wichtig zu betonen, dass die Klimaprojektionen eine mögliche zukünftige Klimaentwicklung aufzeigen, die noch gänzlich von uns beeinflusst werden kann. Sowohl zum noch gerade eben so handhabbaren Klimawandel, als auch zu einem nicht mehr in seinen Folgen beherrschbaren Klimawandel.

Literaturverzeichnis

Herrmann, Frank; Chen, Shaoning; Kunkel, Ralf; Wendland, Frank (2014): Auswirkungen von Klimaänderungen auf das nachhaltig bewirtschaftbare Grundwasserdargebot und den Bodenwasserhaushalt in Nordrhein-Westfalen. Hg. v. Forschungszentrum Jülich. Forschungszentrum Jülich. Jülich. Online verfügbar unter

https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/klimaanpassung/dokumente/bericht_grundwasser_klimawandel.pdf, zuletzt geprüft am 12.08.2022.

Herrmann, Frank; Keller, Luise; Kunkel, Ralf; Vereecken, Harry; Wendland, Frank (2015): Determination of spatially differentiated water balance components including groundwater recharge on the Federal State level – A case study using the mGROWA model in North Rhine-Westphalia (Germany). In: *Journal of Hydrology: Regional Studies* 4, S. 294–312. DOI: 10.1016/j.ejrh.2015.06.018.

LANUV (2021a): Kooperationsprojekt GROWA+ NRW 2021 Teil IIa. Modellierung des Wasserhaushalts in Nordrhein-Westfalen mit mGROWA. LANUV-Fachbericht 110. Unter Mitarbeit von Frank Herrmann und Frank Wendland. Hg. v. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). Recklinghausen. Online verfügbar unter https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30110b.pdf, zuletzt geprüft am 12.08.2022.

LANUV (2021b): Kooperationsprojekt GROWA+ NRW 2021 Teil IX. Projektionen der Grundwasserneubildung unter dem Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen mit dem Wasserhaushaltsmodell mGROWA und dem Regionalen Klimaprojektionen Ensemble (ReKliEs) für Deutschland. LANUV-Fachbericht 110. Unter Mitarbeit von Frank Herrmann, Tim Wolters und Frank Wendland. Hg. v. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). Recklinghausen. Online verfügbar unter https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30110j.pdf, zuletzt geprüft am 12.08.2022.

Wendland, Frank; Herrmann, Frank; Kunkel, Ralf; Ta, Phuong; Tetzlaff, Björn; Wolters, Tim (2021): Räumlich differenzierte Quantifizierung der N- und P-Einträge in Grund- und Oberflächenwasser unter besonderer Berücksichtigung diffuser landwirtschaftlicher Quellen. Endbericht. Hg. v. Forschungszentrum Jülich. Jülich, zuletzt geprüft am 18.10.2022.