



Methodik – Papier zum Handlungsfeld Boden: Wasserhaushalts- und Dürremonitor mGROWA – Pflanzenverfügbares Wasser

Grundlagen

Infolge der stark angestiegenen mittleren Lufttemperaturen steigen die Verdunstungsraten ebenfalls, was schon im Frühling und besonders im Sommer zunehmend zu Trockenstress führen kann. Durch die globale Erderwärmung schwächt sich zusätzlich der für den stetigen Wechsel von Hoch- und Tiefdruckgebieten verantwortliche Jetstream ab. Dadurch etablieren sich stationäre Wetterlagen immer häufiger. Wenn sich ein ausgeprägtes Hochdruckgebiet mit schönem Wetter lange festsetzt, so hat das, wie beispielsweise im Jahr 2018 oder im Jahr 2022, die Folge, dass es sehr lange sehr warm und trocken bleibt. Durch unterdurchschnittliche Regenfälle gelangt weniger Wasser in den Boden und dort kann sich ein Bodenfeuchtedefizit entwickeln, verstärkt durch die höheren Verdunstungsraten. Auf der anderen Seite sorgte die Rekord-Niederschlagsmenge von 2023 und die andauernde regenreiche Witterung, verursacht



Pflanzenverfügbares Wasser ist auch wichtig in der Landwirtschaft.
Foto: Herbert Esser/panthermedia.net.

durch sehr warme Meere und ebenfalls festgefahrene Wetterlagen, für sehr hohe Boden- und Grundwasserwerte, die wiederum Probleme bei Gebäuden (nasse Keller) und der Landwirtschaft (Befahrbarkeit, Fäule) verursachen.

Datenbasis und Kartenerstellung

Die Karten des pflanzenverfügbaren Wassers in Prozent nutzbarer Feldkapazität [% nFK] werden dynamisch für **vorgestern**, **gestern** und **heute** für den **Oberboden (1-30 cm)** und den **Gesamtboden (1-150 cm)** täglich berechnet und im Klimaatlas veröffentlicht. Die hier verfügbaren Karten sind die Früchte des aktuellen Kooperationsprojektes Wasserhaushalts- und Dürremonitor (WHDM) zwischen dem Forschungszentrum Jülich und dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW.

Die Berechnung des pflanzenverfügbaren Wassers in Prozent nutzbarer Feldkapazität [% nFK] basiert im Wasserhaushalts- und Dürremonitor (WHDM) auf dem aus dem im [Handlungsfeld Wasserwirtschaft](#) bekannten Wasserhaushaltsmodell mGROWA des Forschungszentrums Jülich, entwickelt von Hermann et al. 2014 und Herrmann et al. 2015. Das Modell mGROWA liefert auch die Grundlage für die Wasserhaushaltsmodellierung in NRW (LANUV 2021). Für die Karten des pflanzenverfügbaren Wassers müssen die aktuellen Daten des Untergrundes, der Landoberfläche und des aktuellen Wettergeschehens im Modell mGROWA implementiert werden. Abbildung 1 stellt die wesentlichen Komponenten des Modells mGROWA dar.

Als notwendiges Vorprodukt für das pflanzenverfügbare Wasser in % nFK werden die Raster des Bodenwassergehaltes in Millimeter benötigt, die jeweils in mGROWA berechnet werden. Diese Rasterdaten basierend auf aktuellen Wetterdaten. Dabei werden jeweils für **gestern** die vom Deutschen Wetterdienst (DWD) bereitgestellten HYRAS Niederschlagsdaten (Rauthe et al. 2013) und Daten der tatsächlichen Evapotranspiration ET₀ aus dem DWD-Modell AMBAV (Agrarmeteorologische Berechnung der aktuellen Verdunstung) für die Berechnung des Bodenfeuchtegehaltes in Millimeter verwendet. Für die Berechnung des Bodenfeuchtegehaltes für **heute** und **morgen** wird zum einen der Bodenfeuchtegehalt des jeweiligen Vortages mitberücksichtigt, zum anderen gehen Daten des deutschen Vorhersagemodells ICON-D2 des DWDs in die Berechnung mit ein. Die Raster der Bodenfeuchtegehalte in Millimeter werden beim Forschungszentrum Jülich **jeden Tag nachmittags** jeweils für folgende Bodenschichten berechnet: 1-30 cm, 31-60 cm, 61-90 cm, 91-120 cm und 121-150 cm. Kombiniert mit den stationären Rastern zur nutzbaren Feldkapazität aus den Bodenkarten des Geologischen Dienstes NRW in den entsprechenden Bodenschichten werden anschließend automatisiert Raster der nutzbaren Feldkapazität in % berechnet. Für den Gesamtboden wird der Mittelwert aus allen Bodenschichten gebildet. Es stehen somit dynamisch für **gestern**, **heute** und **morgen** die Raster des pflanzenverfügbaren Bodenwassers in Prozent nutzbarer Feldkapazität [% nFK] für 1-30 cm und 1-150 cm Bodentiefe zur Verfügung und werden im Klimaatlas dargestellt. Aufgrund der Tatsache, dass die Raster zwar beim

Forschungszentrum Jülich **nachmittags** automatisch berechnet werden und dann die Daten für **morgen** verfügbar sind, jedoch aus technischen Gründen bei IT.NRW erst **nachts** automatisch in die Kartenanwendung hochgeladen werden, stehen dann in der Kartenanwendung jeweils die Daten von **vorgestern, gestern** und **heute** zur Verfügung. Da nur die Raster von **vorgestern** im Klimaatlas auf die tatsächlichen Niederschlagsdaten und nicht auf den Prognosen beruhen, sind sie genauer als die Raster für **gestern** und **heute**, die ja auf dem Wettervorhersagemodell des Deutschen Wetterdienstes beruhen. In zukünftigen Arbeitsschritten werden sicherlich noch weiter in die Zukunft gehende Raster zur Verfügung gestellt werden können.

Die räumliche Auflösung liegt wie auch bei den anderen mGROWA-basierten Parametern im **Handlungsfeld Wasserwirtschaft** bei ungefähr 100 Metern Kantenlänge eines jeden Rasterpixels.

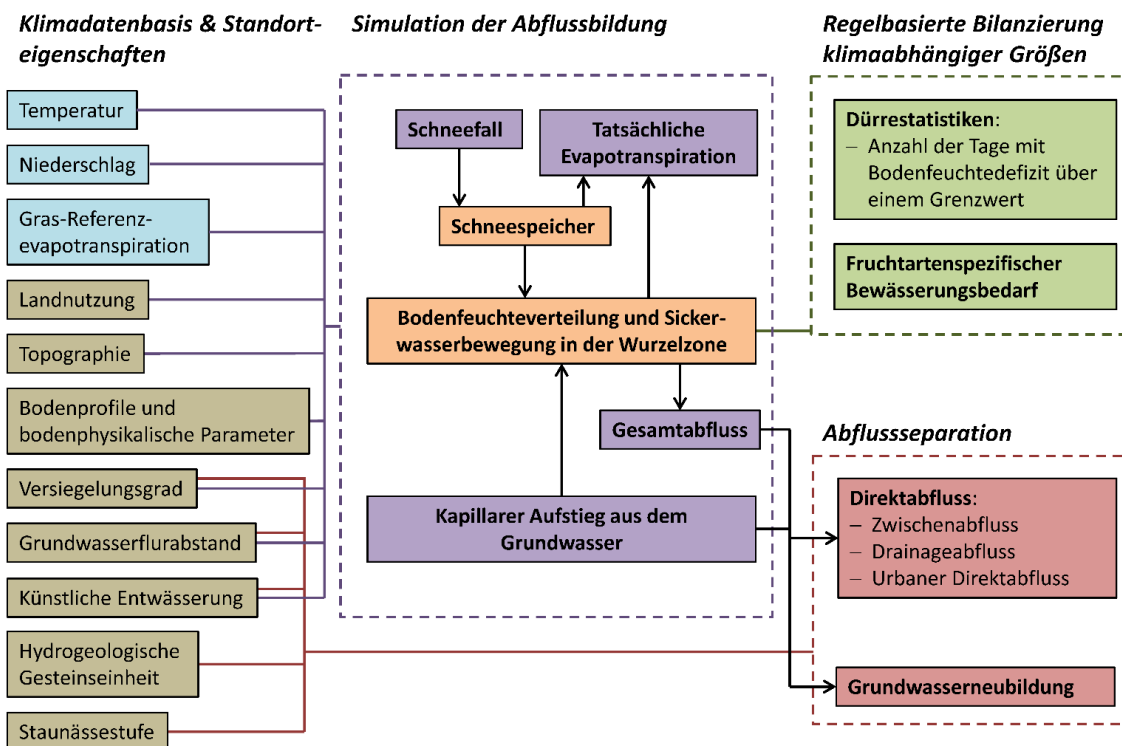


Abbildung 1: Modellkomponenten mGROWA, Stand Juni 2024 (Frank Herrmann 2024, FZ Jülich)

Kartenbeschreibung

Im Klimaatlas wird das pflanzenverfügbare Wasser in Prozent nutzbarer Feldkapazität [% nFK] vom Wasserhaushalts- und Dürremonitor mGROWA jeweils für die Bodentiefen 1-30 cm und 1-150 cm für jeweils den Zeitpunkt **vorgestern**, **gestern** und **heute** (Steuerung über Schieberegler) dargestellt. Anhand der Legende, identisch zur gleichen Parametergröße vom **UFZ-Dürremonitor**, wie in Abbildung 2 gezeigt, wird mit einer räumlichen Auflösung von 100 Metern x 100 Metern eine sehr detaillierte Karte der aktuellen Wasserversorgung der beiden Bodenschichten ermöglicht. Die einordnende Ergänzung in der Legende, ab wann mit Trockenstress bei Pflanzen zu rechnen ist und wann der permanente Welkepunkt (die Pflanze ist komplett ausgedörrt und damit tot) erreicht ist, ermöglichen einen raschen Überblick bei der Abschätzung von akuter Trockenheit.

Pflanzenverfügbares Wasser Bodentiefe 1-30 cm

nFk (%)

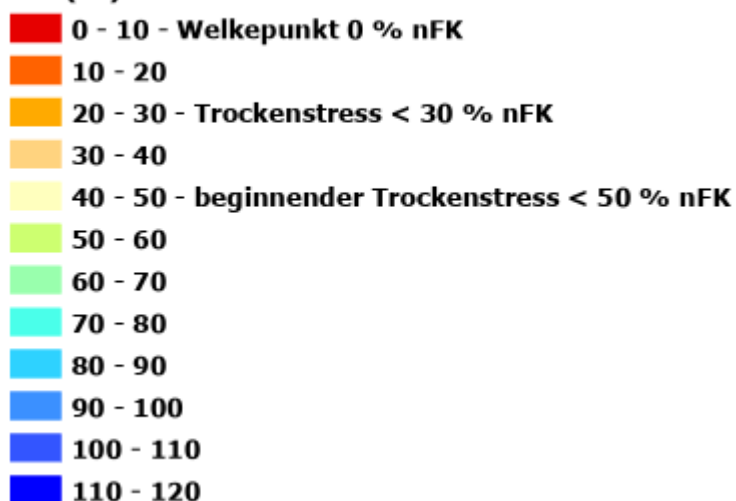


Abbildung 2: Legende zum Layer Pflanzenverfügbares Wasser [% nFK], hier Beispiel Bodentiefe 1-30cm, im Wasserhaushalts- und Dürremonitor mGROWA.

In Abbildung 3 wird die Karte des pflanzenverfügbaren Wassers in % nFK für ganz Nordrhein-Westfalen in der oberen Bodenschicht 1-30 cm für den 24.08.2024 dargestellt. Die hohen Legendenklassen dominieren aufgrund der nicht zu trockenen Witterung im Sommer 2024 in NRW deutlich. Nur im Niederrheinischen Tiefland und in der Niederrheinischen Bucht sowie Teilen der Nordeifel und dem Südrand des Sauer- und Siegerlandes zeigt die Karte beginnenden Trockenstress. Überall dort, wo in der Karte künstliche, weil scharfe, Grenzen in den Werten erscheinen, muss das zugrundeliegende Modell mGROWA auf die Daten der Bodenkarte 1:50.000 zurückgreifen, anstatt wie sonst üblich, auf die sehr

viel detailliertere Bodenkarte 1:5.000. Dadurch sind vor allem im Sauer- und Siegerland die Blattsschnitte der Bodenkarte 1:50.000 mit von dem Modelloutput basierend auf der Bodenkarte 1:5.000 abweichenden Werten gut erkennbar. Der in Abbildung 3 dargestellte schwarze Kasten markiert zum Beispiel eine solche Grenze in den zugrundeliegenden Bodenkarten. Dieser Kartenausschnitt wird in Abbildung 4 gesondert präsentiert.

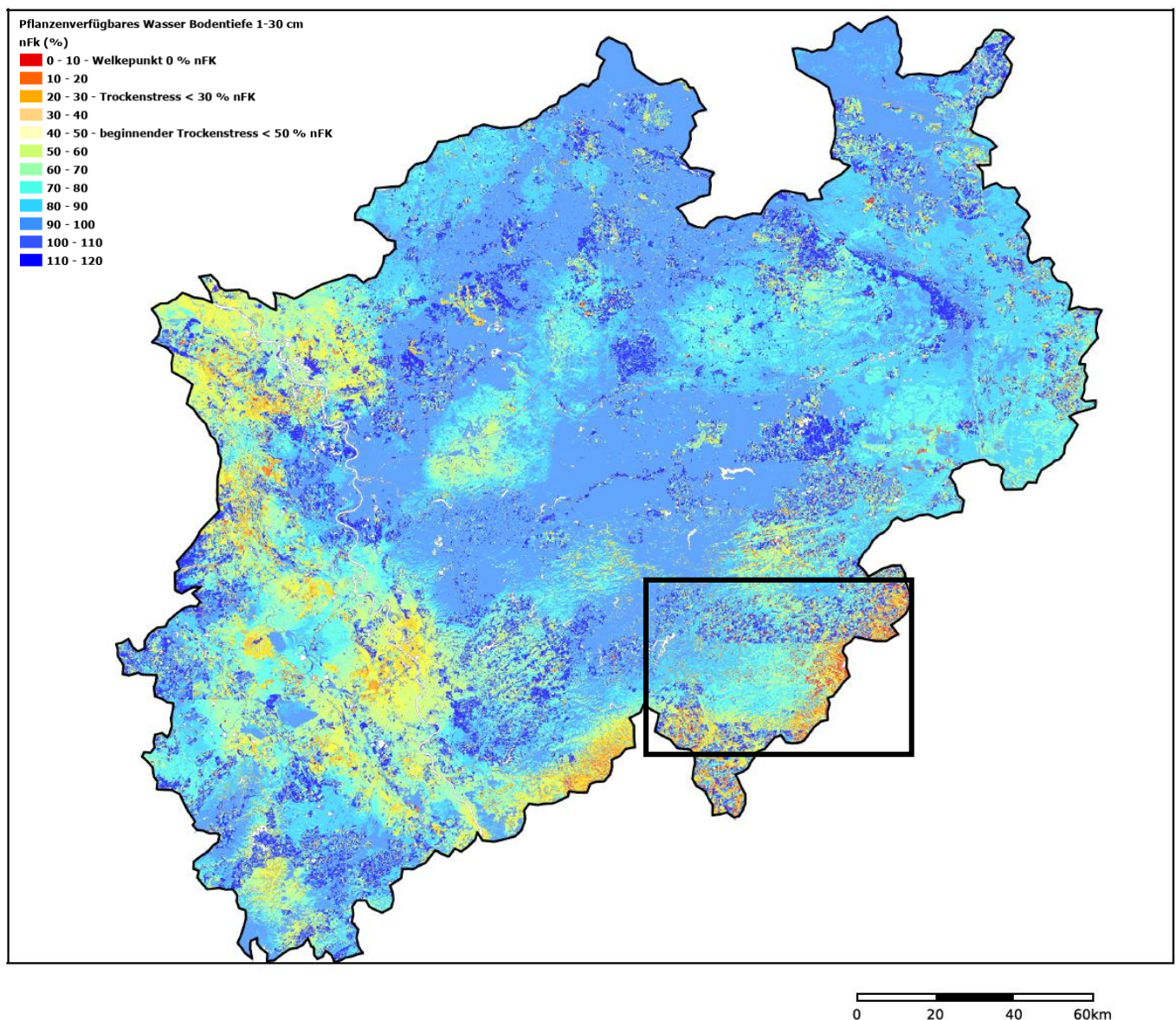


Abbildung 3: Karte des pflanzenverfügbaren Wassers [% nFK] für die Bodentiefe 1-30 cm vom 24.08.2024 aus dem Wasserhaushalts- und Dürremonitor mGROWa. Datenquelle: Forschungszentrum Jülich.

Die in Abbildung 4 herangezoomte Teilansicht zeigt in der Bildmitte den Layer des pflanzenverfügbaren Wassers, wo nur die Bodenkarte 1:50.000 für die Modellierung in mGROWA zur Verfügung steht und eher trockenere Bodenwassergehalte angezeigt werden. Nördlich und südlich zeigt die scharfe Grenze Blattansichten der Bodenkarte 1:5.000 an, wo zum Teil deutlich höhere Bodenwassergehalte angezeigt werden als in der Bildmitte. Diese Daten geben wesentlich genauere Modellierungen des pflanzenverfügbaren Wassergehaltes her. Es bleibt jedoch wichtig zu berücksichtigen, dass sich bei den Karten zum pflanzenverfügbaren Wasser in % nFK um ein Modellprodukt handelt, wo es zu solchen Unterschieden in einer Karte kommen kann. Erst wenn das gesamte Gebiet NRW vom Geologischen Dienst im Maßstab 1:5.000 bodenkundlich kartiert ist, wird mGROWA wirklich homogene Kartenlayer erzeugen. Wo bereits die Grundlagendaten auf der Bodenkarte 1:5.000 beruhen, gibt es hochaufgelöst Informationen über den Bodenwassergehalt, wie in Abbildung 5 am Beispiel des linken Niederrheins gezeigt wird.

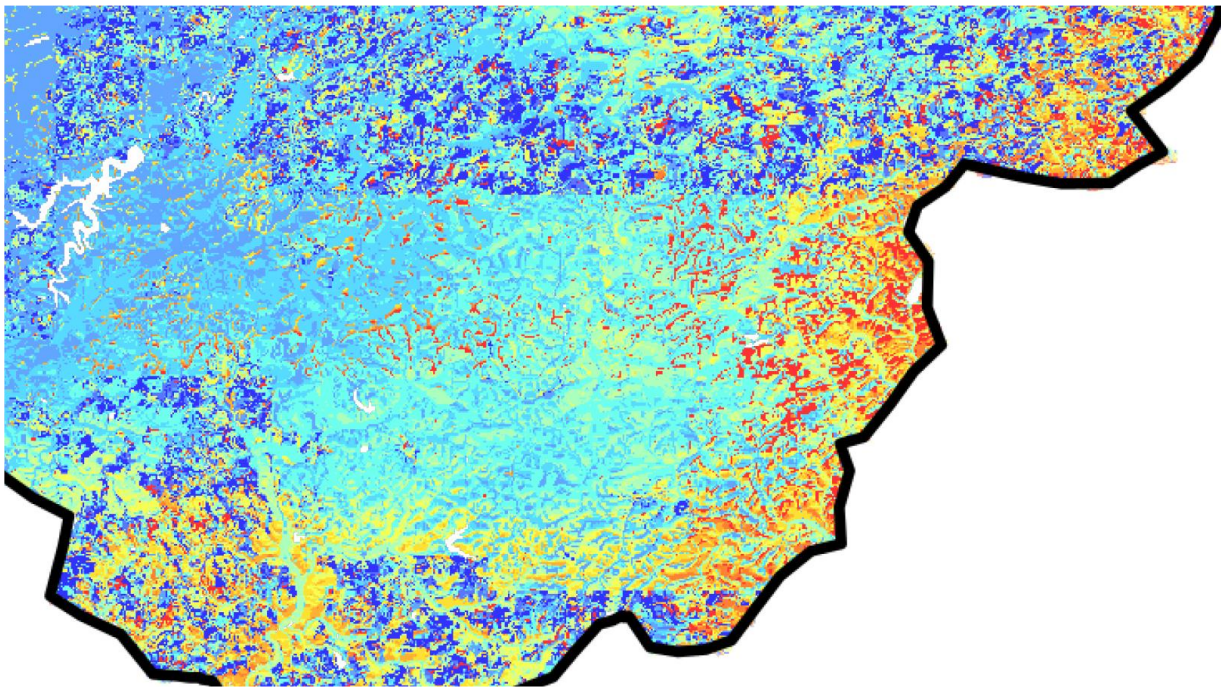


Abbildung 4: Zoom auf Blattansichteffekte in der Karte zum pflanzenverfügbaren Wassergehalt. Bildmitte zeigt Modelloutput basierend auf der Bodenkarte 1:50.000, nördlich und südlich mit den scharf abgegrenzten, deutlich höheren Bodenfeuchtegehalten liegen Gebiete, deren Datengrundlage bereits auf der BK 1:5000 beruht. Datenquelle: Forschungszentrum Jülich.

Abbildung 5 zeigt nun einen beispielhaft gewählten Ausschnitt des Wasserhaushalts- und Dürremonitors mGROWA zum pflanzenverfügbaren Wasser in der Bodenschicht 1-30 cm (24.08.2024) vom linken Niederrhein (Bereich Kreis Viersen, Krefeld und Mönchengladbach). Basierend auf der zur Modellierungszeit gefallenen Niederschlagsmenge und den Daten zur Evapotranspiration zeigt sich für die nordöstliche (Krefeld bis Neukirchen-Vluyn) und südwestliche Ecke (Niederkrüchten und Brüggen) des Kartenausschnittes noch eine überwiegend ausreichende Versorgung der obersten Bodenschicht mit

pflanzenverfügbaren Wasser. Diagonal in einem Streifen von Südosten (Mönchengladbach) bis Nordwesten (Wachtendonk bis Kerken) zeigt die Karte, dass in der obersten Bodenschicht bereits mit beginnendem bis akutem Trockenstress gerechnet werden muss. In diesem Bereich liegt dem Modell mGROWA auch komplett die Bodenkarte 1:5.000 zu Grunde, so dass hier der Informationsgehalt zum pflanzenverfügbaren Wasser mit von höchster Genauigkeit ist, zumindest für eine modellierte Karte.

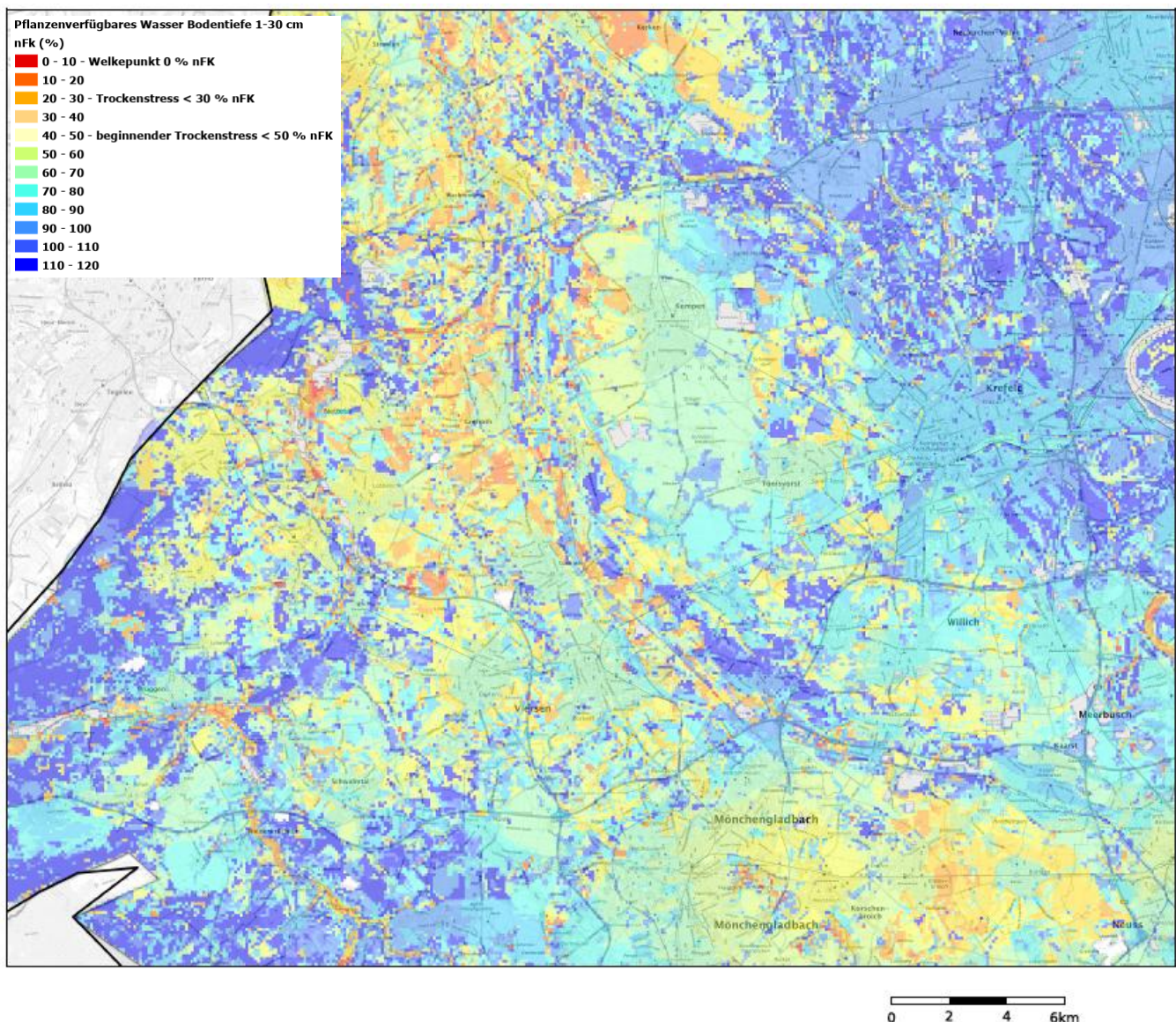


Abbildung 5: Detailausschnitt Niederrhein der Karte des pflanzenverfügbaren Wassers [% nFK] für die Bodentiefe 1-30 cm vom 24.08.2024 aus dem Wasserhaushalts- und Dürremonitor mGROWa. Datenquelle: Forschungszentrum Jülich.

Abbildung 6 zeigt für ganz Nordrhein-Westfalen das pflanzenverfügbare Wasser in % nFK für den gleichen Tag (24.08.2024) wie in Abbildung 3, nur dieses Mal für den Gesamtboden, der in mGROWA von 1-150

cm Bodentiefe berücksichtigt wird. Insgesamt liegt hier eine etwas trockenere Gesamtsituation vor als es im Oberboden (Abbildung 3) der Fall ist. Die Flächen mit höher aufgelösten Modelldaten im Sauer- und Siegerland zeigen ein deutlich feuchteres und auch differenzierteres Bild des pflanzenverfügbaren Wassers, als es bei den Flächen mit den Grundlagen der Bodenkarte 1:50.000 der Fall ist.

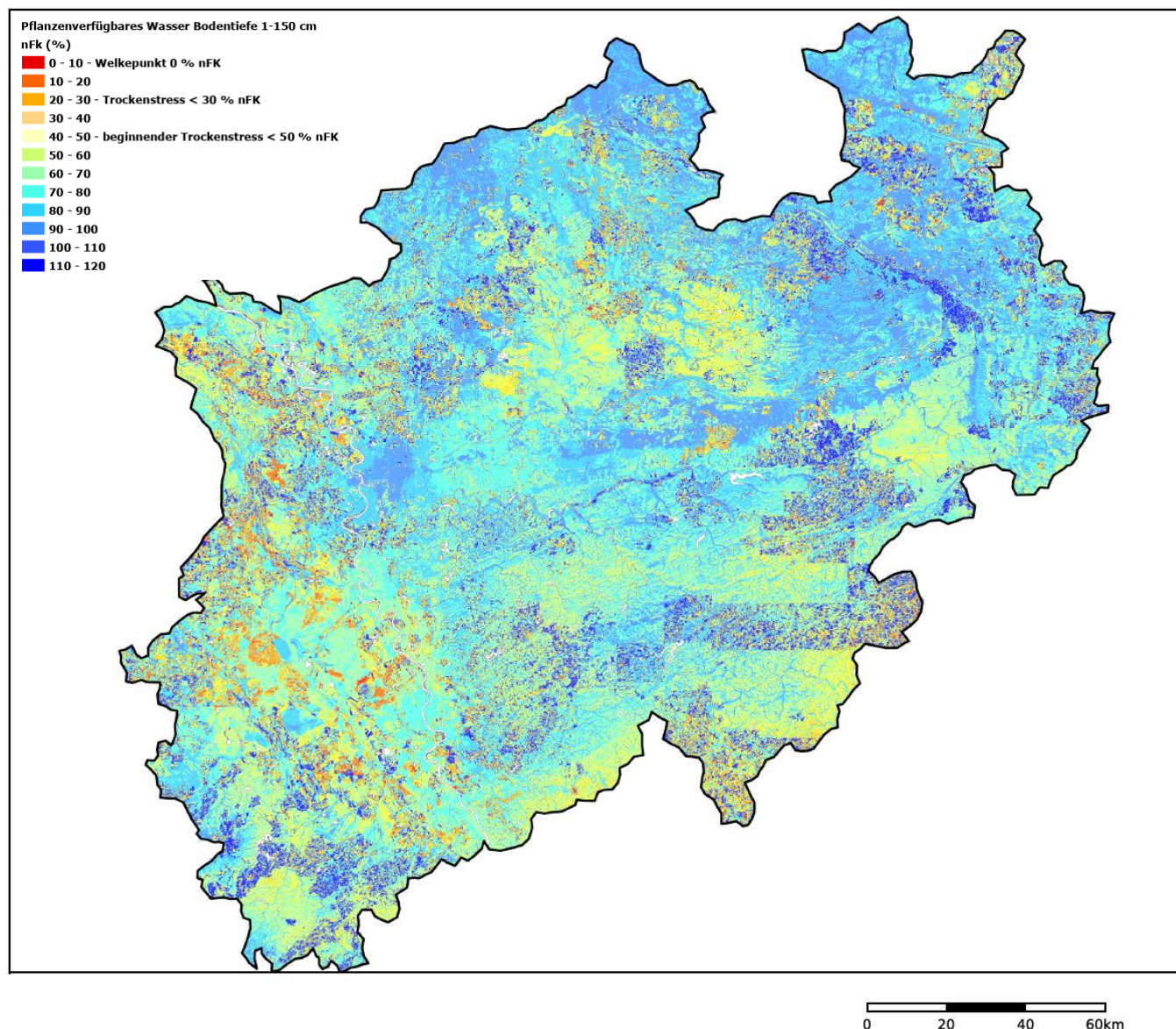


Abbildung 6: Karte des pflanzenverfügbaren Wassers [% nFK] für die Bodentiefe 1-150 cm vom 24.08.2024 aus dem Wasserhaushalts- und Dürremonitor mGROWa. Datenquelle: Forschungszentrum Jülich.

Der Kartenausschnitt des linken Niederrheins in Abbildung 7 zeigt die Situation vom 24.08.2024 für den gesamten Boden (1-150 cm). Die Grundsituation ist hier wie im ganzen Bundesland trockener als im

Oberboden (1-30 cm). Durch die hohe Auflösung der im Modell mGROWA verwendeten Bodenkarte 1:5.000 ergibt sich allerdings ein recht differenziertes Bild.

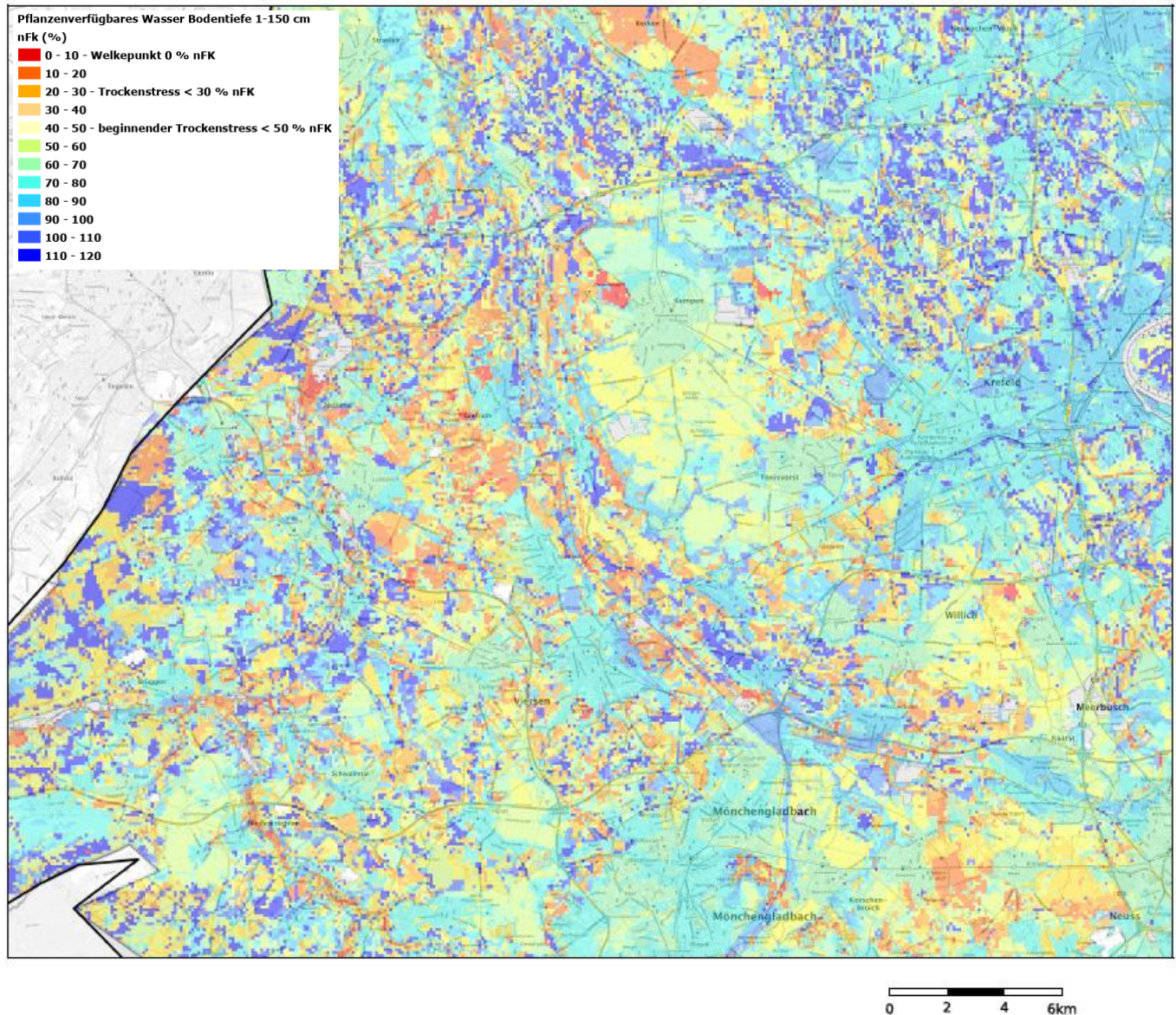


Abbildung 7: Detailausschnitt Niederrhein der Karte des pflanzenverfügbaren Wassers [% nFK] für die Bodentiefe 1-150 cm vom 24.08.2024 aus dem Wasserhaushalts- und Dürremonitor mGROWa. Datenquelle: Forschungszentrum Jülich.

Fazit

Mit dem aus dem Kooperationsprojekt Wasserhaushalts- und Dürremonitor (WHDM) mGROWA hervorgegangenen Layer des pflanzenverfügbaren Wasser in Prozent Feldkapazität steht im Klimaatlas NRW eine sehr hoch aufgelöste Alternative zum ähnlichen Layer des UFZ-Dürremonitors zur Verfügung. Basierend auf den aktuellen Stand der Bodenkarte 1:5.000, wo verfügbar, und der Bodenkarte 1:50.000 samt tagesaktueller Wetterdaten stehen nun für den Oberboden (1-30 cm) und den Gesamtboden (1-150 cm) für **vorgestern**, **gestern** und **heute** jeweils hochaufgelöste Karten zum Wassergehalt zur Verfügung. Mit eine Auflösung von 100 m können nun Abschätzungen gegeben werden, ob Bewässerungsmaßnahmen notwendig sind, oder wie gut befahrbar ein Acker ist. Selbstverständlich sind direkte vor Ort Beobachtungen präziser, aber mit diesen Karten liegt ein hoffentlich hilfreicher zusätzlicher Kartendienst vor. Ob die hohe Auflösung des Layers „Pflanzenverfügbares Wasser“ vom Wasserhaushalts- und Dürremonitor mGROWA hält, was sie verspricht, wird gerade durch eine Validierungsstudie des Forschungszentrums Jülich geprüft. Die Ergebnisse werden, sobald sie verfügbar sind, auch hier in diesem Methodik-PDF verlinkt werden.



Zu viel Bodenwasser bringt ebenfalls Probleme mit sich. Foto: Anette/stock-adobe.com.

Literatur

- 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.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/pdf/2014_Bericht_mGROWA_NRW_final.pdf
- 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.

Herrmann, Frank (2024): Präsentation zum aktuellen Arbeitstand Kooperationsprojekt WHDM, unveröffentlicht.

LANUV (2021): 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.

Rauthe, Monika; Steiner, Heiko; Riediger, Ulf; Mazurkiewicz, Alex; Gratzki, Annegret (2013): A Central European precipitation climatology - Part I: Generation and validation of a high-resolution gridded daily data set (HYRAS). In: metz 22 (3), S. 235–256. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0436.