



Methodik – Papier zum Handlungsfeld Boden: UFZ – Dürremonitor

Grundlagen

Infolge der durch den anthropogenen Klimawandel massiv angestiegenen mittleren Lufttemperaturen schwächt sich der für den stetigen Wechsel von Hoch- und Tiefdruckgebieten verantwortliche Jetstream stetig ab. Dadurch etablieren sich stationäre Wetterlagen immer häufiger. Wenn sich ein ausgeprägtes Hochdruckgebiet mit schönem Wetter lange festsetzt, so hat das wie im Jahr 2018, oder ganz aktuell im Jahr 2022, unter anderem 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. Das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) zeigt mit seinen bekannten Dürremonitor-Karten sehr anschaulich, wie sich langanhaltende Trockenphasen auf den Boden und das pflanzenverfügbares Bodenwasser auswirken können.



Hohe Temperaturen und geringe Niederschläge wirken sich auf die Bodenfeuchte aus. Foto: VBas Meelker/stock-adobe.com.

Datenbasis und Kartenerstellung

Der Dürremonitor Deutschland des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ) stellt tagesaktuelle (zum Ende des vorletzten Tages), flächendeckende Karten zum modellierten Bodenfeuchtezustand in Deutschland dar (www.ufz.de/duerremonitor). Es wird zwischen dem Dürrezustand des Gesamtbodens (mittlere Bodentiefe über Deutschland ca. 180 cm Tiefe) und Oberbodens sowie dem pflanzenverfügbaren Bodenwasser (jeweils bis 25 cm Tiefe) unterschieden. Neben den Deutschlandkarten sind ebenfalls die Karten zu einzelnen Bundesländern wie Nordrhein-Westfalen verfügbar.

Das Schema in Abbildung 1 zeigt die einzelnen methodischen Schritte des UFZ-Dürremonitors:

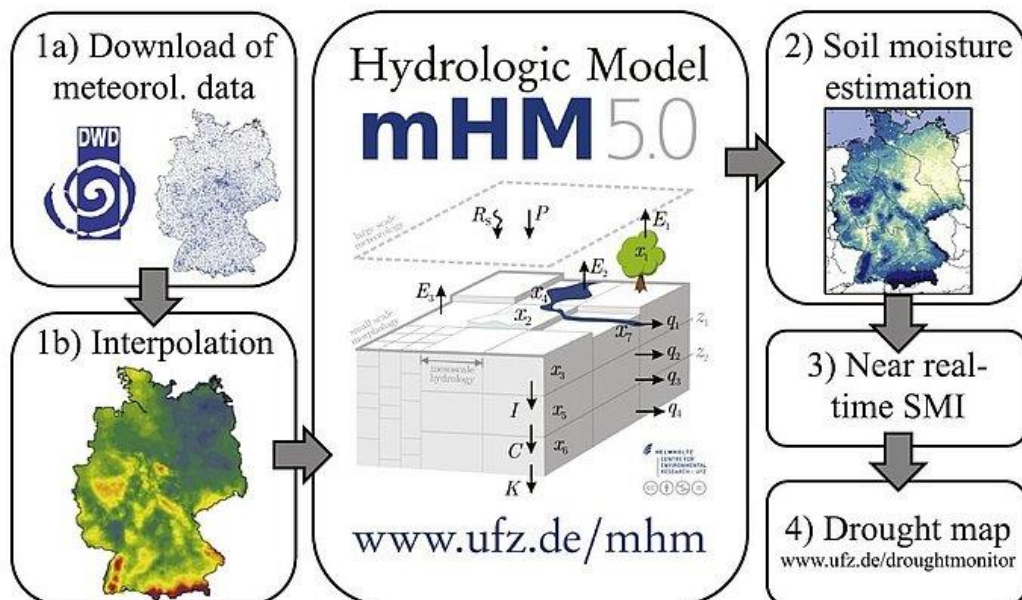


Abbildung 1: Ablaufschema für den Dürremonitor Deutschland des UFZ (Zink et al. 2016).

Grundlage für die Berechnung der Karten im UFZ-Dürremonitor ist das mesoskalige hydrologische Modell mHM (Samaniego et al. 2010, Kumar et al., 2013). Meteorologische Eingangsdaten zu Niederschlag und Lufttemperatur werden täglich vom Deutschen Wetterdienst (DWD) von ca. 2500 Wetterstationen in Deutschland zur Verfügung gestellt. Nach einer Konsistenzprüfung werden diese Daten mittels External Drift Kriging in die Fläche interpoliert, um eine Auflösung von 4x4 km² für die Fläche Deutschlands zu erhalten. (Zink et al. 2016; UFZ 2020).

Das prozess-basierte Modell mHM simuliert für alle Rasterzellen alle Wasserhaushaltskomponenten. Dabei werden hydrologische Prozesse wie z. B. Interzeption, Schneeakkumulation und -schmelze, Infiltration, potentielle und tatsächliche Verdunstung, Bodenwasserdynamik sowie Grundwasserneubildung und -speicherung berücksichtigt. Zur Berücksichtigung von Bodeneigenschaften (z. B. Textur, Bodentiefe) wird zurzeit noch die Bodenübersichtskarte BÜK 1000 im Maßstab 1:1.000.000 und für weitere Informationen (z. B. gesättigte hydraulische Leitfähigkeit) die Hydrogeologische Karte der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) im Maßstab 1:1.000.000 genutzt, die jeweils für Deutschland vorliegen. Informationen zur Bodenbedeckung wurden u. a. aus den Corine Landcover Datensätzen für unterschiedliche Zeitscheiben verwendet (Samaniego et al. 2013).

Das Modell mHM berechnet schließlich unter Nutzung der verfügbaren Klima- und Bodendaten die Bodenfeuchte in drei verschiedenen Tiefen, d. h. bis 5 cm, bis 20 cm und bis in eine räumlich variable dritte Tiefe, die durchschnittlich bei 180 cm in Deutschland liegt. Die Bodentiefe bis 25 cm wird als Oberboden definiert, während der Gesamtboden mit ca. 180 cm Tiefe angenommen wird. Die täglich aktualisierte Bodenfeuchte ist dabei aus den durchschnittlichen Bodenverhältnissen der vorherigen 30 Tage berechnet (Zink et al. 2016). Dürre bezeichnet in diesem Fall die Abweichung der aktuellen Bodenfeuchte vom Normalzustand, d. h. in diesem Fall der Bodenfeuchte eines zurückliegenden Zeitraums. In einem weiteren Schritt wird deshalb mit dem Soil Moisture Index (SMI) ein Bodenfeuchteindex berechnet, indem die tagesaktuelle Bodenfeuchte, gemittelt jeweils über die letzten 30 Tage, per Perzentilansatz zu einer statistischen Referenz der simulierten Bodenfeuchte einer 65-jährigen Periode (1951 bis 2015) in Beziehung gesetzt wird (Samaniego et al. 2013; UFZ 2020). Der SMI besitzt eine Wertespanne zwischen 0 und 1 und wird in fünf Dürreklassen kategorisiert (vgl. Tabelle 1), wobei die langjährigen Erfahrungen des US drought monitor (Svoboda et al. 2002) seit 1999 genutzt wurden. Es liegt eine Dürre vor, wenn die aktuelle Bodenfeuchte unterhalb dem langjährigen 20 % Perzentil ($SMI < 0,2$) liegt und somit in nur 20 % der Jahre der Zeitreihe 1951 bis 2015 am selben Ort und zur selben Zeit innerhalb des Jahres erreicht wird.

Tabelle 1: Klassifizierung von Dürren des UFZ-Dürremonitor Deutschland auf Basis des Bodenfeuchteindex (SMI) (nach Zink et al. 2016, basiert auf Svoboda et al. 2002)

SMI Klasse	Bodenfeuchtezustand	Beschreibung potenzieller Wirkungen
$0,3 \leq SMI < 0,2$	ungewöhnliche Trockenheit	Bedingungen vor oder nach einer Dürre
$0,2 \leq SMI < 0,1$	moderate Dürre	Schäden für Feldfrüchte und Grasland möglich
$0,1 \leq SMI < 0,05$	schwere Dürre	Verluste bei Feldfrüchten und Grasland wahrscheinlich
$0,05 \leq SMI < 0,02$	extreme Dürre	Hohe Wahrscheinlichkeit für große Verluste bei Feldfrüchten und Grasland
$SMI \leq 0,02$	außergewöhnliche Dürre	Hohe Wahrscheinlichkeit für außergewöhnlich hohe Verluste bei Feldfrüchten und Grasland

Kartenbeschreibung

In den Jahren 2018, 2019 und bis inklusive 2022 hat es durch erhebliche Niederschlagsdefizite eine großflächige Dürre und Trockenheit in den Ober- und Gesamtböden in Deutschland gegeben. Die ausgetrockneten Bodenwasserspeicher können sich allerdings erst durch langanhaltenden und in ausreichender Menge vorhandenen Niederschlag wieder erholen. Dies gilt besonders für den Gesamtboden, der im Modell des UFZ bis 180 cm Tiefe geht.

Betrachtet man beispielsweise die Karten vom 11. Februar 2023 (**Abbildung 2**), wird sehr gut sichtbar, dass selbst einzelne überdurchschnittlich regenreiche Monate, wie der Januar 2023 zum Beispiel, längst nicht ausreichen, um in den aufgrund der Niederschlagsdefizite sehr trockenen tieferen Bodenschichten ebenfalls für mehr Feuchtigkeit zu sorgen. In den folgenden Abbildungen 2 bis 4 wird dies sehr gut sichtbar. Während der überdurchschnittlich niederschlagsreiche Januar 2023 dafür ausreichte, die oberflächennahe Wasserverfügbarkeit (0 – 25 cm Tiefe) in Abbildung 2 landesweit in wassergesättigte Bereiche zwischen 90 % bis 110 % nutzbare Feldkapazität zu bringen. Dementsprechend zeigt in Abbildung 3 die Karte des Bodenfeuchteindex in den oberen Bodentiefen (0 – 25 cm Tiefe) auch fast durchgängig an, dass aktuell keine bis allenfalls leichte Trockenheit besteht. Entgegen den Karten in den Abbildungen 2 und 3 zeigt Abbildung 4, dass sich der Bodenfeuchteindex bis in 180 cm Tiefe noch längst nicht erholt hat. Besonders im Sandmünsterland und in Minden-Lübbecke herrschen noch außergewöhnliche bis extreme Dürrebedingungen an, auch sonst überwiegen Bodenfeuchteindices im Bereich moderate bis schwere Dürre für weite Bereiche des Landes. In den tieferen Bodenschichten ist das seit Frühjahr 2018 bestehende Defizit an Grundwasserneubildung gut erkennbar. Die 2022 ähnlich extreme Witterung wie 2018 wird voraussichtlich noch lange in den tieferen Bodenschichten durch sehr trockene Verhältnisse sichtbar bleiben. Dies hat natürlich zahlreiche Auswirkungen auf Moore, Landwirtschaft und Wälder, aber auch für die Trinkwassergewinnung insbesondere im Münsterland.

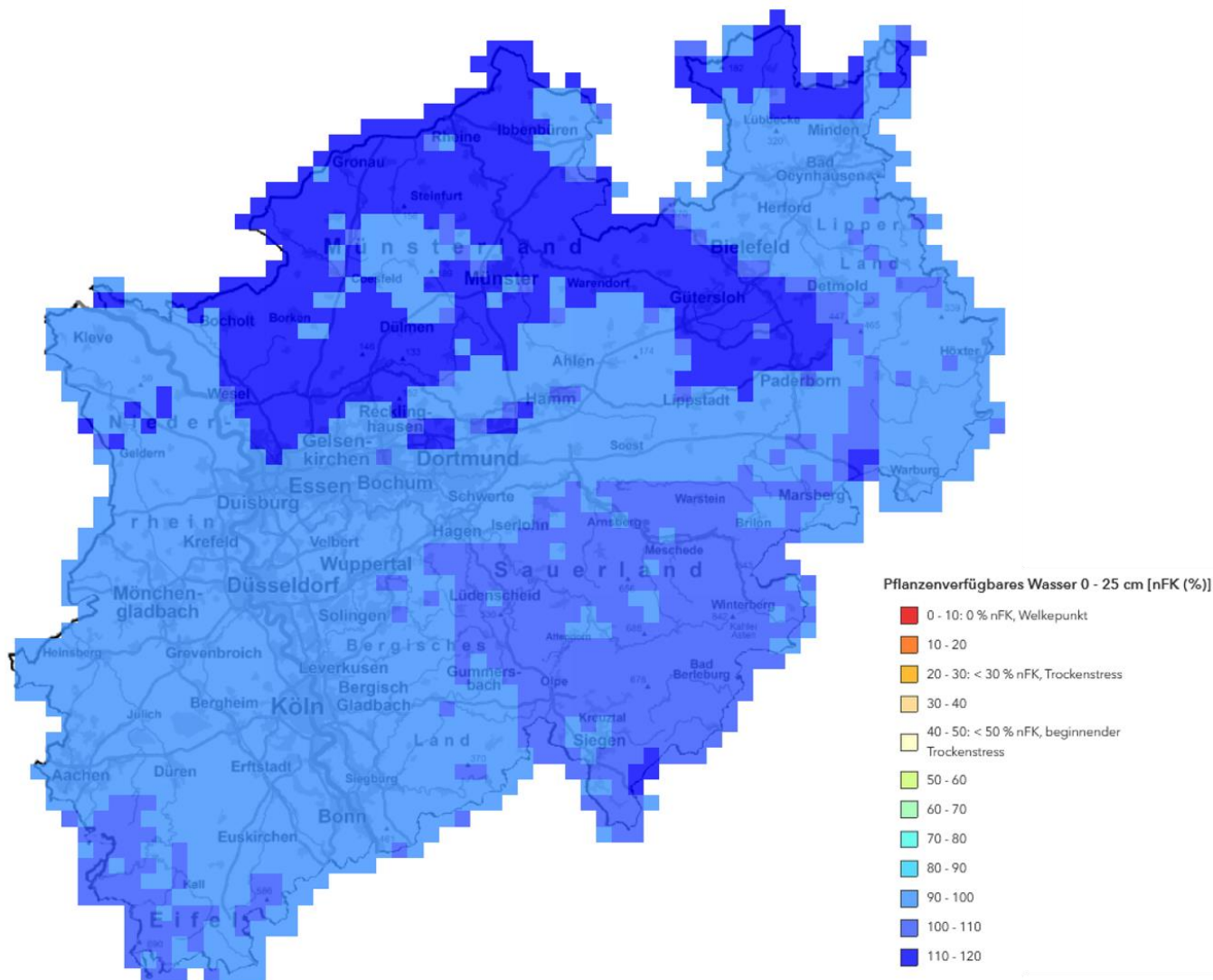


Abbildung 2: Beispielkarte für das pflanzenverfügbare Bodenwasser in Prozent nutzbare Feldkapazität (nFK) im Oberboden in NRW (bis 25 cm) vom 11.02.2023.

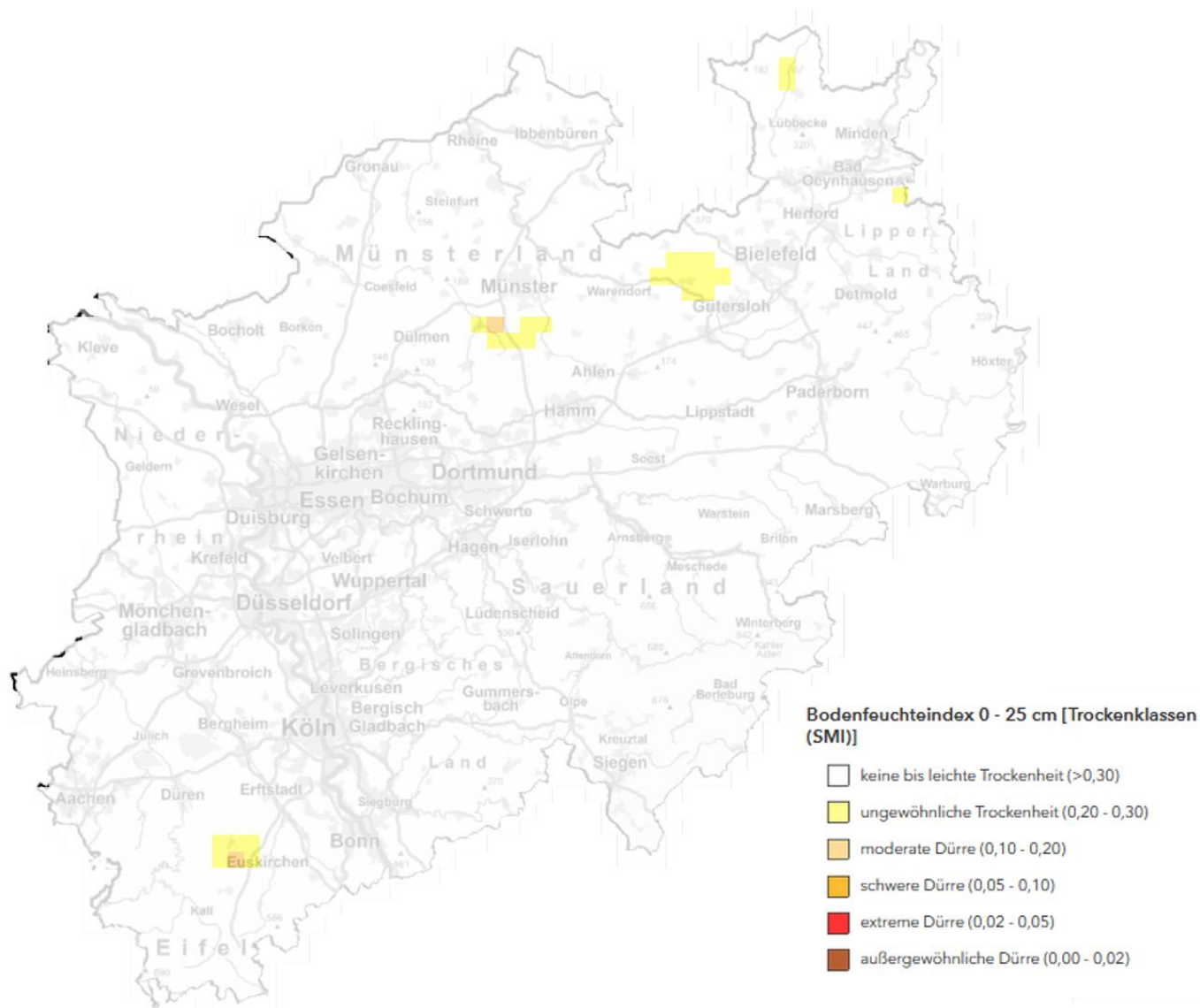


Abbildung 3: Beispielkarte für den Bodenfeuchteindex SMI im Oberboden (bis 25 cm) in NRW vom 11.02.2023 aus dem UFZ-Dürremonitor. Der SMI wird auf Basis der gemittelten Bodenfeuchte aus den täglichen Daten der letzten 30 Tage berechnet.

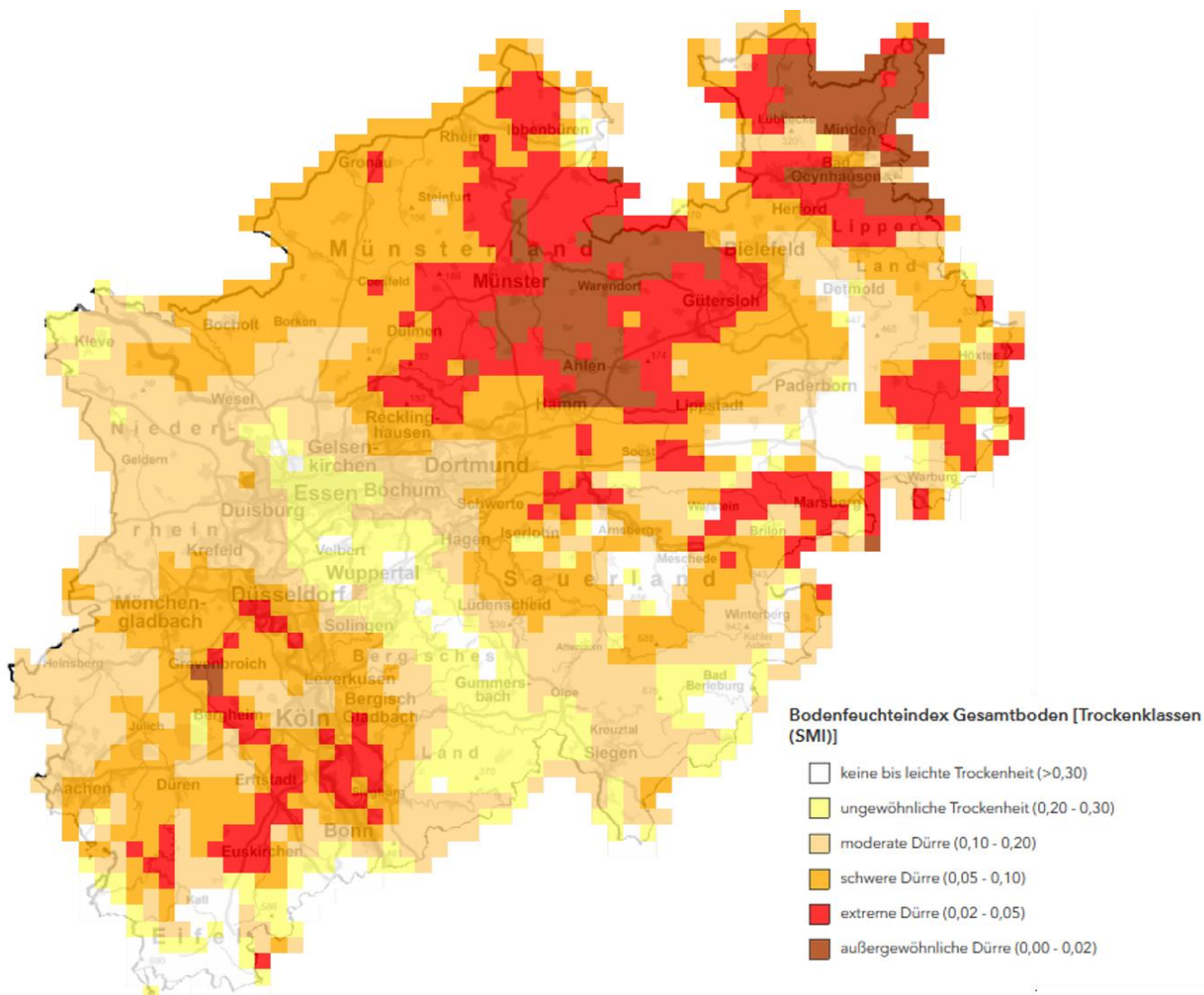


Abbildung 4: Beispielkarte für den SMI des Gesamtbodens (bis 1,80 m) in NRW vom 11.02.2023 aus dem UFZ-Dürremonitor.

Fazit

Das Thema Dürre ist in den letzten Jahren aufgrund der zunehmenden Trockenheit der Böden infolge der hohen Niederschlagsdefizite und der überdurchschnittlich hohen Temperaturen über lange Zeiträume und damit höheren Verdunstung deutlich in den öffentlichen Fokus gelangt. Gerade auf sandigen Böden, die das Wasser schlecht halten können, sind damit Ernteaufschläge in der Landwirtschaft und Baumschäden in der Forstwirtschaft entstanden. Der Dürremonitor Deutschland des UFZ stellt tagesaktuell (mit zwei Tagen Verzug) und flächendeckend modellierte Daten als 4 km-Raster in Kartenform zum Dürrezustand und dem pflanzenverfügbaren Bodenwasser in Deutschland dar. Diese Karten sind dabei für die einzelnen Bundesländer wie Nordrhein-Westfalen verfügbar. Sie bilden eine geeignete Möglichkeit für den Anwender, um sich über den aktuellen Feuchte- und Dürrezustand der Böden zu informieren.



Wassermangel in den tiefen Bodenschichten sorgte für beispiellose Fichtenkalamitäten. Foto: sebastian_arning_EyeEm/stock-adobe.com.

Literatur

- Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) (2020): Dürremonitor Deutschland. Stand: 12.03.2020. www.ufz.de/duerremonitor
- Samaniego, L., Kumar, R., Attinger, S. (2010): Multiscale parameter regionalization of a grid-based hydrologic model at the mesoscale. In: Water Resources Research 46, W05523.
- Samaniego, L., Kumar, R., Zink, M. (2013): Implications of Parameter Uncertainty on Soil Moisture Drought Analysis in Germany. In: Journal of Hydrometeorology 14: 47-68.
- Svoboda M. et al. (2002) The drought monitor. Bull. Am. Meteorol. Soc. 83: 1181–90.
- Kumar, R., Samaniego, L., Attinger, S. (2013): Implications of distributed hydrologic model parameterization on water fluxes at multiple scales and locations. In: Water Resources Research (49): 360-379.
- Zink, M., Samaniego, L., Kumar, R., Thober, S., Mai, J., Schäfer, D., Marx, A. (2016): The German drought monitor. In: Environmental Research Letters 11 (7), 074002.