

Grundwasserbericht Niedersachsen

Sonderausgabe zur Grundwasserstandsentwicklung im Jahr 2020



Niedersachsen

Herausgeber:
Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz
- Direktion -
Am Sportplatz 23
26506 Norden

Autor:
Dr. Gunter Wriedt, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg

Koordination Grundwasserbericht Niedersachsen:
Christel Karfusehr, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg

Unter Mitarbeit:
M. Tenschert, NLWKN Betriebsstelle Sulingen
R. te Gempt, NLWKN Betriebsstelle Meppen
H. Schültken, NLWKN Betriebsstelle Hannover/Hildesheim
D. de Vries, NLWKN Betriebsstelle Aurich
J. Golon, NLWKN Betriebsstelle Stade
T. Hartung, NLWKN Betriebsstelle Süd
G. Nickel, NLWKN Betriebsstelle Lüneburg
H. Ohlebusch, NLWKN Betriebsstelle Verden
Dr. H. Sievers, NLWKN Betriebsstelle Brake/Oldenburg
C. Karfusehr, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg

1. Auflage: September 2021, 500 Stück

Bezug:
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)
Betriebsstelle Cloppenburg, C31
Drüdingstrasse 25
49661 Cloppenburg

Online verfügbar unter www.nlwkn.niedersachsen.de - Service - Veröffentlichungen – Webshop
bzw. http://www.nlwkn.niedersachsen.de/service/veroeffentlichungen_webshop/

Einleitung

Die Trockenjahre 2018 und 2019 führten in Niedersachsen zu einem deutlichen Rückgang der Grundwasserstände. In vielen Messstellen wurden neue Tiefststände im Vergleich zu den vorangegangenen 30 Jahren erreicht. Eindrucksvoll wurde vor Augen geführt, welche Auswirkungen Extremereignisse und Klimawandel auch in Niedersachsen entfalten können. Die tiefen Grundwasserstände des Jahres 2019 wirken auch im aktuellen Berichtsjahr 2020 weiter nach, eine signifikante Entspannung der Situation trat nicht ein.

Klimawandel, ansteigender Nutzungsdruck und die Ansprüche zum Erhalt einer funktionierenden Umwelt erzeugen ein komplexes Spannungsfeld. Wasserwirtschaft und Umweltschutz in Niedersachsen stehen vor großen Herausforderungen. Gute Daten und verlässliche Expertisen sind dabei eine Grundvoraussetzung, um Grundwasser als nachhaltig bewirtschaftete Ressource auch für nachfolgende Generationen zu erhalten.

Der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) erhebt als Fachbehörde landesweit Daten und macht sie für zentrale Auswertungen verfügbar, um vergangene Entwicklungen zu verstehen, laufende Prozesse zu beobachten und Prognosen für mögliche, zu erwartende Szenarien zu erstellen.

Dazu betreibt der NLWKN auch ein landesweites Messnetz zur Überwachung der Grundwasserstände in Niedersachsen. Aus diesem liegen dem NLWKN umfangreiche und langjährige Daten zur Entwicklung der Grundwasserstände in Niedersachsen vor.

Zu den Aufgaben des NLWKN als Teil des Gewässerkundlichen Landesdienstes (GLD) gehören die Beratung von Wassernutzern und Behörden zu Fragen der Wasserbewirtschaftung sowie die Information der Öffentlichkeit.

2019 hat der NLWKN unter dem Eindruck der extremen Grundwasserstandsveränderungen im Trockenjahr 2018 begonnen, die Standsveränderungen infolge des Dürrejahres 2018 landesweit zu dokumentieren (NLWKN, 2019, 2020). Der hier vorliegende Bericht zur Grundwasserstandsentwicklung 2020 ist der nunmehr dritte Sonderbericht im Rahmen des Grundwasserberichts Niedersachsen.

Im Vergleich zum Bericht des Vorjahres (NLWKN, 2020) wurden verschiedene methodische Veränderungen durchgeführt. Dadurch können sich im Detail geringfügige Abweichungen zu den Ergebnissen der vorangegangenen Berichte ergeben, die grundlegenden Aussagen bleiben jedoch erhalten. Auch in Hinblick auf die allgemeinen Diskussionen und Ausführungen wurden einzelne Passagen überarbeitet und aktualisiert, um hier den aktuellen Erkenntnisstand fortzuschreiben.

Datengrundlage und Datenaufbereitung

Die vorliegende Sonderausgabe behandelt die Situation des Grundwasserstands im hydrologischen Jahr 2020 (November 2019 bis Oktober 2020).

Dazu wurden die Grundwasserstandsdaten von insgesamt 1692 Grundwassermessstellen des NLWKN in den Messprogrammen Grundwasserstand und Wasserrahmenrichtlinie (NLWKN, 2014) sowie Messstellen Dritter im Messprogramm Wasserrahmenrichtlinie ausgewertet.

Anstelle von Kalenderjahren werden für die statistischen Auswertungen und Darstellungen hydrologische Jahre betrachtet. Sie umfassen jeweils einen 12-Monatszeitraum vom November des Vorjahres bis Oktober des Hauptjahres. Als Referenzzeitraum zur Ableitung der langjährigen statistischen Kenngrößen wird in Anlehnung an die in der Klimatologie gebräuchlichen Normalzeiträume ein 30-Jahreszeitraum zugrunde gelegt. Analog zum aktuell geltenden Normalzeitraum 1991-2020 liegt den statistischen Auswertungen in diesem Bericht

ebenfalls die Periode 1991-2020 als Referenzzeitraum zugrunde. In diese Periode fallen auch die Trockenjahre 2018 und 2019, so dass sich die Referenzgrößen sowie die Grenzen für die Standklassen geringfügig verschieben.

Die Grundwasserstandsdaten liegen in der Regel als monatliche Einzelmessung oder als Tageswerte über automatische Messeinrichtungen vor. Alle Daten wurden für die Auswertung durch die Bildung von Monatswerten vereinheitlicht. Voraussetzung für die Auswertung einer Messstelle war eine Messreihe mit maximal 20 Prozent Fehlmonaten im 30-jährigen Referenzzeitraum

Analog zu NLWKN 2019 (hydrologisches Jahr 2018) und abweichend zu NLWKN 2020 (hydrologisches Jahr 2019) wurden alle auswertbaren Messstellen verwendet. Auf eine Aussortierung von Messstellen für Berechnungszwecke wie in NLWKN 2020 wurde verzichtet, da auch die entnahmebedingten Grundwasserstandsveränderungen letztendlich die Witterungsentwicklung widerspiegeln.

Grundwasserganglinien und zeitliche Entwicklungen werden für einen 35 Jahre umfassenden Betrachtungszeitraum dargestellt, in diesem Fall also den Zeitraum von 1986 bis 2020.

Abweichungen der Grundwasserstände zu den langjährigen Bezugswerten werden entweder als absolute Abweichungen in Metern angegeben oder in klassifizierter Form anhand der

Quantilswerte gemäß Tabelle 1. Quantile sind Messwerte, die von einem vorgegebenen Prozentanteil aller Messwerte unterschritten werden. Beispielsweise entspricht das 25%-Quantil dem Wert, der von 25 Prozent der Messwerte unterschritten wird. Mittelwerte über Messstellen (landesweit oder regional aggregierte Werte) werden in der Regel als Median (=50%-Quantil) der ausgewerteten Messstellen angegeben.

Für ausgewählte Grundwassermessstellen erfolgt eine detaillierte Darstellung der Jahressganglinien sowie der langjährigen Entwicklung. Die Lage und Namen der ausgewählten Messstellen sind in Abbildung 1 dargestellt.

Reine Grundwasserstände werden generell in Meter über Normal-Null angegeben.

Die klimatischen Daten zu Niederschlag, Maximaltemperatur und relativer Luftfeuchte stammen aus dem Klimadatenzentrum des Deutschen Wetterdienstes (DWD, 2021 a). Die potentielle Verdunstung wurde nach dem Verfahren von Haude (Müller & Waldeck, 2011) aus der Maximaltemperatur und der relativen Luftfeuchte berechnet. Die klimatische Wasserbilanz entspricht der Differenz aus Niederschlag und potentieller Verdunstung. Niederschlag und die klimatische Wasserbilanz wurden zu Monatssummen aggregiert.

Tabelle 1: Klassifikationsschema von Grundwasserständen nach Quantilswerten.

Quantilsbereich	Bezeichnung
>= 95%-Quantil	extrem hoch
>= 85% bis < 95%-Quantil	sehr hoch
>= 75% bis < 85%-Quantil	hoch
>= 25% bis < 75%-Quantil	normal
>= 15% bis < 25%-Quantil	niedrig
>= 5% bis < 15%-Quantil	sehr niedrig
< 5%-Quantil	extrem niedrig

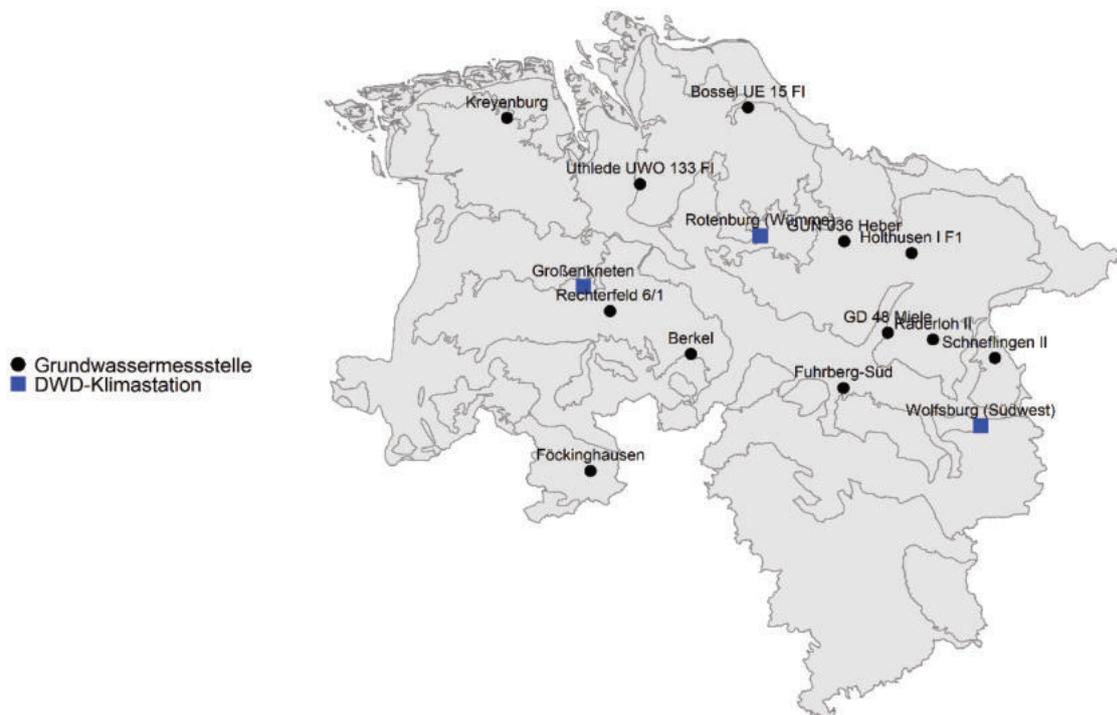
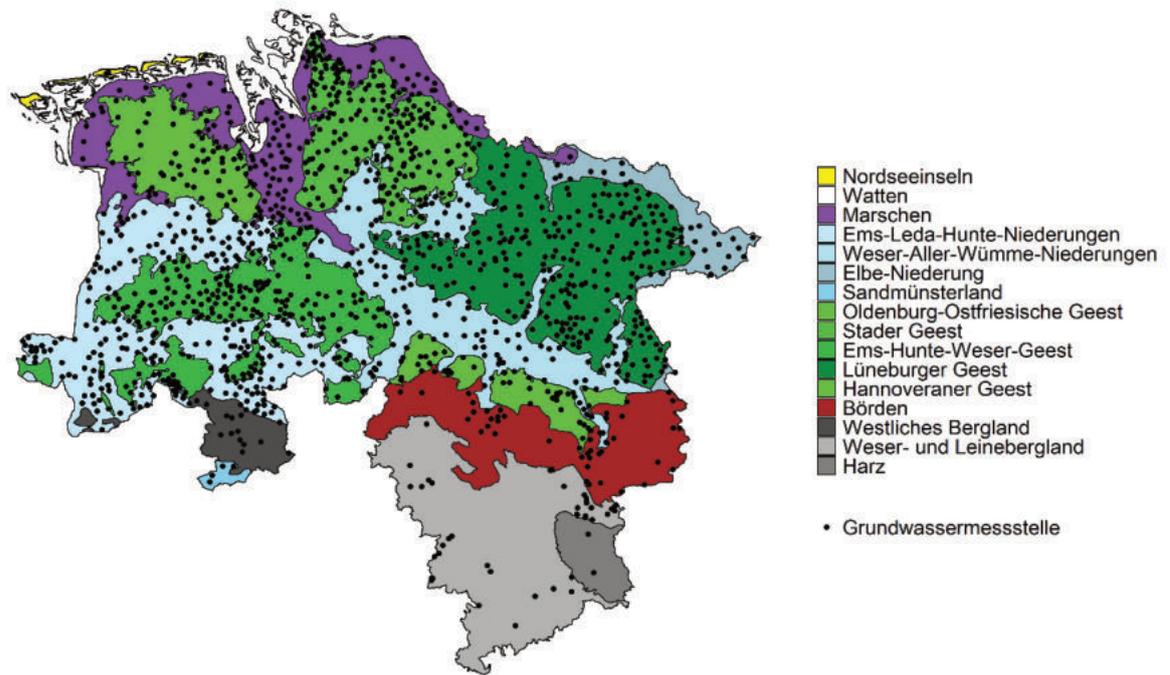


Abbildung 1: Der Auswertung zugrunde gelegte naturräumliche Einteilung Niedersachsens und Lage der Grundwassermessstellen (oben) und Lage der exemplarisch ausgewählter Grundwassermessstellen und Klimastationen (unten).

Meteorologische Situation 2020

Bundesweit zeigte die meteorologische Situation in 2020 eine relativ uneinheitliche Entwicklung mit weiterhin zu trockenen Verhältnissen: Die im Herbst 2019 einsetzenden Niederschläge konnten die angespannte Bodenfeuchtesituation lediglich in den oberen Bodenschichten mildern, während das nach zwei vorangegangenen Trockenjahren erhebliche Bodenwasserdefizit in tieferen Bodenschichten erhalten blieb (DWD, 2019). Ein nasser Februar brachte hier nochmal eine deutliche Entspannung (DWD, 2020 a). Das Frühjahr 2020 fiel deutlich zu trocken aus. Es brachte nur etwa die Hälfte der üblichen Regenmenge und war damit bundesweit das sechstrockenste Frühjahr seit Aufzeichnungsbeginn 1881 (DWD, 2020 b). Obwohl der Sommer und Herbst nur leicht unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen zu verzeichnen hatten, führte dies nicht zu einer Auffüllung der Bodenservorräte. Erst mit der relativ nassen Periode ab Ende September 2020 entspannte sich die Trockenheit im Oberboden nachhaltig, eine Auffüllung der unteren Bodenschichten blieb jedoch weitgehend aus. (DWD, 2020 c, d)

Diese Entwicklung lässt sich auch in Niedersachsen nachvollziehen:

Am Beispiel der Klimastationen Großenkneten, Rotenburg (Wümme) und Wolfsburg zeigt Abbildung 2 die Entwicklung der Niederschläge und klimatischen Wasserbilanzen in Niedersachsen im Jahresverlauf für die hydrologischen Jahre 2018 bis 2020 im Vergleich zur mittleren Entwicklung im Referenzzeitraum 1991-2020. Die Lage der Stationen ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die Jahresniederschläge im hydrologischen Jahr 2020 lagen mit 689 mm in Großenkneten, 697 mm in Rotenburg (Wümme) und 523 mm in Wolfsburg geringfügig bis deutlich über den Werten des Vorjahres (684 mm in Großenkneten, 642 mm in Rotenburg (Wümme) und 477 mm in Wolfsburg), blieben aber insgesamt unterdurchschnittlich. Das Jahresniederschlagsdefizit lag 2020 zwischen 29 mm in Rotenburg

(Wümme) und 134 mm in Wolfsburg unter dem Niederschlagsniveau des Referenzzeitraums.

Die klimatischen Wasserbilanzen lagen im hydrologischen Jahr 2020 zwischen 221 mm in Großenkneten, 205 mm in Rotenburg und -103 mm in Wolfsburg. Der langjährige Jahresmittelwert wurde dabei in Wolfsburg um 123 mm erneut unterschritten, in Rotenburg und Großenkneten jedoch um 50 beziehungsweise 104 mm überschritten.

Die monatlichen Daten zur klimatischen Wasserbilanz lassen erste Rückschlüsse auf die Grundwasserneubildung in den letzten Jahren zu. Positive Wasserbilanzen sind ein Maß für den Wasserüberschuss, der für den Oberflächenabfluss, die Auffüllung der Bodenwasserspeicher und die Grundwasserneubildung zur Verfügung steht. Aus den Daten der Klimastationen lässt sich ableiten, dass der Sommer 2019 im September mit einer ausgeprägten Phase positiver klimatischer Wasserbilanzen endete, die bis zum März 2020 andauerte. Insbesondere April und Mai waren wiederum extrem trocken, während im Rest des Jahres geringere Wasserdefizite und teilweise auch Monate mit Überschüssen zu verzeichnen waren. Erst im Oktober wiesen die betrachteten Stationen wieder deutliche klimatische Wasserbilanzüberschüsse zu Beginn der Neubildungsperiode auf.

Aus den vorliegenden Stationsdaten lässt sich ableiten, dass auch die Grundwasserneubildung eine ausgeprägte Saisonalität aufwies und auf das Winterhalbjahr beschränkt blieb, während im Sommerhalbjahr keine nennenswerte Neubildung stattfand. Insgesamt war die meteorologische Situation 2020 in Niedersachsen trotz der günstigeren Niederschlagsverhältnisse weiterhin angespannt. Deutliche Wasserüberschüsse für eine Wiederauffüllung der Grundwasserspeicher über ein durchschnittliches Maß hinaus lagen nicht vor.

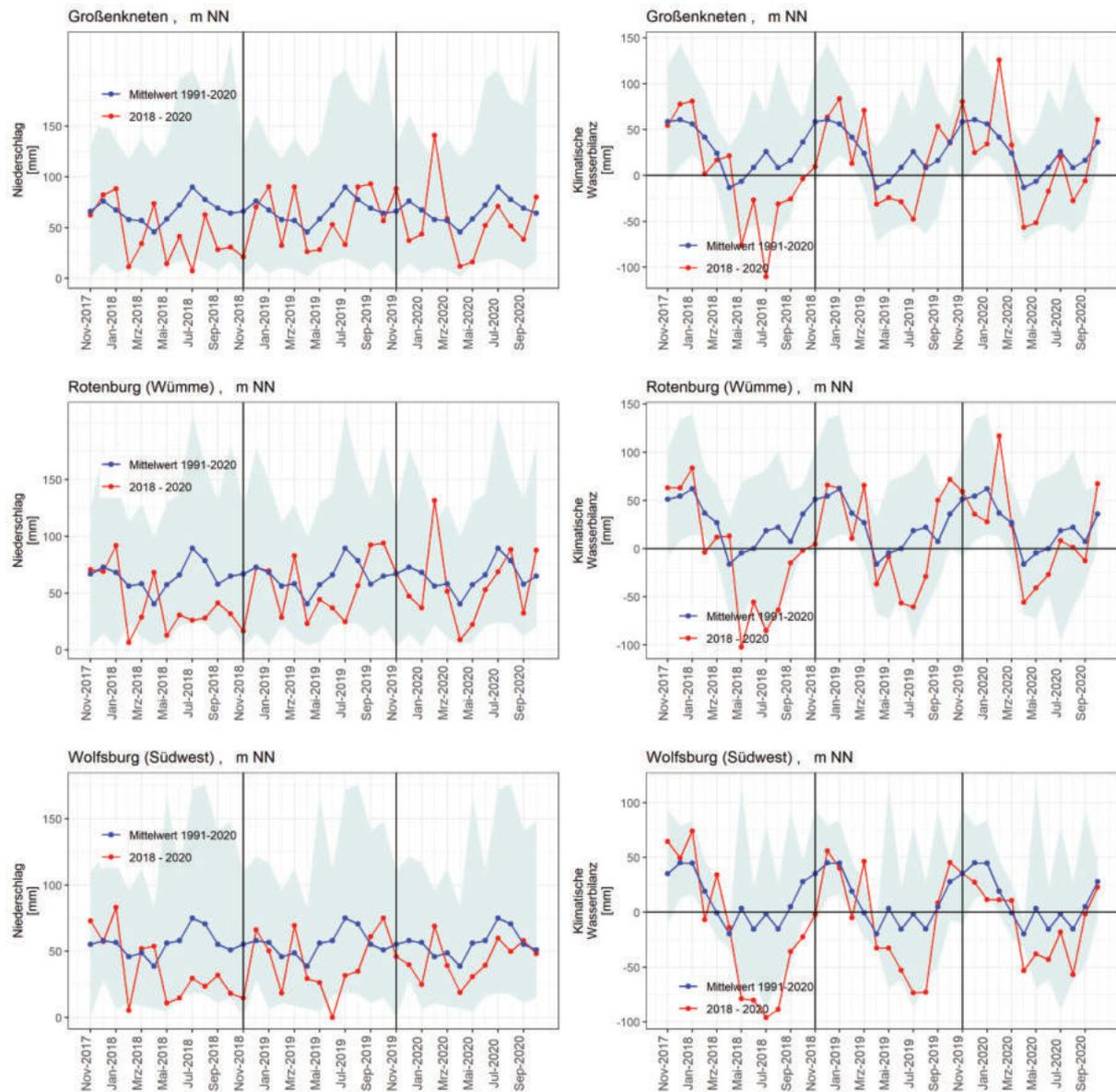


Abbildung 2: Niederschläge und klimatische Wasserbilanzen (Niederschlag - Verdunstung nach Haude) für ausgewählte Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes in Niedersachsen für die hydrologischen Jahre 2018-2020 (Datenbasis: Deutscher Wetterdienst, durch eigene Elemente ergänzt). Der hellblau schattierte Bereich kennzeichnet die Spannweite der Daten im Referenzzeitraum 1991-2020.

Grundwasserstandsentwicklung 2020 in Niedersachsen

Der Grundwasserstand an einer Messstelle ergibt sich im Wesentlichen aus dem Zusammenspiel vom Abfluss aus dem Grundwasserleiter und dem Zufluss über das Sickerwasser (Grundwasserneubildung). Entsprechend der jahreszeitlichen Verteilung von Niederschlag und Verdunstung ergibt sich typischerweise ein saisonaler Zyklus mit einem Grundwasseranstieg im Winterhalbjahr und einer Absenkung im Sommerhalbjahr. Diese Dynamik wird durch die jeweiligen Witterungsbedingungen sowie die geologischen Gegebenheiten überprägt.

Im Sommer 2019 hatten die Grundwasserstände in 56 Prozent der untersuchten Messstellen die tiefsten Werte der vorangegangenen 31 Jahre erreicht und in 71 Prozent der Messstellen die bereits extremen Tiefstände des Trockenjahres 2018 weiter unterschritten (NLWKN 2020). Die im Spätsommer 2019 einsetzenden Niederschläge führten teilweise bereits im September und Oktober 2019 zu deutlichen, regional aber sehr unterschiedlichen Grundwasseranstiegen (NLWKN 2020). Die Ausgangssituation für das hydrologische Jahr

2020 war daher deutlich heterogener als im Vorjahr. Die Grundwasserstände der Geestbereiche in Ostniedersachsen und der Ems-Hunte-Weser-Geest lagen im November 2019 im sehr niedrigen bis extrem niedrigen Bereich, während sie in den großen Niederungsregionen eher im durchschnittlichen Bereich lagen (bezogen auf die durchschnittlichen Monatsmittelwerte, vergleiche Abbildung 3). Im März und April hatte sich die Grundwasserstandssituation deutlich entspannt, insbesondere im Westen Niedersachsens wurden durchschnittliche bis sehr hohe Grundwasserstände erreicht. Insbesondere in den Geestgebieten Ostniedersachsens verblieben Grundwassermessstellen mit sehr niedrigen Grundwasserständen. Im Sommerhalbjahr sanken die Grundwasserstände wieder ab. Dabei wurden im Oktober vor allem in den östlichen Geestgebieten (Stader Geest und Lüneburger Geest) flächendeckend wieder sehr niedrige bis extrem niedrige Grundwasserstände erreicht, während die Grundwasserstände im westlichen Niedersachsen mit Grundwasserstandsklassen von sehr hoch bis extrem niedrig wesentlich differenzierter ausgebildet waren (Abbildung 3).

Hinter den einzelnen Grundwasserstandsklassen können sich sehr unterschiedliche Abweichungsbeträge vom jeweiligen Monatsmittel verbergen. Grundsätzlich zeigten die absoluten Abweichungsbeträge den gleichen saisonalen Ablauf wie die Grundwasserstandsklassen. Die Abweichungsbeträge differenzierten sich regional ähnlich wie die Grundwasserstandsklassen. Im östlichen Niedersachsen mit extrem niedrigen Grundwasserständen zeigten sich tendenziell auch mehr Messstellen mit hohen Abweichungsbeträgen als im westlichen Niedersachsen (Abbildung 4).

Tendenziell reagieren die Messstellen in den Geestregionen mit deutlich höheren Absenkungen auf die Trockenheit als in den Niederungsregionen und Marschen. Dieses unterschiedliche Verhalten ist im Wesentlichen auf zwei Faktoren zurückzuführen: Zum einen wird der Anstieg von der Porosität der Sedimente beeinflusst, so dass sich hier Gegensätze zwischen sandigen oder eher lehmigen Porengrundwasserleitern sowie Kluftgrundwasserleitern im Festgestein widerspiegeln. Zum anderen wirken Vorfluter stabilisierend auf die

Grundwasseroberfläche, während die höchsten Ausschläge der Grundwasseroberfläche an den Wasserscheiden auftreten. Die Dichte der Vorfluter steuert damit ebenfalls die mögliche Reaktion der Grundwasserstände (z.B. enges Gewässernetz in Marschen und Niederungen).

Abbildung 5 und Abbildung 6 zeigen typische Grundwasserstandsverläufe der hydrologischen Jahre 2018 bis 2020 für ausgewählte Grundwassermessstellen. An zehn der zwölf dargestellten Messstellen entwickelte sich der Grundwasserstand weitgehend analog zu der oben geschilderten Entwicklung.

Die Messstellen Kreyenburg und Föckinghausen zeigten 2020 zunächst einen ausgeprägten Wiederanstieg auf ein sehr hohes Niveau. Ab April sanken die Grundwasserstände wieder deutlich ab und erreichten im Oktober wieder sehr niedrige bis extrem niedrige Grundwasserstände. Der Verlauf entsprach weitgehend der Grundwasserstandsentwicklung in den Trockenjahren 2018 und 2019, die Tiefstände von 2019 wurden jedoch nicht erreicht. Diese Ganglinienverläufe sind charakteristisch für Messstellen in Marsch- und Niederungsregionen mit überwiegend geringen Grundwasserflurabständen und treten auch in Messstellen der Bergregionen verbreitet auf.

In den Messstellen Berkel, Bossel, Fuhrberg Süd und Miele führte eine deutliche Neubildungsphase bis zum Frühjahr 2020 zu einem Wiederanstieg der Grundwasserstände auf ein durchschnittliches bis hohes Niveau. Die Ausgangsbedingungen für die Absinkphase im Sommer waren damit günstiger als im Vorjahr 2019 und vergleichbar bis ungünstiger als im Dürrejahr 2018.

Im Sommerhalbjahr sanken die Grundwasserstände vergleichbar zu den Vorjahren 2018 und 2019 stetig ab. Insgesamt lagen die Grundwasserstände im Sommerhalbjahr 2020 auf oder unter dem Niveau von 2018, die Tiefstwerte von 2019 wurden in der Regel nicht mehr erreicht. Insgesamt lagen die Grundwasserstände in diesen Messstellen über dem Niveau von 2019, aber auf oder unterhalb des Niveaus von 2018. Diese Grundwasserstandsverläufe sind charakteristisch für Geestregionen mit guten Neubildungsbedingungen.

In den Messstellen Rechterfeld, Heber, Uthlede, Räderloh II sanken die Grundwasserstände in 2019 ohne eine erkennbare Neubildungsphase kontinuierlich ab. In 2020 setzte sich diese Abnahme mit Ausnahme der Messstelle Uthlede zunächst noch einige Monate fort, bis sich im Spätwinter eine schwach ausgeprägte Neubildungsphase abzeichnete, die jedoch die Grundwasserstände nur soweit anheben konnte, dass der weitere Verlauf im Sommerhalbjahr ungefähr auf dem Niveau des Vorjahres erfolgte. Die Messstelle Uthlede zeigt hier eine etwas ausgeprägtere Neubildungsphase, die Stände fallen jedoch bis Oktober auf das entsprechende Vorjahresniveau ab. Diese Grundwasserstandsverläufe sind charakteristisch für Geestregionen mit schlechten Neubildungsbedingungen.

Die Messstellen Holthusen I und Schneflingen II befinden sich im Absenkungsbereich von Grundwasserentnahmen aus tieferen, gespannten Grundwasserleitern für landwirtschaftliche Bewässerung. Die Grundwasserentnahme während der Anbauphase führt hier zu einer deutlichen Absenkung des Druckpotentials während der Bewässerungsperiode im Sommer. (Im gespannten Grundwasserleiter entspricht der gemessene Grundwasserstand einem Druckpotential, die tatsächliche Grundwasserfläche wird dagegen durch die Untergrenze der darüber liegenden Geringleiter bestimmt.) In 2020 war die entnahmebedingte Absenkung in diesen Messstellen deutlich geringer als in den vorangegangenen Trockenjahren 2018 und 2019. Zumindest im Umfeld der Messstelle Holthusen I wurde jedoch länger Grundwasser entnommen als im Vorjahr und im Oktober ein geringeres Druckpotential erreicht als in 2019. Vergleichbare Messstellen sind insbesondere in den Beregnungsgebieten Ostniedersachsens in freien wie gespannten Grundwasserleitern verbreitet. Sofern derartige Messstellen in tieferen, gespannten Grundwasserleitern verfiltert sind, kann das dort gemessene Druckpotential von den Grundwasserständen in den darüber liegenden ungespannten Grundwasserleitern abweichen.

In Ergänzung zur exemplarischen Betrachtung der Einzelmessstellen zeigt Abbildung 7 die

mittlere Entwicklung für die einzelnen Naturräume. Die durchschnittliche landesweite Entwicklung ist der Titelgrafik zu entnehmen.

Die Grundwasserneubildung im Winterhalbjahr führte in den Regionen Lüneburger Geest, Hannoveraner Geest und Börden sowie im Weser- und Leinebergland im Median nicht zu einer signifikanten Veränderung gegenüber 2019, die Grundwasserstände bewegten sich insgesamt ähnlich wie im Vorjahr auf einem extrem niedrigen Niveau.

In den übrigen Gebieten erfolgte ein deutlicher Anstieg der Grundwasserstände in der winterlichen Neubildungsperiode, zum Teil wurden auch die Frühjahrsgrundwasserstände von 2018 deutlich überschritten. Die höchsten Grundwasserstände erreichten jedoch maximal ein durchschnittliches Niveau, mit Ausnahme der Gebiete Inseln, Marschen und Ems-Leda-Hunte-Niederung. In der sommerlichen Absinkphase lagen die Grundwasserstände weitgehend höher als im Vorjahr, die Endstände im Oktober 2020 lagen jedoch auf oder sogar unter den Endständen von 2019:

Während im Herbst 2019 ausgiebige Niederschläge in vielen Messstellen zu einem deutlichen Anstieg der Grundwasserstände führten, blieb diese Entwicklung 2020 aus, die saisonale Absenkung wurde nicht vorzeitig gebremst und hielt bis Oktober an. Dies führte dazu, dass die Vorjahresstände im Oktober in vielen Gebieten 2020 unterschritten wurden. Die Jahrestiefstände 2020 (im Oktober) lagen jedoch fast durchweg oberhalb der Tiefstände des Vorjahres (August 2019).

Insgesamt bewegten sich die Grundwasserstände landesweit auch 2020 auf einem unterdurchschnittlich niedrigen bis extrem niedrigen Niveau. Die extremen Tiefstände von 2019 wurden dabei im Durchschnitt zwar nicht weiter unterschritten, aber auch die tiefen Grundwasserstände des Trockenjahres 2018 wurden im Sommerhalbjahr 2020 noch nicht wieder übertreten (Ausnahme: Ems-Leda-Hunte-Niederung).

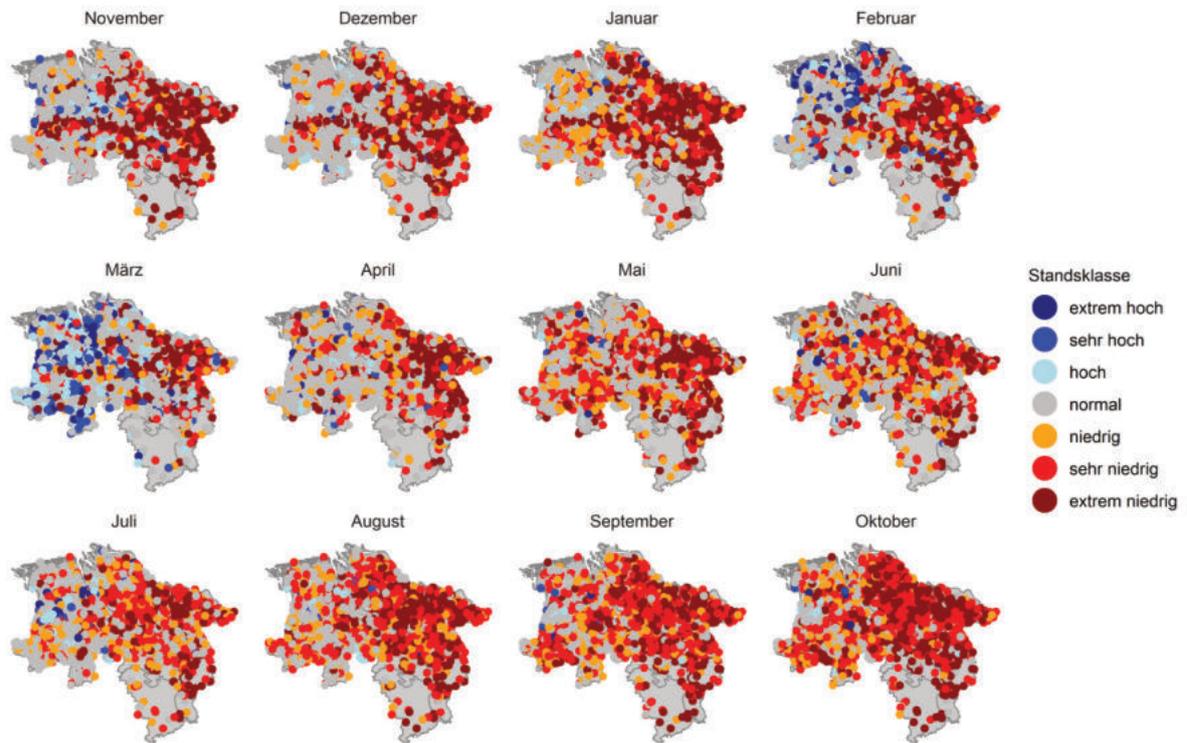


Abbildung 3: Grundwasserstandsklasse nach Monat im hydrologischen Jahr 2020. Bezugsgröße ist für jede Messstelle der Monatswasserstand im Vergleich zur Quantilverteilung der Monatswasserstände im Zeitraum 1991-2020.

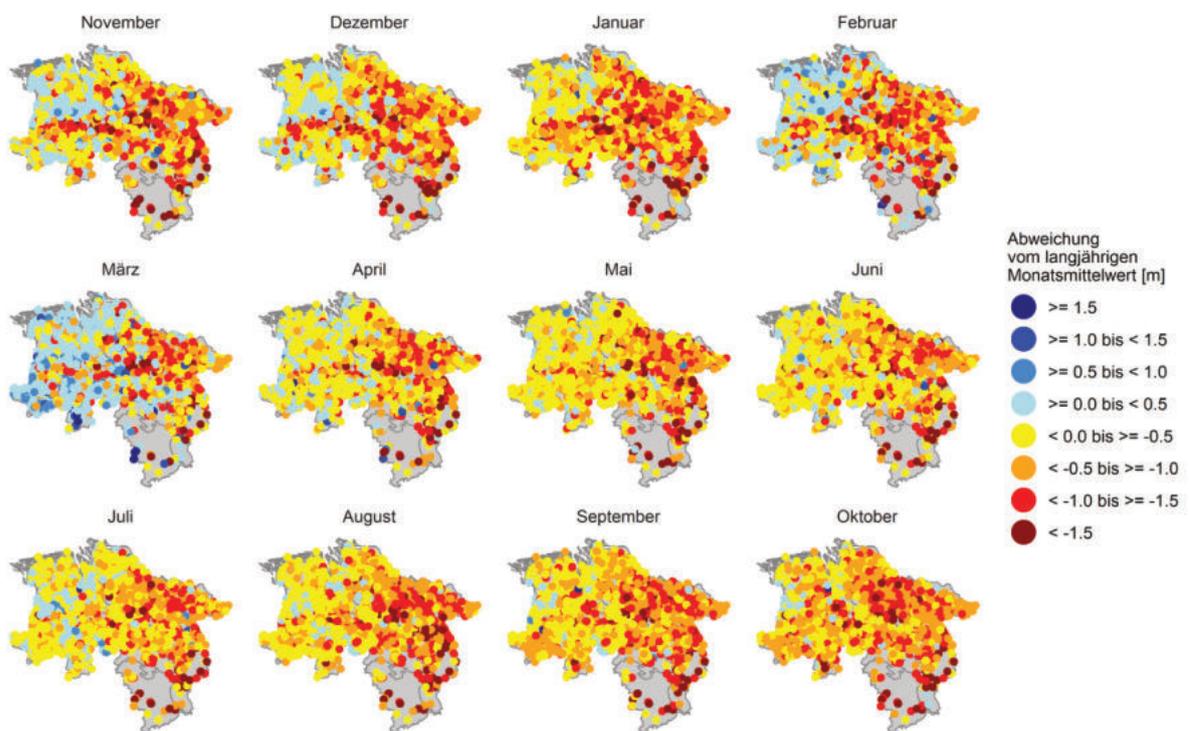


Abbildung 4: Abweichung des monatlichen Grundwasserstandes vom langjährigen Mittel des monatlichen Grundwasserstandes in Meter für das hydrologische Jahr 2020.

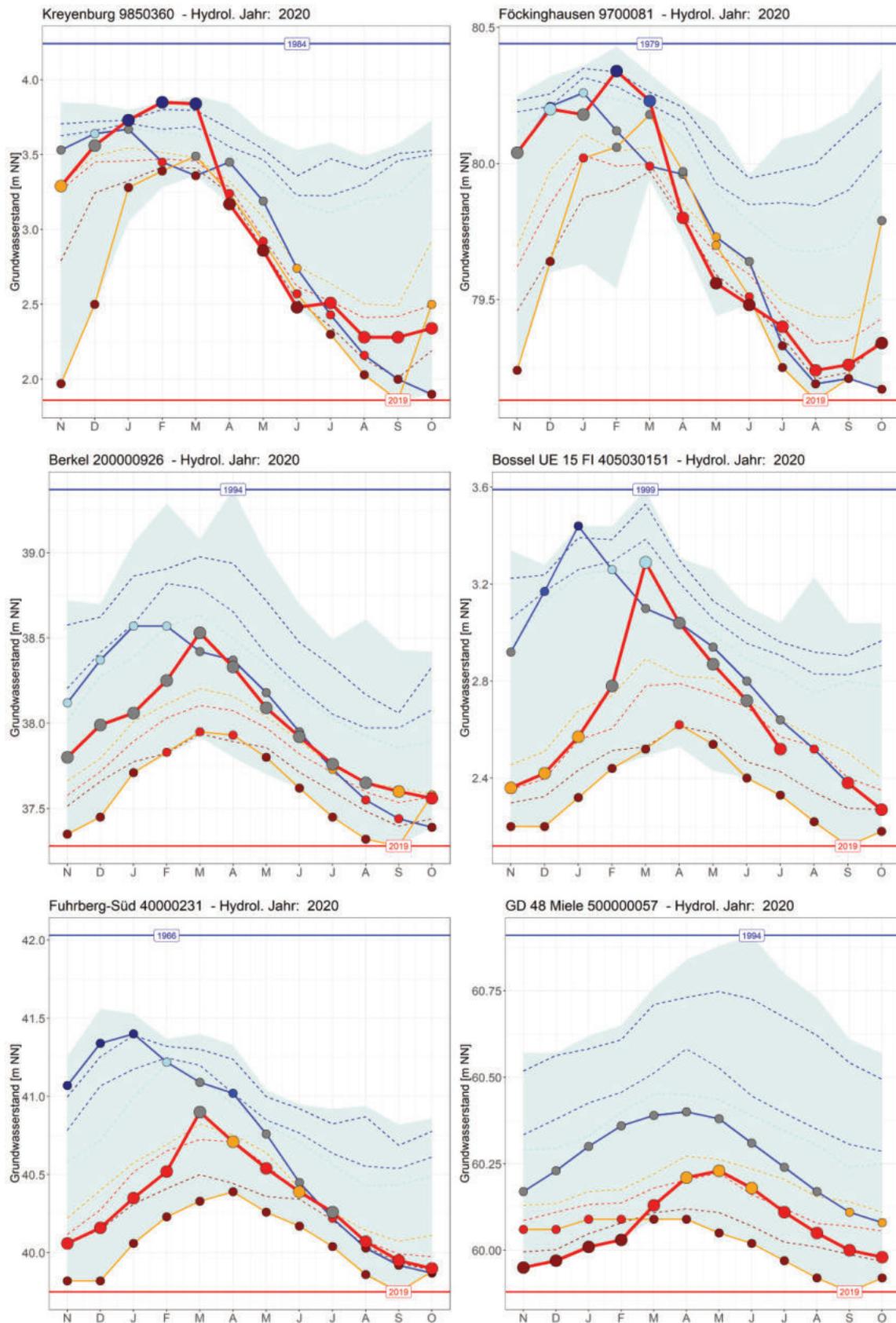


Abbildung 5: Grundwasserstandsentwicklung 2018 (blau), 2019 (orange) und 2020 (rot) an ausgewählten Grundwassermessstellen, Teil 1. Die blauen und roten Linien kennzeichnen die Grenzen der Grundwasserstandsklassen. Der hellblau schattierte Bereich kennzeichnet die Spannweite der Daten im Referenzzeitraum 1991-2020. Zu beachten sind die unterschiedlichen Spannweiten (y-Achse) der Grundwasserstände. Legende der Punkte analog zu Abbildung 3.

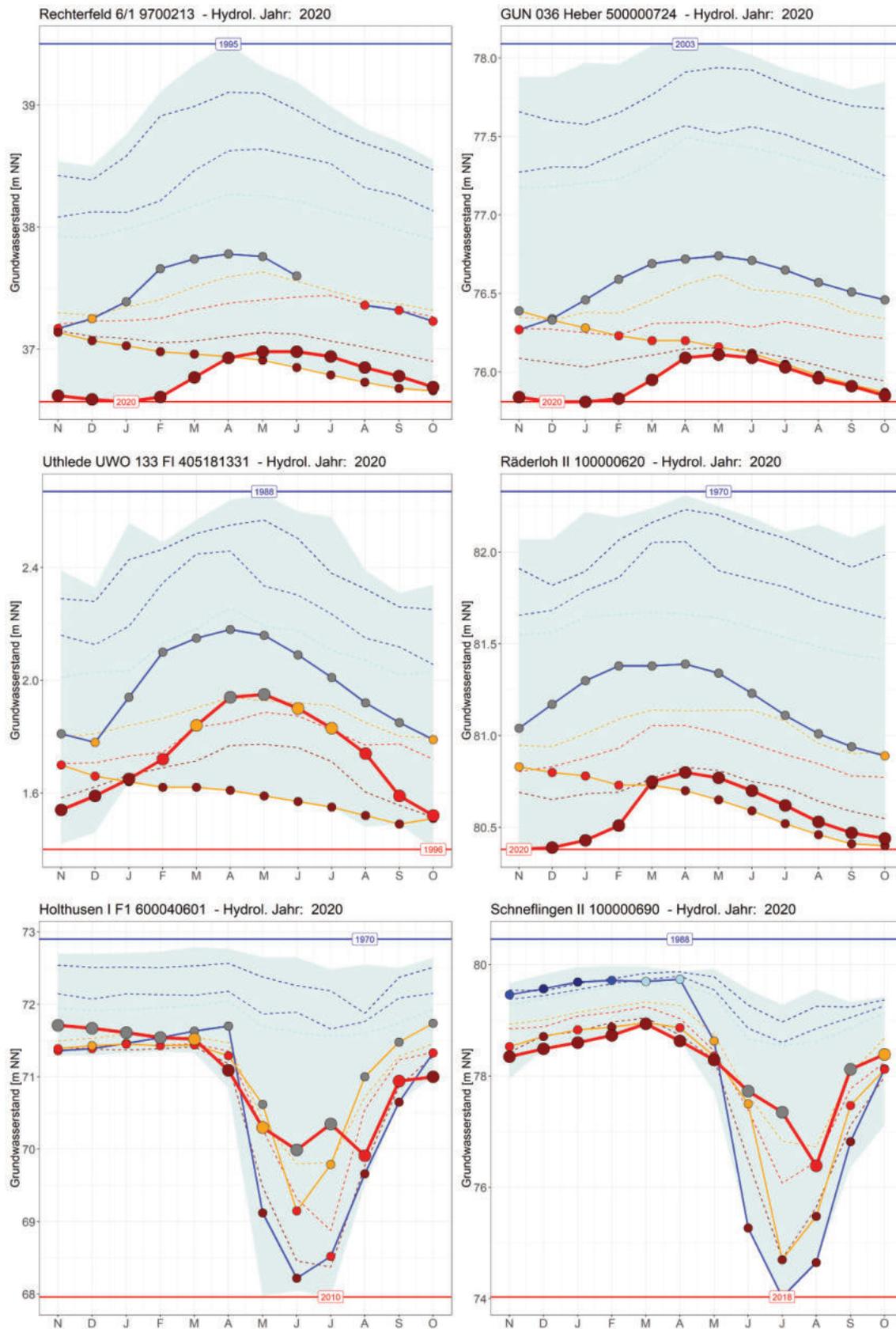


Abbildung 6: Grundwasserstandsentswicklung 2018 (blau), 2019 (orange) und 2020 (rot) an ausgewählten Grundwassermessstellen, Teil 2. Die blauen und roten Linien kennzeichnen die Grenzen der Grundwasserstandsklassen. Der hellblau schattierte Bereich kennzeichnet die Spannweite der Daten im Referenzzeitraum 1991-2020. Zu beachten sind die unterschiedlichen Spannweiten (y-Achse) der Grundwasserstände. Legende der Punkte analog zu Abbildung 3.

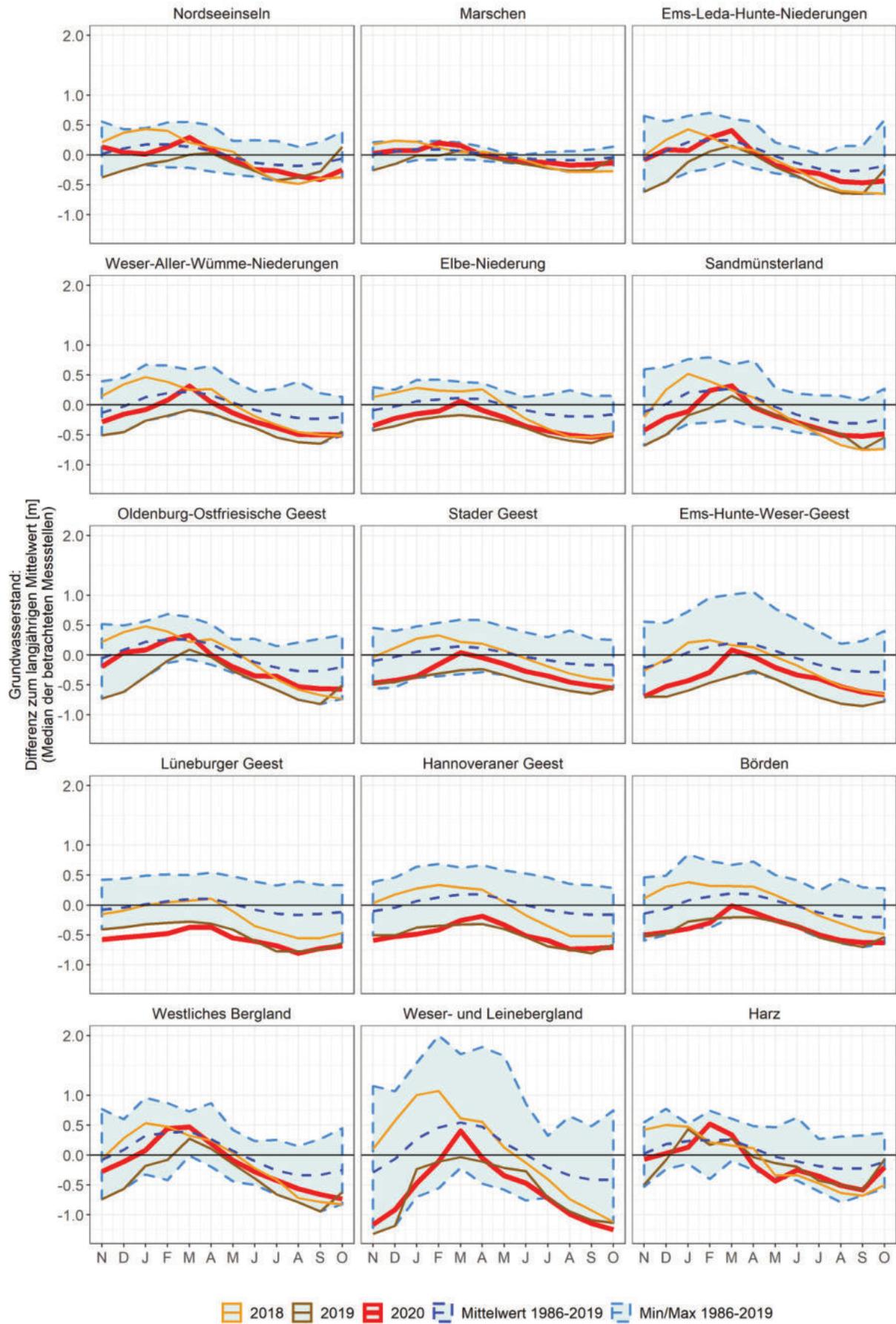


Abbildung 7: Grundwasserstandsentwicklung 2020 in den betrachteten Naturräumen.

Die Entwicklung der Grundwasserstände ab 1986

Die Entwicklung der Grundwasserstände seit 1986 weist deutliche Feucht- und Trockenphasen auf. Abbildung 8 zeigt die landesweit gemittelte Entwicklung der jährlichen Grundwasserhochstände, der mittleren Grundwasserstände und der Grundwassertiefstände im Betrachtungszeitraum. Hoch-, Tief- und Mittelstände durchlaufen eine vergleichbare Entwicklung. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums lagen die Grundwasserstände auf einem deutlich überdurchschnittlichen Niveau. Eine erste Tiefstandsphase folgte 1991-1992. 1993-1994 wurden extreme Hochstände erreicht, gefolgt von einer weiteren Tiefstandsphase 1996-1997. Nach einer Erholung der Grundwasserstände ist ab 2009 ein (schwankender) Rückgang der Grundwasserstände zu verzeichnen, der bis 2018 anhielt. Dieser Rückgang ist besonders gleichmäßig in den Niedrigwasserständen ausgeprägt. Das Trockenjahr 2018 begann mit überdurchschnittlichen Hochständen im Winter, die Niedrigwasserstände fielen jedoch extrem ab. Die Grundwasserstände sanken im Trockenjahr 2019 weiter ab. Infolge der günstigeren Witterungs-

bedingungen 2020 erholten sich die Grundwasserstände in einigen Regionen geringfügig (siehe Abbildung 7), blieben aber weiterhin auf einem tiefen Niveau.

Die landesweite Entwicklung illustriert Abbildung 9 am Beispiel der jährlichen Grundwassertiefstände. Die vorgenannten Hoch- und Tiefstandsphasen werden ebenso deutlich, wie auch die unterschiedliche regionale Gewichtung dieser Phasen. Die Trockenjahre 2018 und 2019 führen zu landesweit flächendeckend extrem niedrigen Jahrestiefständen. 2020 entspannte sich die Situation insbesondere im westlichen Niedersachsen, extrem niedrige Grundwasserstände sind aber weiterhin insbesondere in Ostniedersachsen und den Geestgebieten Südwestniedersachsens zu verzeichnen.

Abbildung 10 zeigt die langjährige Grundwasserstandsentwicklung mit den Über- und Unterschreitungen der mittleren Jahreshoch- und Tiefstände am Beispiel der ausgewählten Grundwassermessstellen.

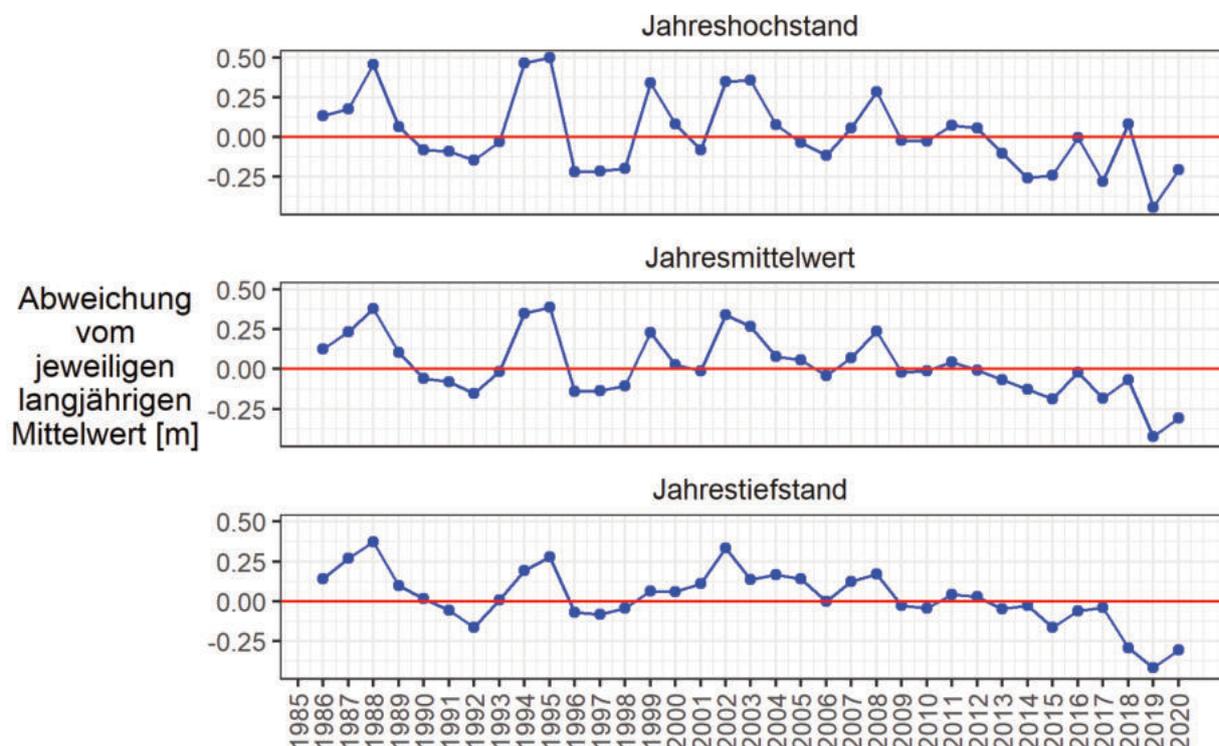


Abbildung 8: Entwicklung der Grundwasserhochstände, -mittelstände und -tiefstände im landesweiten Mittel, dargestellt als Abweichungen zu den jeweiligen langjährigen Mittelwerten an den einzelnen Messstellen. Gestrichelte Linie: Linearer Trend über den Beobachtungszeitraum.

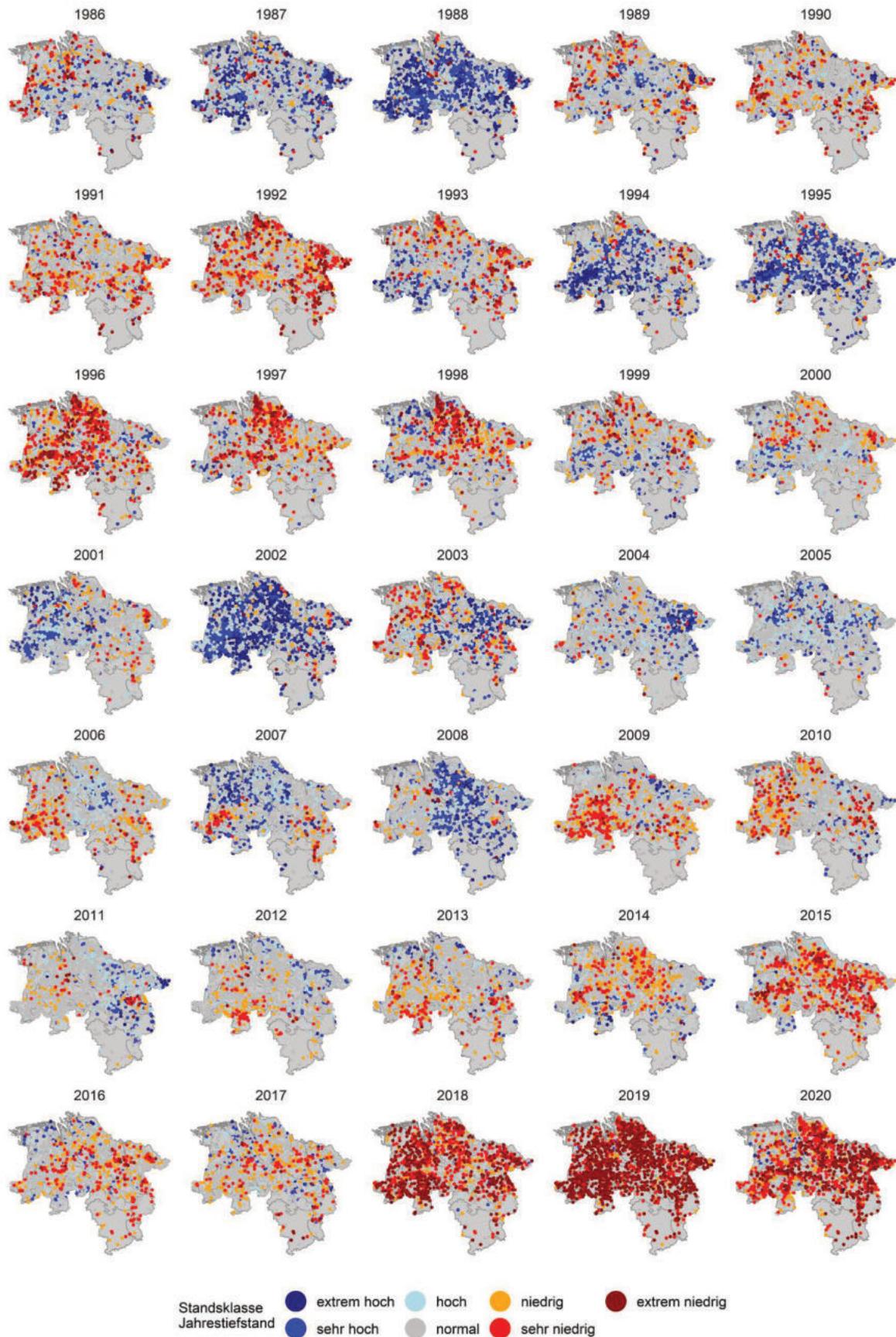


Abbildung 9: Entwicklung der Grundwassertiefstände ab 1986. Klassifizierte Darstellung der Grundwassertiefstände. Bezugsgröße ist für jede Messstelle der jährliche Grundwassertiefstand im Vergleich zur Quantilverteilung der jährlichen Tiefstände im Zeitraum 1991-2020.

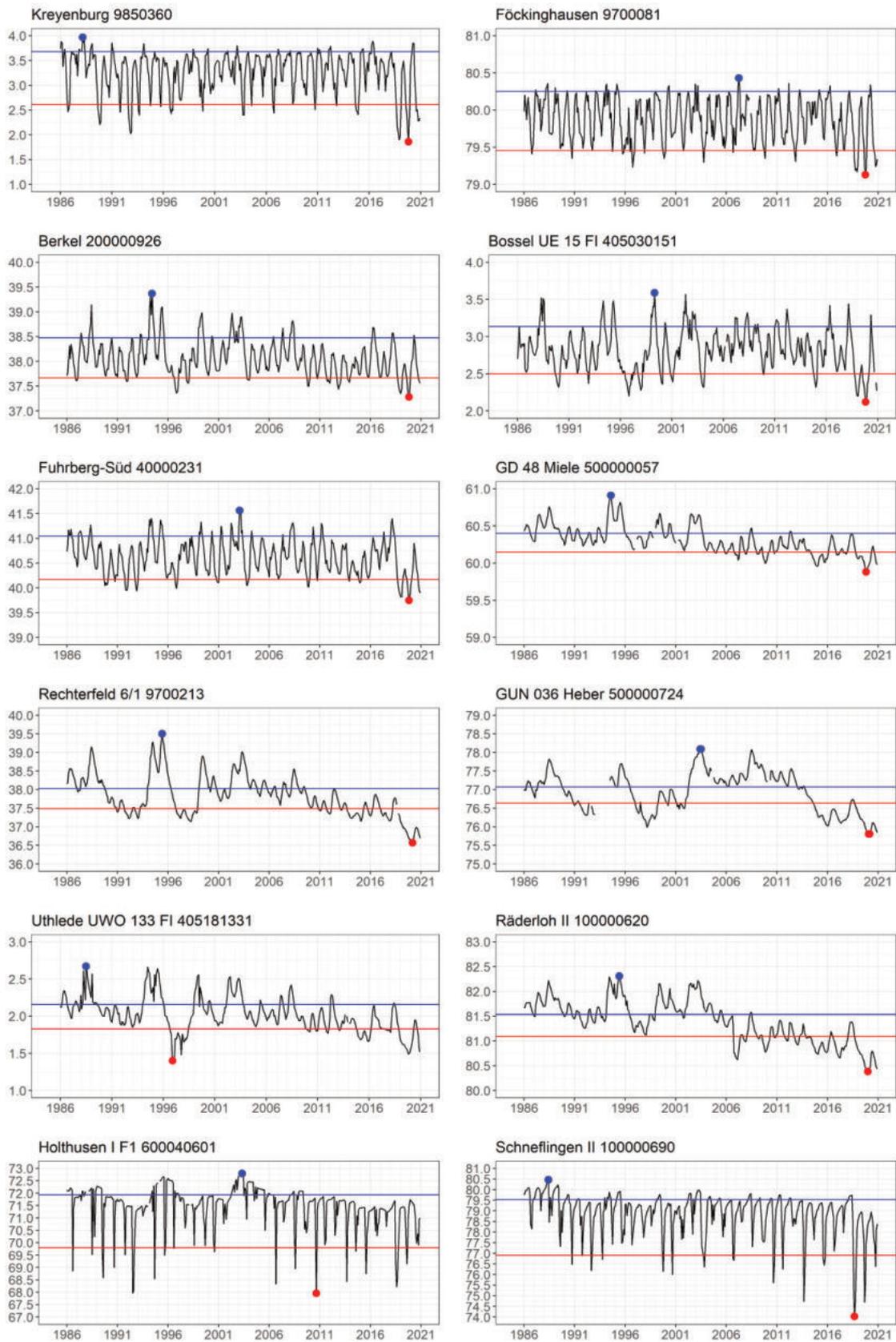


Abbildung 10: Grundwasserstandsentwicklung ab 1986 in ausgewählten Grundwassermessstellen (Grundwasserstände in Meter über NN). Die durchgezogenen Linien kennzeichnen den mittleren Jahreshochstand (blau) und den mittleren Jahrestiefstand (rot). Extremwerte im dargestellten Zeitraum sind durch Punkte gekennzeichnet.

Vergleich der Situation der Grundwassertiefstände 2020 zu vorherigen Grundwassertiefständen

In den Jahren 2018 und 2019 wurden in vielen Messstellen bisherige Tiefststände bezogen auf den Zeitraum ab 1988 unterboten. In der vorliegenden Auswertung auf Basis von 1692 Messstellen erreichten 994 (= 58 %) Messstellen ihren tiefsten Grundwasserstand in den Trockenjahren 2018 und 2019. 312 Messstellen (= 18 %) erreichten ihren tiefsten Grundwasserstand in 2020 (Abbildung 11). Davon erreichten 139 (= 8 %) Messstellen ihren tiefsten

Stand im Winterhalbjahr. Es handelt sich dabei um Messstellen, bei denen der Rückgang des Grundwasserstands des hydrologischen Jahres 2019 erst im hydrologischen Jahr 2020 abgeschlossen war. Diese Grundwasserstände sind demnach noch als Folge der Trockenheit im Vorjahr 2019 zu betrachten. 173 (10 %) Messstellen erreichten ihren tiefsten Stand im Sommerhalbjahr und unterboten damit die bisherigen Tiefststände aus 2019.

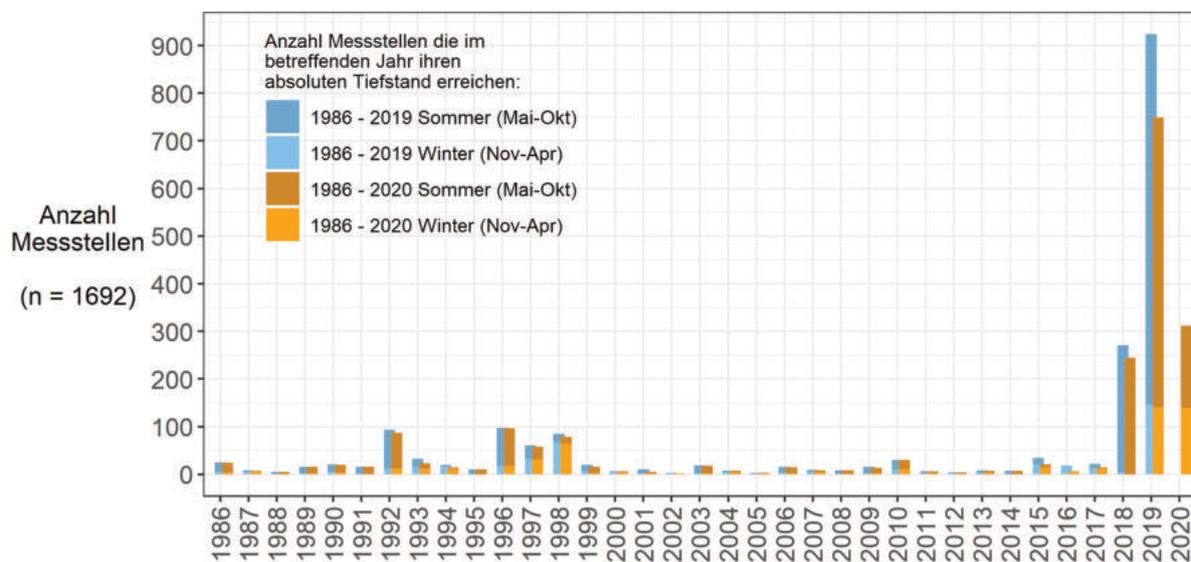


Abbildung 11: Auswirkungen des Trockenjahres 2018 - Unterschreitung bisheriger Grundwassertiefstände ab 1986 in den ausgewerteten Messstellen.

2020 lagen die Jahrestiefstände im Median 0,22 m unterhalb der mittleren Jahrestiefstände im Referenzzeitraum 1991 – 2020 (Tabelle 2). Die größten Unterschreitungen (Medianwert) fanden sich in der Lüneburger Geest (0,48 m), dem Weser- und Leinebergland (0,45 m) und der Hannoveraner Geest (0,39 m). Die geringsten Unterschreitungen waren in den Marschregionen (0,02 m), dem Sandmünsterland (0,06 m) und der Ems-Leda-Hunte-Niederung (0,1 m) sowie dem Harz (0,11 m) zu verzeichnen.

Die Jahreshöchststände überschritten den mittleren Jahreshochstand im Landesmedian um 0,1 m. Die höchsten Unterschreitungen traten in der Lüneburger Geest (0,37 m), der Hannoveraner Geest (0,37 m) und den Börden

(0,35 m) auf. Geringfügige Überschreitungen gab es im Sandmünsterland (0,05 m), den Marschen (0,04 m) und der Ems-Leda-Hunte-Niederung (0,01 m).

Neben den mittleren Abweichungen ist vor allem die Spannweite von Bedeutung, denn 50 Prozent der Messstellen weisen damit gegenüber den genannten Beträgen größere Unterschreibungsbeträge auf. Das 25%-Quantil der Unterschreitung des mittleren Jahrestiefstands liegt landesweit bei 0,45 m, 0,53 m, mit regionalen Unterschreibungswerten von 0,09 m bis 0,98 m.

Das 25%-Quantil der Unterschreitung des mittleren Jahreshochstands liegt landesweit bei

0,37 m, mit regionalen Unterschreitungswerten von 0,01 m bis 0,91 m.

Insgesamt wurde der mittlere Jahrestiefstand des Referenzzeitraumes (1991-2020) 2020 an 1491 Messstellen (88 %) unterschritten (Tabelle 3). 2018 wiesen die Marschen, das Sandmünsterland und die Ems-Leda-Hunte-Niederung mit 61 , 75 beziehungsweise 76 Prozent der Messstellen die geringste Unterschreitungshäufigkeit auf (Tabelle 3).

An 1358 Messstellen (= 80 %) blieben die Sommertiefstände oberhalb der Vergleichswerte des Vorjahres.

Der mittlere Jahreshochstand des Referenzzeitraumes (1991-2020) 2020 lediglich an 546 Messstellen (32 %) überschritten, beziehungsweise an 68 Prozent der Messstellen unterschritten (Tabelle 3). An 1329 Messstellen (= 79 %) überschritten die Wintermaxima den Vergleichswert des Vorjahres.

Nachdem sich die Grundwasserstandssituation 2019 im Vergleich zum Trockenjahr 2018 weiter verschärft hatte, zeichnet sich hier bereits eine leichte Entspannung der Situation in 2020 ab, auch wenn die Grundwasserstände sich insgesamt weiterhin auf einem niedrigen Niveau bewegen.

Tabelle 2: Differenz der Jahrestiefststände 2018 und 2019 in Metern gegenüber dem mittleren Jahrestiefstand im Referenzzeitraum 1988 – 2017.

Region	Differenz Jahrestiefstand zum mittleren Jahrestiefstand im Referenzzeitraum 1991-2020 (in Metern)					Differenz Jahreshochstand zum mittleren Jahreshochstand im Referenzzeitraum 1991-2020 (in Metern)				
	Minimum	25%-Quantil	50%-Quantil (Median)	75%-Quantil	Maximum	Minimum	25%-Quantil	50%-Quantil (Median)	75%-Quantil	Maximum
Nordseeinseln	-0,21	-0,19	-0,17	-0,12	-0,07	-0,11	-0,06	-0,01	0,03	0,07
Marschen	-0,8	-0,09	-0,02	0,04	0,26	-0,37	-0,01	0,04	0,1	8,23
Ems-Leda-Hunte-Niederungen	-1,03	-0,16	-0,1	-0,01	0,24	-1,02	-0,05	0,01	0,09	0,68
Weser-Aller-Wümme-Niederungen	-0,97	-0,31	-0,19	-0,1	0,11	-0,9	-0,18	-0,05	0,08	0,46
Elbe-Niederung	-0,99	-0,41	-0,27	-0,19	0,15	-0,84	-0,3	-0,19	-0,05	0,14
Oldenburg-Ostfriesische Geest	-0,65	-0,25	-0,15	-0,03	0,11	-0,59	-0,14	-0,02	0,07	0,53
Ems-Hunte-Weser-Geest	-1,21	-0,47	-0,3	-0,12	1,77	-1,41	-0,4	-0,18	0,01	1,78
Stader Geest	-2,37	-0,46	-0,28	-0,15	1,55	-2,14	-0,35	-0,17	0	1,5
Lüneburger Geest	-3,15	-0,65	-0,48	-0,32	0,4	-2,9	-0,61	-0,42	-0,24	0,83
Hannoveraner Geest	-1,01	-0,56	-0,39	-0,24	0,66	-1,2	-0,61	-0,37	-0,07	0,64
Börden	-1,44	-0,66	-0,36	-0,18	0,24	-2,52	-0,7	-0,35	-0,07	0,41
Westliches Bergland	-1,32	-0,27	-0,21	-0,14	0,07	-0,2	-0,01	0,14	0,37	2,12
Sandmünsterland	-0,29	-0,12	-0,06	-0,03	0,02	-0,18	-0,03	0,05	0,16	0,4
Weser- und Leinebergland	-6,59	-0,98	-0,45	-0,12	1,22	-8,26	-0,91	-0,27	0,01	5,27
Harz	-3	-0,85	-0,11	-0,08	-0,06	-0,54	-0,17	-0,04	-0,02	0
Niedersachsen	-6,59	-0,45	-0,22	-0,09	1,77	-8,26	-0,37	-0,1	0,04	8,23
Differenz = Mittlerer Jahrestiefstand – Jahrestiefstand; d.h. negative Werte kennzeichnen Unterschreitungen des mittleren Jahrestiefstands, positive Werte Überschreitungen.										

Tabelle 3: Anzahl der Unterschreitungen des mittleren Jahrestiefstandes und des absoluten Tiefstandes im Referenzzeitraum 1988-2017 in den Jahren 2018 und 2019.

Region	Anzahl Grundwasser-messstellen	Unterschreitung des Tiefstands von 2019 in 2020		Überschreitung des Hochstands von 2019 in 2020	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Nordseeinseln	3	3	100	1	33
Marschen	142	86	61	99	70
Ems-Leda-Hunte-Niederungen	283	215	76	157	55
Weser-Aller-Wümme-Niederungen	146	139	95	63	43
Elbe-Niederung	43	42	98	5	12
Oldenburg-Ostfriesische Geest	58	51	88	23	40
Ems-Hunte-Weser-Geest	249	222	89	69	28
Stader Geest	270	256	95	69	26
Lüneburger Geest	327	318	97	13	4
Hannoveraner Geest	48	46	96	10	21
Börden	51	47	92	8	16
Westliches Bergland	17	14	82	12	71
Sandmünsterland	4	3	75	3	75
Weser- und Leinebergland	47	45	96	13	28
Harz	4	4	100	1	25
Niedersachsen	1692	1491	88	546	32

Dauer der Grundwasserdürre- und –hochstandsphasen

Der Begriff Grundwasserdürre umschreibt Phasen, in denen Grundwasserstände deutlich unterhalb der langjährigen Grundwasserstandswerte liegen. Analog lassen sich Grundwasserhochstandsphasen festlegen. Hierzu gibt es verschiedenen methodische Ansätze.

Eine Möglichkeit besteht darin, die Dauer der Unterschreitung eines konstanten Schwellenwertes, zum Beispiel den mittleren Jahrestiefstand, zugrunde zu legen. Auf diesem Ansatz basiert zum Beispiel der für die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) entwickelte Indikator Grundwasserstand (Schönthaler, 2019). Hochstandsphasen werden entsprechend mit dem Überschreiten des mittleren Jahreshochstands abgegrenzt. Abbildung 12 stellt die Phasen der Grundwasserdürre und Hochstände für Niedersachsen nach diesem Kriterium dar. Die Dauer entspricht jeweils dem Medianwert über alle ausgewerteten Messstellen. Ergänzend wurde eine Phase extremer Dürre definiert als Unterschreitung des 5%-Perzentils der mittleren Jahrestiefstände. Ein extremer Hochstand ist entsprechend eine

Phase der Überschreitung des 95%-Perzentils des mittleren Jahreshochstands, jeweils bezogen auf den Referenzzeitraum 1991-2020.

Deutlich wird hier, dass Hochstandsphasen nach dieser Definition bis 2008 mit Zeitdauern von ein bis fünf Monaten ausgebildet waren, während ab 2009 nur noch schwache Hochstandsphasen von ein bis zwei Monaten Dauer auftraten. Grundwasserdürrephasen mit ein bis drei Monaten Dauer traten im gesamten Referenzzeitraum auf. Nach 2012 wurde jährlich eine Grundwasserdürrephase erreicht. Im Trockenjahr 2018 dauert diese Phase drei Monate an, 2019 waren es sechs Monate. 2020 fiel die Grundwasserdürrephase von vier Monaten wieder etwas kürzer aus, steht aber im Vergleich zum Gesamtzeitraum an zweiter Stelle nach 2019 und vor 2018.

Die Entwicklung 2020 setzte sich in vielen Messstellen von einem bereits tiefen Grundwasserstandsniveau ausgehend fort, so dass

sich trotz einer leichten Entspannung der Witterungssituation weiterhin eine ausgeprägte Grundwasserdürrephase ausbilden konnte.

Der Ansatz mit mittleren Schwellenwerten berücksichtigt nicht den saisonalen Grundwasserstandszyklus. Die in Tabelle 1 vorgestellte Klassifikation der monatlichen Grundwasserstände mit den Standsklassen extrem hoch bis extrem niedrig eignet sich ebenfalls als Indikator für Grundwasserdürre- und hochstandsphasen. Unter Berücksichtigung der monatlichen Grundwasserstandssituation fallen die einzelnen Dürre- und Hochstandsphasen länger aus als im hier vorgestellten Schwellenwertansatz, die qualitativen Aussagen bleiben jedoch vergleichbar.

In der regionalen Übersicht (Abbildung 13) werden die landesweit erheblichen regionalen Unterschiede deutlich. Die Dürrephasen fielen 2020 in vielen Regionen deutlich kürzer aus als im Vorjahr. Im Harz und im Weser-Leine-Bergland fiel sie gleich lang aus wie in 2019 und in den Börden und in der Lüneburger Geest fiel die Dürrephase ein bis zwei Monate länger aus als 2019. Insbesondere in den Geestregionen treten bereits vor dem Trockenjahr 2018 und nach 2010 Jahre mit ausgeprägten, mehrmonatigen Dürrephasen in Folge auf, während Hochstandsphasen fehlen oder schwächer ausgeprägt sind als in den ersten zwei Dritteln des betrachteten Zeitraums.

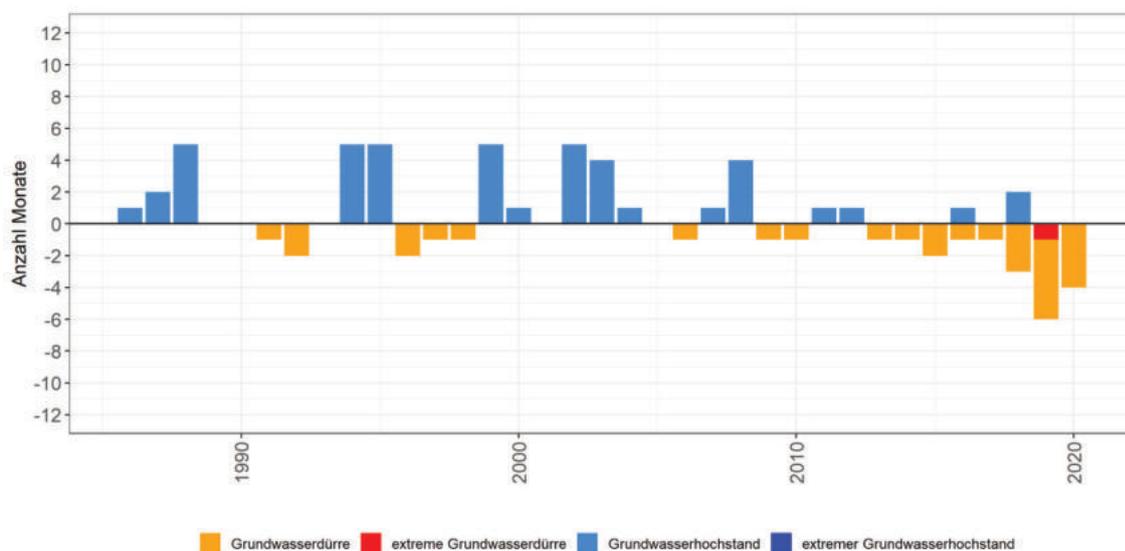


Abbildung 12: Dauer der Phasen von Grundwasserhochständen und Grundwasserdürren in Niedersachsen nach Anzahl der Monate mit Unterschreitung des mittleren niedrigsten Grundwasserstandes und Überschreitung des mittleren höchsten Grundwasserstandes (DAS-Indikator Grundwasserstand).

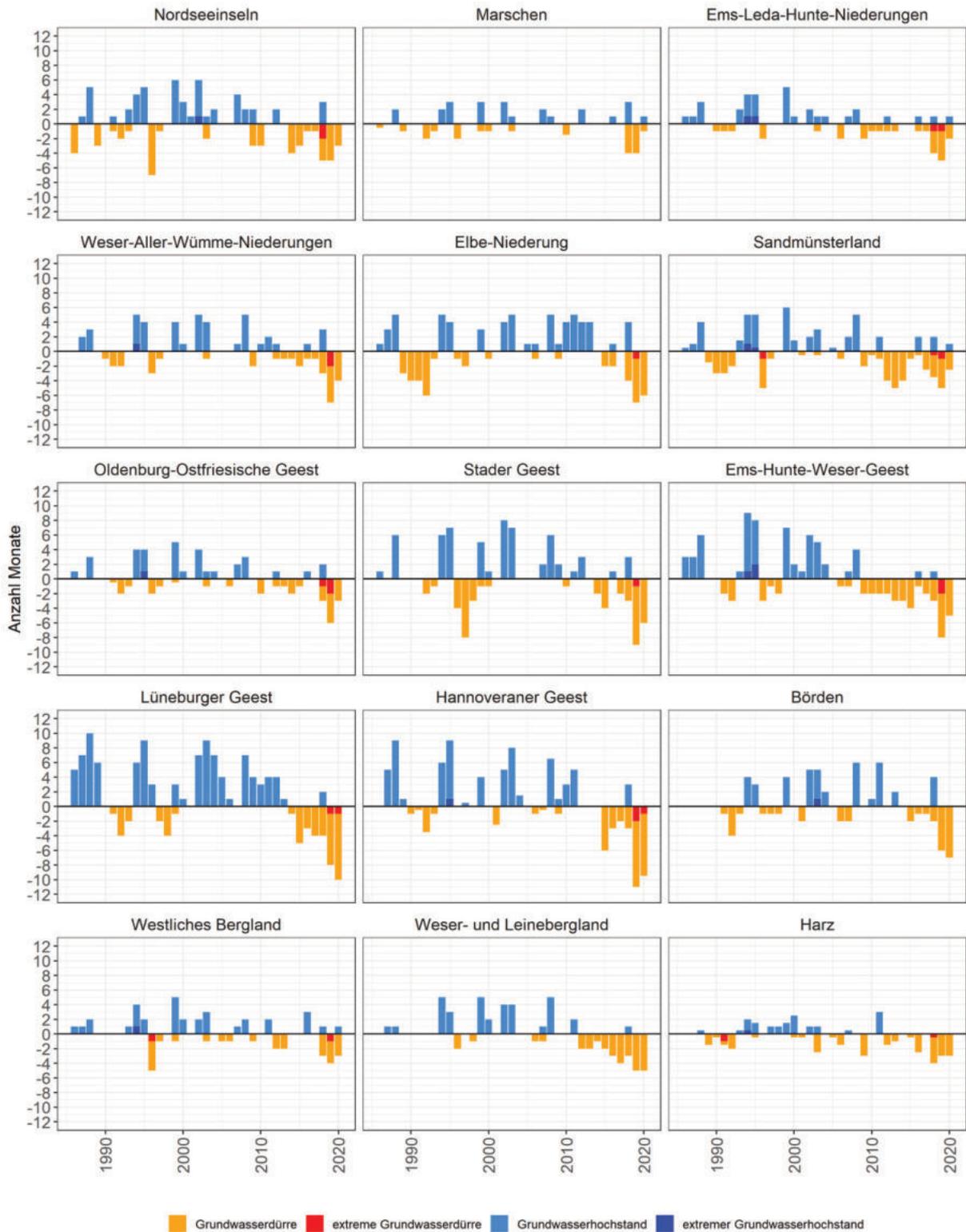


Abbildung 13: Dauer der Phasen von Grundwasserhochständen und Grundwasserdürren nach Naturraum in Anlehnung an den DAS-Indikator Grundwasserstand.

Änderung der Grundwasserstände und Regeneration

Veränderungen zum Vorjahr

Die Grundwasserstände folgen typischerweise einer saisonalen Dynamik im Wechselspiel von Basisabfluss und Grundwasserneubildung. Typischerweise steigen die Grundwasserstände im Winterhalbjahr an und fallen im Sommerhalbjahr wieder ab. Abhängig von den geologischen und hydraulischen Gegebenheiten kann der Verlauf gegenüber der Witterung deutlich geglättet sein und mit zeitlicher Verzögerung auftreten.

Der Vergleich zum Vorjahr stützt sich hier auf drei Vergleichsgrößen: die Oktoberdifferenzen, die Differenzen der Winterhochstände sowie der Sommertiefstände.

Die Oktoberdifferenz zeigt die Differenz der Grundwasserstände zwischen dem Endstand des Vorjahres und dem Endstand des aktuellen hydrologischen Jahres (von Oktober bis Oktober). Sie bezieht sich auf einen definierten Zeitpunkt. 2020 war landesweit eine geringfügig negative Grundwasserstandsentwicklung mit einem Median von $-0,05$ m zu verzeichnen (Tabelle 4). Die naturräumliche Spanne lag dabei zwischen $-0,26$ m und $+0,1$ m. An 58 Prozent der Messstellen wurde landesweit der Vorjahresstand unterboten. Abbildung 14 a) zeigt hierzu die Oktoberdifferenzen der einzelnen Messstellen für 2020. Im Vergleich dazu war 2019 im landesweiten Durchschnitt ein geringer Jahresgewinn von $+0,05$ m zu verzeichnen (NLWKN, 2020). Diese Grundwasserstandsgewinne 2019 wurden durch die 2020 in vielen Regionen zu verzeichnenden Abnahmen teilweise wieder aufgezehrt. Diese Entwicklung lässt sich darauf zurückführen, dass die Sommertiefstände 2019 bereits im August erreicht wurden und die Grundwasserstände im Herbst 2019 infolge intensiver Niederschläge im Spätsommer in vielen Messstellen deutlich anstiegen, während die Absenkbewegung in 2020 bis in den Oktober hinein anhielt. Die Tiefstände des Sommerhalbjahres entsprechen damit auch den Endständen im hydrologischen Jahr 2020. Sie blieben im Mittel tatsächlich unterhalb der Endstände des Vorjahres.

Der Vergleich definierter Zeitpunkte berücksichtigt nicht die unterschiedliche

Entwicklungsdynamik der Grundwasserstände in Abhängigkeit von der Witterung. Die Sommertiefstände und die Winterhochstände können dagegen je nach Witterungsverlauf zu unterschiedlichen Zeitpunkten erreicht werden, sie kennzeichnen aber als Minima und Maxima der Grundwasserganglinie wichtige Eckpunkte der jährlichen Grundwasserstandsdynamik.

In verschiedenen Messstellen tritt das Minimum des Vorjahres erst verzögert im Winter des aktuellen Jahres auf (siehe Seite 7 und 16, vergleiche Abbildung 6, Messstellen Rechterfeld 6/1 und GUN 063 Heber) und kann damit theoretisch auch das absolute Jahresminimum des betrachteten hydrologischen Jahres darstellen. Durch Auswahl der Winterhochstände und Sommertiefstände werden diese verschleppten Minima aus der Betrachtung ausgeschlossen. An diesen Messstellen wird als Sommerminimum der Endstand im Oktober angesetzt. Hieraus können geringfügige Ungenauigkeiten entstehen, die in dieser Betrachtung als vernachlässigbar angesehen werden.

Die Winterhochstände lagen überwiegend entweder deutlich über den Tiefständen des Vorjahres oder auf einem vergleichbaren Niveau. 2020 war im Landesmittel eine geringfügig positive Entwicklung der Sommertiefstände mit einem Median von $+0,2$ m zu verzeichnen (Tabelle 4). Die naturräumliche Spanne lag dabei zwischen $-0,1$ und $+0,4$ m Abbildung 14 b) zeigt hierzu die Differenzen der Winterhochstände der einzelnen Messstellen. An 80 Prozent der Messstellen wurde landesweit der Winterhochstand des Vorjahres überschritten. Die höchsten Anteile an Messstellen mit Überschreitung des Vorjahres-Winterhochstands (> 88 %) finden sich in den Küsten- und Niederungsregionen sowie den Geestregionen Westniedersachsens, die geringsten Anteile finden sich in der Lüneburger Geest (43 %), Hannoveraner Geest (69 %) und den Börden (67 %) (Tabelle 4).

Die Sommertiefstände lagen überwiegend deutlich über den Tiefständen des Vorjahres oder auf einem vergleichbaren Niveau. 2020 war im Landesmittel eine geringfügig positive Entwicklung der Sommertiefstände mit einem

Median von +0,1 m zu verzeichnen (Tabelle 4). Die naturräumliche Spanne lag dabei zwischen 0 und +0,2 m. Abbildung 14 c) zeigt hierzu die Differenzen der Sommertiefstände der einzelnen Messstellen. An 82 Prozent der Messstellen blieben die Sommertiefstände unter den Ständen des Vorjahres. Die höchsten Anteile an Messstellen mit Unterschreitung des Vorjahres-Sommertiefstands finden sich in der

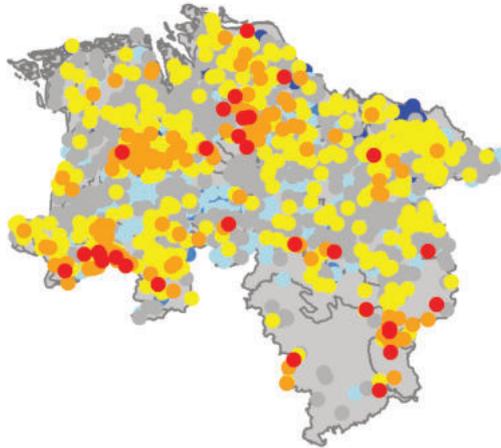
Lüneburger Geest (44 %), den Börden (53 %) sowie im Weser-Leine-Bergland (66 %) (Tabelle 4).

Insgesamt zeigt sich hier eine tendenziell günstigere Entwicklung als 2019. Jedoch haben auch weiterhin 18 Prozent der Messstellen die Tiefstände des Vorjahres weiter unterschritten. Diese Entwicklung gilt es weiterhin sorgfältig zu beobachten.

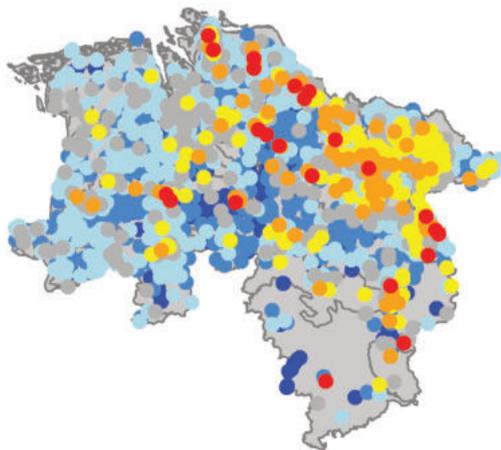
Tabelle 4: Vergleich der Grundwasserhoch- und -tiefstände 2020 zum Vorjahr 2019.

Region	Anzahl Messstellen	Jahresdifferenz (Okt. 2020 - 2019)				Differenz Winterhochstand (Wintermaximum 2020-2019)				Differenz Sommertiefstand (Sommerminimum 2020-2019)						
		Delta [m]	>=		<		Delta [m]	>=		<		Delta [m]	>=		<	
			-	%	-	%		-	%	-	%		-	%	-	%
Nordseeinseln	3	-0,17	1	33	2	67	0,25	3	100	0	0	0,13	2	67	1	33
Marschen	142	-0,08	29	20	113	80	0,12	133	94	9	6	0,07	123	86	19	13
Ems-Leda-Hunte-Niederungen	283	-0,17	70	25	213	75	0,25	280	99	3	1	0,16	268	95	15	5
Weser-Aller-Wümme-Niederungen	146	-0,05	54	37	92	63	0,39	139	96	7	5	0,11	138	95	8	5
Elbe-Niederung	43	-0,03	24	56	19	44	0,2	37	86	6	14	0,08	33	77	10	23
Oldenburg-Ostfriesische Geest	58	-0,08	21	37	37	64	0,26	55	95	3	5	0,21	57	98	1	2
Ems-Hunte-Weser-Geest	249	0,1	178	71	71	29	0,31	219	88	30	12	0,2	239	96	10	4
Stader Geest	270	0,02	158	59	112	41	0,25	217	80	53	20	0,11	248	92	22	8
Lüneburger Geest	327	-0,04	137	42	190	58	-0,08	139	43	188	57	0,02	183	56	144	44
Hannoveraner Geest	48	-0,02	23	48	25	52	0,16	33	69	15	31	0,04	35	73	13	27
Börden	51	-0,09	15	29	36	71	0,13	34	67	17	33	-0,01	24	47	27	53
Westliches Bergland	17	-0,17	3	18	14	82	0,41	16	94	1	6	0,14	15	88	2	12
Sandmünsterland	4	0,02	2	50	2	50	0,15	4	100	0	0	0,14	4	100	0	0
Weser- und Leine-Bergland	47	-0,09	13	27	34	72	0,46	41	87	6	13	-0,03	16	34	31	66
Harz	4	-0,26	0	0	4	100	0,01	2	50	2	50	0	2	50	2	50
Gesamt	1692	-0,05	728	43	964	57	0,19	1352	80	340	20	0,11	1387	82	305	18

a) Jahr (Oktober-Oktober)



b) Winterhochstand



Differenz zum Vorjahr

- hohe Zunahme (> 60 cm)
- mittlere Zunahme (> 30 cm)
- geringe Zunahme (> 10 cm)
- neutral (-10 - 10 cm)
- geringe Abnahme (< -10 cm)
- mittlere Abnahme (< -30 cm)
- hohe Abnahme (< -60 cm)

c) Sommertiefstand

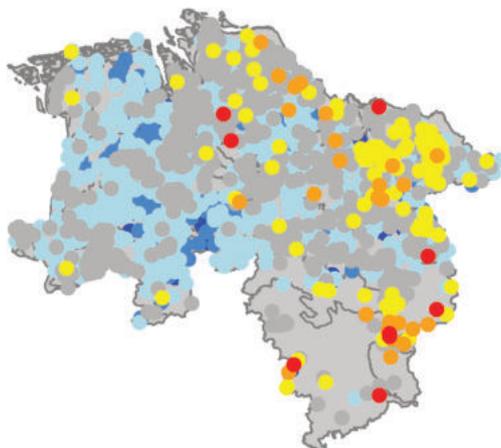


Abbildung 14: Vergleich der Grundwasserstände 2020 zum Vorjahr 2019: a) Differenz der Jahresendstände (Okt. 20 – Okt. 19), b) Differenz der höchsten Grundwasserstände im Winterhalbjahr (Nov-Apr), c) Differenz der niedrigsten Grundwasserstände im Sommerhalbjahr (Mai-Okt).

Saisonale Dynamik

Die Analyse der Grundwasseranstiege- und -absenkungen ermöglicht weitere Einblicke zum Verständnis der Grundwasserdynamik.

Als Anstieg ist hier der Standsunterschied zwischen dem Sommerminimum (bzw. maximal als Endstand im Oktober, siehe oben) und dem Wintermaximum definiert. Analog stellt die Absenkung die Differenz zwischen Wintermaximum und dem nachfolgenden Sommerminimum dar.

Im Referenzzeitraum 1988-2017 zeigten die Anstiege mit einem Median von 0,54 m und Absenkungen mit einem Median von -0,54 m landesweit eine tendenziell ausgewogene Entwicklung des Grundwasserstands-niveaus an (Tabelle 5). 2018 und 2019 wiesen jeweils höhere Absenkungen als Anstiegsbeträge aus. In beiden Jahren kam es zu einer Netto-Absenkung des Grundwasserstands-niveaus um insgesamt rund 0,3 m im Landesmittel (2018 ca. 0,17 m, 2019 ca. 0,14 m, NLWKN, 2020).

Regenerationspotential der Grundwasserstände

Ein Grundwasseranstieg auf ein höheres Niveau kann nur dann erfolgen, wenn die Anstiegsbeträge einen deutlichen Überschuss gegenüber den Absenkungsbeträgen aufweisen, zum Beispiel infolge extrem feuchter Winter und/oder feuchter Sommer. Bleiben Jahre mit überdurchschnittlichen Grundwasseranstiegen (bzw. unterdurchschnittlichen Absenkungen) jedoch aus, ist davon auszugehen, dass die Grundwasserstände längerfristig auf einem nun tieferen Niveau verharren oder bei ungünstiger Witterungsentwicklung gar weiter absinken. So hat es zum Beispiel in der Folge des Tiefstands 1996 vier Jahre gedauert, bis die Grundwasserhoch-, mittel- und -tiefstände die jeweiligen mittleren Niveaus wieder überschritten wurden (vergleiche Abbildung 8). Auch die weiterhin niedrigen Grundwasserstände 2020 sind noch eine unmittelbare Folgeerscheinung der Tiefstände des Vorjahres.

Um das Ausmaß der Auslenkung der Grundwasserstände zu illustrieren und eine Einschätzung für die Wahrscheinlichkeit einer schnellen Regeneration der Grundwasserstände zu ermöglichen, wurde für diese Berichtsreihe der

Der Grundwasseranstieg vom Sommer 2019 zum Winter 2020 fiel mit rund 0,8 m im Landesmittel überdurchschnittlich hoch aus. Auch die Absenkung fiel mit rund 0,7 m überdurchschnittlich hoch aus, unterm Strich ergibt sich aber, wie bereits im vorigen Abschnitt beschrieben, im Landesmittel eine Grundwasserstands-zunahme. Die Anstiege lagen mit einer Spanne von 0,41 bis 1,42 in allen Regionen mit Ausnahme des Weser-Leine-Berglandes im Mittel höher als die Absenkungen mit einer Spanne von 0,41 bis 1,5 m (Tabelle 5).

Aus der Analyse der saisonalen Dynamik folgt, dass die Gewinne gegenüber dem Vorjahr vor allem auf die günstige Neubildungssituation im Winterhalbjahr zurückzuführen sind. Daran haben auch die Herbstniederschläge 2019 ihren Anteil. Die überdurchschnittliche Absenkung im Sommerhalbjahr zeugt von weiterhin trockenen Verhältnissen, wie auch anhand der Klimadaten dargelegt wurde.

Indikator „Regenerationslast“ entwickelt: Unter der Annahme, dass das Erreichen des mittleren Jahreshochstands an einer Messstelle eine sinnvolle Ausgangslage für die nächste Absinkphase darstellt, lässt sich ausgehend vom aktuellen Jahrestiefstand ein erforderlicher Mindestanstieg definieren. Dieser wird dann zum mittleren jährlichen Grundwasseranstieg an einer Messstelle ins Verhältnis gesetzt. Wird der mittlere jährliche Grundwasseranstieg als Medianwert ausgedrückt, bedeutet ein Wert von 1, dass der Zielwert in der nächsten Anstiegsphase bei durchschnittlichen Anstiegswerten mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 Prozent erreicht oder überschritten wird. Bei einem Wert von zwei müsste der Wiederanstieg doppelt so hoch ausfallen, um das gewünschte Winterniveau zu erreichen, oder der Wiederanstieg müsste sich auf mehrere Jahre mit einem deutlichen Anstiegsüberschuss verteilen. Je größer die Regenerationslast, desto unwahrscheinlicher ist es, dass die Grundwasserstände sich kurzfristig wieder auf das mittlere Niveau des Referenzzeitraumes regenerieren. Eine Wiederauffüllung der Grundwasservorräte erfolgt dabei jedoch nicht

nur über außergewöhnliche Anstiege, hohe Niederschläge im Sommer führen entsprechend auch zu einer Verzögerung der saisonalen Absenkung.

Die Regenerationslast fällt mit einem landesweiten Mittelwert von 1,44 (Tabelle 5) deutlich geringer aus als im Vorjahr mit 1,72 (NLWKN 2020). Abbildung 15 zeigt, dass praktisch alle

untersuchten Messstellen eine Regenerationslast > 1 aufweisen. Besonders betroffen sind weiterhin die Geestregionen Niedersachsen, insbesondere in Ostniedersachsen mit Regenerationslasten > 1,8 (bis 2,71) (Tabelle 5). Insgesamt zeigt sich auch in der Regenerationslast insgesamt eine leichte Entlastung der Grundwasserstandssituation bei regional bedeutenden Unterschieden.

Tabelle 5: Saisonale Grundwasserstandsveränderungen und Nettodifferenzen in den Jahren 2019 und 2020 und Regenerationslast Ende 2020.

Region	Saisonale Grundwasseranstiege und Absenkungen (in Metern)						Regenerationslast 2020
	Mittlerer Anstieg 1988-2017	Mittlere Absenkung 1988-2017	Anstieg 2018/2019	Absenkung 2019	Anstieg 2019/2020	Absenkung 2020	
	Median der ausgewerteten Messstellen						
Nordseeinseln	0,5	0,49	0,49	0,48	0,74	0,61	1,42
Marschen	0,32	0,31	0,36	0,36	0,47	0,41	1,18
Ems-Leda-Hunte-Niederungen	0,79	0,76	0,79	0,79	1,06	0,92	1,15
Weser-Aller-Wümme-Niederungen	0,66	0,64	0,45	0,56	1,01	0,87	1,37
Elbe-Niederung	0,49	0,52	0,45	0,51	0,69	0,64	1,59
Oldenburg-Ostfriesische Geest	0,79	0,8	0,85	0,88	1,2	0,96	1,25
Ems-Hunte-Weser-Geest	0,61	0,62	0,43	0,62	0,96	0,73	1,46
Stader Geest	0,38	0,41	0,17	0,48	0,68	0,56	1,8
Lüneburger Geest	0,29	0,36	0,25	0,5	0,41	0,41	2,71
Hannoveraner Geest	0,47	0,5	0,18	0,52	0,68	0,6	2,05
Börden	0,54	0,55	0,35	0,48	0,68	0,62	2,01
Westliches Bergland	0,98	0,95	1,03	1,12	1,42	1,22	1,25
Sandmünsterland	0,84	0,84	0,97	1,02	1,24	0,9	1,14
Weser- und Leinebergland	1,23	1,28	0,87	1,07	1,41	1,5	1,49
Harz	1,04	1,07	1,18	1,09	1,17	1,16	1,18
Niedersachsen	0,54	0,54	0,43	0,57	0,83	0,67	1,44

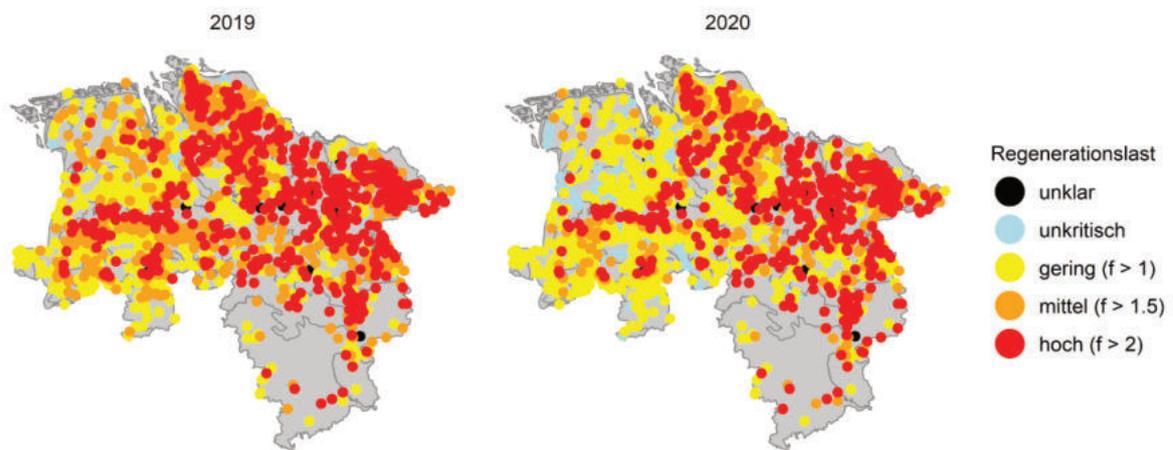


Abbildung 15: Regenerationslast als Indikator für das Regenerationspotential der Grundwasserstände.

Zusammenfassende Diskussion und Ausblick

Situation der Grundwasserstände 2020

Die Trockenjahre 2018 und 2019 markieren den vorläufigen Höhepunkt einer bereits seit ca. 2009, also über nunmehr elf Jahre, anhaltenden Phase mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen und niedrigen Grundwasserständen (Abbildung 8). Im Sommer 2019 lagen überwiegend extrem niedrige Grundwasserstände vor, die in 56 Prozent der untersuchten Messstellen die tiefsten Werte der vorangegangenen 31 Jahre unterschritten (NLWKN 2020). Diese extreme Grundwasserstandssituation bestand auch 2020 weiter fort.

Die hier ausgewerteten Indikatoren zeigen einen leichten Anstieg der Grundwasserstände auf einem weiterhin niedrigen bis extrem niedrigen Niveau. Im Schnitt lag auch 2020 über sechs Monate eine Grundwasserdürrelage vor (2019: 10 Monate). Außergewöhnliche Niederschläge, die eine überdurchschnittlichen Grundwasserneubildung und damit auch einen außergewöhnlichen Anstieg der Grundwasserstände hervorrufen konnten, waren nicht eingetreten. An 173 Messstellen wurden erneut Tiefstwerte der Vorjahre unterboten. Insgesamt lagen die Grundwasserstände in Niedersachsen im Jahr 2020 weitgehend zwischen den Niveaus der Trockenjahre 2018 und 2019. Dabei kam es zu deutlichen standörtlichen und

regionalen Differenzierungen. Problembereiche mit einem deutlich höheren Anteil an Messstellen mit ungünstiger Grundwasserstandsentwicklung sind insbesondere die Geestgebiete Ostniedersachsens.

Insgesamt verharrten die Grundwasserstände 2020 in Niedersachsen trotz einer leichten Entspannung auf einem niedrigen bis extrem niedrigen Grundwasserstandsniveau. Eine grundlegende Verbesserung der Grundwasserstände im Vergleich zu den extremen Trockenjahren 2018 und 2019 trat 2020 nicht ein.

Ausblick auf das Jahr 2021

Im Winter 2020/2021 lag die Niederschlagstätigkeit im üblichen Rahmen, nasse Witterungsabschnitte führten zu einer weitgehenden Auffüllung der Bodenwasservorräte in den oberen Bodenschichten (DWD 2021 b). Im Frühjahr folgte eine Phase trockener Witterungsverhältnisse mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen. Erst ab Mai traten dann hohe Niederschläge auf (DWD 2021 c). Zum Zeitpunkt der Berichterstellung im Juli 2021 zeigen stichprobenartige Auswertungen an ausgewählten Messstellen, dass die winterliche Neubildungsphase weitgehend ähnlich wie in den Vorjahren verlief und eine überdurchschnittliche Wiederauffüllung der Grundwasservorräte nicht stattfand. Jedoch sanken die Grundwasserstände in Folge hoher Niederschläge im Mai

und Juni in vielen Messstellen nur langsam ab, so dass hier im Sommer 2021 ähnliche oder höhere Grundwasserstände als im Vorjahr vorlagen, die auch als durchschnittlich bis hoch einzustufen sind. Es sind jedoch auch Messstellen mit abweichenden Entwicklungen bekannt. Tendenziell zeichnet sich aktuell eine Entspannung der Grundwasserstandssituation ab. Das Ausmaß dieser Entspannung und die regionalen wie standörtlichen Unterschiede sind derzeit jedoch noch unklar. Eine umfassende Auswertung erfolgt nach Abschluss des hydrologischen Jahres 2021.

Klimawandel und Grundwasser

Für die zukünftige Entwicklung des Klimas gehen Klimaforscher für Niedersachsen derzeit von einem weiteren Anstieg der Jahresmitteltemperaturen aus (MU/DWD 2018). Damit steigen auch die Verdunstungswerte weiter an. Für die Niederschläge werden für den kurzfristigen Planungshorizont bis 2050 keine Änderungen der mittleren Jahresniederschlagssummen erwartet, wohl aber eine Verschiebung der Niederschlagsverteilung zugunsten erhöhter Winterniederschläge (MU/DWD 2018). Generell sind Extremereignisse wie Dürren und Hochwasser häufiger zu erwarten als bisher. Diese Änderungen sind eine direkte Fortsetzung der bereits in der Vergangenheit in Niedersachsen zu beobachtenden Veränderungen (MU/DWD, 2018; Scheihing, 2019).

Die resultierenden Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserneubildungsraten wurden in der Klimawirkungsstudie für das Land Niedersachsen (MU, 2019) auf Basis eines Modellensembles für das Klimaszenario RCP8.5 („weiter-wie-bisher“) untersucht. Die Klimawirkungsstudie kommt zu dem Schluss, dass die Modellrechnungen für die Jahresneubildungsraten keinen eindeutigen Trend erkennen lassen. Für die nahe Zukunft (2021-2050) zeigt die mittlere Tendenz nur geringe Änderungen, für die ferne Zukunft (2071-2100) wird in der mittleren Tendenz eine verstärkte Differenzierung in Gebiete mit Abnahmen und Zunahmen deutlich. Die Spannweite der Modelle reicht dabei von zunehmenden bis hin zu abnehmenden Grundwasserneubildungsraten für Niedersachsen. Einheitlich zeigt die Mehrzahl der Modelle jedoch auch für die Grundwasser-

neubildung eine deutliche Verstärkung der Saisonalität, das heißt eine Abnahme im Sommerhalbjahr sowie eine Zunahme im Winterhalbjahr. Diese Änderungen resultieren aus den vorstehend prognostizierten Entwicklungen der Niederschläge und der Temperaturen.

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserstände in Niedersachsen lassen sich angesichts der unklaren Aussagen zur Grundwasserneubildung nur schwer einschätzen. Grundsätzlich ist bei einer Verringerung der Grundwasserneubildung auch eine Absenkung des Grundwasserstands-niveaus zu erwarten, analog bei einer Erhöhung auch eine Anhebung. Daneben kann jedoch auch eine veränderte Saisonalität der Neubildungsraten Auswirkungen auf die Standsdynamik haben. Durch die Erhöhung der Neubildung auf das Winterhalbjahr ist auch von einer entsprechenden Erhöhung des saisonalen Grundwasseranstiegs auszugehen, gleichzeitig verlängert sich nicht nur die sommerliche Absinkphase, auch die Absinkraten könnten durch die verringerten Neubildungsraten im Sommer höher ausfallen. Ob sich diese Faktoren ausgleichen oder insgesamt ebenfalls zu einer Verschiebung des Grundwasserstands-niveaus führen, ist derzeit noch unklar.

Klima wird über die mittleren Verhältnisse der Klimaparameter über einen längeren Zeitraum definiert. In der Praxis wird hier ein Zeitraum von 30 Jahren angesetzt, um die kurzfristigen Schwankungen auszugleichen. Auch die Grundwasserstandsdynamik wird nicht nur von den klimatischen Entwicklungstendenzen bestimmt, sondern auch durch die konkrete Ausgestaltung der Witterungsdynamik innerhalb der klimatischen Zeithorizonte beeinflusst, insbesondere durch die Saisonalität und die zukünftige Verteilung von Trocken-, Feucht- und Normaljahren.

Es ist auch in Hinblick auf die Zunahme von Extremereignissen nicht auszuschließen, dass wesentlich häufiger als bisher sehr niedrige bis extrem niedrige Grundwasserstände im Spätsommer erreicht werden. Zwar haben frühere Trockenereignisse wie in den 50er und 70er Jahren ebenfalls extreme Grundwasserstandsabsenkungen zur Folge gehabt, nach dem aktuellen Forschungsstand lassen sich die extremen Trockenjahre 2018 und 2019 jedoch nicht

lediglich als Folge zufälliger Witterungsschwankungen interpretieren. Für die Hitzeperiode 2018 und die Hitzewellen 2019 konnte durch Attributionsstudien der Einfluss des Klimawandels nachgewiesen werden (WWA 2018, 2019). Wesentliche Ursache für die anhaltende Hitze und Trockenperiode 2018 war ein großräumiges Strömungsmuster mit einer beständigen Hochdrucklage im Norden Europas, das über Monate hinweg den Weg für atlantische Tiefdruckgebiete nach Mitteleuropa blockierte (CEDIM-FDA, 2018). Mann et al. (2018) konnten zeigen, dass derartige Strömungsmuster unter dem Einfluss des Klimawandels zukünftig mit größerer Wahrscheinlichkeit auftreten und so die Ausbildung von Extremwetterlagen auf der Nordhemisphäre forcieren.

Zur Klärung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserstände erfolgen in Phase 7 der KLBIW-Projektreihe aktuelle Untersuchungen auf Basis von Klimamodellrechnungen unter Beteiligung des NLWKN, dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), der Leibniz-Universität Hannover und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) durch. Das Projekt wird vom Land Niedersachsen gefördert, Ergebnisse werden Ende 2022 erwartet.

Grundwasser und Umwelt

Veränderungen der Grundwasserstände haben direkte Auswirkungen auf den Grundwasserzustrom in Fließgewässern, den Wasserstand stehender Gewässer sowie auf die Wasserversorgung grundwasserabhängiger Ökosysteme (z.B. Bruchwälder, Feuchtwiesen, Moore) und sonstigen Flächen (Ackerland, Wald und Forst) über den kapillaren Aufstieg.

Zu den veränderten Grundwasserständen infolge der klimatischen und witterungsbedingten Entwicklungen addieren sich förderbedingte Absenkungen hinzu. Sie können auf lokaler Ebene zu einer zusätzlichen Verschärfung der Grundwasserstandssituation führen.

Für einzelne Nutzergruppen (insbesondere für landwirtschaftliche Bewässerung, aber auch für die öffentliche Trinkwasserversorgung) fiel zudem der Grundwasserbedarf insbesondere 2018 erheblich höher aus als üblich und führte

dort auch zu entsprechend höheren Absenkungen der Grundwasserstände bzw. der Druckpotentiale (Abbildung 6) gerade während der Trockenperiode.

Der Grundwasserstand kann daher unmittelbar eine Gefährdung abhängiger Ökosysteme anzeigen, sofern ein Bezug zwischen Messstelle und dem betrachteten Gewässer oder Landökosystem gegeben ist.

Ein unmittelbarer Rückschluss über den Grundwasserstand auf die Grundwasserverfügbarkeit für menschliche Nutzungen ist jedoch nur bedingt möglich, da die Neubildungsdynamik sich nicht in der absoluten Höhe der Grundwasserstände, sondern vielmehr in den Veränderungen (Anstiege und Absenkungen) der Grundwasserstände widerspiegelt. Auch ist hier der langfristige Ausgleich von Trockenphasen durch Feuchtphasen zu berücksichtigen.

Gleichwohl ist die Grundwasserstandsentwicklung ein wichtiger Indikator für Veränderungen des Grundwasserhaushalts, sie spiegelt sowohl die klimatischen und witterungsbedingten Veränderungen wieder, als auch die infolge menschlicher Nutzungen und Eingriffe auftretenden Veränderungen des Wasserhaushalts beziehungsweise des hydraulischen Systems.

Die zu erwartenden Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwasserverfügbarkeit sind in der Grundwasserbewirtschaftung zu berücksichtigen (vgl. LAWA, 2017). Dies ist insbesondere deshalb von Bedeutung, da der Klimawandel auch den Nutzungsdruck auf die Grundwasserressourcen weiter erhöhen wird. Hier sind insbesondere der Ausbau der Feldberegnung als auch sich verändernde Spitzenlasten der öffentlichen Trinkwasserversorgung (Scheiing, 2019) zu nennen.

Gemäß den Vorgaben der EG-Wasserrahmenrichtlinie bewertet der NLWKN alle sechs Jahre den mengenmäßigen Zustand der Grundwasserkörper und schätzt zusätzlich das Risiko bezüglich des Erreichens der Bewirtschaftungsziele für die Grundwasserkörper nach EG-Wasserrahmenrichtlinie ein. Nach den gesetzlichen und fachlichen Vorgaben werden ausdrücklich **nur** die Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten (z.B. Grundwasserentnahmen) bewertet (EG-WRRL Anhang V 2.1.2; GrwV

§ 4(2)). Die Auswirkungen von Witterungsschwankungen werden hier nicht bewertet. Im Ergebnis hat das dazu geführt, dass unter dem Blickwinkel der WRRL alle GW-Körper in Niedersachsen in einen mengenmäßig guten Zustand eingestuft sind.

Bei der Beantragung von Grundwasserentnahmen ist der Gewässerkundliche Landesdienst GLD von der zuständigen Genehmigungsbehörde zu beteiligen, wenn wesentliche Auswirkungen auf den Wasserhaushalt zu erwarten sind. Der GLD nimmt dann im Rahmen eines Wasserrechtsverfahrens Stellung zu den lokalen Auswirkungen eines Vorhabens auf das Grundwasser. Dazu muss der Antragsteller die voraussichtlichen Auswirkungen einer Entnahme durch entsprechende Gutachten darlegen.

Maßgeblich für wasserwirtschaftliche Planungen sind in der Regel die durchschnittlichen klimatischen Verhältnisse. Diese werden konventionell über einen 30-Jahreszeitraum bestimmt. Speziell für die Bewirtschaftung von Grundwasserressourcen ist dies bedeutsam, da Niederschlag und Verdunstung (und damit auch die Grundwasserneubildung) natürlichen Schwankungen unterliegen. Durch Bezug auf mittlere Verhältnisse soll langfristig ein Ausgleich dieser Schwankungen sichergestellt werden. Dabei werden in Wasserrechtsverfahren je nach Art der Entnahme und der zu erwartenden Auswirkungen auch weitergehende Betrachtungen durchgeführt, um instationäre Verhältnisse oder Trockenphasen zu berücksichtigen. Die Entscheidungsbasis wird kontinuierlich an den Stand der Technik angepasst; dazu gehört zum Beispiel der verstärkte Einsatz hydrogeologischer Modelle und die Einbeziehung des Klimawandels mit dem jeweils aktuellen Erkenntnisstand.

Einen Handlungsrahmen für die Genehmigungspraxis in den unteren Wasserbehörden liefert der Grundwassermengenbewirtschaftungserlass (MU, 2020). Er benennt für die einzelnen Grundwasserkörper und Landkreise

Richtwerte der für Entnahmen nutzbaren Dargebotsreserven. Die verfügbaren Dargebotsreserven werden dabei bereits auf Basis von Trockenjahren (= dem Trockenwetterdargebot) und nicht von durchschnittlichen Verhältnissen abgeleitet. Dieser Erlass wird derzeit neu konzipiert und überarbeitet. In der zukünftigen Fassung werden neben Trockenjahren auch die aktuellen Klimaprognosen sowie die Erkenntnisse aus dem Wasserversorgungskonzept des Landes Berücksichtigung finden.

Ein wichtiger Baustein der Grundwasserbewirtschaftung auf überregionaler Ebene ist die Aufstellung eines landesweiten Wasserversorgungskonzeptes (MU 2018) durch das Land Niedersachsen. Mit diesem Vorhaben sollen der derzeitige Stand und die Perspektiven der Wassernutzung durch die einzelnen Nutzergruppen aufgezeigt und Veränderungen des Nutzungsdrucks frühzeitig erkannt werden, um langfristig eine ausreichende Wasserversorgung sicherzustellen.

Schlusswort

Die Auswirkungen des Klimawandels sind auch in Niedersachsen deutlich spürbar. Die Entwicklungen, die sich nicht nur als Folge der Trockenjahre 2018 und 2019, sondern bereits seit über zehn Jahren in unseren Grundwasserständen abzeichnen, sind nicht lediglich Folge zufälliger Witterungsschwankungen, sondern auch Ausdruck einer sich infolge des Klimawandels insgesamt verändernden Wasserhaushaltsdynamik. Die extremen Trockenjahre 2018 und 2019 wirken dabei auch 2020 in den Grundwasserständen weiter nach.

Für eine vorausschauende Grundwasserbewirtschaftung wird es daher zukünftig noch mehr erforderlich sein, nicht nur die aktuellen klimatischen Bedingungen zu betrachten, sondern sowohl die zu erwartenden klimatischen Bedingungen inklusive der damit einhergehenden Extreme, als auch die Veränderungen der Wasserbedarfe für die verschiedenen Nutzungen angemessen zu berücksichtigen.

Literatur- und Quellenverzeichnis

Böttcher, Falk (2020): Die Witterung 2019 - Global, in Europa und Deutschland. DWD-Vortrag. https://www.klima.sachsen.de/download/dwd_vortrag_20200130_globale_Einordnung_Phaenologie.pdf (Zugriff am 16.03.2020)

CEDIM Forensic Disaster Analysis Group (FDA) (2018): Dürre & Hitzewelle Sommer 2018 (Deutschland). Report No. 1, CEDIM Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology.

DWD (2019): Lang ersehntes Nass verbesserte vielerorts die Bodenfeuchtesituation im Herbst 2019 (Stand: 16.01.2019), https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/berichte/pdfs/2019_bericht_herbst.html?nn=730330 (Zugriff am 28.07.2020)

DWD (2020 a): Wüchsig, mild und gegen Ende sehr nass: der Agrarwinter 2019/2020 (Stand: 31.03.2020), https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/berichte/pdfs/2019_2020_bericht_winter.html?nn=730330 (Zugriff am 28.07.2020)

DWD (2020 b): Warm, sonnig und trocken mit kühlem Ausklang: Die agrarmeteorologische Situation im Frühling 2020 (Stand: 13.07.2020), https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/berichte/pdfs/2020_bericht_fruehjahr_barrierefrei.html?nn=730330 (Zugriff am 28.07.2020)

DWD (2020 c): Trotz wechselhafter Witterung starke Bodentrockenheit: Die agrarmeteorologische Situation im Sommer 2020 (Stand: 13.11.2020), https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/berichte/pdfs/2020_bericht_sommer_barrierefrei.html?nn=730330 (Zugriff am 28.07.2020)

DWD (2020 d): Weiterhin trockene Böden: Die agrarmeteorologische Situation im Herbst 2020 (Stand: 11.12.2020), https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/berichte/pdfs/2020_bericht_herbst_barrierefrei.html?nn=730330 (Zugriff am 28.07.2020)

DWD (2021 a): Deutscher Wetterdienst, Climate Data Center, <http://www.dwd.de/cdc> (Zugriff am 28.04.2021)

DWD (2021 b): Große Temperaturunterschiede und Auffüllung der Oberböden: Der agrarmeteorologische Winter 2020/2021 (Stand: 10.03.2021), https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/berichte/pdfs/2020_2021_bericht_winter_barrierefrei.html?nn=730330 (Zugriff am 28.07.2020)

DWD (2021 c): Ungewohnt kalt und gegen Ende nass: Der agrarmeteorologische Frühling 2021

(Stand: 08.06.2021), https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/berichte/pdfs/2021_bericht_fruehjahr.html?nn=730330 (Zugriff am 28.07.2020)

MU (Hrsg., 2019): Klimawirkungsstudie Niedersachsen – Wissenschaftlicher Hintergrundbericht erstellt durch das Klimakompetenznetzwerk Niedersachsen. https://www.lbeg.niedersachsen.de/bo-den_grundwasser/klimawandel/klimawirkungsstudie/klimawirkungsstudie-niedersachsen-176704.html (Zugriff am 27.07.2021)

LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft – Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder 2017 (Kurztitel: LAWA Klimawandel-Bericht 2017). Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).

Mann, M.E., Rahmstorf, S., Kornhuber, K., Steinhilber, B.A., Miller, S.K., Petri, S., Coumou, D. (2018): Projected changes in persistent extreme summer weather events: The role of quasi-resonant amplification. *Science Advances* 2018(4).

Michael E. Mann (2018): It's not rocket science: Climate change was behind this summer's extreme weather. In: *The Washington Post*, 2. November 2018.

MU (2018): Das Niedersächsische Wasserversorgungskonzept - Grundzüge des Konzeptes. https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/140631/2018-11-22_Wasserversorgungskonzept_Niedersachsen_MU_Vortrag.pdf (Zugriff am 19.03.2020)

MU (2020): Mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers, RdErl. d. MU v. 29. 5. 2015 – Aktenzeichen 23-62011/010 (Nds. MBI. 2015 Nr. 25, S. 790), Zuletzt geändert durch RdErl. vom 20.10.2020 (Nds. MBI 2020 Nr. 49, S. 1194).

MU/DWD Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz & Deutscher Wetterdienst (2018): Klimareport Niedersachsen – Fakten bis zur Gegenwart, Erwartungen für die Zukunft. Hannover.

Müller, U., Waldeck, A. (2011): Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Geoberichte 19, Hannover.

NLWKN (2014): Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN), Güte- und Standmessnetz Grundwasser. NLWKN Schriftenreihe Grundwasser 18, Norden.

Scheihing, K. W. (2019): Klimawandel in Niedersachsen und mögliche Folgen für die Grundwasserbewirtschaftung: ein Review. Hydrologie und Wasserwirtschaft 63(2), 85-97.

Schönthaler, K. (2019): Indikator-Factsheet: Grundwasserstand und Quellschüttung. Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie - Indikator-Factsheets zum Handlungsfeld Wasser WW-I-1. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/380/dokumente/ww-i-1_indikator_grundwasserstand_2019_0.pdf (Zugriff am 17.03.2020)

NLWKN (2019): Grundwasserbericht Niedersachsen - Sonderausgabe zur Grundwasserstandssituation im Trockenjahr 2018. NLWKN Schriftenreihe Grundwasser 36, Norden.

NLWKN (2020): Grundwasserbericht Niedersachsen - Sonderausgabe zur Grundwasserstandssituation in den Trockenjahren 2018 und 2019. NLWKN Schriftenreihe Grundwasser 41, Norden.

WWA: World Weather Attribution (2018): Heatwave in northern Europe, summer 2018. <https://www.worldweatherattribution.org/attribution-of-the-2018-heat-in-northern-europe/> (Zugriff am 16.03.2020)

WWA: World Weather Attribution (2019): Human Contribution to the record-breaking July 2019 heat wave in Western Europe. <https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/July2019heat-wave.pdf> (Zugriff am 16.03.2020)

