

Grundwasserbericht Niedersachsen

Sonderausgabe zur Grundwasserstandssituation in den Trockenjahren 2018 und 2019



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

Bildnachweis:
Bild Vorwort: © picture alliance, Holger Hollemann, dpa

1. Auflage: März 2020, 300 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/

Vorwort des Niedersächsischen Umweltministers



Liebe Leserin, lieber Leser!

Spätestens mit den Trockenjahren 2018 und 2019 dürfte jeder und jedem von uns klar sein: Der Klimawandel ist in Niedersachsen angekommen. Und wenngleich die Prognosen für die zukünftige Entwicklung nach wie vor keine eindeutige Sprache sprechen, so haben die Erfahrungen der beiden vergangenen Jahre zumindest einen Vorgeschmack darauf gegeben, was wir zu erwarten haben, was die prognostizierten Änderungen für Niedersachsen konkret bedeuten können – und zwar nicht in einer fernen und nicht greifbaren Zukunft, sondern schon heute und morgen.

Die Folgen der besagten Trockenjahre waren für die Umwelt dramatisch: Bäume starben ab, Gewässer fielen trocken, die Landwirtschaft musste erhebliche Ernteeinbußen hinnehmen – und nicht zuletzt sanken auch die Grundwasserstände auf Rekordtiefen ab. Sie sind ein wichtiger Indikator, quasi ein Gradmesser. Grundwasserstände reagieren nicht nur auf die Veränderungen der Witterung und des Klimas, sie sind darüber hinaus ein Warnsystem für die Folgen eines zunehmenden Nutzungsdrucks. Die ökologische Funktion von Oberflächengewässern und grundwasserabhängigen Landökosystemen hängt direkt vom Grundwasserstand ab. Vor diesem Hintergrund stehen Wasserwirtschaft und Umweltschutz in Niedersachsen vor großen Herausforderungen. Spannungen, die sich aus den Auswirkungen des Klimawandels, einem ansteigenden

Nutzungsdruck und Ansprüchen der Umwelt ergeben, müssen gelöst und das Grundwasser als nachhaltig bewirtschaftete Ressource erhalten werden.

Aber: Eine kluge und in die Zukunft gerichtete Politik braucht gute Daten und verlässliche Expertisen. Vergangene Entwicklungen zu verstehen, laufende Prozesse zu beobachten und Prognosen für mögliche, zu erwartende Szenarien zu erstellen – dieses Spektrum könnte ohne den NLWKN kaum abgedeckt werden, der als Fachbehörde landesweit Daten erhebt und für zentrale Auswertungen verfügbar macht.

Bereits 2018 hat der Sonderbericht des NLWKN die Grundlagen geschaffen, die Dürresituation des Trockenjahres mit ihren Auswirkungen auf die Grundwasserstände darzustellen. Zur Drucklegung im vergangenen Frühjahr zeichneten sich die ungünstigen Startbedingungen für den folgenden Sommer bereits ab, und die Entwicklung 2019 führte vielerorts zu noch tieferen Grundwasserständen.

Ich freue mich, dass der NLWKN mit Blick auf die nochmalige Verschärfung der Grundwasserstandsituation im vergangenen Jahr wieder umfassendes Datenmaterial zur Grundwasserstandentwicklung in Niedersachsen vorlegt und diese Erkenntnisse einer breiten Öffentlichkeit zugänglich macht.

Freundliche Grüße,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Olaf Lies', with a long horizontal line extending to the right.

Olaf Lies
Niedersächsischer Minister für
Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz

Einleitung

Das Grundwasser hat eine zentrale Bedeutung für den Landschaftswasserhaushalt, die öffentliche Wasserversorgung, die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen und die Wasserführung in Oberflächengewässern. Das Jahr 2018 war europaweit von einer über Monate andauernden Trockenperiode geprägt, die auch in Niedersachsen zu Ernteausfällen, zu verminderter Wasserführung in Flüssen und Bächen, zu Versorgungsengpässen mit Trinkwasser sowie zu einem Rückgang der Grundwasserstände führte. Auch im Folgejahr 2019 sanken die Grundwasserstände bei erneut trockenen Witterungsverhältnissen auf extreme Tiefstände ab und unterschritten in vielen Messstellen die Tiefstände des Vorjahres.

Zu den Aufgaben des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) als Teil des Gewässerkundlichen Landesdienstes (GLD) gehören die Beratung von Wassernutzern und Behörden zu Fragen der Wasserbewirtschaftung sowie die Information der Öffentlichkeit. Dazu betreibt der NLWKN ein landesweites Messnetz zur Überwachung der Grundwasserstände in Niedersachsen. Aus dem Messnetz liegen dem NLWKN umfangreiche und langjährige Daten zur Entwicklung der Grundwasserstände in Niedersachsen vor.

Datengrundlage und Datenaufbereitung

Für diese Sonderausgabe wurden die Grundwasserstandsdaten von insgesamt 1430 Grundwassermessstellen des NLWKN in den Messprogrammen Grundwasserstand und Wasserrahmenrichtlinie (NLWKN, 2014) sowie Messstellen Dritter im Messprogramm Wasserrahmenrichtlinie ausgewertet. 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% Fehlmonaten im Betrachtungszeitraum. Messstellen mit bis zu drei Fehlmonaten am Ende des Betrachtungszeitraums (Aug-Okt 2019)

Bereits 2018 hatte der NLWKN die extremen Witterungsbedingungen zum Anlass genommen, die Entwicklung der Grundwasserstände im hydrologischen Jahr 2018 (November 2017 – Oktober 2018) zusammenfassend in einem Bericht (Wriedt, 2019) darzustellen. Das weitere Absinken der Grundwasserstände in 2019 ist Anlass, auch die Entwicklung des hydrologischen Jahres 2019 mit dem vorliegenden Bericht zusammenzufassen und zu analysieren.

Ein wesentliches Element in diesem Bericht ist die vergleichende Darstellung der Grundwasserstandsentwicklung in den Jahren 2018 und 2019. Im Vergleich zum Bericht des Vorjahres wurden methodische Verbesserungen durchgeführt. Dadurch können sich im Detail geringfügige Abweichungen zu den Ergebnissen des Vorjahresberichtes ergeben, die grundlegenden Aussagen bleiben jedoch erhalten. Darüber hinaus wurden neue Aspekte in den Bericht mit aufgenommen. Einzelne Passagen wurden entsprechend ergänzt oder grundlegend verändert. Andere Passagen wurden unverändert beibehalten, da die Aussagen weiterhin gültig sind und im Sinne einer umfassenden und in sich abgeschlossenen Diskussion für wichtig erachtet wurden.

wurden in der Betrachtung gelassen, da der Tiefpunkt der Entwicklung 2019 in den meisten Messstellen im Juli/August erreicht war oder annähernd erreicht war.

Messstellen mit einer im Ganglinienverlauf eindeutig erkennbaren, erheblichen Beeinflussung durch Bewässerungsentnahmen wurden von der kartografischen und statistischen Auswertung ausgeschlossen. Derartige Messstellen konzentrieren sich regional im östlichen Niedersachsen, insbesondere auf das Uelzener Becken. Die maximalen Absenkungen und auch die saisonale Grundwasserstandsdynamik werden hier maßgeblich durch die Förderleistung und die Förderintervalle gesteuert und nicht durch den Witterungsverlauf. In vielen

Fällen handelt es sich um Messstellen in zweiten oder dritten, gespannten Grundwasserstockwerken, deren Ganglinienverläufe nicht auf das obere Grundwasserstockwerk übertragbar sind. Aus früheren Analysen (Wriedt, 2019) und der visuellen Ganglinienkontrolle kann angenommen werden, dass die übrigen Messstellen zum überwiegenden Teil frei von unmittelbaren Entnahmeeinflüssen sind oder diese gemessen an den Jahresamplituden als geringfügig einzustufen sind. Einzelne Messstellen zeigen über vieljährige Zeiträume weitgehend konstante Entnahmeeinflüsse, so dass die Entwicklung der letzten Jahre ebenfalls weitgehend als klimabedingt einzustufen ist. Messstellen, die innerhalb der letzten drei Jahre einen deutlichen, entnahmebedingten Grundwasserrückgang zu verzeichnen haben sind Ausnahmefälle und treten als Folge neu eingerichteter Bewässerungsbrunnen im Umfeld der Messstelle auf.

Von den 1430 verfügbaren Messstellen wurden schlussendlich 1354 Messstellen in die Auswertung übernommen.

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. Der Auswertzeitraum umfasst insgesamt 32 Jahre und beinhaltet die hydrologischen Jahre 2018 und 2019 sowie die vorangegangenen 30 Jahre (1988 bis 2017) als Referenzzeitraum zur Ableitung der langjährigen statistischen Kenngrößen und zur Darstellung der

historischen Entwicklung der Grundwasserstände.

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% 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, 2020). 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 |

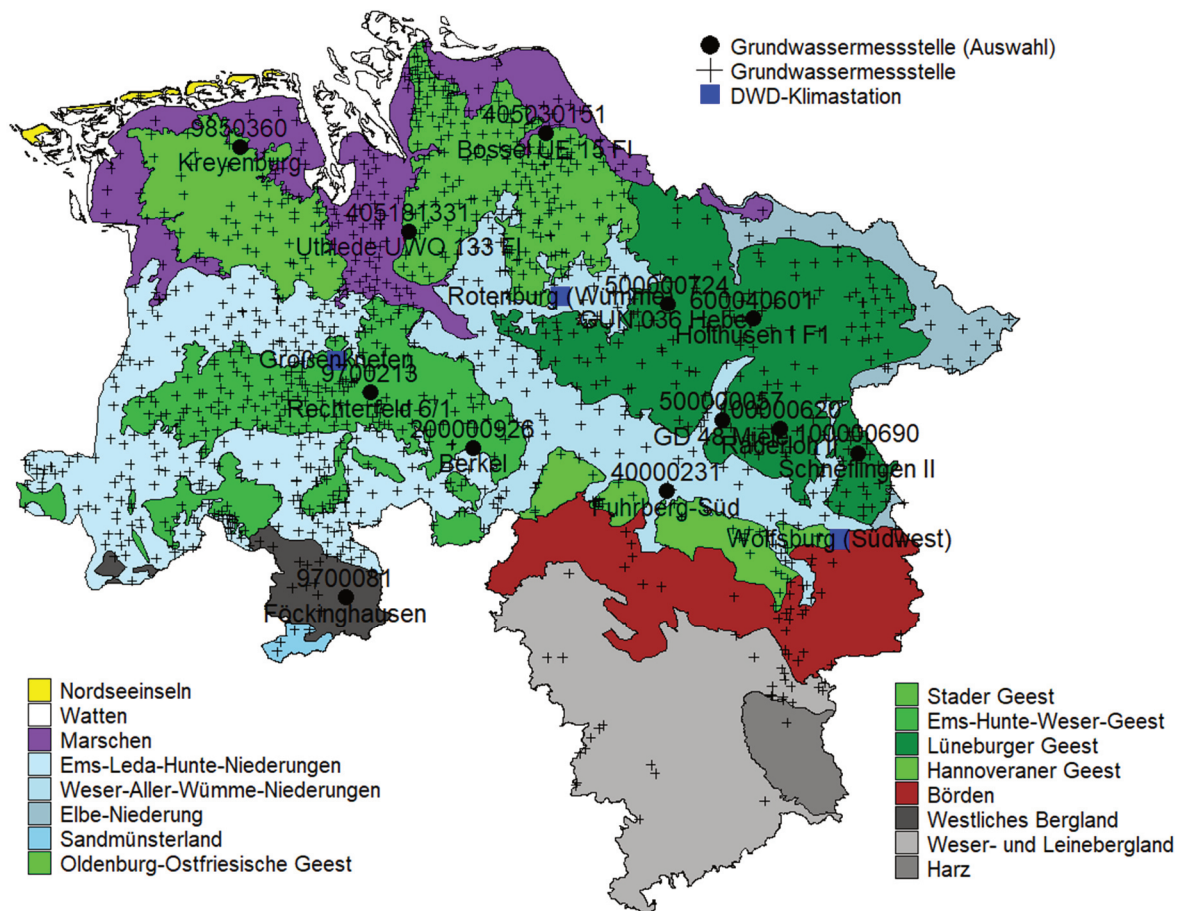


Abbildung 1: Lage ausgewählter Grundwassermessstellen und Klimastationen und den Auswertungen zugrunde gelegte naturräumliche Einteilung Niedersachsens.

Meteorologische Situation 2018 bis 2019

Das hydrologische Jahr 2018 zeichnete sich zwischen November 2017 und Januar 2018 durch durchschnittliche bis überdurchschnittlich hohe Niederschläge aus. Vorausgegangen waren zum Teil extrem feuchte Sommermonate im Juni und Juli 2017. Ab Februar kam es jedoch zu einer Trockenheit, die sich mit steigenden Temperaturen im Sommer zunehmend verschärfte und die bis in den Herbst andauerte (CEDIM-FDA, 2018). Die Niederschlagsmengen blieben dabei weit unter dem Durchschnitt. So fielen im 6-Monatszeitraum von Februar bis Juli 2018 in Niedersachsen mit 197 mm nur knapp 57 % der in diesem Zeitraum üblichen Regenmenge von 369 mm (CEDIM-FDA, 2018). Der Sommer war darüber hinaus außergewöhnlich warm. Der 4-Monatszeitraum April bis Juli 2018 war der wärmste seit Aufzeichnungsbeginn in Deutschland (CEDIM-FDA, 2018). Die hohen Temperaturen hielten bis in den Herbst an. Das Trockenjahr

2018 wurde in Hinblick auf das deutschlandweite Niederschlagsdefizit gemessen am Zeitraum Februar bis Juli nur in den Jahren 1921 und 1976 übertroffen (CEDIM-FDA 2018).

Durchschnittliche bis leicht überdurchschnittliche Niederschläge führten zwischen Januar und März 2019 zu einer teilweisen Auffüllung der Bodenwasservorräte und Sickerwasserbildung. Im Frühjahr 2019 wechselten sich trockene Witterungsperioden mit Schauern und Gewittern ab. Der Juni 2019 war dann wieder von extremer Hitze geprägt und gilt als viertwärmster Juni seit Beginn der Aufzeichnungen. Im deutschlandweiten Mittel war 2019 nach 2018 und 2014 das drittwärmste Kalenderjahr (Böttcher, 2020). Gleichzeitig stellten sich unterdurchschnittliche Niederschläge ein und die Kombination aus hoher Verdunstung und geringen Niederschlägen führte erneut zu einer extremen Dürresituation. (DWD 2019a)

Die Niederschlagsverhältnisse fielen im Kalenderjahr 2019 nicht ganz so extrem aus wie 2018, blieben jedoch auf unterdurchschnittlichem Niveau. Nur in einem Gebiet vom Emsland längs der Nord- und Ostseeküsten war in Deutschland von normalen Jahresniederschlagssummen auszugehen (Böttcher, 2020). Bis Ende des Sommers fielen im Kalenderjahr 2019 deutschlandweit im Mittel ca. 430 mm Niederschlag, im Vergleich zu 370 mm im Vorjahr (Mittelwert 1981-2010: ca. 500 mm) (DWD 2019b). Die sommerliche Trockenperiode wurde dann im Spätsommer durch intensive Niederschläge beendet.

Am Beispiel der Klimastationen Großenkneten, Rotenburg (Wümme) und Wolfsburg zeigt Abbildung 2 die Entwicklung der Niederschläge und klimatischen Wasserbilanzen in Niedersachsen für die hydrologischen Jahre 2017 bis 2019 im Vergleich zur mittleren Entwicklung im Referenzzeitraum 1988-2017. Die Lage der Stationen ist in Abbildung 1 dargestellt.

Während Dezember 2017 und Januar 2018 noch überdurchschnittlich hohe Niederschläge verzeichneten, war bereits der Februar ausgesprochen trocken. Ab Mai lagen die Niederschläge bis Oktober durchgehend unterhalb des langjährigen Mittelwertes von 1988-2017. Die Jahresniederschläge im hydrologischen Jahr 2018 lagen zwischen 507 mm (Rotenburg) und 537 mm (Großenkneten). Insgesamt baute sich ein Niederschlagsdefizit zwischen 215 mm (Wolfsburg) und 264 mm (Großenkneten) auf.

Die klimatische Wasserbilanz ist ein Indikator für den monatlichen Wasserüberschuss bzw. das -defizit und damit der Verfügbarkeit von Wasser für Abfluss und Grundwasserneubildung. Ab April lagen die klimatischen Wasserbilanzen durchgehend im negativen Bereich. Die Jahreswasserbilanzen lagen 2018 zwischen -261 mm (Großenkneten) und -476 mm (Wolfsburg). Der langjährige Jahresmittelwert wurde dabei um 395 (Wolfsburg) bis 450 (Großenkneten, Rotenburg) unterschritten. Sowohl die Niederschläge als auch die Wasserbilanzen bewegten sich an der unteren Grenze der langjährig gemessenen Werte. In einzelnen Monaten wurden die bisherigen Extrema deutlich unterschritten.

In den Monaten Dezember 2018 bis März 2019 waren in der Summe durchschnittliche Niederschlagsverhältnisse gegeben. Ab April stellten sich wieder deutlich unterdurchschnittliche Niederschläge ein. Diese Trockenphase endete im Gegensatz zum Vorjahr bereits im August. Die Niederschläge stiegen wieder deutlich an und erreichten im September und Oktober ein überdurchschnittliches Niveau.

Die Jahresniederschläge im hydrologischen Jahr 2019 lagen zwischen 477 mm (Wolfsburg) und 684 mm (Großenkneten). Das Jahresniederschlagsdefizit war geringer als im Vorjahr, lag aber immer noch zwischen 108 mm (Großenkneten) und 191 mm (Wolfsburg) unter dem Referenzzeitraum. Deutliche Defizite zeigten sich dabei in den Monaten Juni und Juli 2019.

Auch die klimatische Wasserbilanz zeigte im Winter eher durchschnittliche Werte, ab April 2019 lag die klimatische Wasserbilanz auf unterdurchschnittlichem Niveau im deutlich negativen Bereich. Im September und Oktober stellte sich wieder eine positive Wasserbilanz auf teilweise überdurchschnittlichem Niveau ein. Die Jahreswasserbilanzen lagen im hydrologischen Jahr 2019 zwischen 0 mm (Großenkneten) und -150 mm (Wolfsburg). Der langjährige Jahresmittelwert wurde dabei um 162 (Wolfsburg) bis 188 (Großenkneten) unterschritten.

Die 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 2017 mit einer ausgeprägten Phase positiver klimatischer Wasserbilanzen von 7-10 Monaten Dauer endete. Die Trockenphase im Sommer 2018 wird durch extrem negativen klimatischen Wasserbilanzen markiert, die insgesamt 7-8 Monate andauerten. Die Winterniederschläge 2019 führten zu einer lediglich 3-5 Monate andauernden Neubildungsphase. Die Absinkphase im Sommer 2019 dauerte im Gegensatz zum Vorjahr nur 5-6 Monate. Die verbleibenden 1-2 Monate des hydrologischen Jahres 2019 wiesen wieder positive Wasserbilanzen auf und

leiteten die zur Drucklegung noch andauernde winterliche Neubildungsphase (hydrologisches Jahr 2020) ein.

Zusammenfassend ergab sich demnach folgender Witterungsverlauf: Das hydrologische Jahr 2018 war von einer extremen und ungewöhnlich lange andauernden Trockenphase geprägt. Sowohl die Niederschläge als auch die Wasserbilanzen bewegten sich 2018 an der unteren Grenze der langjährig gemessenen Werte. In einzelnen Monaten wurden die

bisherigen Extrema deutlich unterschritten. Im hydrologischen Jahr 2019 fielen die Witterungsbedingungen günstiger aus als im Vorjahr, die Niederschläge und Wasserbilanzen lagen überwiegend innerhalb der langjährigen Spannweite. Gleichwohl wies der Winter 2018/2019 nur durchschnittliche Niederschlagsverhältnisse auf und erneut war eine ausgeprägte Trockenheit mit extremen Hitzeperioden im Sommer zu verzeichnen.

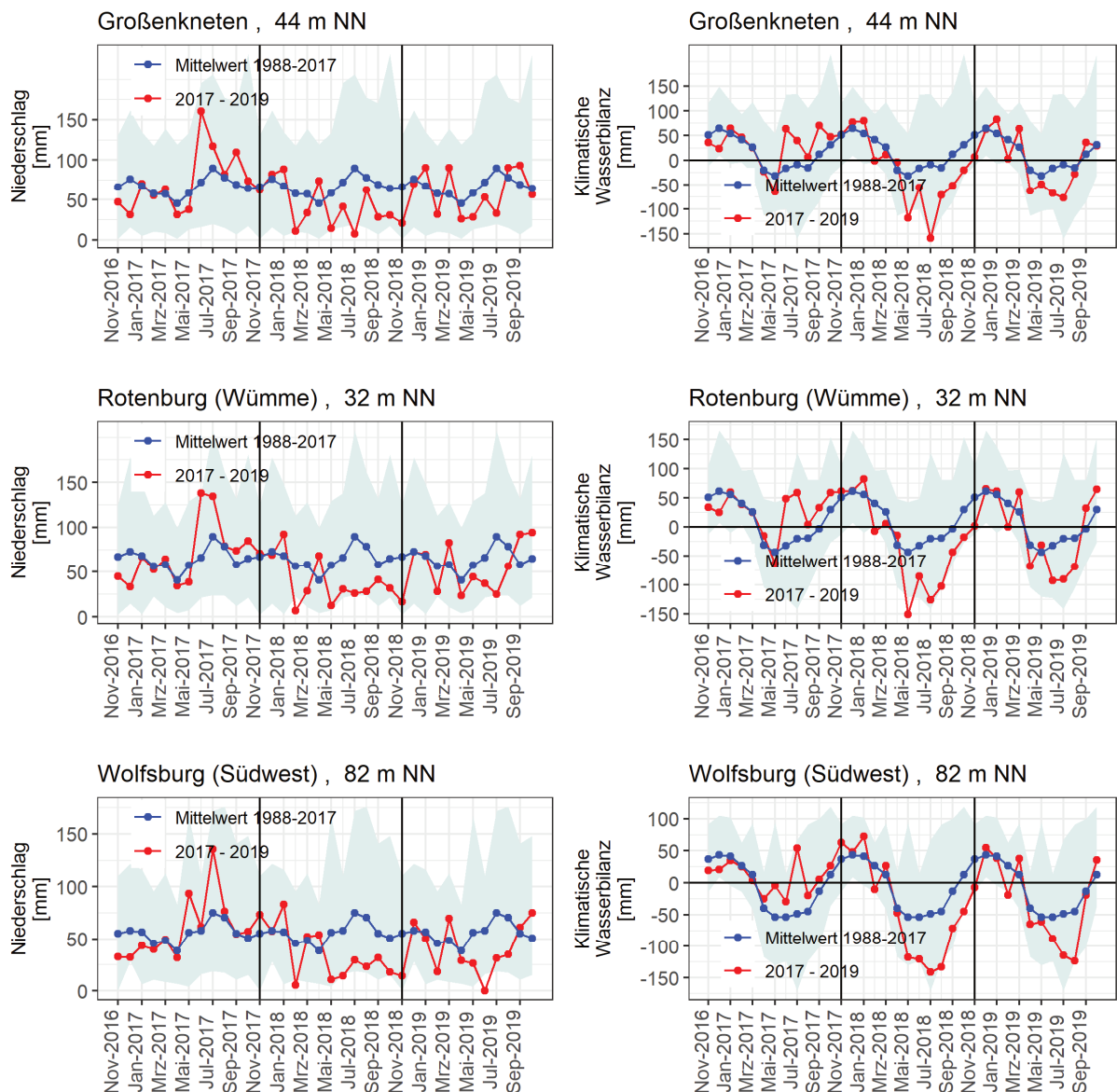


Abbildung 2: Niederschläge und klimatische Wasserbilanzen (Niederschlag - Verdunstung nach Haude) für ausgewählte Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes in Niedersachsen (Datenbasis: Deutscher Wetterdienst, durch eigene Elemente ergänzt). Der hellblau schattierte Bereich kennzeichnet die Spannweite der Daten im Referenzzeitraum 1988-2017.

Grundwasserstandsentwicklung 2018 und 2019 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.

Das hydrologische Jahr 2018 begann im November mit unterdurchschnittlichen bis normalen Grundwasserständen, die bis zum Januar 2018 weiter anstiegen und hohe bis sehr hohe, zum Teil auch extrem hohe Grundwasserstände erreichten. Die Grundwasserstandsdefizite des vorangegangenen Sommers 2017 konnten somit weitgehend über das normale Maß hinaus aufgefüllt werden. Ab Februar 2018 gingen die Grundwasserstände jedoch landesweit kontinuierlich zurück. Diese Entwicklung hielt bis zum Ende des hydrologischen Jahres an. Im Oktober 2018 herrschten landesweit extrem niedrige Grundwasserstände vor. Nur vereinzelt waren normale oder hohe Grundwasserstände anzutreffen (Abbildung 3). Dieser Zustand blieb im hydrologischen Jahr 2019 insbesondere im östlichen Niedersachsen dauerhaft erhalten, während im westlichen Niedersachsen zwischen Februar und April 2019 eine leichte Entspannung der Grundwasserstandssituation zu beobachten war. Die Grundwasserstände erreichten hier teilweise sogar wieder den Normalbereich. Die Grundwasserstände sanken im Sommerhalbjahr 2019 weiter ab und lagen zwischen Juni und September landesweit auf einem überwiegend extrem niedrigen Niveau. Die im September einsetzenden Niederschläge führten insbesondere in den Marsch- und Niederungsregionen des westlichen Niedersachsens zu spürbaren Grundwasserstandsanstiegen auf ein niedriges bis normales Niveau (Abbildung 4).

Hinter den einzelnen Wasserstandsklassen können sich sehr unterschiedliche Abweichungsbeträge vom jeweiligen Monatsmittel verbergen. Grundsätzlich zeigen die absoluten Abweichungsbeträge den gleichen saisonalen

Ablauf wie die Grundwasserstandsklassen. Die Abweichungsbeträge zeigen jedoch deutliche regionale Unterschiede (Abbildung 5, Abbildung 6). 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 Kluffgrundwasserleitern 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 7 und Abbildung 8 zeigen typische Grundwasserstandsverläufe der hydrologischen Jahre 2018 und 2019 für ausgewählte Grundwassermessstellen. In zehn der zwölf dargestellten Messstellen entwickelte sich der Grundwasserstand weitgehend analog zu der oben geschilderten Entwicklung.

Hinsichtlich der Grundwasserstandsentwicklung in 2019 lassen sich verschiedene Entwicklungstypen im Vergleich zur Grundwasserstandsentwicklung in 2018 unterscheiden, die durch die ausgewählten Messstellen exemplarisch veranschaulicht werden.

Die Messstellen Kreyenburg und Föckinghausen repräsentieren den **Typ A** mit einer zu 2018 gleichlaufenden Grundwasserstandsentwicklung im Sommerhalbjahr. Im Frühjahr wurde das Grundwasserstandsniveau des Vorjahres wieder erreicht, so dass der weitere Verlauf in 2019 dann weitgehend der Entwicklung 2018 entsprach. Ab September 2019 kehrte sich die Entwicklung um und die Grundwasserstände stiegen wieder an. Die Absinkbewegung wurde dadurch im Vergleich zum Vorjahr vorzeitig unterbrochen, so dass die Tiefststände von 2018 in vielen Messstellen nicht wieder unterboten wurden.

Der **Typ B** wird hier durch die Messstellen Berkel, Bossel, Fuhrberg Süd und Miele repräsentiert. Der Vorjahreswasserstand wurde im Frühjahr nicht wieder erreicht. Die Entwicklung 2019 verlief zwar parallel zu 2018, jedoch mit einem deutlichen Versatz auf einem tieferen Niveau. Die Anstiegsphase im Winter 2018/2019 war dabei unterschiedlich deutlich ausgeprägt, die Tiefststände im August 2019 lagen in der Regel unterhalb der (überwiegend im Oktober erreichten) Tiefststände des hydrologischen Jahres 2018.

In den Messstellen des **Typs C** (hier Rechterfeld, Heber, Uthlede, Räderloh II) war eine Neubildungsphase und ein Wiederanstieg der Grundwasserstände im Winter 2018/2019 nicht ausgebildet. Die Grundwasserstände sanken in 2019 kontinuierlich weiter ab. Diese Entwicklung hielt bis zum Ende des hydrologischen Jahres an.

Die Typen A-C spannen ein Kontinuum möglicher Entwicklungen auf. Sie zeigen auch eine naturräumliche Differenzierung. Der Typ A ist charakteristisch für die Marsch- und Niederungsregionen mit überwiegend geringen Grundwasserflurabständen und tritt auch in den Messstellen der Bergregionen verbreitet auf. Die Typen B und C sind vor allem in den Geestregionen verbreitet (Abbildung 9). Maßgeblich für diese Differenzierung sind Faktoren wie Bodenbeschaffenheiten, Grundwasserflurabstände und die Verbreitung und Ausprägung

von Deckschichten, die Einfluss auf die Grundwasserneubildung nehmen.

Zusätzlich gibt es einige Messstellen, die nicht in die beschriebenen Abläufe passen (**Typ D**). Hier können verschiedene Faktoren maßgeblich sein, wie besondere hydrogeologische Gegebenheiten oder auch menschliche Einflüsse (z.B. eine Regulierung des Grundwasserstandes durch Siele und Pumpwerke).

Die Messstellen Holthusen I und Schneflingen II sind Beispiele für die Auswirkungen von Grundwasserentnahmen aus tieferen, meist gespannten Aquiferen für landwirtschaftliche Bewässerung (**Typ E**). Durch die Grundwasserentnahme bildet sich im Sommer ein temporärer Absenkungstrichter, der sich nach der Erntezeit im August/September mit Einstellung der Bewässerung wieder zurückbildet. Typisch für die Entwicklung 2019 war, dass die tiefsten Grundwasserstände höher lagen als 2018. Dies lässt den Schluss zu, dass weniger Bewässerungswasser entnommen wurde als im Vorjahr. Dies erklärt sich aus den insgesamt günstigeren Witterungsbedingungen im Kalenderjahr 2019. Messstellen mit ausgeprägten Bewässerungseinflüssen konzentrieren sich insbesondere auf das Uelzener Becken (Abbildung 9). Wie bereits dargestellt, wurden diese Messstellen aus den quantitativen Auswertungen herausgenommen, da sie maßgeblich anthropogen überprägt sind und keine natürlichen Standsänderungen widerspiegeln.

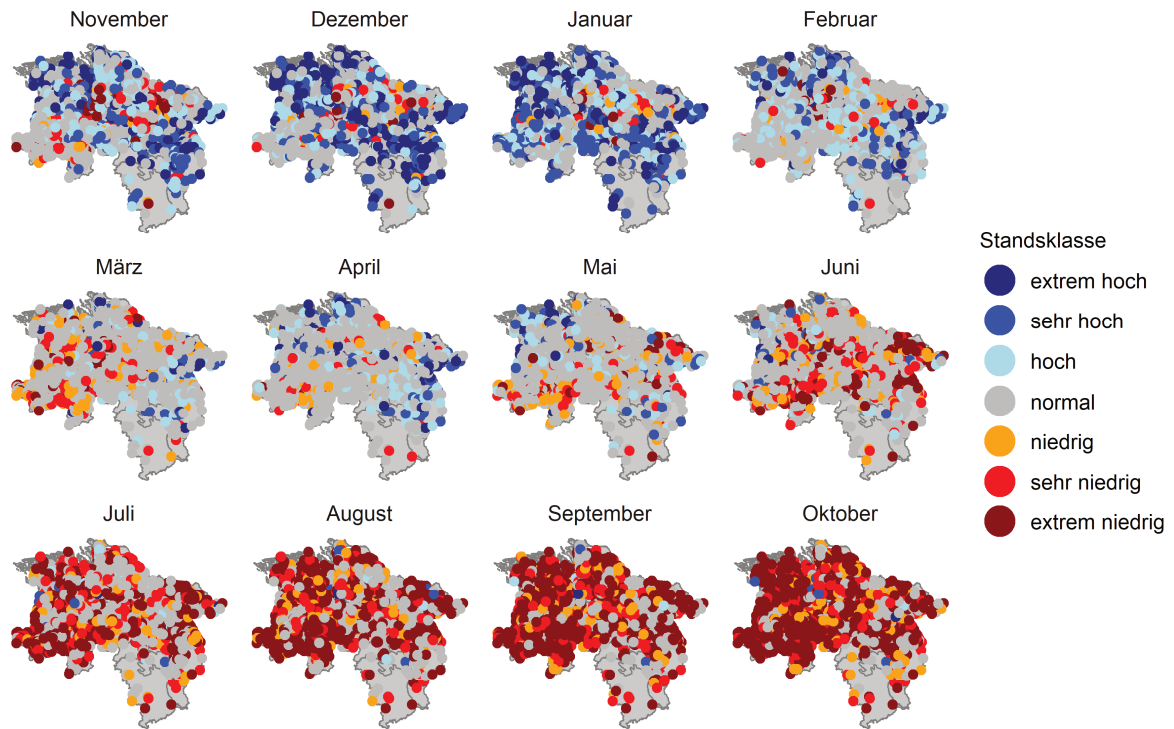


Abbildung 3: Grundwasserstandsklasse nach Monat im hydrologischen Jahr 2018. Bezugsgröße ist für jede Messstelle der Monatswasserstand im Vergleich zur Quantilsvorteilung der Monatswasserstände im Zeitraum 1988-2017.

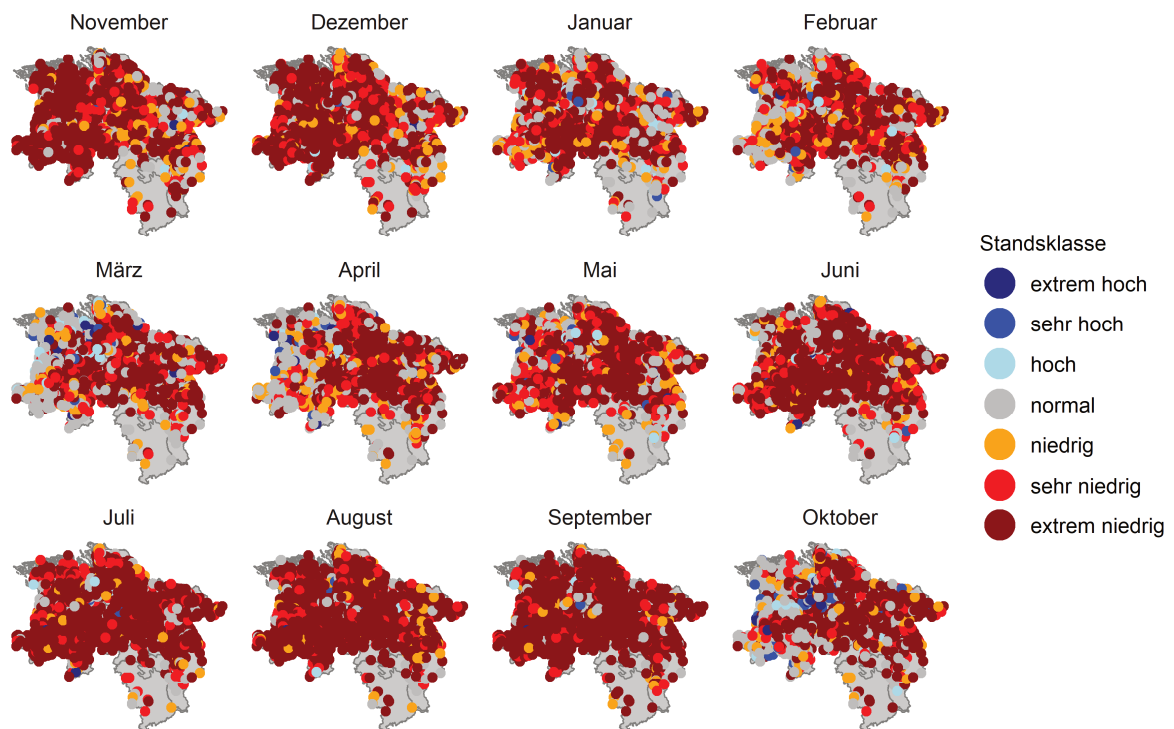


Abbildung 4: Grundwasserstandsklasse nach Monat im hydrologischen Jahr 2019. Bezugsgröße ist für jede Messstelle der Monatswasserstand im Vergleich zur Quantilsvorteilung der Monatswasserstände im Zeitraum 1988-2017.

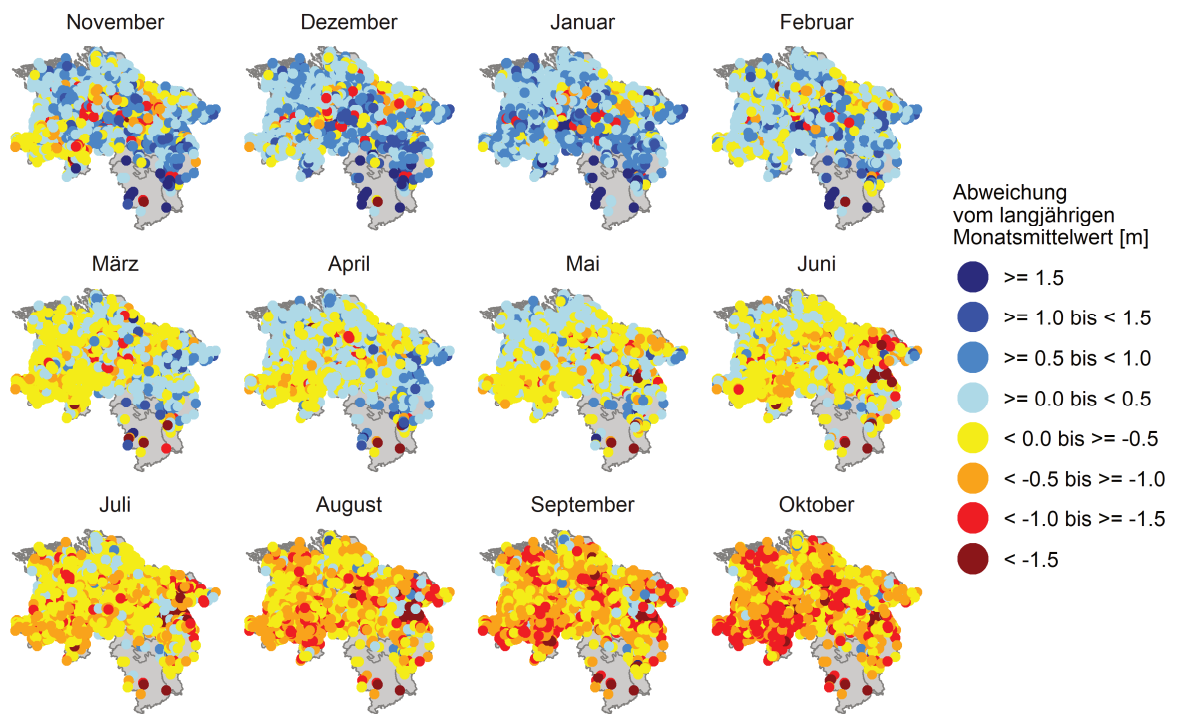


Abbildung 5: Abweichung des monatlichen Grundwasserstandes vom langjährigen Mittel des monatlichen Grundwasserstandes in Meter für das hydrologische Jahr 2018.

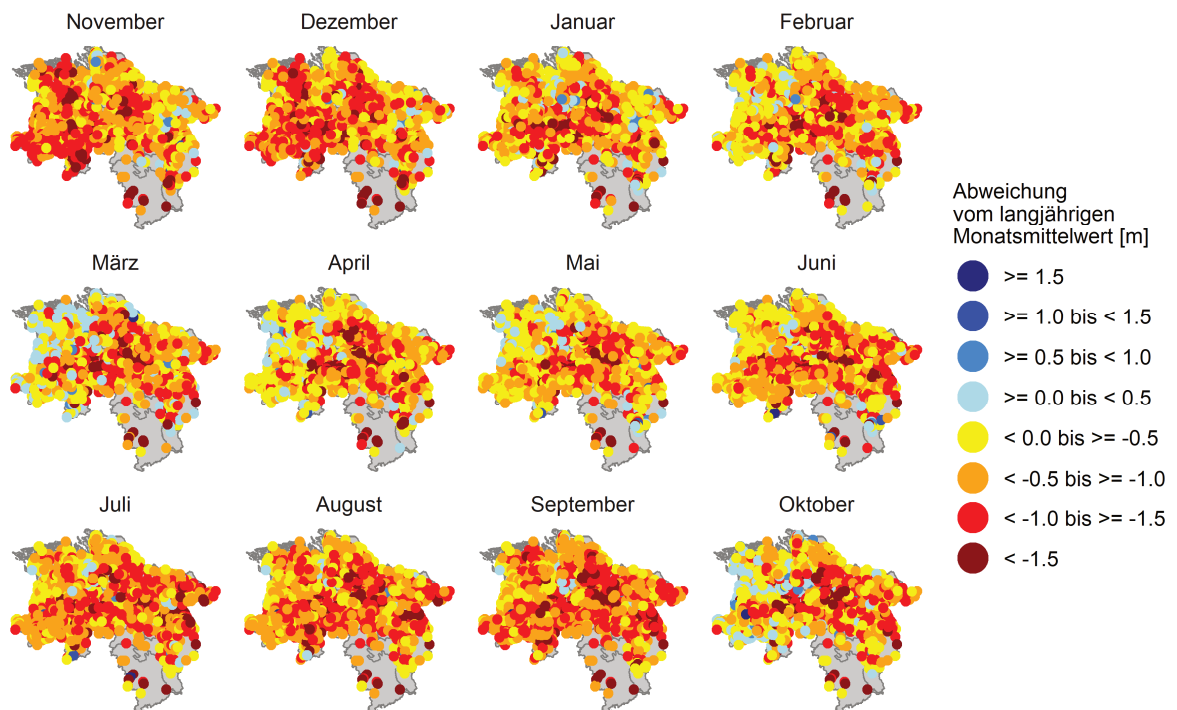


Abbildung 6: Abweichung des monatlichen Grundwasserstandes vom langjährigen Mittel des monatlichen Grundwasserstandes in Meter für das hydrologische Jahr 2019.

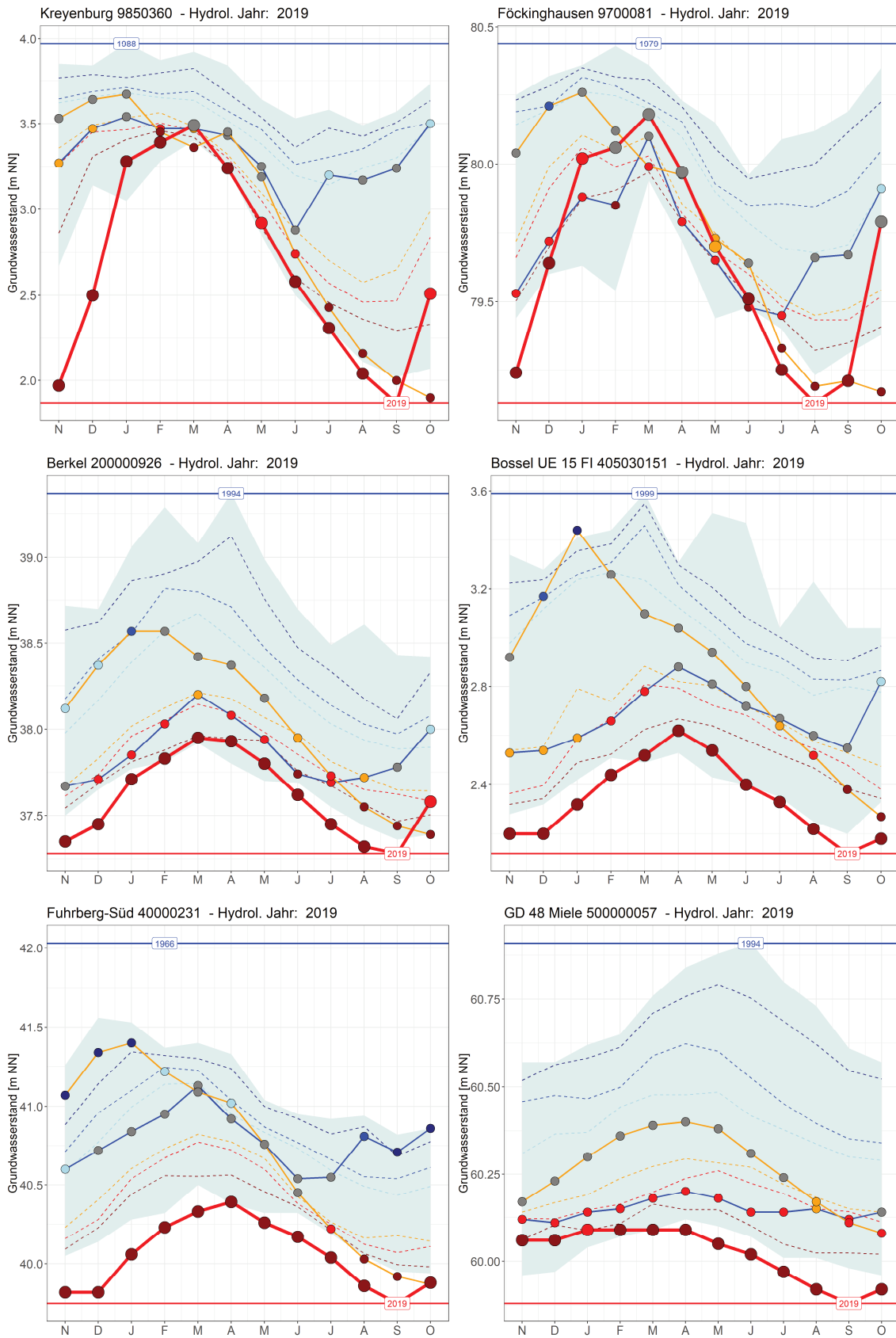


Abbildung 7: Grundwasserstandsentwicklung 2017 (blau), 2018 (orange) und 2019 (rot) an ausgewählten Grundwassermessstellen, Teil 1. Die blauen und roten Linien kennzeichnen die Grenzen der Grundwasserstandsklassen. Der hellblau schattierte Bereich kennzeichnet die Spannweite der Daten im Referenzzeitraum 1988-2017. Zu beachten sind die unterschiedlichen Spannweiten (y-Achse) der Grundwasserstände. Legende der Punkte analog zu Abbildung 4.

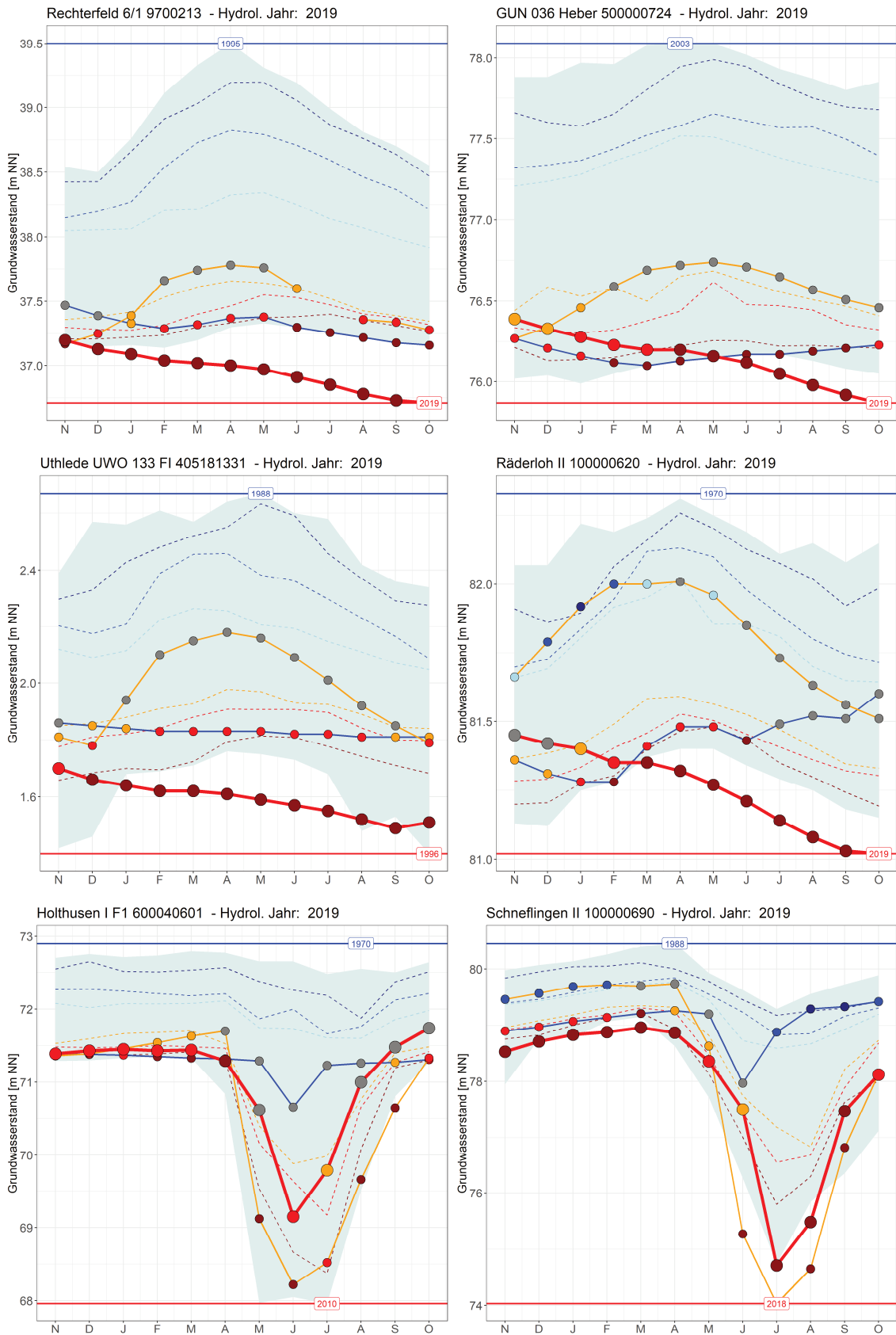


Abbildung 8: Grundwasserstandsentwicklung 2017 (blau), 2018 (orange) und 2019 (rot) an ausgewählten Grundwassermessstellen, Teil 2. Die blauen und roten Linien kennzeichnen die Grenzen der Grundwasserstandsklassen. Der hellblau schattierte Bereich kennzeichnet die Spannweite der Daten im Referenzzeitraum 1988-2017. Zu beachten sind die unterschiedlichen Spannweiten (y-Achse) der Grundwasserstände. Legende der Punkte analog zu Abbildung 4.

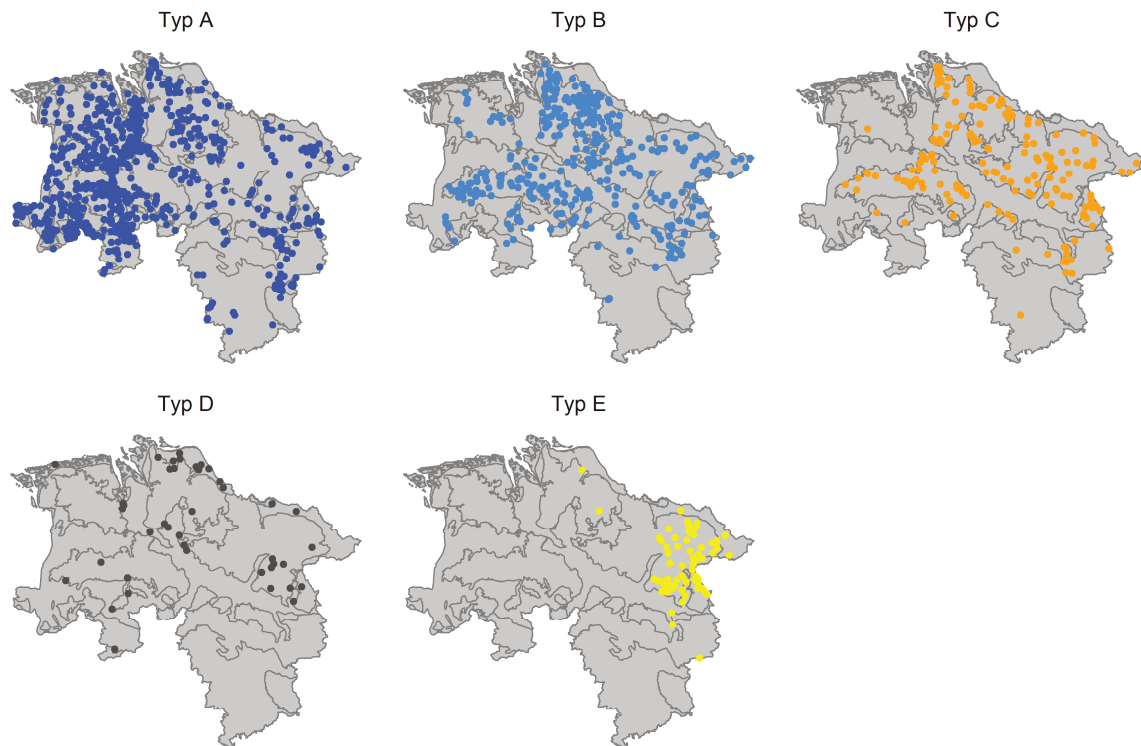


Abbildung 9: Typisierung der Grundwasserstandsentwicklung 2019 im Vergleich zu 2018 (siehe S. 9).

Die Entwicklung der Grundwasserstände ab 1988

Die Grundwasserstandsentwicklung seit 1988 ist geprägt von deutlichen Feucht- und Trockenphasen. Abbildung 10 zeigt die landesweit gemittelte Entwicklung der jährlichen Grundwasserhochstände, der mittleren Grundwasserstände und der Grundwassertiefstände im Betrachtungszeitraum. Deutlich wird, dass die Hoch-, Tief- und Mittelstände ähnliche Entwicklungen durchlaufen. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums lagen die Grundwasserstände auf einem deutlich überdurchschnittlichen Niveau. Es folgte eine erste Tiefstandsphase 1991-1992. 1993-1994 wurden extreme Hochstände erreicht. Unmittelbar im Anschluss folgte eine weitere Tiefstandsphase (1996/1997). Nach einer Erholung der Grundwasserstände ist ab 2002 ein (schwankender) Rückgang der Grundwasserstände zu verzeichnen, der bis 2018 anhält. Dieser Rückgang ist besonders gleichmäßig in den Niedrigwasserständen ausgeprägt. Im Jahr 2018 fallen der deutliche Wiederanstieg der Hochwasserstände (im Winter 2017/2018) sowie der extreme Abfall der Niedrigwasserstände auf. In

der Folge lag der mittlere Grundwasserstand 2018 noch auf einem durchschnittlichen Niveau und sank erst 2019 deutlich ab, als sowohl die Hoch- als auch die Tiefstände deutlich zurückgegangen waren.

Die landesweite Entwicklung illustriert Abbildung 11 am Beispiel der jährlichen Niedrigwasserstände. Die vorgenannten Hoch- und Tiefstandsphasen werden ebenso deutlich, wie auch die unterschiedliche regionale Gewichtung dieser Phasen. Die Auswirkungen der Trockenheit in 2018 waren im Gegensatz zu vorhergehenden Trockenjahren erstmalig im betrachteten Zeitraum **tatsächlich landesweit** ausgeprägt. Diese Situation bleibt 2019 weitgehend unverändert bestehen.

Abbildung 12 zeigt die langjährige Grundwasserstandsentwicklung mit den Über- und Unterschreitungen der mittleren Jahreshoch- und Tiefstände am Beispiel der ausgewählten Grundwassermessstellen.

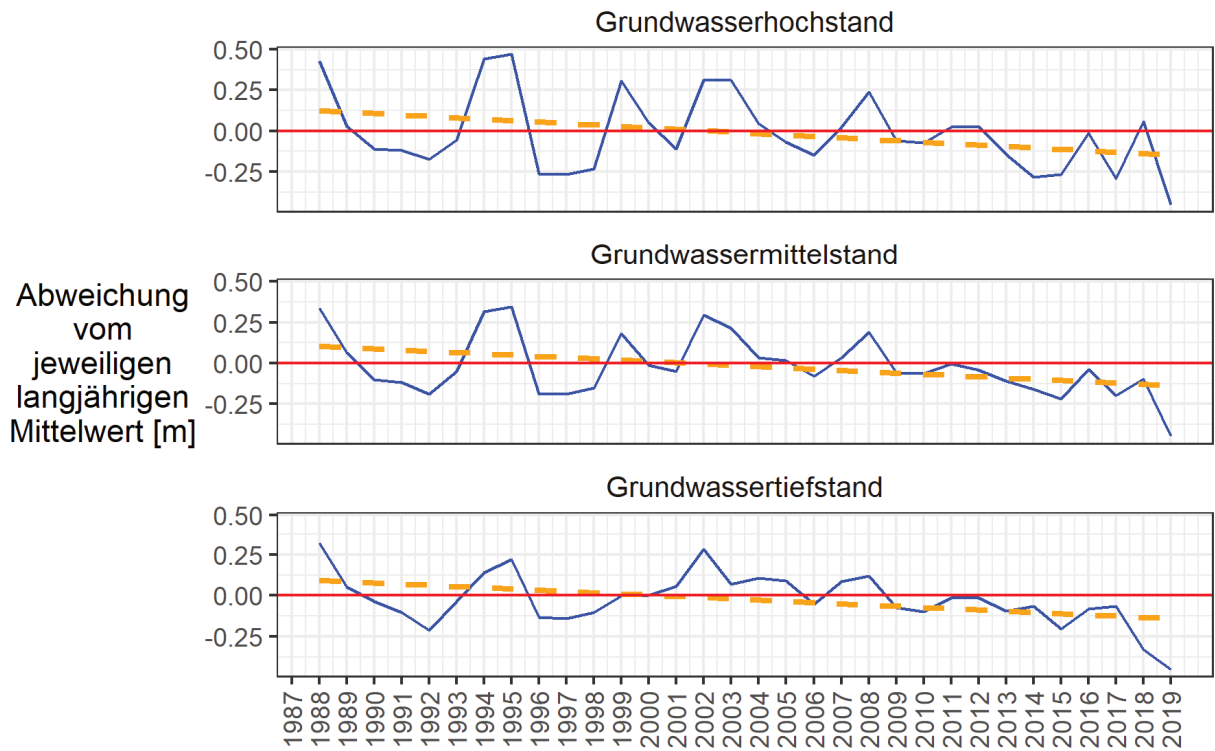


Abbildung 10: Entwicklung der Grundwasserhochstände, -mittelstände und -tiefstände im landesweiten Mittel, dargestellt als Abweichungen zu den jeweiligen langjährigen Mittelwerten an den einzelnen Messstellen. Gestrichelte Linie: Linearer Trend über den Beobachtungszeitraum.

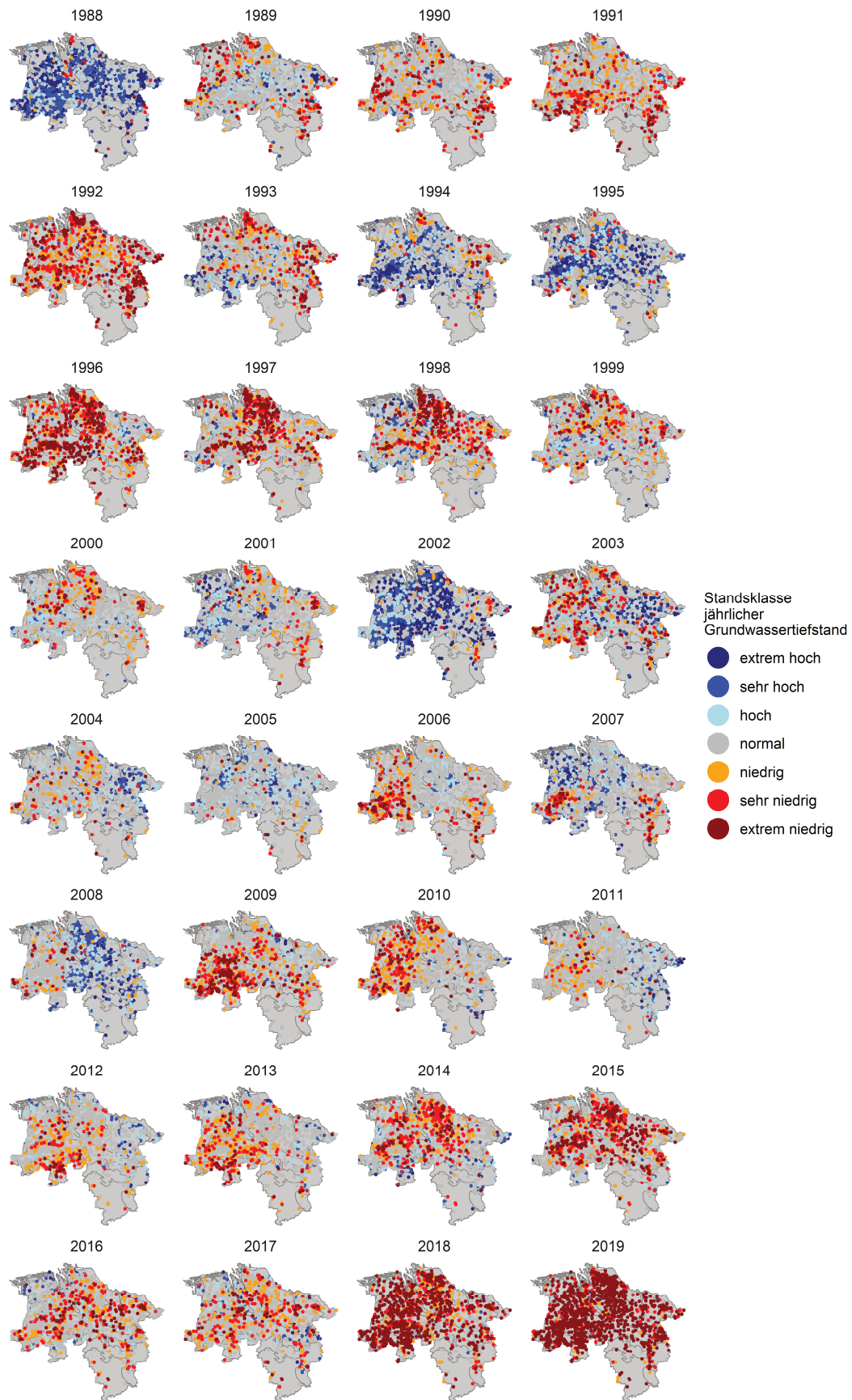


Abbildung 11: Entwicklung der Grundwassertiefstände ab 1988. Klassifizierte Darstellung der Grundwassertiefstände. Bezugsgröße ist für jede Messstelle der jährliche Grundwassertiefstand im Vergleich zur Quantilverteilung der jährlichen Tiefstände im Zeitraum 1988-2017.

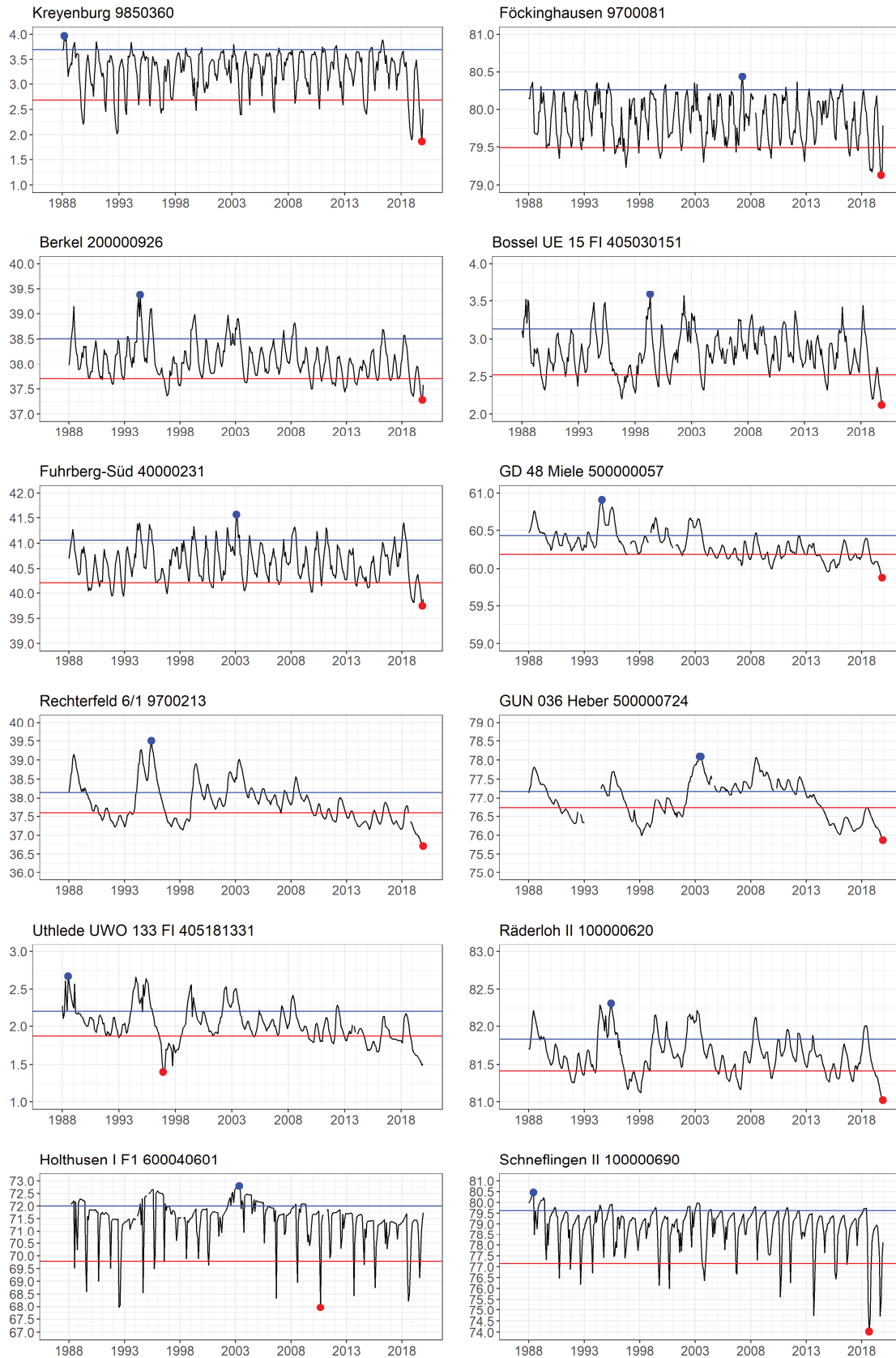


Abbildung 12: Grundwasserstandsentwicklung ab 1988 in ausgewählten Grundwassermessstellen (Grundwasserstände in Meter über NN). Die durchgezogenen Linien kennzeichnen den mittleren Jahreshochstand (blau) und den mittleren Jahrestiefstand (rot). Extremwerte im dargestellten Zeitraum sind durch Punkte gekennzeichnet.

Vergleich der Grundwassertiefstandssituation 2018 zu vorherigen Grundwassertiefständen

Im Referenzzeitraum 1988-2017 erreichten auch in den ausgeprägten Trockenphasen (die hydrologischen Jahre 1991-1992, 1996-1998, 2009-2010 und 2015) jeweils nur zwischen 4 bis 245 Messstellen von 1354 ausgewerteten Messstellen ihre bisherigen Tiefstände. Diese Trockenjahre hatten damit insgesamt eine deutlich geringere und im Gegensatz zu den landesweit beobachteten Tiefstständen der hydrologischen Jahre 2018 und 2019 nur eine regional begrenzte Ausprägung (vergleiche Abbildung 11).

Das Trockenjahr 2018 führte bereits für sich genommen zu einer deutlichen Verschiebung. So erreichten oder unterschritten 501 Messstellen (37%) den Tiefststand des Referenzzeitraums (Abbildung 13) und lösten bisherige Tiefstände seit 1988 ab. Im hydrologischen Jahr 2019 unterschritten 742 Messstellen (55%) die bisherigen Tiefstände einschließlich des Vorjahres 2018.

Ein Teil der Tiefstände, die im hydrologischen Jahr 2019 erreicht wurden, entfallen auf den Winter bzw. in die Monate November bis Januar. Es handelt sich dabei um Messstellen, bei denen der Grundwasserstandsrückgang

des hydrologischen Jahres 2018 erst im hydrologischen Jahr 2019 abgeschlossen war. Die Tiefststände dieser 131 Messstellen sind daher noch als Folge des Trockenjahres 2018 zu betrachten.

Demnach erreichten als Folge des Trockenjahres 2018 in der Summe 312 Messstellen (23%, 181 in 2018 und 131 Nachläufer in 2019) ihren tiefsten Stand seit 1988, während im Trockenjahr 2019 611 Messstellen (41%, ohne die 131 Nachläufer) ihren tiefsten Stand seit 1988 erreichten.

Deutlich wird hier, dass die im hydrologischen Jahr 2018 erreichten historischen Tiefststände 2019 in vielen Messstellen weiter unterboten wurden. Ebenso erreichten viele Messstellen, die 2018 die bisherigen Tiefstände nicht unterboten konnten, 2019 neue Tiefstwerte.

Es ist nicht auszuschließen, dass die Folgen des Jahres 2019 in denjenigen Messstellen, die ihren Tiefststand als Folge von 2018 erst im hydrologischen Jahr 2019 erreichten, erst im hydrologischen Jahr 2020 voll zur Geltung kommen.

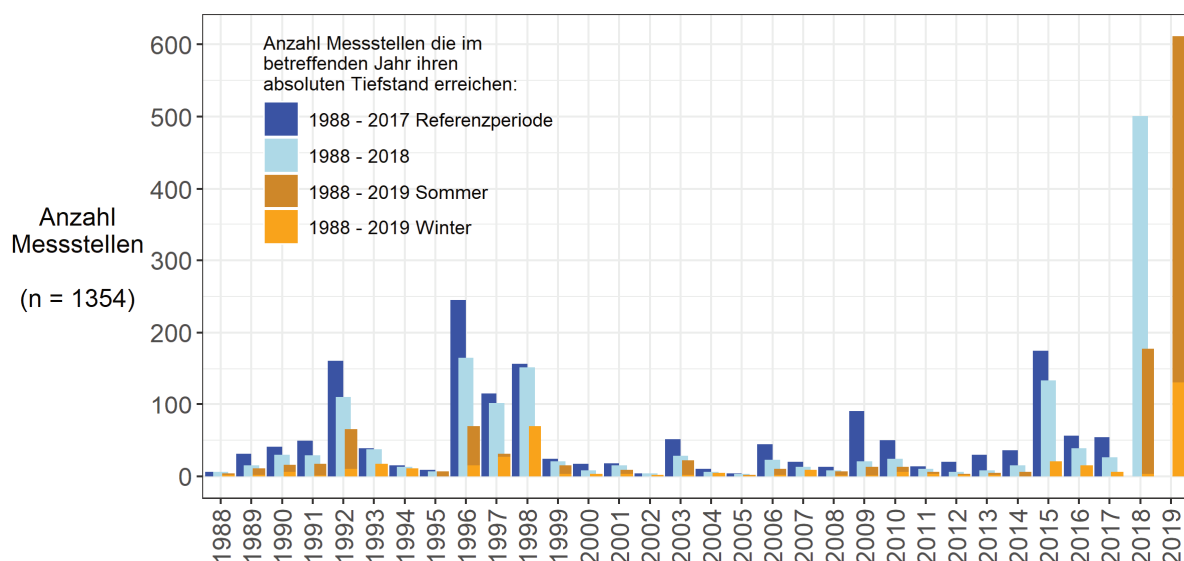


Abbildung 13: Auswirkungen des Trockenjahres 2018 - Unterschreitung bisheriger Grundwassertiefstände (1988-2017) in den ausgewerteten Messstellen durch das Trockenjahr 2018.

Die Jahrestiefststände 2018 lagen dabei im Median 0,23 m tiefer als die mittleren Jahrestiefststände im Referenzzeitraum 1988 – 2017 (Tabelle 2). Regional waren die Oldenburg-Ostfriesische Geest, die Ems-Hunte-Weser-Geest, die Lüneburger Geest und das Westliche Bergland mit Medianwerten > 0,3 m und 25%-Quantilen > 0,4 m am stärksten von Grundwasserstandsabsenkungen betroffen.

2019 lagen die Jahrestiefststände im Median sogar 0,36 m unterhalb der mittleren Jahrestiefststände im Referenzzeitraum 1988 – 2017 (Tabelle 2). Die größten Absenkungen (Medianwert) finden sich in der Lüneburger Geest (0,46 m), der Ems-Hunte-Weser-Geest (0,49 m), der Hannoveraner Geest (0,44 m). Die geringsten Unterschreitungen waren in den Nordseeinseln und Marschregionen zu verzeichnen (0,12 bzw. 0,13 m).

Neben den mittleren Abweichungen ist vor allem die Spannweite von Bedeutung, den 50 % der Messstellen weisen damit gegenüber den genannten Beträgen größere Unterschreibungsbeträge auf. Das 25%-Quantil liegt landesweit bei 0,53 m, mit regionalen Unterschreibungswerten von 0,16 m bis 0,82 m.

Insgesamt wurde der mittlere Jahrestiefstand des Referenzzeitraumes (1988-2017) 2018 an 1219 Messstellen (90 %) unterschritten, 2019 an 1306 Messstellen (96 %) (Tabelle 3). 2018 wiesen die Börden und das Weser- und Leinebergland mit 56 % bzw. 69 % der Messstellen die geringste Unterschreitungshäufigkeit auf (Tabelle 3). Mehr als 90% der Messstellen unterschritten jeweils den mittleren Jahrestiefstand in den Ems-Leda-Hunte-Niederungen, den Weser-Aller-Wümme-Niederungen, der Oldenburg-Ostfriesischen Geest, der Ems-

Hunte-Weser-Geest, der Hannoveraner Geest und dem Westlichen Bergland. 2019 lagen die Unterschreitungshäufigkeiten mit Ausnahme der Marschen und des Weser-Leineberglandes zwischen 91 und 100 % (Tabelle 3).

Die tiefsten Grundwasserstände des Referenzzeitraumes 1988-2017 wurden 2018 in 431 Messstellen (32%), 2019 in 760 Messstellen unterschritten (56%) (Tabelle 3). Die Unterschreitungshäufigkeiten lagen regional zwischen 9 und 61 %.-2019 bleibt dieses Bild im Grundsatz erhalten, die Unterschreitungshäufigkeiten steigen jedoch auf Werte zwischen 18 und 75 % an (Tabelle 3).

Bereits 2018 waren die Auswirkungen der Trockenheit auf die Grundwasserstände deutlich ausgeprägter als in früheren Trockenjahren und landesweit erkennbar. Die Grundwasserstandssituation hat sich 2019 insgesamt deutlich verschärft.

Unabhängig davon, ob 2018 gegenüber dem Referenzzeitraum ein neuer Tiefstwert erreicht wurde, unterschritten nochmals 71 % der ausgewerteten Messstellen im Sommer 2019 den Tiefststand des Vorjahres (Tabelle 4). Regional waren vor allem die Geestregionen, die Börden und die Niederungsregionen Zentral- und Ostniedersachsens mit > 60 % der Messstellen betroffen. In der Ems-Hunte-Weser-Geest und der Stader Geest lagen > 90 % der Messstellen unter dem Niveau von 2018. Landesweit zeigten demnach lediglich 29 % der Messstellen eine günstigere Entwicklung als im Vorjahr mit Schwerpunkten in den Nordseeinseln, Marschen, Ems-Leda-Hunte-Niederungen und im Weser-Leine-Bergland mit mehr als 59 % der Messstellen.

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

| Region | Differenz Jahrestiefstand zum mittleren Jahrestiefstand im Referenzzeitraum 1988-2017 (in Metern) | | | | | | | | | |
|--|---|--------------|----------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|----------------------|--------------|-------------|
| | 2018 | | | | | 2019 | | | | |
| | Minimum | 25%-Quantil | 50%-Quantil (Median) | 75%-Quantil | Maximum | Minimum | 25%-Quantil | 50%-Quantil (Median) | 75%-Quantil | Maximum |
| Nordseeinseln | -0,37 | -0,29 | -0,2 | -0,16 | -0,12 | -0,38 | -0,25 | -0,12 | -0,1 | -0,07 |
| Marschen | -1,21 | -0,23 | -0,14 | -0,05 | 0,26 | -0,78 | -0,22 | -0,13 | -0,05 | 0,23 |
| Ems-Leda-Hunte-Niederungen | -1,23 | -0,37 | -0,28 | -0,19 | 0,12 | -1,34 | -0,39 | -0,31 | -0,22 | 0,12 |
| Weser-Aller-Wümme-Niederungen | -1,02 | -0,32 | -0,19 | -0,12 | 0,15 | -1,2 | -0,44 | -0,31 | -0,19 | 0,14 |
| Elbe-Niederung | -0,69 | -0,29 | -0,2 | -0,05 | 0,36 | -0,97 | -0,39 | -0,26 | -0,22 | -0,1 |
| Oldenburg-Ostfriesische Geest | -0,97 | -0,43 | -0,35 | -0,25 | 0,02 | -1,06 | -0,56 | -0,43 | -0,35 | -0,11 |
| Ems-Hunte-Weser-Geest | -0,91 | -0,45 | -0,3 | -0,17 | 0,31 | -1,61 | -0,67 | -0,49 | -0,35 | 0,21 |
| Stader Geest | -1,28 | -0,3 | -0,19 | -0,07 | 2,35 | -3,16 | -0,57 | -0,4 | -0,26 | 2,35 |
| Lüneburger Geest | -1,46 | -0,42 | -0,21 | -0,07 | 1,13 | -1,62 | -0,63 | -0,46 | -0,3 | 0,92 |
| Hannoveraner Geest | -1,05 | -0,35 | -0,15 | -0,07 | 0,03 | -1,14 | -0,6 | -0,44 | -0,28 | -0,04 |
| Börden | -0,48 | -0,19 | -0,08 | 0,14 | 0,94 | -1,02 | -0,4 | -0,2 | -0,09 | 0,65 |
| Westliches Bergland | -1,67 | -0,47 | -0,37 | -0,32 | -0,03 | -1,83 | -0,58 | -0,41 | -0,24 | -0,14 |
| Sandmünsterland | -0,62 | -0,38 | -0,22 | -0,11 | -0,05 | -0,81 | -0,48 | -0,28 | -0,18 | -0,1 |
| Weser- und Leinebergland | -6,8 | -0,3 | -0,09 | 0,02 | 1,44 | -7,13 | -0,82 | -0,25 | -0,08 | 0,63 |
| Harz | -0,3 | -0,25 | -0,2 | -0,15 | -0,1 | -0,19 | -0,16 | -0,13 | -0,1 | -0,06 |
| Niedersachsen | -6,8 | -0,37 | -0,23 | -0,11 | 2,35 | -7,13 | -0,53 | -0,36 | -0,22 | 2,35 |
| Differenz = Mittlerer Jahrestiefstand – Jahrestiefstand; d.h. negative Werte kennzeichnen Unterschreitungen des mittleren Jahrestiefstands, positive Werte Überschreitungen. | | | | | | | | | | |

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

| Region | Anzahl Grundwassermessstellen | Messstellen mit Unterschreitung des mittleren Jahrestiefststands 1988-2017 | | | | Messstellen mit Unterschreitung des tiefsten Grundwasserstands 1988-2017 | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|--|-----------|-------------|-----------|--|-----------|------------|-----------|
| | | 2018 | | 2019 | | 2018 | | 2019 | |
| | | Anzahl | % | Anzahl | % | Anzahl | % | Anzahl | % |
| Nordseeinseln | 3 | 3 | 100 | 3 | 100 | 1 | 33 | 1 | 33 |
| Marschen | 120 | 103 | 86 | 102 | 85 | 30 | 25 | 31 | 26 |
| Ems-Leda-Hunte-Niederungen | 260 | 257 | 99 | 257 | 99 | 159 | 61 | 176 | 68 |
| Weser-Aller-Wümme-Niederungen | 114 | 106 | 93 | 111 | 97 | 43 | 38 | 72 | 63 |
| Elbe-Niederung | 22 | 18 | 82 | 22 | 100 | 6 | 27 | 9 | 41 |
| Oldenburg-Ostfriesische Geest | 53 | 51 | 96 | 53 | 100 | 29 | 55 | 38 | 72 |
| Ems-Hunte-Weser-Geest | 233 | 225 | 97 | 229 | 98 | 74 | 32 | 163 | 70 |
| Stader Geest | 259 | 221 | 85 | 250 | 97 | 34 | 13 | 131 | 51 |
| Lüneburger Geest | 169 | 142 | 84 | 165 | 98 | 33 | 20 | 95 | 56 |
| Hannoveraner Geest | 36 | 33 | 92 | 36 | 100 | 6 | 17 | 22 | 61 |
| Börden | 34 | 19 | 56 | 31 | 91 | 4 | 12 | 6 | 18 |
| Westliches Bergland | 13 | 13 | 100 | 13 | 100 | 7 | 54 | 7 | 54 |
| Sandmünsterland | 4 | 4 | 100 | 4 | 100 | 2 | 50 | 3 | 75 |
| Weser- und Leinebergland | 32 | 22 | 69 | 28 | 88 | 3 | 9 | 6 | 19 |
| Harz | 2 | 2 | 100 | 2 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Niedersachsen | 1354 | 1219 | 90 | 1306 | 96 | 431 | 32 | 760 | 56 |

Tabelle 4: Unterschreitungen des tiefsten Grundwassertiefststands von 2018 in 2019.

| Region | Anzahl Grundwassermessstellen | Unterschreitung des Tiefstands von 2018 in 2019 | |
|-------------------------------|-------------------------------|---|----|
| | | Anzahl | % |
| Nordseeinseln | 3 | 1 | 33 |
| Marschen | 120 | 37 | 31 |
| Ems-Leda-Hunte-Niederungen | 260 | 113 | 43 |
| Weser-Aller-Wümme-Niederungen | 114 | 81 | 70 |
| Elbe-Niederung | 22 | 15 | 68 |
| Oldenburg-Ostfriesische Geest | 53 | 35 | 66 |
| Ems-Hunte-Weser-Geest | 233 | 210 | 90 |
| Stader Geest | 259 | 241 | 93 |
| Lüneburger Geest | 169 | 150 | 89 |
| Hannoveraner Geest | 36 | 28 | 78 |

| Tabelle 4 - Fortsetzung Region | Anzahl Grundwassermessstellen | Unterschreitung des Tiefstands von 2018 in 2019 | |
|-----------------------------------|-------------------------------|---|-----------|
| | | Anzahl | % |
| Börden | 34 | 28 | 82 |
| Westliches Bergland | 13 | 8 | 61 |
| Sandmünsterland | 4 | 3 | 75 |
| Weser- und Leinebergland | 32 | 12 | 38 |
| Harz | 2 | 0 | 0 |
| Niedersachsen | 1354 | 962 | 71 |

Dauer der Grundwasserdürren und Grundwasserhochstände

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 z.B. der für die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) entwickelte Indikator Grundwasserstand (Schönthaler, 2019). Analog lassen sich Hochstandsphasen mit dem Überschreiten des mittleren Jahreshochstands abgrenzen. Die Phasen der Grundwasserdürre und Hochstände nach diesem Kriterium sind in Abbildung 14 (oben) dargestellt. Die Dauer entspricht jeweils dem Medianwert über alle ausgewerteten Messstellen.

Deutlich wird hier, dass Hochstandsphasen nach dieser Definition bis 2008 mit Zeitdauern von ein bis 5 Monaten ausgebildet waren, während danach nur 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 vier Monate an, 2019 waren es sieben Monate.

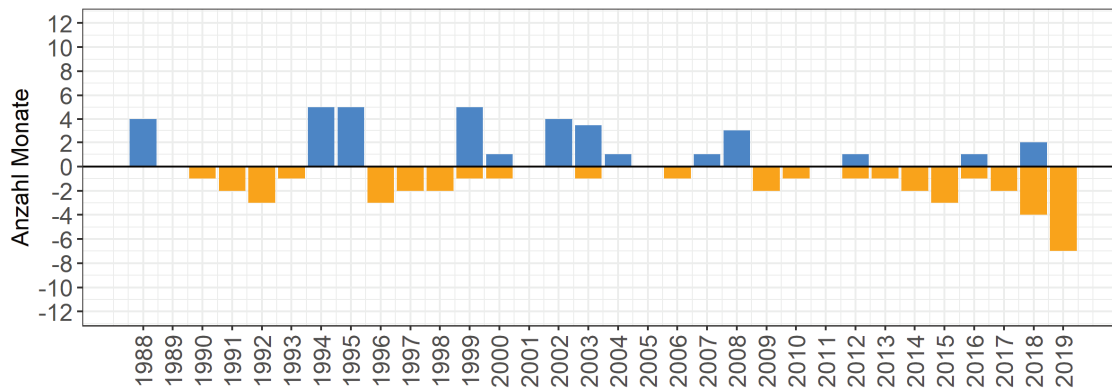
Angesichts einer von Frühjahr bis in den Spätherbst andauernden Absinkphase der Grundwasserstände 2018 erscheint die Tiefstandsphase von vier Monaten im Verhältnis

sehr kurz. Dies ist aber der Tatsache geschuldet, dass das Absinken der Grundwasserstände auf einem vergleichsweise hohen Niveau einsetzte und der mittlere Grundwassertiefstand daher erst spät im Sommer unterschritten wurde. Dagegen setzte sich die Entwicklung 2019 in vielen Messstellen von einem bereits tiefen Grundwasserstandsniveau ausgehend fort, so dass die Grundwasserdürrephase insgesamt länger anhielt.

Der Ansatz mit mittleren Schwellenwerten berücksichtigt nicht den saisonalen Grundwasserstandszyklus. Alternative Ansätze basieren daher auf der Streuung der monatlichen Grundwasserstände. Für den vorliegenden Bericht wurden Phasen der Grundwasserdürre aus der Quantilverteilung der Monatswerte abgeleitet (Tabelle 1) und Phasen mit den Standsklassen niedrig, sehr niedrig und extrem niedrig als Grundwasserdürre eingestuft, sowie ergänzend Phasen mit extrem niedrigen Grundwasserständen als extreme Grundwasserdürre. Analog wurden Phasen mit Grundwasserhochstand und extremen Grundwasserhochstand festgelegt.

Dieser Ansatz zeigt grundsätzlich eine ähnliche Entwicklung der Hochstandsphasen und Dürrephasen (Abbildung 14, unten). Die Dauer der Dürrephasen fällt jedoch überwiegend länger aus als im Schwellenwertansatz. 2019 lagen die Grundwasserstände elf Monate (Median) unter der Niedrigwasserschwelle (dem 25%-Quantil der monatlichen Grundwasserstände, Tabelle 1). Die extreme Grundwasserdürrephase hielt sieben Monate an.

Grundwasserdürre und -hochstand nach Über-/Unterschreitung des mittleren Jahreshoch-/tiefstands



Grundwasserdürre und -hochstand nach monatlicher Grundwasserstandssituation

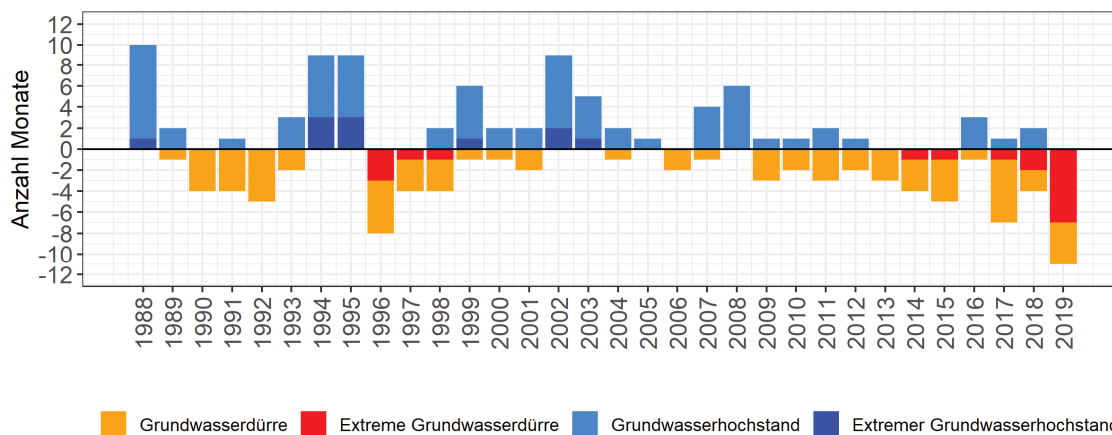


Abbildung 14: Dauer der Grundwasserdürre- und -hochstandsphasen nach Anzahl der Monate mit Unterschreitung des mittleren niedrigsten Grundwasserstandes und Überschreitung des mittleren höchsten Grundwasserstandes (oben) und monatlicher Grundwasserstandsklasse (unten). Angaben als Medianwert über alle untersuchten Messstellen.

Saisonale Änderungen der Grundwasserstände und Regeneration

Nettodifferenz

Die Nettodifferenz zeigt die Differenz der Grundwasserstände zwischen dem Endstand des Vorjahres und dem Endstand des aktuellen hydrologischen Jahres (von Oktober bis Oktober). Sie spiegelt die Grundwasserstandsänderung über das hydrologische Jahr wieder. Deutlich werden auch hier die landesweit erheblichen Absenkungen 2018 mit einem Median von $-0,42$ m (Tabelle 5). In den einzelnen Naturräumen lagen die Differenzen zwischen $-0,12$ m und $-1,09$ m (Tabelle 5, Abbildung 15). 2019 war landesweit eine positive Grundwasserstandsentwicklung mit einem Median von $0,05$ m zu verzeichnen (Tabelle 5). Die naturräumliche Spanne lag zwischen $-0,26$ m und $+0,48$ m. Es zeigt sich eine deutliche

Differenzierung in Regionen mit einem weiteren Rückgang (Ems-Hunte-Weser-Geest, Stader Geest, Lüneburger Geest, Hannoveraner Geest, Börden) und einer geringfügigen Erholung (Marschregionen, Niederungsregionen und Mittelgebirgsregionen).

In dieser Betrachtung wird deutlich, dass der Rückgang der Grundwasserstände vor allem 2018 erfolgte, während die Rückgänge 2019 betragsmäßig geringer ausfielen und die Tiefststände weiter verstärkten. Die in einigen Regionen beobachteten Grundwasseranstiege in 2019 reichten dagegen in keiner Region aus, die Rückgänge des Vorjahres auszugleichen (Tabelle 5).

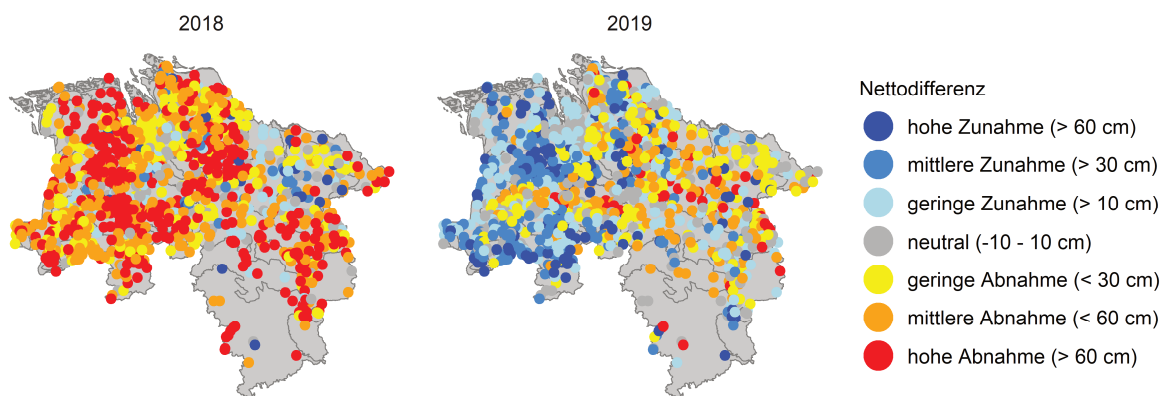


Abbildung 15: Nettodifferenz der Grundwasserstände 2018 und 2019.

Saisonaler Anstieg und Absenkung

Die typische Grundwasserstandsentwicklung in den Landesmessstellen folgt (von wenigen Ausnahmen abgesehen) einer saisonalen Dynamik. Dabei steigen die Grundwasserstände im Winterhalbjahr an und fallen im Sommerhalbjahr wieder ab, entsprechend der saisonalen Änderung der Grundwasserneubildungsraten. Abhängig von den geologischen und hydraulischen Gegebenheiten kann der Verlauf gegenüber der Witterungsentwicklung bzw. der Sickerwasserbildung deutlich geglättet und mit zeitlicher Verzögerung auftreten. Die Analyse der Grundwasseranstiege- und Absenkungen ermöglicht ein Verständnis für die Bruttoänderungen der Grundwasserstände.

Im Referenzzeitraum 1988-2017 zeigten die Anstiege mit einem Median von 0,52 m und Absenkungen mit einem Median von -0,53 m landesweit eine tendenziell geringfügige Absenkung des Grundwasserstandsniveaus an (Tabelle 5). Diese Tendenz ist regional unterschiedlich ausgeprägt und wurde maßgeblich durch die seit 2008 überwiegend trockenen Witterungsbedingungen bestimmt. Ein deutliches

Ungleichgewicht zeigte sich 2018 mit einem Grundwasseranstieg von 0,72 m im Winter 2017/2018 und einer Absenkung von -0,83 m (Medianwerte) im folgenden Sommerhalbjahr. Der Anstieg im Winter 2018/2019 fiel mit 0,42 m deutlich kleiner aus als im vorangegangenen Jahr und lag auch deutlich unter dem mittleren Anstieg im Referenzzeitraum. Die nachfolgende Absenkung im Sommer 2019 lag mit einem Median von -0,56 m geringfügig oberhalb der mittleren Absenkung von -0,53 m. Wie oben bereits dargestellt, ermöglicht insbesondere der unterdurchschnittliche Wiederanstieg im Winter 2018/2019 das weitere Absinken der Grundwasserstände in 2019, da im Mittel eine ungünstige Ausgangssituation für die sommerliche Absinkphase erreicht wurde.

Auch in dieser Betrachtungsweise werden die regionalen Unterschiede mit den höchsten Grundwasserstandsschwankungen in den Geestbereichen, Börden und Bergregionen und den geringsten Schwankungen in den Marsch- und Niederungsregionen deutlich (Abbildung 16, Tabelle 5).

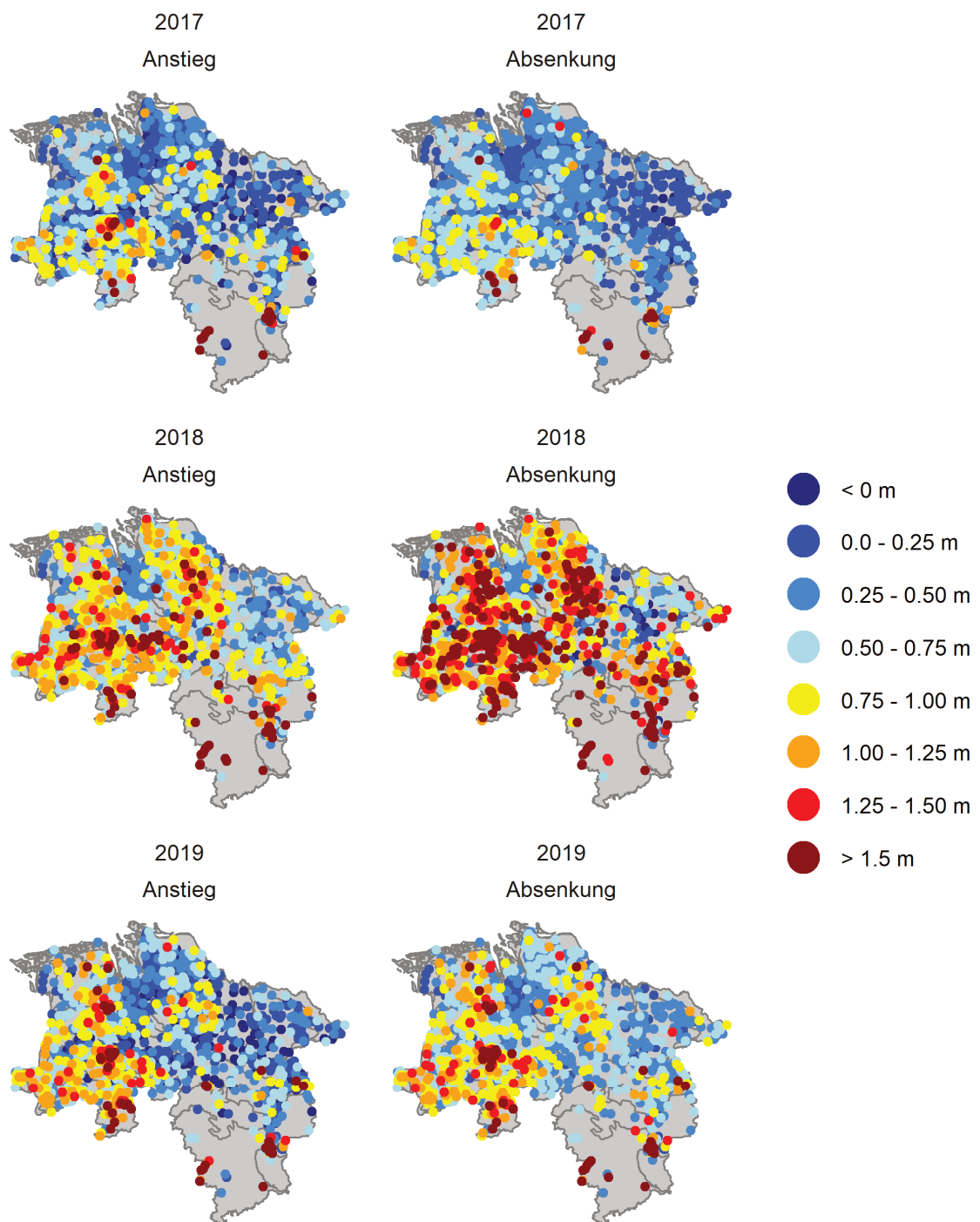


Abbildung 16: Saisonale Grundwasserstandsveränderungen - Grundwasseranstieg und Absenkung in den Jahren 2017 bis 2019.

Regenerationspotential der Grundwasserstände

Die vorangegangene Diskussion der Nettodifferenzen wie der saisonalen Grundwasseranstiege und –Absenkungen macht deutlich, dass ein Grundwasseranstieg auf ein höheres Niveau nur dann erfolgen kann, wenn die Anstiegsbeträge einen deutlichen Überschuss gegenüber den Absenkungsbeträgen aufweisen, zum Beispiel infolge extrem feuchter Winter und/oder feuchter Sommer. Bleiben Jahre mit überdurchschnittlicher Grundwasserneubildung bzw. Grundwasseranstieg 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 (vergleiche Abbildung 10).

Der Indikator „Regenerationslast“ veranschaulicht, unter welchen Bedingungen eine Regeneration der Grundwasserstände möglich ist. 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

kann dann zum mittleren jährlichen Grundwasseranstieg an einer Messstelle ins Verhältnis gesetzt werden. 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% 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.

Abbildung 17 zeigt deutlich, dass praktisch alle untersuchten Messstellen eine Regenerationslast > 1 aufweisen. Besonders betroffen sind die Geestregionen im Südwesten, Nordosten und Osten Niedersachsens (Tabelle 5) mit Regenerationslasten > 2 . Das betrifft im Wesentlichen die Messstellen mit den Entwicklungstypen B und C, an denen die Grundwasserstände bereits im Winter 2018/2019 nicht voll bis gar nicht von den Winterniederschlägen profitieren konnten.

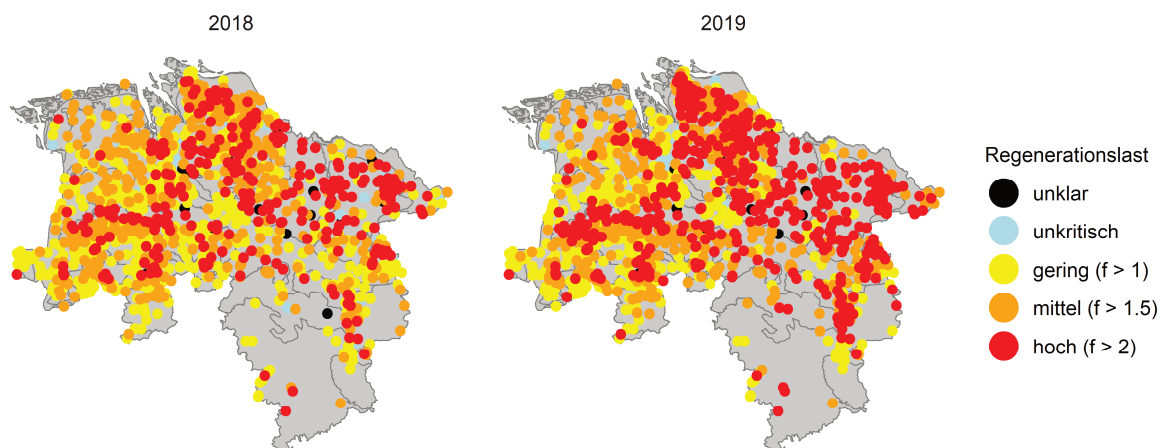


Abbildung 17: Regenerationslast als Indikator für das Regenerationspotential der Grundwasserstände.

Tabelle 5: Saisonale Grundwasserstandsveränderungen und Nettodifferenzen in den Jahren 2018 und 2019 und Regenerationslast Ende 2019.

| Region | Saisonale Grundwasseranstiege und Absenkungen (in Metern) | | | | | | Jahresnettodifferenz der Grundwasserstände (in Metern) | | Regenerationslast |
|-------------------------------|---|------------------------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|--|-------------|-------------------|
| | Mittlerer Anstieg 1988-2017 | Mittlere Absenkung 1988-2017 | Anstieg 2017/2018 | Absenkung 2018 | Anstieg 2018/2019 | Absenkung 2019 | 2018 | 2019 | |
| | Median der ausgewerteten Messstellen | | | | | | | | |
| Nordseeinseln | 0,47 | 0,49 | 0,77 | 0,92 | 0,49 | 0,48 | -0,48 | 0,34 | 1,15 |
| Marschen | 0,3 | 0,3 | 0,34 | 0,52 | 0,35 | 0,36 | -0,35 | 0,17 | 1,46 |
| Ems-Leda-Hunte-Niederungen | 0,76 | 0,75 | 0,84 | 1,11 | 0,8 | 0,8 | -0,54 | 0,4 | 1,39 |
| Weser-Aller-Wümme-Niederungen | 0,66 | 0,63 | 0,78 | 1,11 | 0,46 | 0,54 | -0,57 | 0,09 | 1,57 |
| Elbe-Niederung | 0,51 | 0,55 | 0,51 | 0,85 | 0,38 | 0,5 | -0,46 | 0 | 1,68 |
| Oldenburg-Ostfriesische Geest | 0,76 | 0,78 | 0,86 | 1,29 | 0,88 | 0,86 | -0,76 | 0,25 | 1,63 |
| Ems-Hunte-Weser-Geest | 0,56 | 0,59 | 0,78 | 0,91 | 0,41 | 0,61 | -0,29 | -0,11 | 1,92 |
| Stader Geest | 0,35 | 0,39 | 0,7 | 0,73 | 0,15 | 0,49 | -0,27 | -0,19 | 2,26 |
| Lüneburger Geest | 0,2 | 0,28 | 0,46 | 0,5 | 0,09 | 0,41 | -0,12 | -0,26 | 3,8 |
| Hannoveraner Geest | 0,46 | 0,48 | 0,67 | 0,95 | 0,2 | 0,56 | -0,43 | -0,26 | 2,3 |
| Börden | 0,46 | 0,49 | 0,75 | 1 | 0,25 | 0,46 | -0,43 | -0,14 | 1,9 |
| Westliches Bergland | 0,86 | 0,89 | 1,02 | 1,27 | 1,09 | 1,12 | -0,57 | 0,48 | 1,39 |
| Sandmünsterland | 0,79 | 0,83 | 1,04 | 1,37 | 0,97 | 1,02 | -0,38 | 0,04 | 1,3 |
| Weser- und Leinebergland | 1,53 | 1,88 | 2,12 | 1,98 | 1,12 | 1,5 | -1,09 | 0,09 | 1,28 |
| Harz | 0,61 | 0,64 | 0,44 | 0,81 | 0,73 | 0,64 | -0,63 | 0,39 | 1,24 |
| Niedersachsen | 0,52 | 0,53 | 0,72 | 0,89 | 0,42 | 0,56 | -0,4 | 0,05 | 1,72 |

Ausblick auf die aktuelle Grundwasserstandsentwicklung im Winter 2019/2020

Trotz der ausgiebigen Niederschläge im Winter 2019/2020 zeigte aktuell nur ein Teil der Messstellen einen deutlichen Grundwasserstandsanstieg. So hatte die Messstelle Föckinghausen bereits im Dezember 2019 den Höchststand des Winters 2018 bis auf 10 cm fast wieder erreicht, während die Messstelle Rechterfeld 6/1 seit Oktober 2019 auf dem niedrigsten gemessenen Wert verharrte und erst im März 2020 wieder steigende Grundwasserstände aufweist. Die weitere Entwicklung an dieser Messstelle bleibt gegenwärtig abzuwarten.

Zu erwarten ist, dass die dem Ganglinientyp A (siehe Seite 6f) zugeordneten Messstellen eine weitgehende Erholung zeigen, während die Messstellen der Typen B und C je nach Standortbedingungen bislang nur einen mäßigen bis geringen Anstieg verzeichnen (Abbildung 9). Das Ausmaß der Regeneration in diesen Messstellen ist derzeit noch nicht absehbar. Die Auswirkungen der Trockenjahre 2018 und 2019 werden voraussichtlich in den Geestlandschaften, Börden und Bergregionen am längsten spürbar sein, während die Marsch- und Niederungsregionen weitgehend unbelastet in das Jahr 2020 starten.

Zusammenfassende Diskussion und Ausblick

Entwicklung der Grundwasserstände 2018 und 2019

Im hydrologischen Jahr 2019 hat sich die Grundwasserstandssituation im Vergleich zum Vorjahr landesweit noch einmal deutlich verschärft. Im Median lag über 11 Monate eine Grundwasserdürrelage vor. Diese Entwicklung war keine alleinige Folge der weiterhin trockenen Witterungsbedingungen in 2019, sondern wurde maßgeblich durch die extrem lang andauernde Trockenheit in 2018 und die allenfalls durchschnittlichen Niederschlagsverhältnisse im Winter 2018/2019 vorbereitet.

Eine bis in den Winter anhaltende Trockenphase im Jahr 2018 hatte landesweit zu einem ausgeprägten Rückgang der Grundwasserstände geführt. Im Winter 2018/2019 konnten sich die Grundwasserstände nur unzureichend erholen, so dass in vielen Messstellen die Vorjahresstände im Frühjahr 2019 nicht wieder erreicht wurden. Damit fiel die Ausgangslage für die saisonale Grundwasserabsenkung im Sommerhalbjahr deutlich ungünstiger aus als 2018. Obwohl die Grundwasserabsenkung 2019 unter weniger extremen, aber weiterhin trockenen Bedingungen betragsmäßig deutlich geringer ausfiel als 2018, wurden die Tiefstände des Vorjahres in vielen Messstellen weiter unterboten. Das frühe Einsetzen intensiver Niederschläge im Spätsommer unterbrach die weitere Abwärtsentwicklung in vielen Messstellen.

Die ungünstigsten Grundwasserstandsentwicklungen und höchsten Absenkungsbeträge waren in den Geest- und Börderegionen Niedersachsens zu beobachten, die günstigsten Entwicklungsverläufe mit den geringsten Absenkungen fanden in den Niederungsregionen insbesondere Westniedersachsens sowie den Marschgebieten statt.

Die weitere Entwicklung der Grundwasserstände hängt maßgeblich vom Witterungsverlauf der folgenden Jahre ab. Eine Erholung der nach 2 Trockenjahren auf Rekordtiefen abgesunkenen Grundwasserstände erfordert entsprechend überdurchschnittlich feuchte Jahre, die ausreichend Grundwasserneubildung für

einen ebenfalls überdurchschnittlichen Wiederanstieg der Grundwasserstände erzeugen können. Andernfalls kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich das tiefe Grundwasserstands-niveau auch längerfristig etabliert.

Ausblick 2020

Zum Zeitpunkt der Drucklegung hat der bislang niederschlagsreiche Winter 2019/2020 in einem Teil der Messstellen (Typ A) zu schnellen und deutlichen Anstiegen der Grundwasserstände geführt. In anderen Messstellen (Typen B und C) setzte der Anstieg verzögert und mit bislang eher geringeren Anstiegsbeträgen ein. Während sich die Grundwasserstände in den Niederungs- und Küstenregionen Westniedersachsens gut erholt haben, ist eine weiterhin angespannte Ausgangssituation insbesondere in den Geestregionen Niedersachsens zu erwarten. Aufgrund der extremen Bodenwasserdefizite und der erheblichen Standsdefizite aus den Trockenjahren 2018 und 2019 besteht die Möglichkeit, dass hier auch nach Abschluss der Neubildungsperiode im hydrologischen Jahr 2020 Grundwasserstandsdefizite bestehen bleiben und eine kurzfristige und vollständige Regeneration nicht zu erwarten ist. Bereits der April 2020 zeichnet sich erneut durch ungewöhnlich trockene Witterungsbedingungen aus. Es besteht daher wenig Anlass, von einer grundlegenden Entspannung der Grundwasserstandssituation auszugehen.

Trockenjahre und Klimawandel

Die Trockenjahre 2018 und 2019 markieren den vorläufigen Höhepunkt einer bereits seit Anfang der 2000er Jahre anhaltenden Phase mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen und tiefen bzw. abnehmenden Grundwasserständen (Abbildung 10). Hier stellt sich grundsätzlich die Frage, ob diese bereits seit ca. 15 Jahren andauernde Phase noch als vorübergehende Schwankung im Klimageschehen zu bewerten ist, oder ob sich diese Situation als klimatisches Charakteristikum etabliert. Zwar haben frühere Trockenereignisse wie in den 50er und 70er Jahren ebenfalls extreme Grundwasserstandsabsenkungen zur Folge gehabt, nach dem aktuellen Forschungsstand lassen sich

die gegenwärtigen extremen Trockenjahre jedoch nicht lediglich als Folge zufälliger Witterungsschwankungen interpretieren:

Klimaforscher gehen derzeit für Niedersachsen 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).

Prognosen „des Niederschlags der kommenden zehn Jahre deuten an, dass zum Beispiel im Jahr 2020 hierzulande mit durchschnittlichen Niederschlägen gerechnet werden kann, der Fünfjahreszeitraum 2020-2024 aber wohl zu trocken ausfällt“ (DWD, 2020).

Die resultierenden Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserneubildung sind dabei nicht eindeutig und weisen eine große Spannweite von stabilen oder geringfügig zunehmenden bis hin zu abnehmenden Grundwasserneubildungsmengen für Niedersachsen auf (Herrmann et al. 2017). Untersuchungen zu den möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserstände in Niedersachsen liegen derzeit noch nicht vor und lassen sich angesichts der unklaren Aussagen zur Grundwasserneubildung nur schwer einschätzen. Eine Verringerung der Grundwasserneubildung und/oder Verschiebung der Niederschläge in den Winter (mit Verlängerung der Absinkphasen) könnte dazu führen, dass die Grundwasseramplituden zunehmen und/oder sich die Grundwasserstände auf einem neuen, tieferen Niveau stabilisieren. Besonders betroffen wären vor allem die Geest- und Bördenregionen Niedersachsens. 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.

Gerade das Auftreten von extremen Wetterereignissen muss im Zusammenhang mit dem Klimawandel bewertet werden. 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.

Umweltauswirkungen tiefer Grundwasserstände

Die Auswirkungen der Trockenheit in den Jahren 2018 und 2019 war für die Bevölkerung deutlich sichtbar: Ernteausfälle, technische Probleme der Wasserversorgung, extrem tiefe Wasserstände in Oberflächengewässern (bis hin zum Trockenfallen) und nicht zuletzt das weiträumige Absterben ganzer Baumarten (Fichten und Birken) in 2019. Auch die extrem tiefen Grundwasserstände illustrieren deutlich das Ausmaß dieser Trockenheit.

Die Veränderungen der Grundwasserstände haben direkte Auswirkungen auf den Grundwasserzustrom in Oberflächengewässer und die Versorgung der Vegetation mit Wasser an grundwassernahen Standorten:

So führt eine Absenkung des Grundwasserspiegels zu einer Verringerung des kapillaren Grundwasseraufstiegs, über den die Vegetation ihren Wasserbedarf bei fehlenden Niederschlägen dann nicht mehr decken kann. Die kapillaren Aufstiegsraten sind dabei abhängig vom Grundwasserflurabstand, den Bodeneigenschaften und auch vom Vegetationstyp bzw. der Wurzeltiefe der Pflanzen. Bei ausreichend großen Grundwasserflurabständen haben die Grundwasserstandsschwankungen daher keine Auswirkungen mehr auf die Vegetation. Die sogenannten grundwasserabhängigen Ländkosysteme (z.B. Bruchwälder, Feuchtwiesen, Moore) werden dagegen vom

unmittelbaren Kontakt mit dem Grundwasser in der Bodenzone geprägt.

Darüber hinaus führen absinkende Grundwasserstände auch zu einem verringerten hydraulischen Gefälle zu den Vorflutern. Dadurch nimmt auch der Grundwasserzustrom in die Oberflächengewässer (Basisabfluss) ab. In der Folge kann je nach Wasserführung eine Schädigung der Gewässerökosysteme eintreten. Im Extremfall können Tümpel, Bäche und Gräben komplett trockenfallen, wenn die Grundwasserstände unter die Gewässersohle fallen.

Bedeutung anthropogener Einflüsse

Die Grundwasserdürre mit ihren extremen Tiefständen in Niedersachsen ist zunächst eine direkte Folge der Witterungsbedingungen der letzten zwei Jahre. Die Grundwasserstandsabsenkungen waren in vielen Regionen ausreichend, um die Wasserversorgung grundwasserabhängige Landökosysteme, Oberflächengewässer und sonstiger Vegetation mit Grundwasseranschluss (z.B. land- und forstwirtschaftliche Flächen mit geringen Grundwasserflurabständen) zu beeinträchtigen.

Förderbedingte Absenkungen addieren sich auch in den Trockenjahren auf die Grundwasserstände auf und können auf lokaler Ebene zu einer zusätzlichen Verschärfung der Grundwasserstandssituation und damit zu einer Beeinträchtigung von Oberflächengewässern, grundwasserabhängigen Landökosystemen und Vegetation (Wald und Forst) führen. Für einzelne Nutzungsarten (unter anderem 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 hydraulischen Potentiale (Abbildung 8) gerade während der Trockenperiode.

Gemäß den Vorgaben der EG-Wasserrahmenrichtlinie bewertet der NLWKN alle 6 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 natürlichen Witterungsschwankungen werden hier nicht bewertet.

Unabhängig hiervon sind vor dem Hintergrund des Klimawandels und extremer Witterungsereignisse die zu erwartenden Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwasserverfügbarkeit in der Grundwasserbewirtschaftung zu berücksichtigen (vgl. LAWA, 2017). Dies ist insbesondere deshalb von Bedeutung, da der Klimawandel den Nutzungsdruck auf die Grundwasserressourcen weiter erhöhen wird. Hier sind insbesondere der Ausbau der Feldberegnung als auch zunehmende Spitzenlasten der öffentlichen Trinkwasserversorgung (Scheihing, 2019) zu nennen.

Schlusswort

Die Auswirkungen des Klimawandels sind auch in Niedersachsen deutlich spürbar. Die Entwicklung, die sich seit einigen Jahren in unseren Grundwasserständen abzeichnen, nicht nur als Folge der Trockenjahre 2018 und 2019 sondern auch der Jahre davor, sind nicht lediglich Folge zufälliger Witterungsschwankungen sondern auch Ausdruck eines sich infolge des Klimawandels insgesamt verändernden Landschaftswasserhaushalts. Die Grundwasserstandsentwicklung in den Trockenjahren 2018 und 2019 hat anschaulich die in Folge des Klimawandels möglichen Veränderungen vor Augen geführt.

Diese Veränderungen dauern an. Die Entwicklung der Grundwasserstände hat Anzeichen einer Übergangssituation. Auf welchem Niveau sich die Grundwasserstände mittel- und langfristig einpendeln, ist derzeit nicht absehbar. Eine Rückkehr zu früheren Verhältnissen ist jedoch vor dem Hintergrund der langfristigen und auch mittelfristigen Klima- und Witterungsprognosen fraglich.

Es ist daher zu überlegen, ob die langjährigen Mitteln aus früheren Zeiträumen weiterhin eine ausreichende Grundlage für wasserwirtschaftliche Planung und Genehmigung bleiben können, oder ob ein stärkerer Fokus auf die Gegebenheiten der letzten 15 Jahre oder die bestmöglich verfügbaren Prognosen für die nahe

Zukunft inklusive der möglichen Extrembedingungen zu richten ist.

Das betrifft nicht nur die Wasserwirtschaft als solche, auch Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Gewerbe und Privathaushalte stehen vor enormen Herausforderungen, ihren Wasserverbrauch und auch ihren Wasserbedarf neu auszurichten. Und es geht dabei nicht um Planungen für die Zukunft, es geht um die Frage, wie Gesellschaft und Politik mit den veränderten

Rahmenbedingungen verantwortungsvoll umgehen wird. Denn auch die aktuelle Witterungsentwicklung gibt keinen Anlass zur Entspannung. Bereits der April 2020 weist erneut extrem trockene Verhältnisse auf und schürt die Befürchtung auf ein drittes Trockenjahr in Folge. Umso wichtiger ist daher die sorgfältige und vorausschauende Bewirtschaftung des Grundwassers, um weiterhin eine ausreichende Wasserversorgung für Mensch und Umwelt in Niedersachsen zu erhalten.

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 (2019a): Ursachen und Folgen der Trockenheit in Deutschland und Europa ab Juni 2019. https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/duerre/20190712_trockenheit_juni_juli_2019.html (Zugriff am 28.02.2020)

DWD (2019b): Die agrarmeteorologische Situation im Sommer 2019. https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/berichte/3-2_rueckblicke/2019/bericht_sommer_2019.html?nn=586880 (Zugriff am 28.02.2020)

DWD (2020a): Deutscher Wetterdienst, Climate Data Center, <http://www.dwd.de/cdc> (Zugriff am 05.01.2020)

DWD (2020b): Virtuelle' Klima-Presskonferenz 2020 des Deutschen Wetterdienstes vom 17.03.2020. https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2020/20200317_pressemitteilung_klima_pk_news.html;jsessionid=02F5140E6CBDEA6773714CD7068C21DE.live11052 (Zugriff am 18.03.2020)

Herrmann, F., Hübsch, L., Elbracht, J., Engel, N., Keller, L., Kunkel, R., Müller, U., Röhm, H., Vereecken, H., Wendland, F. (2017): Mögliche Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Grundwasserneubildung in Niedersachsen. Hydrologie und Wasserwirtschaft 61(4), 244-260.

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., Steinman, 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. Abgerufen am 11.3.2020.

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/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 Standsmessnetz 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)

Wriedt, G. (2017): Verfahren zur Analyse klimatischer und anthropogener Einflüsse auf die Grundwasserstandsentswicklung. Grundwasser 22(1), 41-53.

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

