

# Auswirkungen der Dürreverhältnisse 2018-2020 auf die Grundwasserstände in Mitteldeutschland

Die Jahre 2018-2020 waren außergewöhnlich trocken! Hiervon waren nicht nur menschliche Nutzungen, wie Land- und Forstwirtschaft oder Wasserversorgung, sondern auch der Naturraum, insbesondere aquatische Ökosysteme, betroffen. Ein besonders stark getroffenes Gebiet ist hierbei der mitteldeutsche Raum, der ohnehin durch geringe Niederschläge und Grundwasserneubildung charakterisiert ist. Im Rahmen der Studie wurden die Pegelstände von über 220 Grundwassermessstellen in Mitteldeutschland untersucht und das historische Ausmaß des Wasserdefizits aufgezeigt.

Karsten Rinke, Sarah-Christin Mietz and Martin Schnepfmüller

## 1 Motivation der Studie

Die Jahre 2018, 2019 und 2020 waren durch ausgeprägte Trockenperioden geprägt und werden in der Öffentlichkeit und Presse sowie in Fachkreisen zurecht als Dürre bezeichnet. Die Definition einer Dürre ist komplex und beinhaltet eine statistische Bewertung, d. h. eine Dürre ist eine Zeit außergewöhnlicher Trockenheit mit deutlicher Abweichung vom Normalzustand. In der Typologie von Dürreereignissen werden meteorologische, hydrologische und landwirtschaftliche Dürren unterschieden. Erstere beschreiben Zeiten mit deutlich unterdurchschnittlichen Niederschlägen, hydrologische Dürren beziehen sich auf niedrige Wasserverfügbarkeit in Oberflächengewässern und landwirtschaftliche Dürren stehen in Verbindung mit geringer Bodenfeuchte und Ertragsseinbußen in der landwirtschaftlichen Produktion. Die beiden aufeinanderfolgenden Jahre 2018 und 2019 haben in Zentraleuropa Dürreverhältnisse verursacht, die in den vergangenen 250 Jahren nicht aufgetreten waren [1]. Die trockenen Verhältnisse 2018 bis 2020 haben die Sichtweise auf die Ressource Wasser deutlich verändert und verdeutlicht, dass im

Zuge des Klimawandels auch in Deutschland regional Wassermangel (z. B. ausgetrocknete Fließgewässer) auftreten kann. In der im Juni 2021 veröffentlichten Nationalen Wasserstrategie greift die Bundesregierung die Wasserproblematik auf und zeichnet Wege für einen nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser auf [2]. Aus diesem Strategiepapier geht deutlich hervor, dass die Politik den Handlungsbedarf erkannt hat.

Für die Bürger und die Presse stehen in diesem Kontext in der Regel die menschlichen Wassernutzungen im Vordergrund und den größten Raum in den Berichterstattungen nimmt die Wasserversorgung, d. h. die Bereitstellung von Wasser in ausreichender Menge und Qualität für Haushalte, Gewerbe und Industrie sowie die landwirtschaftliche Produktion ein. In diesem Beitrag möchten wir auf einen weiteren wichtigen Aspekt der Wasserproblematik der vergangenen drei Jahre hinweisen, der in unseren Augen zu wenig Aufmerksamkeit erlangt hat, langfristig aber immense Wichtigkeit einnimmt und Herausforderungen bringen wird: Die Verfügbarkeit von Wasser für den Naturraum, d. h. das Vorhandensein von Wasser, um unsere aquatischen Lebensräume (Flüsse, Seen, Feuchtgebiete, Moore, Auenwälder) und deren Funktionen sowie die Produktivität der terrestrischen Lebensräume (inkl. der landwirtschaftlichen Nutzflächen) zu erhalten. Letztlich ist hier der Landschaftswasserhaushalt, d. h. der langjährige mittlere Zustand der Wasserverfügbarkeit im Untergrund (Bodenkörper, Kapillarsaum, gesättigte Zone bzw. Grundwasser) angesprochen. Dessen Dynamik wird durch das Wasserangebot in Form von Niederschlag und durch Wasserverluste in Form von Evapotranspiration, Transpiration und Abfluss geprägt. Der größte und wichtigste Speicher in den Komponenten des Landschaftswasserhaushaltes ist das Grundwasser.

Ein mehrjähriges Wasserdefizit in der Landschaft schlägt sich zwangsweise im Wasserstand des Grundwassers nieder. Diese Änderungen unterhalb der Erdoberfläche sind aber auch ohne Pegelmessstände für den Beobachter erkennbar. So sinkt der Wasserpegel grundwassergespeicherter Seen und es kommt in der Regel zu einem spürbaren Flächenverlust des Gewässers und

### Kompakt

- Die Pegelstände der vergangenen 30 Jahre von über 220 Grundwassermessstellen in Sachsen-Anhalt und Brandenburg wurden untersucht und vielerorts historische Tiefstände in der Trockenperiode 2018-2020 erreicht
- Die trockenen Verhältnisse in 2018 bis 2020 sind zwar hinsichtlich ihrer Intensität außergewöhnlich gewesen, reihen sich aber konsistent in den fortschreitenden Klimatrend ein.
- Sinkende Grundwasserstände werden bereits seit 2011 beobachtet und markieren damit eine Phase mit abnehmender Wasserverfügbarkeit im Mitteldeutschen Raum.

entsprechendes Trockenfallen von Ufervegetation und Flachwasserzonen (z. B. Seddiner See, **Bild 1**). Oft gehen diese Wasserverluste mit erheblichen Wasserqualitätseinbrüchen einher, denn die nun stärkere Aufheizung, erhöhte Sauerstoffzehrung und Nährstofffreisetzung führen zu starken Eutrophierungsercheinungen (**Bild 1**), die u. a. mit vollständigem Sauerstoffverlust, Schwefelwasserstoffbildung und Fischsterben einhergehen. In Fließgewässern verringern sich die Niedrigwasserabflüsse, die sich weitestgehend aus dem Grundwasser rekrutieren und im Extremfall zum vollständigen Austrocknen führen. Schließlich wird durch sich vergrößernde Grundwasserflurabstände der Abstand zwischen Vegetation und Grundwasseroberfläche erhöht. Durch den Verlust des Grundwasseranschlusses kann dies zur Austrocknung von Feuchtgebieten (grundwasserabhängige Vegetation) sowie dem Absterben von Baum- und Buschvegetation, d. h. Waldverlust (**Bild 1**) führen.

In Deutschland existieren große regionale Unterschiede hinsichtlich des Wasserdargebotes und der daraus resultierenden regionalen Wasserbilanz. Eine besonders niederschlagsarme Region mit Grundwassererneuerungsraten von weniger als 25 mm/a ist die mitteldeutsche Ebene, die weite Teile Sachsen-Anhalts (Regenschatten des Harzes), das Thüringer Becken sowie das südliche Brandenburg und nördliche Sachsen umfasst. Die Auswirkungen der Dürreverhältnisse im Zeitraum 2018-2020 waren in dieser Region besonders stark. Diese Studie fokussiert deshalb auf eine Analyse der Langzeitdynamik von ausgewählten Grundwasserständen im Mitteldeutschen Raum.

## 2 Datenbasis

Wir fokussierten unsere Analyse auf die Grundwasserstände in den Bundesländern Sachsen-Anhalt und Brandenburg. Es wurden nur solche Messstellen ausgewählt, die mindestens für die vergangenen 30 Jahre Beobachtungsdaten aufweisen. Außerdem wurde darauf geachtet, dass die ausgewählten Messstellen möglichst ungestörte Grundwasserhältnisse repräsentieren. Die Messstellen erfüllten in der Regel die folgenden Kriterien:

- mind. 500 m Abstand zu Grundwassernutzungen,
- mind. 1 000 m Abstand von großen Fließgewässern (Elbe, Saale, Oder etc.),
- Meidung von bergbaubeeinflussten und urbanen Räumen (Flächenversiegelung).

Die Datenbereitstellung erfolgte durch den Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, Geschäftsbereich 5.0 - Gewässerkundlicher Landesdienst, und dem Landesamt für Umwelt Brandenburg, Abt. Wasserwirtschaft 1, Referat W12. Insgesamt wurden 87 Messstellen aus Sachsen-Anhalt und 140 Messstellen aus Brandenburg ausgewertet. Um eine Vergleichbarkeit der Datenreihen herzustellen wurde einerseits eine Standardisierung vorgenommen und andererseits die absolute Abweichung vom jeweiligen Mittelwert der Messreihe (Anomalie) berechnet sowie die Saisonalität eliminiert. Entsprechend den Empfehlungen von Hellwig [3] wurden zunächst die Daten jeder Messstelle auf eine einheitliche zeitliche Auflösung aggregiert (monatlich, arithmetisches Mittel) und anschließend durch den langjährigen Monats-



**Bild 1:** Auswirkungen der Dürreverhältnisse 2018 bis 2020 auf aquatische und terrestrische Lebensräume: A) Kleingewässer in der Nähe von Magdeburg (Bärenkolk, Gübs) in denen die Aufheizung und der Wasserverlust oft mit Sauerstoffschwund und starken Wasserqualitätsproblemen einhergeht, B) Waldsterben, C) Wasserverlust und damit einhergehender Flächenverlust am Seddiner See, der Rückzug der Gewässerlinie ist zu schnell für das Nachrücken der Röhrichtzone und viele Tiergruppen (z. B.: Großmuscheln, siehe Vordergrund links)

mittelwert (Referenzperiode 1990-2020, hydrologisches Jahr) korrigiert:

$$\text{Standardisierung: } X_{j,t,norm} = \frac{X_{j,t} - \bar{X}_{j,m}}{s_{j,m}} \quad (1)$$

$$\text{Anomalie: } X_{j,t,anom} = X_{j,t} - \bar{X}_{j,m} \quad (2)$$

Hierbei beschreibt  $X_{j,t}$  den Messwert an der Messtelle  $j$  zum Zeitpunkt  $t$  und  $\bar{X}_{j,m}$  sowie  $s_{j,m}$  den arithmetischen Mittelwert sowie die Standardabweichung der Messreihe  $j$  im Monat  $m$ . Für die Berechnung der letzten beiden Maßzahlen wurden die Messwerte des Zeitraums 1990 bis 2020 als Referenzzeitraum genutzt. Zu beachten ist, dass die Standardisierung zu einer dimensionslosen Zahl führt, während die Anomalie die Einheit (hier: m) bewahrt und somit absolute Grundwasserstände beschreibt.

Parallel zu der Grundwasserdynamik wurden auch die meteorologischen Verhältnisse in den Jahren 2018 bis 2020 in den langfristigen historischen Kontext auf der Basis von DWD-Beobachtungsdaten eingeordnet und Auswirkungen auf den Wasserkreislauf abgeleitet bzw. diskutiert.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Meteorologische Randbedingungen

Die meteorologischen Verhältnisse in 2018 bis 2020 waren im langjährigen Vergleich außergewöhnlich warm und trocken (**Bild 2**). Insbesondere für die Lufttemperatur sind die aufgetretenen hohen Werte aber keine singuläre Ausnahmesituation, sondern vielmehr im Erwartungsbereich des gegenwärtigen Erwärmungstrends, der seit den letzten Dekaden des vergangenen Jahrhunderts feststellbar ist. Die Verhältnisse in 2018 bis 2020 sind somit zwar einerseits aus historischer Sicht als extrem zu bezeichnen, andererseits deutete sich diese Entwicklung bereits in dem Trend über die letzten Jahre an und die Dürreverhältnisse bestätigen vielmehr den Trend als dass sie eine sprunghafte Systemänderung repräsentieren.

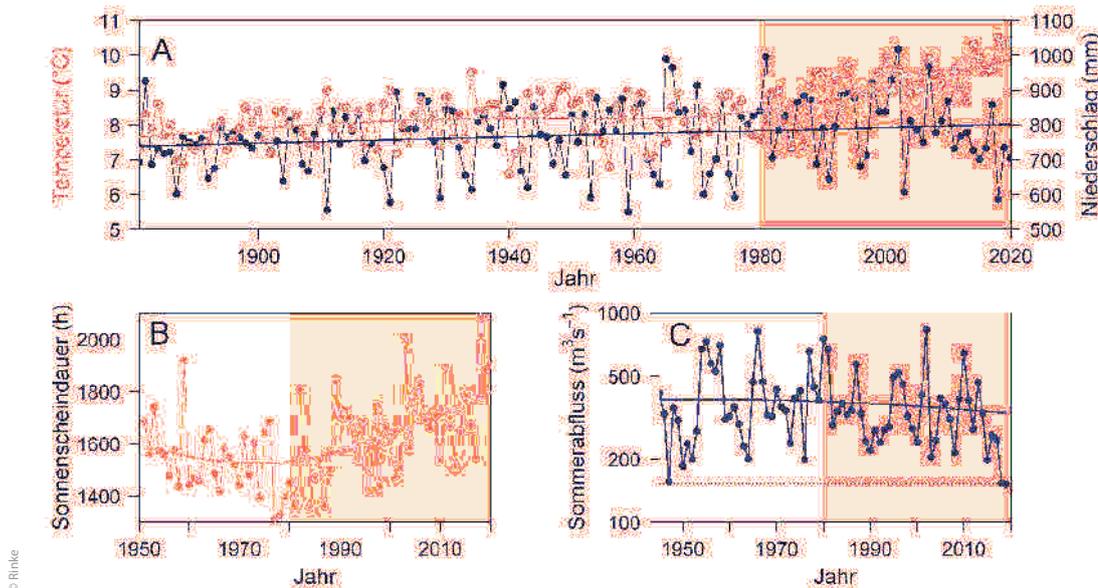
Es ist interessant, dass die Sonnenscheindauer einen sehr ähnlichen Trend aufweist (**Bild 2**). Diese ansteigende Sonnenscheindauer mit einhergehender Temperatursteigerung deutet eher auf eine Abnahme der Bewölkung hin, da die Solarkonstante, d. h. die Energieabgabe der Sonne, über diesen Zeitraum unverändert blieb. Der Niederschlag, der insgesamt ohnehin eine höhere Variabilität aufweist, zeigt keinen deutlichen Trend über den Zeitraum. Hier wechseln sich trockene und feuchte Jahre in unterschiedlichen Abständen und Verhältnissen ab. Die Jahre 2018 bis 2020 sind bezüglich des Niederschlags außergewöhnlich, da sie eine Folge mehrerer besonders trockener Jahre darstellen. Durch das geringere Wasserdargebot und die temperaturbedingt höhere Verdunstung ist die Wasserverfügbarkeit der Landschaft gesunken. Dies ist in integralen Variablen gut zu erkennen, z. B. im Sommerabfluss der Mittelelbe (Pegel Magdeburg-Strombrücke, **Bild 2**), der den niedrigsten Wert seit über 75 Jahren eingenommen hat. Bei den Tageswerten wurden 2018

bis 2020 mehrfach der absolute Pegeltiefststand seit Anbeginn der Messungen unterschritten.

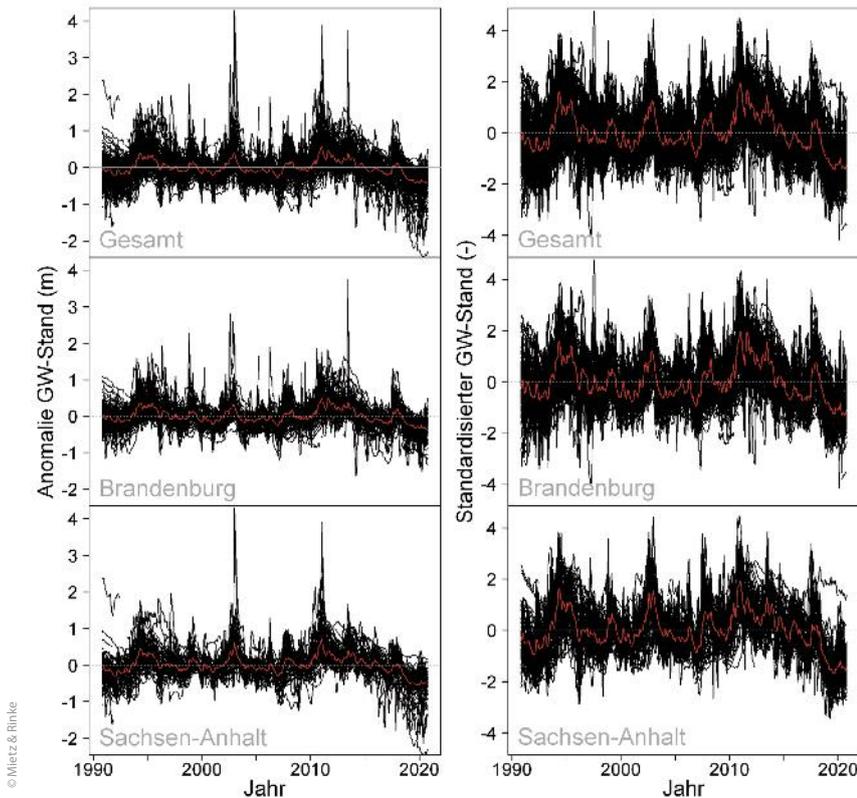
#### 3.2 Dynamik der Grundwasserstände

Ein noch differenzierteres Bild bezüglich der Wasserverfügbarkeit in der Landschaft ergibt sich bei der Auswertung der Grundwasserstände. Diese befinden sich seit 2011 in einem Abwärtstrend, der sich zwischen 2018 und 2020 rapide beschleunigte. So wurden an einzelnen Messstellen historische Tiefstände erreicht (**Bild 3**). Von den untersuchten 226 Messstellen in Brandenburg und Sachsen-Anhalt zeigen 138 Messstellen (d. h. 61 %) in den Trockenjahren 2018 bis 2020 den tiefsten Grundwasserstand in den vergangenen 30 Jahren. In der letzten Dekade ist der Grundwasserpegel der Region großflächig um nahezu einen Meter abgefallen (linearer Trend: 8 cm/a,  $R^2 = 0,4$ ). Bei einer mittleren Porosität von 0,45 entspricht dies überschlägig einem Wasserdefizit von etwa 360 mm pro Dekade. Dies ist ein hoher Wert in Anbetracht der Tatsache, dass die mittlere Grundwassererneuerung in weiten Teilen der Region lediglich 25 bis 50 mm/a beträgt [4].

Die Messreihen zeigen eine erhebliche Variabilität über den Beobachtungszeitraum und es ist deshalb hilfreich, auf standardisierte Werte zurückzugreifen (**Bild 3**), um die Variabilität innerhalb der Datenreihen zu berücksichtigen. Es zeigt sich hier, dass das Wasserdefizit in 2020 ungefähr dem Wasserüberschuss im Jahr 2011 entspricht. Mitteldeutschland hat also besonders in der vergangenen Dekade einen erheblichen Wechsel der Wasserverfügbarkeit erlebt, von ungewöhnlich hohen Grundwasserständen zu historisch niedrigen Grundwasserständen. Diese Tatsache unterstreicht die Beobachtung, die sich bereits aus der Analyse der meteorologischen Verhältnisse zeigte, und verdeutlicht, dass die Wasserverknappung zwar in den vergangenen drei



**Bild 2:** A) Jahresmittel der Lufttemperatur und des Niederschlags für Deutschland der vergangenen 140 Jahre; B) Langfristige Entwicklung der Sonnenscheindauer seit 1950; C) Mittlerer Sommerabfluss der Elbe beim Pegel Magdeburg; die Linie repräsentiert jeweils die langfristige Entwicklung der Variablen durch einen geglätteten Verlauf (mittels eines GAM, Generalized Additive Model), die gelb unterlegte Fläche markiert die Entwicklung seit 1980, in diesem Zeitraum zeigen Lufttemperatur und Sonnenscheindauer einen Anstieg



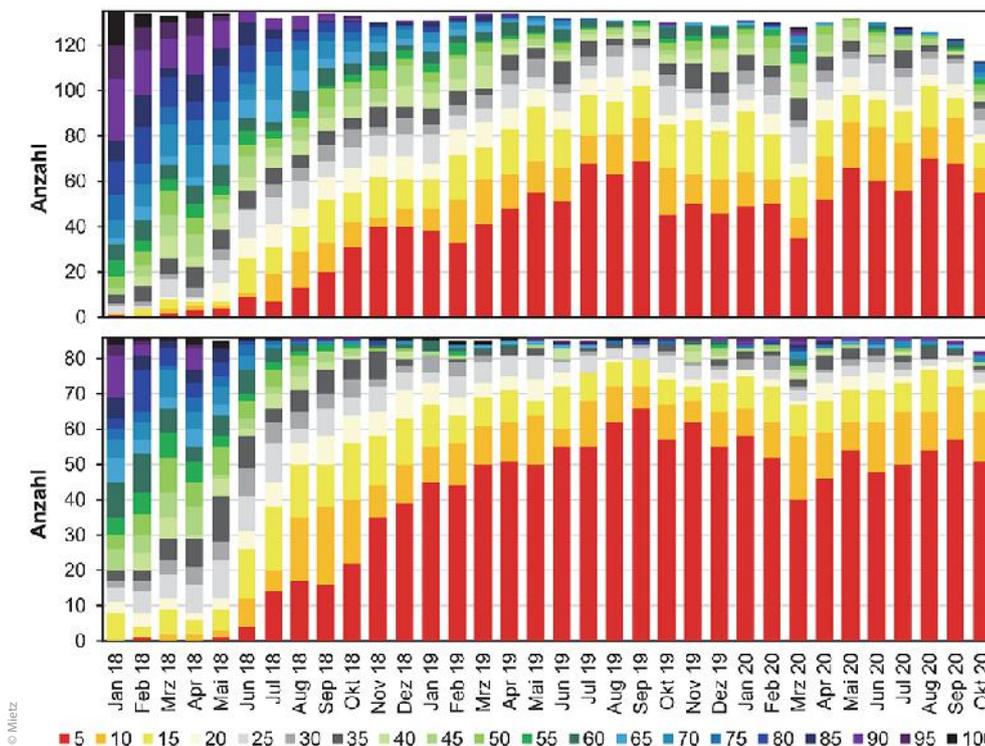
**Bild 3:** Analyse der Grundwasserstände in Sachsen-Anhalt und Brandenburg (oben: Gesamtdaten, Mitte: Brandenburg, Unten: Sachsen-Anhalt), links: Darstellung der Anomalie (Abweichung vom Mittelwert 1990-2020 in Meter), rechts: Standardisierte Daten

Jahren extreme Zustände angenommen hat, aber gleichzeitig auch das Produkt eines mehrjährigen Trends darstellt. Der wesentliche Unterschied zwischen den meteorologischen Trends

und bereits im Juni 2018 zeigte die Mehrheit der Messstellen unterdurchschnittliche Grundwasserstände. Die stark abnehmenden Grundwasserstände in der Sommerperiode entsprechen

und dem Trend im Grundwasserstand besteht darin, dass die meteorologischen Trends bereits seit 30 Jahren wirksam sind, während im Grundwasser der aktuelle stark abnehmende Trend erst in der letzten Dekade aufgetreten ist und zwischendurch auch immer wieder längere Phasen mit zunehmenden Grundwasserständen aufgetreten waren. Bei einer Analyse des gesamten Zeitraumes 1990-2020 zeigt sich aber ebenfalls ein signifikanter negativer Trend (F-test,  $p < 0,001$ ), wenn auch mit deutlich schwächerer Intensität. Dasselbe Bild ergibt sich, wenn nur die Grundwasserstände vor 2010 analysiert werden.

Werden die Grundwasserstände der Periode 1990-2020 als Grundgesamtheit jeder Messreihe betrachtet, lassen sich die gemessenen Grundwasserstände in den Dürre Jahren 2018-2020 entsprechenden Quantilen zuordnen. Hierbei wird zunächst klar, dass die Startverhältnisse in 2018 (in Folge des relativ feuchten Vorjahres) keineswegs trocken waren, sondern im Januar 2018 mehr als 84 % (Brandenburg), bzw. 65 % (Sachsen-Anhalt) der Messstellen überdurchschnittlich hohe Grundwasserstände aufwiesen (d. h. Quantile  $>50\%$ , **Bild 4**). Dieser Zustand änderte sich schnell im Laufe des Sommers



**Bild 4:** Zeitliche Entwicklung der Quantilverteilung der Grundwasserstände im Zeitraum 2018 bis 2020 (oben: Brandenburg, unten: Sachsen-Anhalt). Als Grundgesamtheit für die Quantilverteilung wurde der Zeitraum 1990 bis 2020 gewählt und die gestapelten Säulen stellen die Quantilverteilung auf Monatsbasis in Intervallen von 5 % dar; das Quantil 10 % zeigt also z. B. wie viele Grundwasserstände im jeweiligen Monat einen Wert aufzeigten, der im Zeitraum 1990 bis 2020 im Quantil 5 % bis 10 % liegt

aufgrund der üblicherweise negativen Wasserbilanz in den Sommermonaten zwar grundsätzlich dem typischen saisonalen Verlauf in der Region, das Ausmaß des Grundwasserverlustes ist 2018 aber außerordentlich hoch. Denn zum Abschluss des hydrologischen Jahres im Oktober 2018 waren bis auf wenige Messstellen in Brandenburg alle Grundwasserstände deutlich unterdurchschnittlich. Sachsen-Anhalt war hier stärker betroffen, fast drei Viertel der Messstellen wiesen Pegelstände im Quantilbereich <10 % auf (**Bild 4**), während in Brandenburg in etwa die Hälfte der Messstellen diesem Bereich zuzuordnen waren. Obwohl es in den Wintermonaten zu einer gewissen Auffüllung der Grundwasserstände kam, konnten diese Zugewinne den Wasserverlust aus 2018 nicht kompensieren. Im darauffolgenden, ebenfalls sehr trockenen Jahr 2019 nahm deshalb das Wasserdefizit weiter zu und ein akkumulativer Dürreeffekt durch aufeinanderfolgende Jahre mit geringem Wasserdargebot und hoher Verdunstung stellte sich ein (**Bild 4**). Dieses Muster wiederholte sich, wenn auch in abgeschwächter Intensität, im Jahr 2020, so dass gegen Ende dieses dreijährigen Zeitraumes im September 2020 die Trockenheit und Grundwasserverknappung ihren höchsten Punkt erreicht haben. In Sachsen-Anhalt wiesen 67 % und in Brandenburg 55 % der Messstellen einen Grundwasserstand auf, der sich im Quantilbereich <5 % befindet (**Bild 5**).

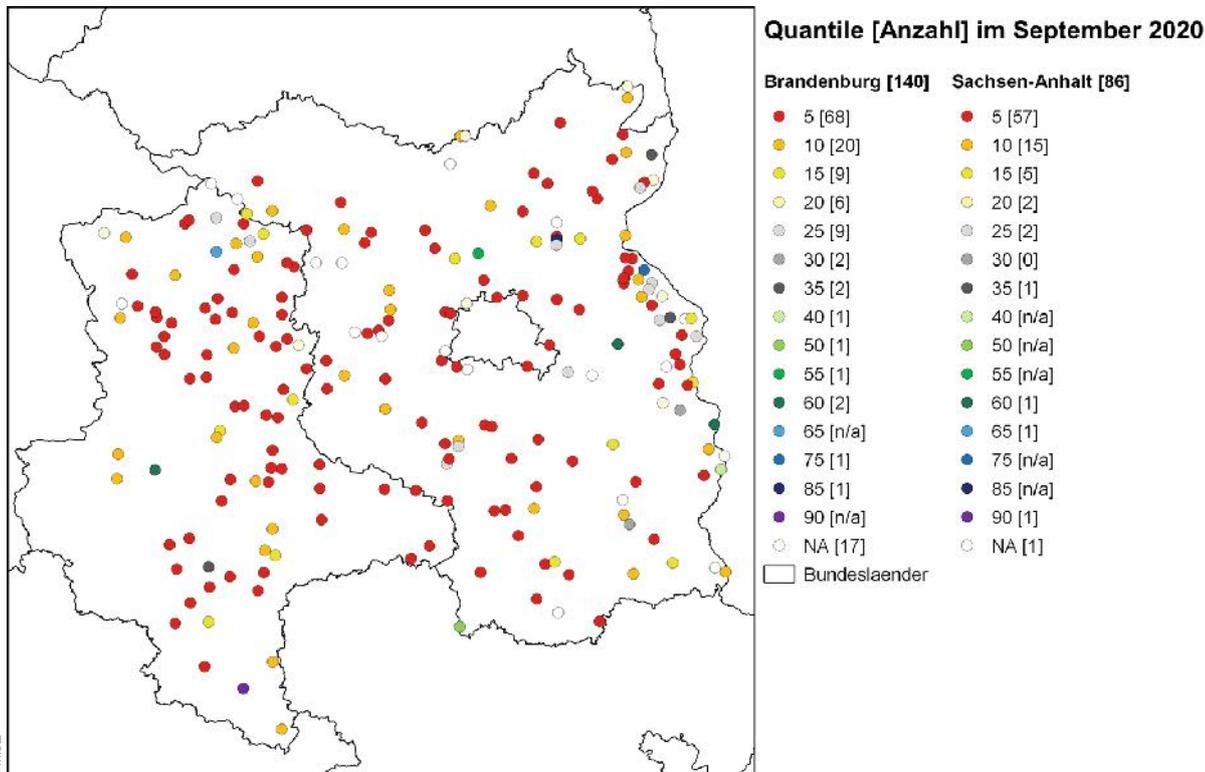
Eine Analyse der Verteilungsfunktionen der Grundwasserstände der beteiligten Messstellen verdeutlicht die starken Änderungen zwischen 2011 und 2020. Am Ende des dreijährigen Zeitraumes 2018-2020 befanden sich 71 % der Grundwasserstände im Quantilbereich <10 % in Bezug auf den 30-jährigen Referenzzeitraum. Dahingegen waren 2011, d. h. vor Eintritt

des Abnahmetrends in den Grundwasserständen, noch 56 % dieser Grundwasserstände oberhalb des 90-%-Quantils (**Bild 6**).

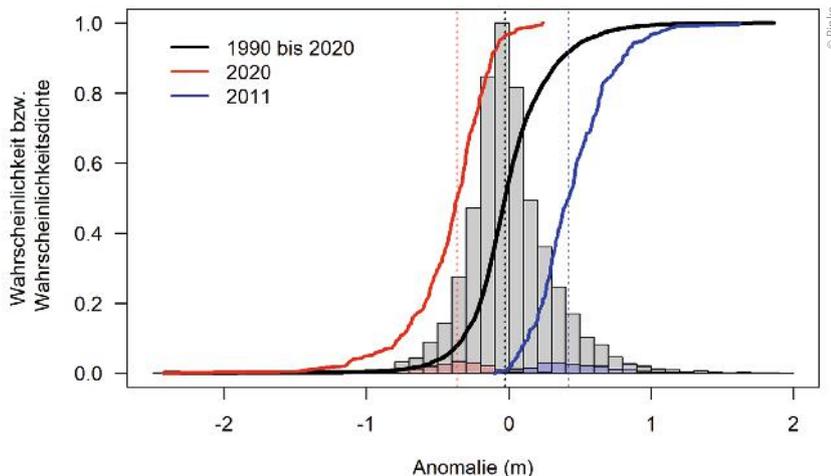
## 4 Diskussion

### 4.1 Bewertung der Grundwasserdynamik im historischen Kontext

Die Grundwasserstände in Mitteldeutschland sind auf einem sehr geringen Niveau im Vergleich zu den Verhältnissen in den letzten drei Dekaden. Dieser Zustand hat sich während der letzten drei Jahre (2018 bis 2020) deutlich verstärkt, ist aber gleichzeitig in einen überjährigen Abwärtstrend eingebettet, der sich in den letzten 10 Jahren ausgeprägt hat. Am Startpunkt dieser Abwärtsbewegung der Grundwasserstände standen historisch hohe Grundwasserstände in 2008 bis 2012, die vielerorts zu Problemen durch Wiedervernässung und Gebäudeschäden führten. Hierdurch entstand politischer Handlungsdruck, gegen die hohen Grundwasserstände vorzugehen. So hatte die Landesregierung Sachsen-Anhalt in diesem Zeitraum einen Ausschuss „Grundwasserprobleme, Vernässungen und das dazugehörige Wassermanagement“ ins Leben gerufen, der 2014 einen umfassenden Abschlussbericht vorlegte und implementierte Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung und verstärkten Landschaftsentwässerung dokumentiert [5]. Mittlerweile sind die wasserwirtschaftlichen Interessenlagen konträr dazu ausgerichtet und Maßnahmen zur Erhöhung des Wasserrückhalts in der Landschaft werden in der kürzlich veröffentlichten Nationalen Wasserstrategie gefordert [2].



**Bild 5:** Karte der verwendeten Grundwasser-Messstellen für Sachsen-Anhalt und Brandenburg mit farblicher Markierung der Quantilwerte für den Zeitpunkt September 2020



**Bild 6:** Verteilungsfunktionen (Linien) und Histogramme der Anomalien (Abweichung vom langjährigen Mittelwert in m) für die Grundwasserstände im Referenzzeitraum 1990-2020 sowie in den einzelnen Jahren 2011 und 2020, die Wahrscheinlichkeitsdichten der Histogramme sind zur einfacheren Darstellung auf das Maximum des Referenzzeitraumes skaliert

In Anbetracht der Trägheit des Grundwassers und der daraus resultierenden langsamen Dynamik ist eine solide statistische Bewertung des Trends schwierig und es bleibt zunächst unklar, ob die Entwicklung zwischen 2011 und 2020 den Beginn eines langjährigen Trends markiert oder lediglich eine episodische Trockenperiode darstellt. Aus der Perspektive der historischen Betrachtung sind Trockensituationen eine Erscheinung, die in der Vergangenheit mehrmals aufgetreten sind und eher episodischen Charakter haben. Von den untersuchten Grundwasserpegeln für Sachsen-Anhalt liegen für 86 Pegel längere Messreihen bis zum Jahr 1975 vor und erlauben somit eine langfristige Analyse. In der Tat zeigt auch diese lange Zeitreihe einen negativen, wenn auch schwachen Trend. Noch interessanter ist aber die Analyse nach Trendbrüchen (Paket „segmented“ in der Statistik-Software R, [6]), die einen hochsignifikanten Trendwechsel im Jahr 2016 identifiziert. Dies ist der Zeitpunkt, in dem die Pegelstände aus dem langjährigen Schwankungsbereich ausbrechen und sich innerhalb weniger Jahre auf historische Tiefstände zubewegen. Von den 86 Pegeln mit Langzeitbeobachtungen seit 1975 erreichen 54 Messstellen den tiefsten Stand innerhalb der Messreihe im Zeitraum 2018-2020. Dies unterstreicht, dass die Dürre in 2018-2020 auch aus historischer Sicht außergewöhnlich ist und sich von früheren, episodischen Dürren deutlich abhebt.

#### 4.2 Entwicklung des Wasserhaushaltes und Klimaprognosen

Unter Berücksichtigung der Entwicklung der hydrometeorologischen Verhältnisse in den vergangenen Jahren sowie der verfügbaren Klimaprognosen ist zu vermuten, dass sich der Abwärtstrend der Grundwasserstände fortsetzt und langfristig auf niedrigem Niveau stabilisiert. Bei verhältnismäßig gleichbleibendem Wasserangebot durch Niederschlag haben sich die Lufttemperatur und Sonnenscheindauer in der letzten Dekade stark erhöht und zu einem Anstieg der Evapotranspiration geführt. So zeigen die vom DWD erhobenen Daten in den Dürre Jahren 2018-2020 für die Station Bernburg/Saale z. B. einen Anstieg der potenziellen Evapotranspiration um rund 30 % im Vergleich zum Referenzzeitraum (potenzielle Evapotranspira-

tion von Gras nach AMBAV). Während das langjährige Mittel (1991-2020) der potenziellen Evapotranspiration bei dieser DWD-Station bei 655 mm/a liegt, betrug das Dreijahresmittel 2018-2020 rund 720 mm/a. Für die letzte Dekade von 2011 bis 2020 beträgt dieser Anstieg nahezu 10 % und akkumuliert sich über die zehn Jahre auf ein Wasserbilanzdefizit von 650 mm/Dekade. Da die reale Evapotranspiration aber durch die Wasser- verfügbarkeit begrenzt wird, liegt der reale Wasserverlust unter dieser Zahl. Die oben angeführte Abschätzung des Wasserverlustes aus der Grundwasserabnahme deutete auf einen Wasserverlust von ca. 360 mm/Dekade hin. Eine Modell-basierte Analyse des Wasserhaushaltes in Sachsen-Anhalt mittels des Wasserhaushaltsmodells ArcEGMO bestätigt die Größenordnung der verdunstungsgetriebenen Wasserverluste, zeigt aber auch eine hohe räumliche Heterogenität und viele Flächen, in denen die reelle Verdunstung über 500 mm/a beträgt und damit der potenziellen Verdunstung sehr nahekommt [7]. In jedem Fall verdeutlichen diese Zahlen aber die klimatisch-bedingten enormen Wasserverluste aus der Landschaft.

Da die Klimaprognosen einen weiteren Anstieg der Lufttemperatur und auch der Sonnenscheindauer vorhersagen [8], ist mit weiteren Zunahmen der Verdunstungsverluste zu rechnen und der Abwärtstrend der mitteldeutschen Grundwasserstände - und sehr wahrscheinlich auch in anderen Regionen Deutschlands - wird sich vermutlich zukünftig fortsetzen. Somit wäre die beobachtete Abnahme der Grundwasserstände seit 2011 kein episodisches Phänomen, sondern vielmehr der Beginn eines langjährigen Abwärtstrends. Es ist an der Stelle hervorzuheben, dass entsprechend der Analysen von Markonis et al. [9] dieser Trend auch bei gleichbleibendem Wasserangebot durch Niederschlag eintritt. Die Studie kommt zu diesem zunächst unerwarteten Ergebnis, weil die Trockenverhältnisse in Zukunft im Wesentlichen verdunstungsgetrieben sind und nicht durch geringe Niederschläge. Eine übermäßige Trockenheit oder Dürre ist somit mittelfristig auch bei mittleren Niederschlagsmengen möglich. Die aktuellen Klimaprognosen für Mitteldeutschland zeigen in der Tat keine starken Änderungen im Niederschlag, aber deutliche Zunahmen der Lufttemperatur und Sonnenscheindauer. Aber diese Aussagen sind auch auf mitteleuropä-

ischer Ebene gültig und haben somit überregionale Bedeutung [9].

Obwohl sich die Dürre 2018-2020 in den aktuellen Trend plausibel einbettet, war sie doch im historischen Kontext beispiellos und keineswegs im Erwartungsbereich. Eine Auswertung historischer Daten für Zentraleuropa identifiziert die Verhältnisse 2018-2020 aufgrund der überjährigen, kumulativen Effekte als massivstes Dürreereignis der vergangenen 250 Jahre [1]. Eine besondere Konstellation in der aktuellen Situation ist das Aufeinanderfolgen von extrem trockenen Jahren, das heißt die Koinzidenz von Extremsituationen in aufeinanderfolgenden Jahren. Die gleiche Studie erarbeitet Vorhersagen bis zum Ende des Jahrhunderts auf Basis der aktuellen Klimavorhersagen. Demnach ist für das stärkste Erwärmungsszenario RCP8.5 (Representative Concentration Pathway) eine Zunahme der Eintrittswahrscheinlichkeit für überjährige Dürren um 600 % zu erwarten. Dies würde die von der Dürre betroffene landwirtschaftlich genutzte Fläche in Zentraleuropa um  $40 \pm 5$  Mio. ha erhöhen.

#### 4.3 Auswirkungen auf Umwelt, Wassernutzungen und Wasserressourcenmanagement

Die niedrigen Grundwasserstände sind für den Mitteldeutschen Raum ein nicht zu vernachlässigendes Problem, welches die Wasserwirtschaft sowie die Grundwassernutzer vor große Herausforderungen stellt. Das Grundwasser als größter und wichtigster Wasserspeicher in der Landschaft bildet nicht nur die Grundlage für Wasserversorgung und landwirtschaftliche Produktion, sondern auch für den Erhalt der Basisabflüsse in den Fließgewässern, die Stabilität aquatischer Lebensräume und der Wälder.

Ein weiteres Absinken der Grundwasserstände würde also mittelfristig unvermeidbar mit einer starken Landschaftsveränderung einhergehen, die durch Waldverlust, sommerlich austrocknenden Gewässern und Feuchtgebieten (Wechsel von perennierenden in temporäre Gewässer) und verringerter Produktivität einhergeht sowie mit einem massiven Biodiversitätsverlust verbunden wäre.

Gleichzeitig steigt der anthropogene Wasserbedarf für die häusliche und industrielle Wasserversorgung sowie vor allem der Bedarf der Landwirtschaft, die zunehmend auf Bewässerung von Nutzflächen angewiesen sind. In Anbetracht der abnehmenden Wasserressourcen in der Landschaft ist weitestgehend unklar, womit sich dieser gesteigerte Wasserbedarf decken lässt. Die Wasserwirtschaft steht deshalb vor großen Herausforderungen und Maßnahmen zur Maximierung des Wasserrückhaltes in der Landschaft sowie neue Technologien zur effizienteren Wassernutzung (z. B. alternative Bewässerungsformen in der Landwirtschaft) sowie zum Wasserrecycling sind zwingend notwendig.

Diese Maßnahmen erfordern hohe und langfristig auszulegende Investitionen und benötigen daher auch hinsichtlich der Investitionsplanung einen entsprechenden Planungsvorlauf. Im Sinne der Daseinsvorsorge sollten die notwendigen Planungsarbeiten und wissenschaftlichen Grundlagen daher zeitnah erarbeitet werden. Im Zuge dieser anstehenden Herausforderungen werden zwangsweise auch in der Vergangenheit aufwändig



Mehr erfahren durch aktuelle Berichterstattung branchenübergreifend zu den Themen **Wasser, Abfall, Energie, Umwelt** und **Recht**. Informieren Sie sich zehn Mal im Jahr mit den aktuellen Ausgaben zum Vorteilspreis sowie exklusiv für alle Abonnenten kostenlos das digitale und interaktive E-Magazin und das PDF-Archiv mit allen Fachbeiträgen seit 1999.



[www.wasserundabfall.de](http://www.wasserundabfall.de)

implementierte Maßnahmen zurückgebaut oder angepasst werden müssen, z. B. Meliorationsmaßnahmen zur schnelleren Entwässerung, Abflusserhöhungen durch Gewässerausbau oder Infrastrukturen zum Regenwassermanagement.

Die Nationale Wasserstrategie [2] zeigt hier unbestreitbar die wichtigsten Handlungsstrategien auf, konkrete Umsetzungen auf regionaler Ebene, deren Machbarkeit, Finanzierbarkeit, zeitlichen Realisierungen und Wirksamkeit bedürfen aber erheblicher weiterer wasserwirtschaftlicher Detailarbeiten. Neben den ingenieurtechnischen und naturwissenschaftlichen Fragen, die es hierbei zu klären gilt, müssen auch absehbare Konflikte zwischen ökologischen und ökonomischen Interessen adressiert, abgewägt und gelöst werden, bevor sich verhärtende Fronten einer nachhaltigen Lösung im Wege stehen. Schließlich steht nicht nur die Wasserwirtschaft vor umfangreichen finanziellen Herausforderungen, sondern auch andere Sektoren der freien Wirtschaft und staatlichen Daseinsvorsorge sind betroffen. Die anstehenden Herausforderungen lassen sich daher nur gemeinsam lösen und erfordern gut abgestimmte Investitionen der beteiligten Sektoren (z. B. Landwirtschaft, Wasserversorgung, Industrie, Abwasserentsorgung, Naturschutz und Energieversorgung) in neue Infrastrukturen, Technologien, Personal und Nachhaltigkeit.

## Autoren

### Dr. Karsten Rinke

Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ)  
Department Seenforschung  
Brückstrasse 3a  
39114 Magdeburg  
karsten.rinke@ufz.de

### Dipl.-Ing. Sarah-Christin Mietz

Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH  
Schlunkendorfer Straße 2 e  
14554 Seddiner See  
sarah-christin.mietz@iag-gmbh.info

### Dipl.-Geol. Martin Schnepfmüller

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft  
Sachsen-Anhalt  
Gewässerkundlicher Landesdienst  
(Mengenbewirtschaftung Grundwasser)  
Otto-von-Guericke-Straße 5  
39104 Magdeburg  
Martin.Schnepfmuller@lhw.mlu.sachsen-anhalt.de

## Literatur

- [1] Hari, V.; Rakovec, O.; Markonis, Y.; Hanel, M.; Kumar, R.: Increased future occurrences of the exceptional 2018-2019 Central European drought under global warming. In: Scientific Reports 10 (2020), Nr. 1, S. 12 207.
- [2] BMU (Hrsg.): Nationale Wasserstrategie. Bonn, 2021.
- [3] Hellwig, J.: Grundwasserdürren in Deutschland von 1970 bis 2018. In: Korrespondenz Wasserwirtschaft (2019), Heft 10, S. 567-572.
- [4] BGR (Hrsg.): Hydrogeologische Karten für den Hydrologischen Atlas von Deutschland. Mittlere jährliche Grundwasserneubildung, Karte GWN1000. 2013(www.bgr.bund.de/DE/Themen/Wasser/Projekte/abgeschlossen/Beratung/Had/had\_projektbeschr.html; Abruf 19.07.2021).

- [5] Landtag von Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Endbericht des zeitweiligen Ausschusses „Grundwasserprobleme, Vernässungen und das dazugehörige Wassermanagement“. In: Drucksache 6/3 268, 2014.
- [6] R Core Team (Hrsg.): R: A language and environment for statistical computing. Wien, 2021 (www.R-project.org, Abruf 01.09.2021).
- [7] Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Ermittlung hydrologischer Bemessungs- und Bewirtschaftungsgrundlagen für das Land Sachsen-Anhalt auf der Basis des Wasserhaushaltsmodells ArcEGMO. 2015 (https://lhw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\_und\_Verwaltung/Landesbetriebe/LHW/neu\_PDF/5.0\_GLD/Dokumente\_GLD/Wasserhaushalt\_Bio/ArcEGMO/ArcEGMO\_hydrolog\_Grundlagen\_ST.pdf, Abruf 19.07.2021).
- [8] Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the IPCC, Genf, 2014.
- [9] Markonis, Y.; Kumar, R.; Hanel, M. et al.: The rise of compound warm-season droughts in Europe. In: Science Advances (2021), Nr. 7.

### Karsten Rinke, Sarah-Christin Mietz and Martin Schnepfmüller The effects of the record-setting drought from 2018 to 2020 on ground water tables in Central Germany

A record-setting drought from 2018-2020 occurred in Germany! Severe adverse consequences affected not only anthropogenic purposes like agriculture, forestry, or water supply but also the corresponding natural systems, in particular aquatic ecosystems or wetlands. A key indicator of water availability at the landscape scale is the groundwater table, whose depth is influencing the access of terrestrial vegetation to water, the baseflow of rivers and the water level in groundwater-fed lakes and ponds. This study therefore studies the effects of the 2018-2020 drought on long-term dynamics of groundwater tables by analysing 30 years of groundwater dynamics in more than 220 gauges in central Germany. This region is particularly susceptible to droughts because it receives comparatively low annual precipitation and harbours the lowest groundwater recharge rates in whole Germany. We found severe reductions of groundwater tables down to historically low levels with more than 50 % of the gauges showing water tables below the 5% quantile based in the 30 years reference period. The decrease in groundwater was spatially consistent over the whole region though magnitude differed regionally. A strong trend of decreasing groundwater tables is already visible for 10 years in this region and the water deficit is estimated to be between 300 and 400 mm indicating a long recovery time, if ever recovering is realistic given the ongoing change in climatic conditions leading to higher water losses.



## Grundwasser



Gudera, T.: Klimawandel in Baden-Württemberg: Ist eine Veränderung des nutzbaren Grundwasserdargebots zu erwarten?  
In: WasserWirtschaft, Ausgabe 06/2021.  
Wiesbaden: Springer Vieweg, 2021.

www.springerprofessional.de/link/19215410

Willkomm, M.; Werker, H.; Becker, B.: Umgang mit hohen Grundwasserständen. In: Wasser und Abfall, Ausgabe 9/2020.  
Wiesbaden: Springer Vieweg, 2020.

www.springerprofessional.de/link/18379184