

Grundwasserneubildungsraten unter BZE-Punkten

Johannes Suttmöller

Der Grundwasserhaushalt ist Bestandteil des Wasserhaushaltes und bildet damit eine wesentliche Lebensgrundlage für viele Ökosysteme. Das Grundwasser stellt in Deutschland die wichtigste Ressource für die Trinkwassergewinnung dar. In Norddeutschland werden nahezu 100 % des Trinkwasserbedarfs aus dem Grundwasser gedeckt. Weiterhin wird für die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen und in der industriellen Produktion häufig Trinkwasser verwendet, das aus Grundwasser gewonnen wird. In der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft (EG-WRRL) aus dem Jahr 2000 haben sich alle Mitglieder der EU dazu verpflichtet, langfristig einen "mengenmäßig guten Zustand" der Grundwasservorkommen zu gewährleisten und eine Verschlechterung des Grundwasserzustandes zu verhindern ("Verschlechterungsverbot"). Vor diesem Hintergrund ist die Grundwasserneubildung eine wichtige Kenngröße, um das aktuelle Grundwasservorkommen sowie dessen langfristige Veränderungen abschätzen zu können. Viele Brunnen werden in Waldgebieten errichtet, da sie im Vergleich zu landwirtschaftlichen Flächen qualitativ hochwertiges Trinkwasser liefern, so dass der Abschätzung der Grundwasserneubildung unter Waldflächen eine besondere Bedeutung zukommt.

Grundwasser wird überwiegend aus Niederschlag gebildet, der in den Boden infiltriert und über die Tiefensickerung in den Grundwasserkörper abgeführt wird. Weiterhin kann durch die Infiltration aus oberirdischen Gewässern in den Untergrund und künstliche Neubildungsbeiträge durch Grundwasseranreicherungen oder Beregnungen das Grundwasser aufge-

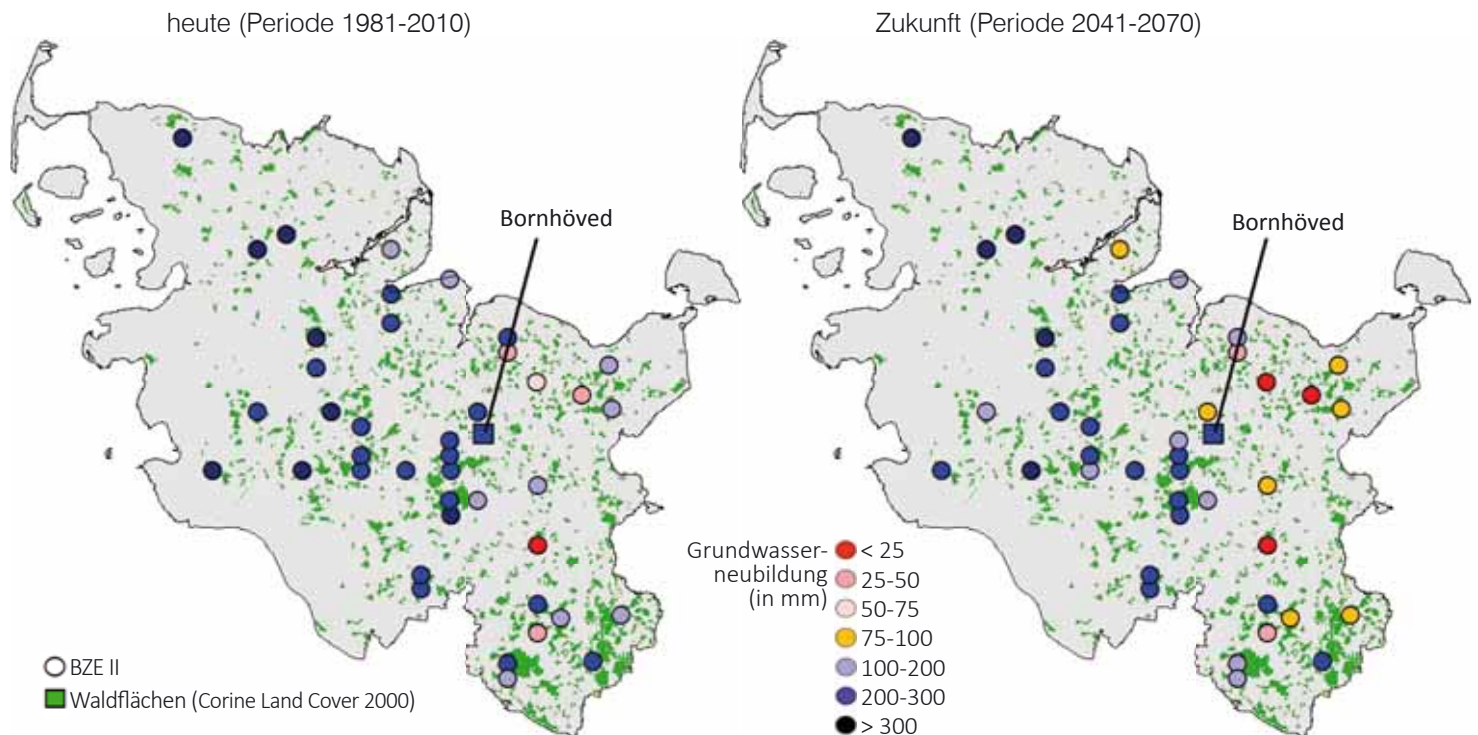
füllt werden. Die Grundwasserneubildung wird durch viele standörtliche Faktoren beeinflusst. Neben den klimatischen Verhältnissen bestimmen die Landnutzung, der Boden und die Geländeform (Hangneigung) die Höhe der Grundwasserneubildung. Unter mitteleuropäischen Klimabedingungen wird das Grundwasser hauptsächlich im Winterhalbjahr aufgefüllt, da zu dieser Jahreszeit die Verdunstung der Vegetation am geringsten ist. Allerdings gibt es zwischen den Landnutzungen und auch zwischen den Baumarten deutliche Unterschiede. So ist die Grundwasserneubildung unter Nadelwald aufgrund der höheren Interzeption (Auffangen von Niederschlagswasser durch die Nadeln und dessen Verdunstung) im Winter signifikant geringer als unter Laubwald. Neben der Baumart beeinflussen auch die Bestandesdichte und das Vorhandensein einer Begleitvegetation (Gras-, Kraut-, Strauchvegetation) die Grundwasserneubildungsrate. Da die Auffüllung des Grundwasserspeichers überwiegend aus dem Sickerwasser des Bodens erfolgt, steuern die Bodeneigenschaften maßgeblich die Höhe der Grundwasserneubildung. Das Wasserspeichervermögen ist dabei auf Sandböden am geringsten, so dass hier die größten Grundwasserneubildungsraten im Verhältnis zum Niederschlagsangebot zu erwarten sind, während Schluff- und Tonböden aufgrund der hohen Wasserhaltefähigkeit unter sonst gleichen Standortsbedingungen die geringsten Grundwasserneubildungsraten aufweisen. Sind Böden wassergesättigt, kann aufgrund der hohen hydraulischen Leitfähigkeit mehr Bodenwasser versickern als unter trockenen Bodenverhältnissen. Schließlich beeinflusst das Relief eines Standortes den Wasserhaushalt, indem bei einem Niederschlagsereignis auf Hangstandorten Wasser ober-



Trinkwasser-Probeentnahmestelle

Grundwasserneubildungsraten unter BZE-Punkten

Simulierte Grundwasserneubildung auf den BZE II-Punkten und der Intensiv-Monitoringfläche Bornhöved
Mittlere jährliche Grundwasserneubildung



flächenhaft oder im Boden als Zwischenabfluss abgeführt wird und damit nicht zur Grundwasserneubildung beiträgt. In Tallagen und auf wenig geneigten Standorten wird das Wasser dagegen in der Fläche zurückgehalten, so dass fast das gesamte Niederschlagswasser in den Boden infiltriert und abzüglich des Verdunstungsverlustes als Sickerwasser in das Grundwasser abgeführt wird.

Die Höhe der Grundwasserneubildung hängt von vielen Standortfaktoren und deren Zusammenspiel ab. Dies verdeutlicht die Auswertung der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), die flächendeckend für Deutschland die mittlere jährliche Grundwasserneubildung für die Klimanormalperiode 1961 bis 1990 berechnet hat (veröffentlicht im Hydrologischen Atlas für Deutschland). Demnach weist das Land Schleswig-Holstein mit im Flächenmittel mehr als 150 mm Grundwasserneubildungsmenge im Jahr mit die höchsten Werte im gesamten Bundesgebiet auf. In den zentralen Gebieten des Geest- und Hügellandes werden sogar häufig deutlich mehr als 200 mm im langjährigen Mittel dem Grundwasser zugeführt, während die küstennahen Bereiche (Westküstenmarschen und Fehmarn) auch Grundwasserneubildungsraten von weniger als 100 mm aufweisen.

Um die Grundwasserneubildungsraten unter Waldflächen abschätzen zu können, wurde der Wasserhaushalt mit einem hydrologischen Modell nachgebildet. Stützstellen für die Modellierung sind Intensiv-Monitoringflächen im Zuständigkeitsbereich der NW-FVA, wie beispielsweise die Level II-Fläche Bornhöved im Bundesforstbetrieb Trave. Das hydrologische Modell wurde an weiteren Intensiv-Monitoringflächen mit unterschiedlichen Standortbedingungen (Baumbestand, Boden, Klima) kalibriert und konnte damit auf die Aufnahmepunkte der Bodenzustandserhebung (BZE II) übertragen werden. Die BZE II ist eine bun-

desweit systematische Stichprobenerhebung im Wald, die ein umfassendes und flächenrepräsentatives Bild wichtiger Boden- und Bestandesparameter hinsichtlich des aktuellen Zustandes erfasst. In Schleswig-Holstein wurden an insgesamt 41 BZE II-Punkten Kenngrößen zum Boden (z. B. Bodenart und Skelettgehalt) und zum Bestand (z. B. Baumart, Alter, Bestandesdichte) erhoben.

Die Wasserhaushaltssimulation der BZE II-Punkte ergibt für viele Standorte unter den heutigen Klimabedingungen der Periode 1981 bis 2010 Grundwasserneubildungsraten von vielfach mehr als 200 mm im Jahr (Abbildung oben, linkes Bild). Besonders die Geest- und Hügellandstandorte weisen eine hohe Grundwasserneubildung auf. Nur auf einigen BZE II-Standorten im Osten von Schleswig-Holstein treten Grundwasserneubildungsraten von weniger als 100 mm auf. Im Mittel aller BZE II-Punkte beträgt die Grundwasserneubildung für die Periode 1981 bis 2010 rund 220 mm im Jahr. Um die Auswirkungen des erwarteten (und bereits messbaren) Klimawandels auf die Grundwasserneubildung der Waldstandorte in Schleswig-Holstein zu untersuchen, wurde das Wasserhaushaltsmodell mit den Klimadaten des auf den aktuellen Szenarienvorgaben des Weltklimarates (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change) basierenden Szenarios RCP8.5 angetrieben. Die Daten wurden vom Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH (CEC) bereitgestellt und lösen das in der Vergangenheit häufig verwendete Szenario A1B ab. Dieses Klimaszenario unterstellt für das Land Schleswig-Holstein einen Anstieg der Jahresmitteltemperatur bis zum Jahr 2070 von 2,5 bis 3 °C im Vergleich zur Klimanormalperiode. Die Niederschlagsmenge unterliegt in der Jahressumme keiner signifikanten Veränderung, allerdings muss mit einer Verschiebung der Niederschläge vom Sommer- in das Winterhalbjahr gerechnet werden. Legt man bei der Wasserhaushaltssimulation

Grundwasserneubildungsraten unter BZE-Punkten

die Bestände der BZE II zugrunde, so ergibt sich aus dem Klimasignal des RCP8.5-Szenarios ein Rückgang der Grundwasserneubildungsrate auf im Mittel 185 mm (-15 %). Insbesondere die Waldstandorte im Osten von Schleswig-Holstein würden in Zukunft im Mittel der Jahre 2041 bis 2070 eine deutlich geringere Grundwasserneubildung aufweisen (Abbildung Seite 23, rechtes Bild). Die Wälder des zentralen Geest- und Hügellandes sind auch in Zukunft durch hohe Grundwasserneubildungsraten gekennzeichnet. Es fällt auf, dass einige Standorte mit einer sehr geringen Grundwasserneubildung von weniger als 25 mm auftreten. Eigene Messungen der Sickerwasserrate mit einem Groblysimeter im nördlichen Sachsen-Anhalt (Standort Colbitz, Altmark) legen die Vermutung nahe, dass es auf diesen Standorten in Zukunft nur noch während niederschlagsreicher Perioden zu einer Grundwasserneubildung kommt (siehe auch Waldzustandsbericht 2014 Sachsen-Anhalt).

Anhand der Intensiv-Monitoringfläche Bornhöved (109-jähriger Buchenbestand, Bestockungsgrad 0,8, schluffiger Sand) wurde mit dem Wasserhaushaltsmodell untersucht, welchen Einfluss die Waldbewirtschaftung (Durchforstung und Nutzung) auf die Grundwasserneubildung hat. Es wurden drei Szenarien miteinander verglichen. Zunächst wurde der Wasserhaushalt auf dem Standort mit dem statischen Bestand (ohne Waldentwicklung) der letzten Aufnahme (2013; status quo) bis zum Jahr 2070 simuliert. In den beiden Waldentwicklungsszenarien wurde der Bestand mit einem Waldwachstumsmodell bis zum Jahr 2070 dynamisch weiterentwickelt, wobei ein Szenario ohne Durchforstung gerechnet wurde und das zweite Szenario mit Durchforstungsmaßnahmen und Zielstärkennutzung. In der Tabelle oben sind die Ergebnisse der Wasserhaushaltssimulationen für die Periode 2041 bis 2070 dargestellt. Zum Vergleich sind die Werte der Periode 1981 bis 2010, die ebenfalls mit dem status quo-Bestand statisch gerechnet wurden, mit aufgeführt. Durch den erwarteten Klimawandel würde im Vergleich zu heute der Buchenbestand auf der Fläche Bornhöved knapp 40 mm weniger Grundwasserneubildung aufweisen. Dies wird dadurch verursacht, dass infolge der Temperatur-

Mittlere Grundwasserneubildung für verschiedene Waldentwicklungsszenarien

Bornhöved	Periode 1981 bis 2010	Periode 2041 bis 2070		
	statischer Bestand status quo	statischer Bestand status quo	ohne Durchforstung	mit Durchforstung
Niederschlag [mm]	900	885	885	885
Verdunstung [mm]	620	640	665	555
Grundwasserneubildung [mm]	280	245	220	330

erhöhung der Verdunstungsanspruch der Wälder steigt und das Niederschlagsangebot insbesondere in der Vegetationsperiode abnimmt. Würde der Bestand ohne menschliche Eingriffe bis zum Jahr 2070 weiterwachsen, wäre mit einem weiteren Rückgang der Grundwasserneubildung auf 220 mm zu rechnen. Mit Hilfe von Durchforstungsmaßnahmen und einer Zielstärkennutzung der Buche ließe sich die Grundwasserneubildung deutlich erhöhen. Da der Buchenbestand im verwendeten Waldentwicklungsszenario ab dem Jahr 2020 in die Endnutzung überführt wird, kann aufgrund der Auflichtung des Bestandes deutlich mehr Grundwasser neu gebildet werden. Mit dem Ende der Nutzungsperiode zu Beginn der 2040er Jahre hat sich ein Buchenverjüngungsbestand etabliert, dessen Verdunstungsanspruch nicht mit einem Altbestand vergleichbar ist. Folglich liegt die mittlere Grundwasserneubildung für die Periode 2041 bis 2070 bei 330 mm und damit erheblich über den Werten des derzeitigen Bestandes unter heutigen Klimabedingungen.

Fazit

Die Untersuchungen zum Wasserhaushalt auf den BZE II-Standorten in Schleswig-Holstein zeigen, dass die Grundwasserneubildung von vielen standörtlichen Faktoren abhängt und kleinräumig stark variiert. Unter heutigen Klimabedingungen weisen die meisten Waldstandorte noch hohe Grundwasserneubildungsraten auf (>200 mm pro Jahr). In Zukunft muss unter der Annahme des Klimaszenarios RCP8.5 mit einer signifikanten Abnahme der Grundwasserneubildung gerechnet werden. Besonders im Osten von Schleswig-Holstein werden teilweise Grundwasserneubildungsraten von weniger als 25 mm im langjährigen Mittel erwartet. Dies würde bedeuten, dass auf diesen Standorten nur während niederschlagsreicher Perioden Grundwasser neu gebildet wird. Ob im Kontext der WRRL durch forstliche Maßnahmen (Durchforstung, Nutzung, Waldumbau) die Grundwasserneubildung auf den Waldflächen in Schleswig-Holstein langfristig stabilisiert werden kann, ist fraglich und sollte nur unter Einbeziehung abiotischer (Trockenstress) und biotischer (Schadinsekten) Risiken erfolgen. Eine teilweise Kompensation des klimawandelbedingten Rückgangs der Grundwasserneubildung scheint jedoch möglich. Hierzu bedarf es jedoch weiterer (Feld-)Untersuchungen.



Foto: J. Evers