

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-WRRRL) 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 aufgefüllt werden. Die Grundwasserneubildung wird durch viele standörtliche Faktoren beeinflusst. Neben den klimatischen Verhältnissen bestimmen die Landnutzung, der Boden und

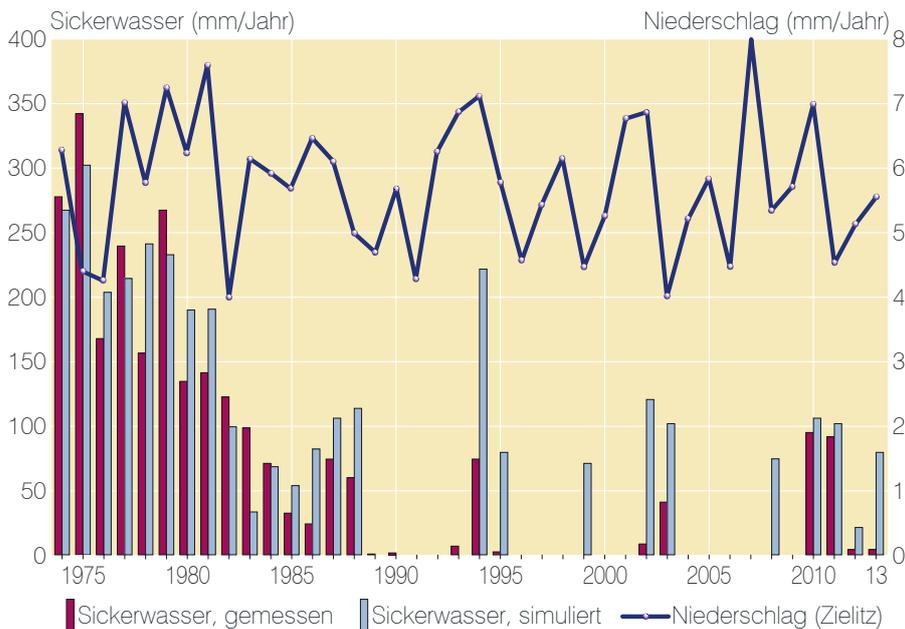
die Geländeform (Hangneigung) die Höhe der Grundwasserneubildung. Unter mitteleuropäischen Klimabedingungen wird das Grundwasser hauptsächlich im Winterhalbjahr aufgefüllt, da zu dieser Jahreszeit die Verdunstung der Vegetation am geringsten ist. Allerdings gibt es zwischen den Landnutzungen und auch 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 Standortbedingungen 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 oberflächenhaft 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.



Großlysimeter Colbitz

Grundwasserneubildungsraten unter BZE-Punkten

Gemessene und simulierte Sickerwassermengen (Grundwasserneubildung) am Großlysimeter Colbitz



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 Sachsen-Anhalt mit im Flächenmittel deutlich weniger als 100 mm Grundwasserneubildungsmenge im Jahr die niedrigsten Werte im gesamten Bundesgebiet auf. In Nordwestdeutschland und in den Mittelgebirgen werden dagegen häufig 300 mm und mehr im langjährigen Mittel dem Grundwasser zugeführt.

Die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt betreut in der Colbitz-Letzlinger Heide (Altmark) ein Großlysimeter, das im Jahr 1971 mit Kiefer bepflanzt wurde. Ein Lysimeter ist eine Vorrichtung, die als nach oben offene bauliche Anlage in den Boden eingelassen und am Grund geschlossen ist, um verschiedene Größen des Bodenwasserhaushaltes zu messen. Das Lysimeter in Colbitz hat einen Durchmesser von 30 m und eine Tiefe von 4 m. Es wurde mit einem standortstypischen Sandboden befüllt. Das Lysimeter wurde zu Beginn der 1970er Jahre in Betrieb genommen, so dass seit dieser Zeit kontinuierliche Messungen zu den Sickerwassermengen vorliegen. In der Abbildung oben sind die jährlich gemessenen Sickerwassermengen abgebildet (rotbraune Säule). Die jährliche Niederschlagssumme (blaue Linie) stammt von der nur wenige Kilometer entfernten Station Zielitz des Deutschen Wetterdienstes. Die mittlere jährliche Niederschlagssumme beträgt an dieser Station rund 550 mm. In den ersten Jahren der Inbetriebnahme des Lysimeters (Bestandesbegründung) wurden in jedem Jahr Sickerwassermengen gemessen. Es fällt auf, dass bereits nach wenigen Jahren, wenn sich die Kiefernplantation zum geschlossenen Jungbestand entwickelt, die Höhe der Sickerwassermenge unabhängig vom Niederschlagsangebot kontinuierlich abnimmt. Während zu Beginn der Messungen die Sickerwasserrate noch einen Anteil von rund 25 bis über 75 % des

Freilandniederschlages aufweist, nimmt der Anteil der Grundwasserneubildung bis zum Ende der 1980er Jahre auf teilweise weniger als 10 % ab. Ab dem Jahr 1989 wurden am Lysimeter Colbitz nur nach überdurchschnittlich feuchten Perioden Sickerwassermengen gemessen. So in den Jahren 1993 und 1994, als die Jahresniederschlagssumme etwa 700 mm betrug, oder in den Jahren 2010 und 2011, als mit einer zeitlichen Verzögerung (Auffüllung des Bodenwasserspeichers) jeweils Sickerwasserraten von knapp 100 mm auftraten. Damit werden die Ergebnisse anderer Untersuchungen bestätigt, wonach die Kiefer bereits ab einem Alter von etwa 20 Jahren ihre höchste Verdunstungsleistung erzielt.

In der Abbildung links ist neben den gemessenen Sickerwasserraten auch die mit einem Wasserhaushaltsmodell simulierte Menge aufgetragen (blaue Säule). Das Ergebnis der Simulation zeigt, dass die Modellanpassung (Kalibrierung) sehr gut gelungen ist.

Sowohl die Abnahme der Sickerwassermenge zu Beginn der Messperiode als auch die Trockenjahre ohne Sickerwasseranteil werden von dem Wasserhaushaltsmodell weitgehend entsprechend den realen Verhältnissen abgebildet. 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 bundesweit systematische Stichprobenerhebung im Wald, die ein umfassendes und flächenrepräsentatives Bild wichtiger Boden- und Bestandesparameter hinsichtlich des aktuellen Zustandes erfasst. Im Land Sachsen-Anhalt wurden an insgesamt 76 BZE II-Punkten Kenngrößen zum Boden (wie z. B. Bodenart und Skelettgehalt) und zum Bestand (wie z. B. Baumart, Alter, Bestandesdichte) erhoben.

Die Wasserhaushaltssimulation der BZE II-Punkte ergibt für viele Standorte bereits unter den heutigen Klimabedingungen der Periode 1981 bis 2010 Grundwasserneubildungsraten von teilweise deutlich weniger als 100 mm im Jahr (s. Abbildung Seite 35, linkes Bild). Besonders die Tieflandstandorte in der südlichen Altmark, dem Altmoränenland, im Hügelland sowie

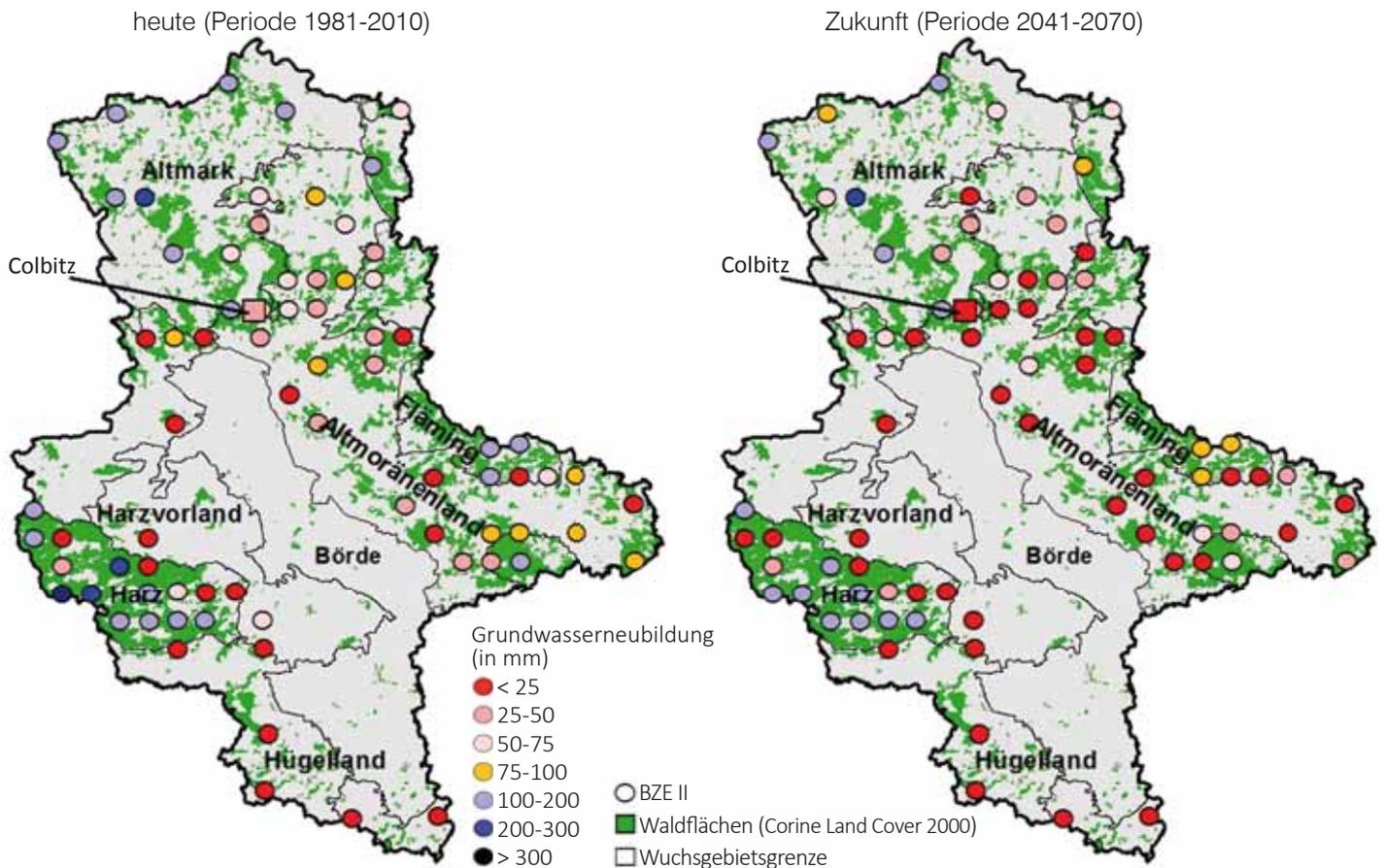


BZE-Bodenprofil bei Genthin

Foto: W. Schmidt

Grundwasserneubildungsraten unter BZE-Punkten

Simulierte Grundwasserneubildung auf den BZE II-Punkten und dem Großlysimeter Colbitz
Mittlere jährliche Grundwasserneubildung



dem Harzvorland weisen eine sehr geringe Grundwasserneubildung auf (< 50 mm/Jahr). Auf einigen dieser Standorte tritt nur während niederschlagsreicher Perioden wie am Lysimeter Colbitz Sickerwasser auf. Nur auf den BZE II-Standorten im Harz und Fläming sowie in der nordwestlichen Altmark kann mit Grundwasserneubildungsraten von > 100 mm gerechnet werden, so dass es auch in trockenen Jahren zu einer Auffüllung des Grundwassers kommt. Im Mittel aller BZE II-Punkte beträgt die Grundwasserneubildung für die Periode 1981 bis 2010 rund 80 mm im Jahr.

Um die Auswirkungen des erwarteten (und bereits messbaren) Klimawandels auf die Grundwasserneubildung der Waldstandorte in Sachsen-Anhalt 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 Sachsen-Anhalt 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 die Bestände der BZE II zugrunde, so ergibt sich aus dem Klimasignal des RCP8.5-Szenarios ein Rückgang der Grundwasserneubildungsrate auf allen Stand-

orten. Insbesondere die Tieflandstandorte in Sachsen-Anhalt würden in Zukunft im Mittel der Jahre 2041 bis 2070 eine nur noch sehr geringe Grundwasserneubildung aufweisen. In den meisten Waldbeständen der BZE II liegen die Grundwasserneubildungsraten unter 75 mm, häufig sogar unter 25 mm (s. Abbildung oben, rechtes Bild). Im Mittel der Tieflandstandorte würde sich fast eine Halbierung der Grundwasserneubildung von 70 mm unter heutigen Klimabedingungen auf 40 mm in Zukunft ergeben. Nur im Harz würde auf vielen Standorten die Grundwasserneubildung 100 mm und mehr betragen.

Fazit

Die Untersuchungen zum Wasserhaushalt auf den BZE II-Standorten in Sachsen-Anhalt zeigen, dass die Grundwasserneubildung von vielen standörtlichen Faktoren abhängt und kleinräumig stark variiert. Bereits unter heutigen Klimabedingungen weisen viele Waldstandorte im Tiefland geringe Grundwasserneubildungsraten auf (< 100 mm/Jahr). In Zukunft muss unter der Annahme des Klimaszenarios RCP8.5 mit einer signifikanten Abnahme der Grundwasserneubildung gerechnet werden, so dass auf vielen Tieflandstandorten der Grundwasserspeicher nur noch episodisch durch Niederschlag aufgefüllt wird. Ob im Kontext der WRRL durch forstliche Maßnahmen (Durchforstung, Nutzung, Walddumbau) die Grundwasserneubildung auf den Waldflächen in Sachsen-Anhalt langfristig stabilisiert werden kann, ist fraglich und sollte nur unter Einbeziehung abiotischer (Trockenstress) und biotischer (Schadinsekten) Risiken erfolgen.