

■ Karte 4.8

Natürliche Grundwasserneubildung

2., überarbeitete Auflage

Problemstellung

Bei der vorliegenden 2., überarbeiteten Auflage der Karte der Grundwasserneubildung handelt es sich um eine Erweiterung der Karte auf das Gebiet der Eingemeindungen. Die Bearbeitungsmethodik wurde auf der Grundlage neuer Datengrundlagen, wie im entsprechenden Abschnitt beschrieben, verändert. Insbesondere fand der Zusammenhang mit dem Gebietswasserhaushalt (s. Thema 4.10 des Umweltatlas) bei der Bearbeitung Berücksichtigung.

Die Grundwasserneubildung ist eine der wichtigsten hydrogeologischen Größen, bestimmt doch die Menge des neu gebildeten Grundwassers die in einem Gebiet nutzbare Wassermenge. Um eine Übernutzung des Grundwassers zu vermeiden, dürfen die Grundwasserentnahmen in einem Einzugsgebiet die im gleichen Zeitraum neu gebildete Grundwassermenge nicht übersteigen. Bei Missachtung dieses Grundsatzes drohen langfristige Grundwasserstandsabsenkungen sowie eine Erschöpfung der natürlichen Vorräte.

Wesentlich ist die Kenntnis wasserhaushaltlicher Bilanzgrößen auch im Zusammenhang mit der entwässerungstechnischen Erschließung neuer Baugebiete. Um die Folgen der zunehmenden Urbanisierung bislang unbebauter Bereiche möglichst gering zu halten, sollte die Wasserbilanz eines Gebietes auch nach seiner Bebauung im Wesentlichen erhalten bleiben. Für eine an diesem Grundsatz orientierte Planung müssen die natürliche Grundwasserneubildung sowie das Verhältnis von oberirdischem zu unterirdischem Abfluss bekannt sein. Nur mit diesem Ansatz können undifferenzierte und einseitig auf Ableitung in Gewässer oder Versickerung ausgelegte Entwässerungskonzepte mit all ihren nachteiligen Folgen vermieden werden.

Die Neubildung von Grundwasser kann grundsätzlich auf sehr unterschiedliche Weise stattfinden. Neben der Neubildung durch Infiltration von Regenwasser entsteht Grundwasser bei der magmatischen Differentiation sowie in trockenen Gebieten durch Kondensation. Die beiden letztgenannten Prozesse haben im Gesamtwasserhaushalt nur eine sehr untergeordnete und speziell für den Dresdner Raum keine Bedeutung. Unter Grundwasserneubildung wird deshalb hier der Zugang von in den Boden infiltriertem Wasser zum Grundwasser (DIN 4049) verstanden. Während die Grundwasserneubildungshöhe in mm

angegeben wird und die jährliche Grundwasserneubildung beschreibt, ist die Grundwasserneubildungsrate auf eine konkrete Fläche bezogen und wird in l/s/km² angegeben.

Da die Grundwasserneubildung eines Einzugsgebietes keine direkt messbare Größe ist, wurden für die Bestimmung oder Abschätzung verschiedene Ansätze entwickelt. Die genauesten Angaben zur Grundwasserneubildung liefert die direkte Bestimmung der Sickerwasserrate an Lysimetern (Lysimeter sind im freien Feld eingebaute, mit natürlichem Boden gefüllte Behältnisse mit unterirdisch angeordneten Messeinrichtungen zur Bestimmung der Sickerwasserrate sowie der tatsächlichen Verdunstung). Aufgrund des hohen Aufwandes sowie der problematischen Übertragbarkeit der punktuell gewonnenen Ergebnisse auf größere Flächen werden Lysimetermessungen jedoch vergleichsweise selten eingesetzt. Ebenso ist eine Bestimmung der Neubildung anhand der Änderung des Bodenwasserhaushaltes mit aufwendigen Messungen verbunden.

Entspricht das oberirdische Einzugsgebiet eines Gewässers dem unterirdischen Einzugsgebiet und sind keine zusätzlichen Einflüsse auf das Gewässer (z. B. Einleitungen) vorhanden, so kann die Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet aus dem Abflussverhalten des Gewässers bei Trockenwetter abgeleitet werden.

Weiterhin existiert eine Vielzahl von Verfahren zur Abschätzung der Grundwasserneubildung auf der Grundlage der Wasserhaushaltsgleichung anhand konkreter klimatologischer Daten, der Bodenart und -nutzung, des Geländereliefs sowie der hydrogeologischen Verhältnisse.

Bei ausreichender Verfügbarkeit geologischer und hydrogeologischer Grunddaten kann die Grundwasserneubildung auch quasi als Nebenergebnis beim Aufbau eines numerischen Grundwassermodells bestimmt werden.

Datengrundlage

Grundlage für die flächendeckende Ermittlung der Grundwasserneubildung für das Stadtgebiet Dresden bildete der umfangreiche, im Umweltinformationsystem der Landeshauptstadt vorhandene Datenbestand.

Im Einzelnen wurden die vorliegenden Daten zu

- Hauptdeckschichten (Art und Mächtigkeit der bindigen Bedeckung),
- Grundwasserflurabstand,
- Biotoptypen und zum
- Gebietswasserhaushalt

für die Bearbeitung verwendet.

Zur Charakterisierung der Bodenbe-

schaffenheit wurden die vorhandenen Informationen zu den Hauptdeckschichten und zur Mächtigkeit der bindigen Bedeckung genutzt. Der dabei ausgewertete Datenbestand ist in Karte 3.6 ausführlich dargestellt. Folgende Hauptdeckschichten wurden unterschieden:

- quasi unbedeckter Bereich,
- Tallehmbedeckung,
- Auelehmbedeckung,
- Lößlehmbedeckung,
- Sand, Kies, Schluff der kleinen Täler,
- Geschiebelehmb,
- Cottaer Moormergel,
- Tertiärtönen,
- großflächige anthropogene Auffüllungen.

Im quasi unbedeckten Bereich wurde differenziert in:

- Ausstrich Unterquader,
- Ausstrich Festgestein und
- bindige Bedeckung über Grundwasserleiter (GWL) < 1 m.

Die Grundwasserflurabstände sind für die Ermittlung der realen Verdunstung von Bedeutung. Angaben zu Grundwasserflurabständen lagen in folgender Abstufung vor:

- 0 bis 0,5 m
- 0,5 bis 2 m
- 2 bis 5 m
- 5 bis 10 m
- 10 bis 20 m
- 20 bis 30 m
- 30 bis 40 m
- 40 bis 50 m
- 50 bis 60 m
- > 60 m.

In den Festgesteinbereichen außerhalb des eigentlichen Elbtales standen aufgrund der geringen Aufschlussdichte nur die relativ unspezifischen Klassen

- 0 bis 5 m und
- 0 bis 10 m

zur Verfügung. Erhebung und Auswertung der Informationen zu den Grundwasserflurabständen sind in der Karte 4.4 beschrieben.

Die Informationen zur aktuellen Flächennutzung wurden aus der 1999 für das Gebiet der Landeshauptstadt durchgeführten Biotoptypenkartierung entnommen (Karte 2.1).

Die klimatologischen Daten stammen aus Veröffentlichungen des Meteorologi-

schen Dienstes (langjährige Niederschlagshöhen, Reihe 1951 bis 1980). Die potentielle Verdunstung wurde nach der KdT-Empfehlung zur Ermittlung der Grundwasserneubildung ermittelt. Weitere Informationen wurden dem Kapitel 5 (Klima) entnommen.

Methodik

Im langjährigen Durchschnitt gilt für ein abgeschlossenes Einzugsgebiet die allgemeine Wasserhaushaltsgleichung

$$N = A + ET$$

mit Niederschlag (N), Verdunstung (ET) und Abfluss (A).

Für morphologisch wenig gegliederte Gebiete, in denen ein Oberflächenabfluss nur untergeordnet auftritt, entspricht die Grundwasserneubildung im langjährigen Mittel der Differenz von Niederschlag und realer Verdunstung. Für morphologisch stärker gegliederte Bereiche wie das Dresdner Stadtgebiet muss der Oberflächenabfluss in die Betrachtung einbezogen werden. Die Grundwasserneubildungsrate A_u ergibt sich dann als Differenz der langjährigen Werte von Niederschlag, Verdunstung und Oberflächendirektabfluss A_o .

$$A_u = N - ET - A_o$$

Detaillierte Abflussmessungen zur Bestimmung des Oberflächendirektabflusses standen insbesondere für die kleineren Fließgewässer zum Bearbeitungszeitpunkt nicht zur Verfügung. Es sollte deshalb ein Verfahren zur Anwendung kommen, das eine Abschätzung der Grundwasserneubildung aus den vorhandenen Daten erlaubt und dabei in der Handhabung überschaubar bleibt.

Für die Erarbeitung der Karte wurden die Grundwasserneubildungsraten deshalb auf der Grundlage des in der Grundwassererkundung bewährten Berechnungsverfahrens nach Bagrov/Glugla mit Hilfe des PC-Programmes RASTER ermittelt.

Als Einflussfaktoren zur Bestimmung der Grundwasserneubildung gehen da-

bei die Bodenart, die Geländenutzung, der Grundwasserflurabstand sowie der Niederschlag in die Betrachtung ein.

Der durch das Geländerelief bedingte Oberflächenabfluss wurde anhand der Gebietstypen des natürlichen Wasserhaushaltes (vgl. Karte 4.10) abgeschätzt und von der Gesamtabflussspende abgezogen.

Eine Plausibilitätsprüfung der ermittelten Grundwasserneubildungsraten wurde anhand einzelner Einzugsgebiete vorgenommen, für die detailliertere Angaben - insbesondere Abflussmessungen - vorlagen.

Im Folgenden wird die vorgenommene Verknüpfung der Einzelinformationen zusammengefasst dargestellt. Die zu den Bodeneigenschaften vorliegenden Informationen wurden gemäß Tabelle 1 den für die Berechnung verwendeten Bodenarten zugeordnet.

Das Verfahren nach Bagrov/Glugla ist eine Berechnungsmethode, die für Lockergesteinsbereiche entwickelt wurde. Eine gleichwertige Methode für die in Dresden vorhandenen Festgesteine gibt es nicht. Diese Gesteine sind in ihrem Ausstrichbereich von einer mehr oder weniger starken Verwitterungsschicht überdeckt, die ein ähnliches hydraulisches Verhalten wie Lockergestein aufweist. Deshalb kann o. g. Verfahren auch hier Anwendung finden.

Die aus der Biotoptypenkartierung vorhandenen Einzelinformationen zur Flächennutzung wurden zu den für die Grundwasserneubildungsberechnung maßgeblichen Einheiten

- unbewachsene Flächen,
- bewaldete Flächen und
- Acker/Grünland

zusammengefasst.

Zunächst wurden dazu die bewaldeten Flächen ausgegrenzt. Der Kategorie unbewachsene Flächen sind dann die folgenden Biotoptypen zugeordnet worden:

- Aufschüttungen und Aufgrabungen,

- Kies- und Sandgruben,
- Steinbrüche,
- Vegetationsarme bzw. -freie Standorte
- Felswand,
- offene Binnendüne,
- Sand-/Lehm-/Kiesfläche,
- Trockenrasen/Heide
- Kalktrockenrasen,
- Sand- und Silikattrockenrasen.

Alle verbleibenden Flächen einschließlich der besiedelten Gebiete wurden für die Ermittlung der natürlichen Grundwasserneubildung wie Acker/Grünland behandelt.

Die mittleren Niederschlagshöhen schwanken im Stadtgebiet etwa zwischen 600 und 700 mm. Da flächendeckende Informationen zur Niederschlagsverteilung im Stadtgebiet bislang nicht zur Verfügung stehen, wurde vereinfachend die mittlere Jahresniederschlagssumme der Station Dresden-Klotzsche (668 mm/a) angesetzt.

Die langjährig ermittelte potentielle Verdunstung ist für Dresden mit etwa 625 mm/a anzunehmen. Während bei geringen Grundwasserflurabständen die reale Verdunstung der potentiellen Verdunstung gleichzusetzen ist, wird für Flächen mit flurfernem Grundwasserspiegel die reale Verdunstung aus Bodenart und Flächennutzung hergeleitet. Dabei steigt die Verdunstungshöhe mit abnehmender Korngröße und liegt bei gleicher Korngröße für Wald immer deutlich höher als für Acker/Grünland.

Zur Ermittlung des maßgeblichen Oberflächenabflusses wurden die Gebietswasserhaushaltstypen genutzt. Die Ausweisung der Gebietswasserhaushaltstypen ist in der Karte 4.10 ausführlich beschrieben. Die verwendeten Oberflächenabflüsse für die einzelnen Gebietstypen sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Für die Gebietstypen I und II erfolgte

Tabelle 1: Zuordnung der vorhandenen Nutzungsprogrammes

Datenklassen zu den Hauptdeckschichttypen zu den Bodenarten des Bereichs

Bodenart der Hauptdeckschichten	Mächtigkeit bindiger Deckschichten	Zuordnung Bodenart
quasi unbedeckter Bereich	über GWL 0 bis 1 m	anlehmiger Sand (SI)
	Ausstrich Unterquader	anlehmiger Sand (SI)
	Ausstrich Festgestein	stark lehmiger Sand (SL)
Tallehmbedeckung	über GWL > 1 m	Lehm (L)
Auelehmbedeckung	über GWL > 1 m	schwerer Lehm (LT)
Lößlehmbedeckung	über GWL > 1 m über Festgestein	sandiger Lehm (sL)
Geschiebelehm	über Festgestein	Lehm (L)
Cottaer Moormergel	über GWL > 1 m über Festgestein	anlehmiger Sand (SI)
Tertiärton	über Festgestein	Ton (T)

*Quelle: Landeshauptstadt Dresden, Amt für Umweltschutz, Dresden 1998.

Tabelle 2: Ermittlung des Oberflächenabflussanteils anhand der Gebietstypen des Wasserhaushaltes

Gebietstyp I	Gebietstyp II	Gebietstypen III, IV und V
Gelände mehr als 5 % geneigt	Gelände 1 bis 5 % geneigt	Gelände weniger als 1 % geneigt
Wasserhaushalt wird durch einen erhöhten oberirdischen Abfluss bestimmt.	Wasserhaushalt wird durch einen erhöhten oberirdischen Abfluss bestimmt.	Wasserhaushalt wird durch Versickerung und Verdunstung bestimmt.
$A_o > 18\% \text{ des Niederschlages}$ -> $A_o > 132 \text{ mm/a}$ => $q_o > 4,2 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$	$A_o > 13\% \text{ des Niederschlages}$ -> $A_o > 96 \text{ mm/a}$ => $q_o > 3,0 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$	$A_o > 5 \text{ bis } 7\% \text{ des Niederschlages}$ Ermittlung von q_o in Abhängigkeit von der Bodenart nach GRUNSKE

*Quelle: Amt für Umweltschutz, Dresden 2000.

die Ermittlung der Oberflächenabflussanteile am Gesamtabfluss über die Berücksichtigung der Reliefenergie indirekt über das Abflussverhältnis A_{ges}/A_u nach Dörhofer/Josopait. Für die Bereiche mit geringer Reliefenergie (Gefälle < 1 %), also die Gebietstypen III, IV und V erfolgte die Berechnung der langjährigen Oberflächenabflusspenden nach Grunske in Abhängigkeit von der Bodenart wie folgt:

- Sand: $q_o = 1,3 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$
- lehmiger Sand: $q_o = 1,6 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$
- sandiger Lehm, Lehm und Ton: $q_o = 1,8 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$

Die Grundwasserneubildung wurde für sämtliche im Stadtgebiet möglichen Kombinationen der maßgeblichen Einflussgrößen berechnet und über eine Programmroutine den Teilstücken mit den entsprechenden Eigenschaften zugewiesen.

Kartenbeschreibung

In der flächenhaften Darstellung der Grundwasserneubildungsraten spiegelt sich die lithologische Ausbildung der oberflächig anstehenden Schichten deutlich wider. Insgesamt variiert die natürliche Grundwasserneubildung zwischen 1 bis 2 und 12 bis 13 $\text{l/s} \cdot \text{km}^2$. Bereiche mit relativ niedriger Neubildung sind vor allem die holozänen Auen, die durch bindige Ablagerungen und relativ geringe Grundwasserflurabstände gekennzeichnet sind. Deutlich ist hier vor allem der alte Elbeverlauf im Bereich Leuben erkennbar. Des weiteren fallen weite Gebiete der Dresdner Heide aufgrund der relativ hohen Verdunstung bewaldeter Flächen in diese Kategorie. Im Bereich des Elbtales liegt die natürliche Grundwasserneubildung zwischen 4 bis 5 und 8 bis 9 $\text{l/s} \cdot \text{km}^2$. Durch eine relativ hohe natürliche Grundwasserneubildung von mehr als 5 $\text{l/s} \cdot \text{km}^2$ sind dabei die grundwasserflurfernen Bereiche beiderseits der Elbe gekennzeichnet, in denen Talsande ausgebildet sind und bindige Bedeckungen weitgehend fehlen. Extreme hohe Werte von über 10 $\text{l/s} \cdot \text{km}^2$ für die Grundwasserneubildung wurden für die unbewachsenen Sandflächen im Bereich der Helleerdünen ermittelt, in

denen eine quasi vollständige Versickerung der auftreffenden Niederschläge stattfindet.

Literatur

- Dörhofer, G. und V. Josopait, Eine Methode zur flächendifferenzierten Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate, Geologisches Jahrbuch, Reihe C27, Hannover 1980.
- Jordan, H. und H.-J. Weder, Hydrogeologie, Stuttgart 1995.
- Landeshauptstadt Dresden, Amt für Umweltschutz, Ermittlung der natürlichen Oberflächenabflusspenden und der Grundwasserneubildungsraten im Stadtgebiet Dresden (unveröffentlichte Studie) im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden, Dresden 1998.
- Landeshauptstadt Dresden, Amt für Umweltschutz und Eigenbetrieb Stadtentwässerung, Praxisratgeber "Mit Regenwasser wirtschaften", Dresden 2000.
- Zentrales Geologisches Institut, KdT-Empfehlung der Grundwasserneubildung, WTI-Sonderdruck 5/81.

Gesetze

- DIN 4049, Hydrogeologie, Begriffe, quantitativ, Berlin, Köln, Frankfurt/M. 1977.
- Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) in der Fassung vom 12. November 1996, BGBl. I, S.1695.
- Sächsisches Wassergesetz (SächsWG) vom 21. Juli 1998, SächsGVBl. Nr. 15/1998.

Karten

- Geologische Karte der eiszeitlich bedeckten Gebiete von Sachsen im Maßstab 1 : 50 000, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie Freiberg 1994.
- Geologische Spezialkarte von Sachsen im Maßstab 1 : 25 000 mit Erläuterungen, Blätter Moritzburg-

Klotzsche, Radeberg, Wilsdruff, Dresden, Pillnitz-Weißig, Kreischa, Pirna.

- Hydrogeologische Karte der DDR im Maßstab 1 : 50 000, Hydrogeologische Grundkarte, GFE Halle 1984.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltatlas Dresden, Versickerungsmöglichkeiten von Niederschlagswasser, 2., überarbeitete Auflage, Dresden 1997.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltatlas Dresden, Kapitel Klima, Dresden 1996 bis 1998.
- Lithofazieskarte Quartär im Maßstab 1 : 50 000, Blatt Dresden, Zentrales Geologisches Institut, Berlin 1975.

Verantwortlicher Bearbeiter:
Dr. Kirsten Ullrich
Landeshauptstadt Dresden
Umweltamt