

Grundwasserneubildung

Zur Berechnung der Erneuerung des gewinnbaren Grundwassers wurde ein System geschaffen, bei dem so weit wie möglich die gesteinspezifischen Unterschiede und die im Schichtenaufbau (Lockergestein) berücksichtigt wurden. Dabei spielten neben hydrogeologischen auch klimatische Gegebenheiten eine Rolle. Für Planungszwecke und Untersuchungen auf größerem Territorium ermöglichte erstellte Kartenwerke, die Grundwasserressourcen ohne größeren Aufwand abzuschätzen bzw. überschlägig zu ermitteln. Hinweis: Der folgende Einzelbeitrag ist ein Auszug aus Löffler & Meinert "Ausgewählte Forschungs- und Erkundungsergebnisse auf dem Gebiet der Hydrogeologie in der DDR" in dem 2011 veröffentlichten Teil II der „Geschichte der Geowissenschaften in der DDR“ von M. Guntau, O. Hartmann, W. Pälchen, M. Störr (Schriftenreihe für Geowissenschaften Heft 18/2010).

Grundwasserneubildung (K. A. GRUNSKÉ)

Zum Verständnis der nachfolgenden Ausführungen muss auf die begriffliche Differenzierung zwischen der (gesamten) Grundwasserneubildung und ihrem gewinnbaren Anteil hingewiesen werden. Der Unterschied besteht darin, dass unter bestimmten Bedingungen, z.B. im Festgestein oder in der Grundmoräne (Geschiebemergel / -lehm) des Lockergesteinsbereiches, unterirdische Abflüsse auftreten, die nach TGL 23989 eine Grundwasserströmung darstellen, aber nicht konzentriert und auch nur mit großem Aufwand entnehmbar wären (in der TGL 23989 als hypodermischer Abfluss aufgeführt). Die Grundwasserneubildung (aus Niederschlägen) wird dabei - abgesehen von modifizierenden Elementen (s.u.) - ausschließlich von Niederschlag und Verdunstung (Wasser- und Wärmehaushalt) bestimmt; der gewinnbare Anteil (bei Auftreten von „Verlustabflüssen“) hängt neben diesen als nach oben begrenzendem Faktor in erster Linie von gesteinspezifischen Gegebenheiten ab. Abflussmessungen und Berechnungsverfahren sind in beiden Fällen natürlich unterschiedlich. Bei fehlender Bedeckung im Lockergestein und damit bei Übereinstimmung in der Erneuerung der gewinnbaren Ressourcen sollte die Berechnung über den Wasser- und Wärmehaushalt erfolgen. Diese notwendige Differenzierung wurde in der DDR zeitig erkannt; Berechnungsverfahren mit genau(er)en Ergebnissen für die Grundwasserneubildung bzw. deren gewinnbaren Anteil liegen mit der Auswertung umfangreicher Messungen an Lysimetern unterschiedlicher Größe ab 1963, vor allem ab 1966 vor.

Vom Institut für Wasserwirtschaft wurde 1958 eine N-A-U-Karte herausgegeben; ein Kartenwerk für das Gebiet der DDR, das bei einer Rastergröße von 10,5 km² Angaben für den Niederschlag (N), die Verdunstung (U) und den Abfluss (A) für den Zeitraum 1921-40 in mm/a enthält. Für den letzteren waren der Bezug der mittlere Durchfluss an ausgewählten Pegeln und das dazugehörige oberirdische Einzugsgebiet. Die Abflusshöhen waren für die Wasserwirtschaft eine Planungsgrundlage, im Lockergestein entsprachen sie bei Vorliegen der entsprechenden geologischen Voraussetzungen in erster Näherung der gewinnbaren Grundwasserneubildung. Nachteile waren die fehlende Unterteilung in sogenannte Abflusseinheiten (Hydrotopen), die z.T. flächenmäßig ungenau definierten Grundwassernährgebiete und die Nichtberücksichtigung des Landoberflächenabflusses (letzterer ist allerdings in den sandigen Flachlandbereichen gering).

Eine beträchtliche Weiterentwicklung in der Berechnung der Grundwasserneubildung im Lockergestein erfolgte durch J. ZIESCHANG (1963). Er verwendete für seine „Abflussspendenschlüssel“ (linear aufgebaute N_{AU} -Beziehungen für den Niederschlagsbereich zwischen 480 und ca. 750 mm/a) in erster Linie Groß- (Gebiets-) Lysimeter, allerdings nicht in Form von relativ großen oberirdischen Nährgebieten mit einer Vielzahl von Hydrotopen, sondern als flächenmäßig gut definierbare unterirdische Einzugsgebiete von Großwasserfassungen mit nur wenigen Hydrotopen unter Berücksichtigung von Landoberflächenabfluss. Die aus den langjährigen Fördermengen von drei Wasserwerken in unterschiedlichen Niederschlagsbereichen entwickelte $N-N_{AU}$ -Beziehung (sog. 0 % - Schlüssel) und eine daraus abgeleitete Gerade f (ohne Einfluss durch Landoberflächenabfluss) kamen späteren Berechnungsverfahren in der Genauigkeit recht nahe und wurden bis Anfang der 70er Jahre für die Berechnung der Grundwasserneubildung in der DDR benutzt. Weiterhin ist das Verfahren von ZIESCHANG deshalb beachtenswert, weil hier zum ersten Mal Überlegungen zum Einfluss von mächtigen und dabei wenig durchlässigen Deckschichten auf die Erneuerung des gewinnbaren Grundwassers angestellt wurden. Die diesen quantifizierenden Schlüssel waren in der Genauigkeit allerdings dadurch begrenzt, dass es zu jener Zeit kaum auswertbare Abflussmessungen (als Stützstellen) gab. Die aus den Schlüsselkurven für mächtige Bedeckung errechneten Abflussspenden bewegen sich aber dabei im Bereich der Werte, die sich nach dem von SCHLINKER (1969) entwickelten Verfahren (für den Bereich der WWD Küste-Warnow-Peene, praktiziert auf ca. 1/3 des Territoriums der DDR) ergeben würden. Nach SCHLINKER wird auf der Grundlage oberflächennaher geologischer Hauptbodenarten die Grundwasserneubildung über Versickerungsfaktoren ermittelt, die aus gemessenen Abflußgrößen relevanter Einzugsgebiete hergeleitet sind, wobei

Vegetationseinflüsse neben anderen Einflüssen summarisch enthalten sind und nicht speziell berücksichtigt werden.

Mit der Beteiligung der DDR am internationalen Hydrogeologischen Dezenniums 1965-74 der UNESCO wurde durch die Errichtung von Lysimeterstationen und von hydrologischen Repräsentativ- bzw. Versuchsgebieten (mit Schaffung von Grundwassermessstellen durch den VEB Hydrogeologie zur Ermittlung unterirdischer Einzugsgebiete) die Messdatenbasis wesentlich erweitert und auch damit eine Voraussetzung für die Verbesserung einzelner Berechnungsverfahren geschaffen.

Die Untersuchungen des Instituts für Wasserwirtschaft konzentrierten sich nach 1959 auf Berechnungen zur Ermittlung der (gesamten) Grundwasserneubildung auf der Basis von Abflussmessungen in wägbaren Lysimetern mit 1 m² Auffangfläche unter Zuhilfenahme einer physikalisch fundierten Beziehung zum Wasser- und Wärmehaushalt. Wurde zunächst noch von linearen Niederschlags-Abfluss-Relationen ausgegangen (DYCK & CHARDABELLAS 1962), bestimmten später nichtlineare Beziehungen von KORTÜM (GLUGLA 1966) und schließlich von BAGROV (GLUGLA & TIEMER 1971) den Verlauf von Schlüssellinien (-kurven), die sich im Hinblick auf das Wärmeangebot (potenzielle Verdunstung) und die Standorteigenschaften (Bodenart und Landnutzung) voneinander unterschieden. Diese Methode – auch als GLUGLA/BAGROV-Verfahren bezeichnet – kann als physikalisch fundierteste und von der Messgrundlage her am besten gestützte Bestimmungsmethode zur Berechnung der Grundwasserneubildung in Deutschland gelten, da mit der Erfüllung der klimatischen Randbedingungen (Entwicklung der realen Verdunstung bei extremen Wärme- bzw. Niederschlagsverhältnissen) das Verfahren auch in Gebieten mit sehr hohen bzw. geringen Niederschlägen eingesetzt werden kann. Zunächst noch vorhandene Probleme (Beschränkung auf die hauptsächlich vorhandenen Hydrotöpfe, Bewertung der Verdunstung auf Waldbeständen) wurden durch ständige Nachbesserungen entsprechend dem damaligen Kenntnisstand weitgehend gelöst und eine Berechnung mittels EDV ermöglicht (Programm RASTER). Durch die Korrektur des Niederschlages um den Messfehler im HELLMANN-Gerät (zunächst Erhöhung um 9 – 10 %) wurde darüber hinaus ein systematischer Fehler im System des Wasser-Wärmehaushalts (Wasserhaushaltsgleichung) beseitigt.

Das Verfahren GLUGLA/BAGROV ist allerdings zur Berechnung gewinnbarer Grundwassermengen nur geeignet, wenn diese der Grundwasserneubildung entsprechen. In anderen Fällen, und diese betreffen praktisch den Festgesteins- und den Grundmoränenbereich im Gebiet der letzten Vereisung (z.T. auch Altmoräne) der damaligen DDR, mussten andere Berechnungsverfahren entwickelt werden, die auf der Auswertung von Großlysimetern aufbauen. In erster Linie werden hierbei die Abflüsse an Pegeln von Fließgewässern (Vorflutern) verwendet (aus der Separation der Ganglinie gewonnene Basisabflüsse), deren unterirdische Einzugsgebiete großräumig fixiert werden konnten. Bei Wasserwerken erwies es sich oft schwierig, ein Nährgebiet exakt zu definieren. Zuerst waren es ZIESCHANG (1963) mit einem Abflussspendenschlüssel für den Mittleren Buntsandstein (Auswertungen von Wasserwerken im Tannrodaer Gewölbe) und später ZIEGLER (1969) mit Versickerungsfaktoren für die Gesteine der Thüringer Trias, die erste Berechnungen für die Sedimentgesteine des Mesozoikums ermöglichten. Weitere Messergebnisse und Abflussspendenschlüssel bzw. (niederschlagsunabhängige) Abflussspenden lieferten nach oft umfangreichen Untersuchungen an Abflüssen von Pegeln oder aus Fördermengen von Wasserfassungen einschließlich der Ermittlung ihrer unterirdischen Einzugsgebiete (Großlysimeter) GRUNSKA (1977) für die bedeckten Grundwasserleiter des Jungmoränengebietes, KRAFT & SCHRÄBER (1977) für das Erzgebirge, GÖTZE & HECHT für das Thüringer Schiefergebirge sowie GABRIEL UND ZIEGLER im Thüringer Becken (1975). Von KRAFT & SCHRÄBER wurde neben dem Gestein auch die tektonische Beanspruchung (sogenannte Klüftungsfreundlichkeit) berücksichtigt.

Die Ergebnisse der bis ca. 1977 durchgeführten Arbeiten, die genaue Berechnungen für gewinnbare Grundwassermengen (einschl. der Grundwasserneubildung) ermöglichten, waren Anlass, eine einheitliche Methodik zur Ermittlung der Grundwasserneubildung und ihres nutzbaren Anteils zu schaffen. Ein entscheidender Schritt zur Einigung jahrelanger Kontroversen erfolgte beim vom VEB Hydrogeologie 1978 ausgerichtetem 7. Kolloquium Hydrogeologie. Im Ergebnis dessen wurden die bisher in den Bereichen der Wasserwirtschaft und der Geologie in der Regel für unterschiedliche hydrogeologische Gebiete entwickelten Verfahren in der KdT-Empfehlung zur Ermittlung der Grundwasserneubildung (BAMBERG et al 1981) zusammengeführt. Dieses Regelwerk wurde in den 80er Jahren in einzelnen Bereichen verbessert (GLUGLA/BAGROV – s.o.) und auf den gesamten Festgesteinsbereich der DDR durch GABRIEL & ZIEGLER (Verfahren GEOFEM – ab 1985) erweitert; in Sachsen erfolgten Präzisierungen und Ergänzungen im Paläozoikum durch Verwendung weiterer (unveröffentlichter) Messergebnisse (aus Trockenwetterabflüssen an Vorflutern, Tritiummessungen, Förderdaten von Wasserwerken und Quellschüttungen) von KRAFT & SZYMCAK.

Vom Institut für Wasserwirtschaft erfolgte 1982/83 eine Ergänzung der alten N-A-U-Karte durch Deckfolien mit Abflussspenden im Raster 6,25 km² Größe, ermittelt nach den Verfahren von GLUGLA/BAGROV (Lockergestein)

und GABRIEL/ZIEGLER. Im VEB Hydrogeologie wurde nach einer auf dieser Basis entwickelten Karte von U. SCHÄFER und unter Verwendung von Schlüsselkurven nach GRUNSKÉ, MEINERT, KRAFT & SCHRÄBER bei der Erarbeitung der Grundwasservorratsprognosen für die damaligen Bezirke der DDR gearbeitet.

Insgesamt wurde also ein System zur Berechnung der Erneuerung des gewinnbaren Grundwassers geschaffen, wobei die einzelnen Verfahren so weit wie möglich die gesteinspezifischen Unterschiede und die im Schichtenaufbau (Lockergestein) berücksichtigten. Dabei spielten neben hydrogeologischen auch (z.T. entscheidend) klimatische Gegebenheiten eine Rolle. Erfasst wurden praktisch alle vorkommenden „Erneuerungsfälle“, wobei wegen der Vielzahl der verwendeten Messungen auch im Detail keine absolut, wenigstens aber eine relativ hohe Genauigkeit erreicht wurde. Dazu wurde durch Kartenwerke auch die Möglichkeit geschaffen, für Planungszwecke und Untersuchungen auf größerem Territorium die Grundwasserressourcen ohne größeren Aufwand abzuschätzen bzw. überschlägig zu ermitteln.

Literatur

- BAMBERG, H. F., BUSSE, W., GINZEL, G., GLUGLA, G., SCHLINKER, K. & ZIEGLER, G.: KdT-Empfehlung zur Ermittlung der Grundwasserneubildung.- Zentrales Geologisches Institut, WTJ-Sonderheft 5; 1-81, Berlin 1981
- CHARDABELLAS, P. M.L. DYCK, S.: Wege zur Ermittlung der nutzbaren Grundwasserreserven.- Berichte der Geologischen Gesellschaft der DDR, 8, Berlin 1963
- GABRIEL, B. & ZIEGLER, G.: Zur Berechnung des Grundwasserdargebotes in triassischen Gesteinen des Thüringer Beckens.- Zeitschrift für angewandte Geologie, 23, 11, 1977
- GLUGLA, G. & TIEMER, K.: Ausarbeitung eines Berechnungsverfahrens von Mittelwerten der Grundwasserneubildung nach der Formel von BAGROV unter Verwendung der EDV.- unveröff., Studie; Institut für Wasserwirtschaft, Berlin 1971
- GLUGLA, G.: Zur Problematik zur Bestimmung der Grundwasserneubildung (Ermittlung von Werten der Grundwasserneubildung unter Berücksichtigung der Beziehungen zwischen Wärme- und Wasserhaushalt und in Auswertung von Lysimeterbeobachtungen).- unveröff., Institut für Wasserwirtschaft, Berlin 1966
- GÖTZE, K. & HECHT, G.: Erarbeitung von Werten für den Basisabfluss im Ostthüringer Schiefergebirge.- unveröff., Teilbericht zum F/E-Thema „Grundwasserneubildung“, VEB Hydrogeologie, Jena 1977
- GRUNSKÉ, K.-A.: Abschlussbericht zum F/E-Thema „Grundwasserneubildung“.- unveröff., Zusammenfassender F/E-Zwischenbericht, VEB Hydrogeologie, Nordhausen 1978
- KRAFT, W. & SCHRÄBER, D.: Erarbeitung von Werten für den Basisabfluss im Erzgebirge, im Vogtland und Granulitgebirge.- unveröff., Teilbericht zum F/E-Thema „Grundwasserneubildung“, VEB Hydrogeologie, Freiberg 1976
- SCHLINKER, K.: Beiträge zur wasserwirtschaftlichen Erfassung des Grundwasserdargebotes, seines Chemismus und seiner Beziehung zum Oberflächenabfluss im Großezugsgebiet Küste-Warnow-Peene.- unveröff., Dissertation TU Dresden 1968
- unbenannt: Gesamtabfluss (mm/a) – Deckfolie für die N-A-U-Karte M 1 : 200.000.- Institut für Wasserwirtschaft, Berlin 1982/83
- unbenannt: N-A-U-Karte über das Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik M 1 : 200.000.- Institut für Wasserwirtschaft, Berlin 1958
- ZIEGLER, G.: Methodische Grundlagen zur Erfassung des Grundwasserdargebotes für den Festgesteinsbereich der WWD VI.- unveröff., Forschungsbericht; Wasserwirtschaftsdirektion Werra-Gera-Unstrut, Erfurt 1969
- ZIESCHANG, J.: Die Berechnung des natürlichen Grundwasserdargebotes für die Grundwasserlagerstätten des Mittleren Buntsandsteins.- Zeitschrift für angewandte Geologie, 11, 3, 1965
- ZIESCHANG, J.: Zur Grundwasserklassifikation und zur Analyse des Grundwasserdargebotes.- Zeitschrift für angewandte Geologie, 9, 3, 1963