

Herr Stefan Wöstmann

Ravensberger Straße 16

48336 Füchtorf

Gutachterliche Stellungnahme zur Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet der Wassergewinnung Füchtorf

Lippe Wassertechnik GmbH
Brunnenstr. 37
45128 Essen
Tel.: 0201 / 3610 - 0 (Sekretariat)
Fax: 0201 / 3610 - 100

Ansprechpartner:
Herr Dipl.-Geol. Dr. Johannes Meßer (Tel.: 0201/3610 – 400)

Essen, den 13. November 2015

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Untersuchungsumfang	1
2	Vorbemerkungen	2
3	Berechnungen	5
3.1	Verfahren	5
3.2	Datengrundlage.....	8
3.3	Berechnungsergebnisse.....	9
4	Bewertung der Ergebnisse	12
5	Literatur.....	16

1 Veranlassung und Untersuchungsumfang

Im Raum Füchtorf betreibt der Wasserbeschaffungsverband (WBV) Sassenberg-Versmold-Warendorf eine Grundwasserentnahme über 12 Brunnen zur Trinkwassergewinnung. Das Wasserrecht wurde von der Bezirksregierung Detmold am 16. Dezember 2010 bewilligt. Die Bewilligung ist bis zum 31. Dezember 2040 befristet. Von Seiten Herrn Wöstmann gibt es Zweifel an der Richtigkeit der im Verfahren zur Bewilligung ermittelten Grundwasserneubildung bzw. des berechneten Grundwasserdargebotes für das Einzugsgebiet der genannten Wassergewinnung.

Von Herrn Wöstmann wurden der Lippe Wassertechnik GmbH Unterlagen übergeben. Hierzu gehören insbesondere

- der Bewilligungsbescheid vom 16.12.2010,
- der zugehörige Antrag zur Erteilung einer wasserrechtlichen Bewilligung der Grundwasserentnahme aus 12 Kiesschüttungsbrunnen, Gemarkung Füchtorf und Peckeloh“ (SCHMIDT UND PARTNER, Mai 2010),
- Schreiben der Bezirksregierung Detmold zur Grundwasserabsenkung im Auswirkungsbereich des Wasserwerks Füchtorf vom 29. Juni 2015,
- die Beantragung der Abänderung des erteilten Bewilligungsbescheides vom 16.12.2010 des WBV Sassenberg-Versmold-Warendorf über die zu bewilligende Grundwasserfördermenge vom 17. September 2015 und
- Klageerwiderung im Verwaltungsstreitverfahren Stefan Wöstmann / Land Nordrhein-Westfalen vom 05. Oktober 2015

sowie weitere Gutachten und gutachterlicher Stellungnahmen (u.a. SCHMIDT UND CARSTENSEN März 2001, SCHMIDT UND PARTNER Juni 2014).

Mit Schreiben vom 25. Oktober 2015 wurde die Lippe Wassertechnik GmbH von Herrn Wöstmann beauftragt, die Grundwasserneubildung für das Einzugsgebiet der Wassergewinnung Füchtorf zu berechnen, die Ergebnisse mit vorliegenden Angaben zu vergleichen und zu bewerten.

Hierzu wurden die zur Verfügung gestellten Unterlagen ausgewertet und Grundlagendaten zur Berechnung der Grundwasserneubildung ermittelt. Dabei wurde das in den o.g. Gutachten ermittelte unterirdische Einzugsgebiet auf seine Plausibilität überprüft und für dieses Einzugsgebiet die langjährig mittleren Wasserhaushaltsgrößen ermittelt.

2 Vorbemerkungen

Zur Berechnung der Grundwasserneubildung stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. „In der Praxis werden Verfahren bevorzugt, die auf Gewässerkundlichen Statistiken (Abflussmessungen) oder Berechnungen nach der Wasserhaushaltsgleichung mit Geographischen Informationssystemen beruhen. Bei allernoch so sorgfältigen und genauen Erfassung der für die Berechnung notwendigen Parameter darf man nicht der Täuschung unterliegen, höchste Genauigkeitsgrade erreichen zu können. Dafür sind die geologischen und meteorologischen Inhomogenitäten häufig zu groß und nicht voll erfassbar. Errechnete Werte stellen immer Integrationen über definierte Gebiete dar. Von besonderer Wichtigkeit ist eine zuverlässige Abgrenzung der zu betrachtenden (unterirdischen) Einzugsgebiete. Wichtig ist in jedem Fall der Abgleich der Ergebnisse mit einem zweiten Verfahren“ (aus: MEßER: Bestimmung der Grundwasserneubildung, in: HÖLTING & COLDEWEY (2012): Hydrogeologie – Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, 8. Auflage, S. 242-249).

Für die flächendifferenzierte Berechnung der Grundwasserneubildung kommt nur die Ermittlung aus der Wasserhaushalts-Gleichung in Betracht. Hierzu wurden in der Vergangenheit verschiedene Berechnungsverfahren publiziert. Zu nennen sind insbesondere die Methoden nach BAGROV (1953) und GLUGLA et al. (1976), RENGER & WESSOLEK (1990) und DÖRHÖFER & JOSOPAIT (1980).

Bei den Verfahren BAGROV und GLUGLA (BAGROV, 1953, GLUGLA et al., 1976, BAMBERG et al., 1980) und RENGER & WESSOLEK (Renger & STREBEL, 1980, SPONAGEL et al., 1983, RENGER et al., 1986, RENGER & WESSOLEK, 1990) wird generell nicht die Grundwasserneubildung berechnet, sondern lediglich die reale Verdunstung, die vom Niederschlag subtrahiert den Gesamtabfluss ergibt. Bei DÖRHÖFER & JOSOPAIT (1980) schließt sich die Aufteilung des Gesamtabflusses in den Direktabfluss und den grundwasserbürtigen Abfluss an. Letzterer ist nach den Gleichungen 1 und 2 bei fehlender Entnahme der Grundwasserneubildung gleichzusetzen (Schroeder & Wyrwich, 1990). Bei verschiedenen weiteren Autoren (BOGENA et al., 2003, HERGESELL & BERTHOLD, 2005 und NEUMANN, 2004) erfolgt die Aufteilung des Gesamtabflusses über einen Baseflow-Index (BFI), der aus Auswertungen der Pegeldata von Gewässern abgeleitet wird. Hier ist allerdings Vorsicht geboten, da wasserwirtschaftliche Einflüsse auf das Abflussgeschehen berücksichtigt werden müssen (z. B. Im- und Export von Wasser über die Einzugsgebietsgrenze, Tal-sperren und andere den Abfluss regulierende Einflüsse). Die Jahreswerte der langjährig mittleren Grundwasserneubildung bzw. der grundwasserbürtige Abfluss wird nach folgenden Gleichungen berechnet:

$$\dot{h}_{AGw} = \dot{h}_N - \dot{h}_V - \dot{h}_{Ad} \quad (1)$$

$$\dot{h}_{Ad} = (\dot{h}_N - \dot{h}_V) \cdot \frac{P}{100} \quad (2)$$

\dot{h}_{AGW} = grundwasserbürtiger Abflussrate (mm/a)

\dot{h}_N = Niederschlagsrate (mm/a)

\dot{h}_V = Evapotranspirationsrate (mm/a)

$(\dot{h}_N - \dot{h}_V)$ = Gesamtabflussrate (mm/a)

\dot{h}_{Ad} = Direktabflussrate (mm/a)

ρ = Direktabflussanteil am Gesamtabfluss (%)

Bei der Berechnung für Einzeljahre ist eine Speicheränderung (Rücklage – Verbrauch) zu berücksichtigen. Die Abgrenzung des unterirdischen Einzugsgebietes muss mit besonderer Sorgfalt vorgenommen werden, ggf. sind unterirdischer Zu- oder Abstrom zu berücksichtigen.

Die drei oben genannten grundlegenden Berechnungsverfahren sind vielfach modifiziert und angewandt worden. Das aktuelle Verfahren von BAGROV und GLUGLA ist im Merkblatt M504 (ATV-DVWK, 2002) detailliert dargestellt. Weiterentwicklungen des Verfahrens RENGER & WESSOLEK (1990) sind bei BOGENA et al. (2003) und GROSSMANN & LANGE (1999) zu finden. Das Verfahren von DÖRHÖFER & JOSOPAIT (1980) wurde abgewandelt und verfeinert von SCHROEDER & WYRWYCH (1990) und von MEßER (1997, 2010) für Bearbeitungen im urbanen Raum weiterentwickelt. Für alle genannten Verfahren liegen Programm-Module zur Berechnung in einem Geoinformationssystem (GIS) vor.

Bei mehreren Anwendungen wurden die Berechnungsergebnisse mit Auswertungen von Abflussmessungen nach WUNDT (1958) bzw. KILLE (1970) verglichen und mehr oder weniger gute Übereinstimmungen gefunden. Zur Bearbeitung des Hydrologischen Atlas von Deutschland (HAD) wurde ein Verfahrenvergleich durchgeführt und die Ergebnisse mit Auswertungen von Abflussmessungen verglichen (NEUMANN & WYCISK, 2001, NEUMANN, 2004). Im Rahmen der Entwicklung und Anwendung eines makroskaligen Verfahrens kommt NEUMANN (2004) dabei zu dem Schluss, dass der Ansatz von MEßER auf der Grundlage der betrachteten 106 Einzugsgebiete und bezogen auf Trendverlauf und Korrelation, die beste Anpassung aller genannten Modellversionen aufzeigt. Die Modifikationen nach SCHROEDER & WYRWYCH (1990), GROWA 98 sowie insbesondere die ursprüngliche Version von DÖRHÖFER & JOSOPAIT (1980) zeigen größere Streuungen und systematische Abweichungen.

Die genannten Verfahren ermitteln Jahreswerte der Verdunstung bzw. Grundwasserneubildung. Eine etwas andere Herangehensweise stellen die Berechnungen auf der Basis der klimatischen Bodenwasserbilanz dar. Hier wird auf Tages- bzw. Monatsbasis, abgeleitet aus der potenziellen Verdunstung die reale Verdunstung berechnet. Diese Vorgehensweise ist beispielsweise bei GLADIS gewählt.

Die Ergebnisse der Verfahren sind grundsätzlich vergleichbar. Bei der jeweiligen Problemstellung ist vor der Anwendung immer auch die Verwendbarkeit der Verfahren zu prüfen.

fen. Beispielsweise wurde die Methode von RENGER & WESSOLEK (1990) in einem niederschlagsarmen Raum entwickelt. Die Verdunstung ist bei diesem Verfahren sehr stark vom Niederschlag abhängig, so dass in niederschlagsreichen Gebieten zu hohe reale Verdunstungswerte berechnet werden. Die Methode ist somit bei Jahresniederschlägen deutlich über 750 mm/a nur bedingt anwendbar.

Neben dem zu wählenden Berechnungsverfahren haben auch die verwendeten Eingangsdaten einen großen Einfluss auf die Qualität Ergebnisse. Hierzu zählt zunächst eine sachgerechte und realistische Auflösung der flächendifferenzierten Daten. Generell ist auch die Aktualität der Daten von Bedeutung. Dies gilt insbesondere für die Niederschläge, die potenzielle Verdunstung und die Flurabstände.

3 Berechnungen

3.1 Verfahren

Im Wasserrechtsverfahren wurden bereits verschiedene Berechnungen durchgeführt und miteinander verglichen. Die Aufgabe der vorliegenden Stellungnahme ist die Plausibilitätsprüfung der Berechnungen nach dem LUA-Verfahren, GLADIS, GROWA und der Wasserwerksmethode. Dazu wird zunächst eine weitere Berechnung mit dem Verfahren GWneu (MEßER 2013, www.gwneu.de) durchgeführt.

Im Zusammenhang mit der Erstellung der flächendifferenzierten Grundwasserneubildungskarte für den Hydrologischen Atlas von Deutschland (HAD) wurde ein Verfahrensvergleich durchgeführt (NEUMANN & WYCISK 2001, NEUMANN 2004). Hierbei wurden die Verfahren DÖRHÖFER & JOSOPAIT (1980), LIEBSCHER & KELLER, SCHROEDER & WYRWICH, GROWA 98 und MEßER miteinander verglichen. Die Verdunstungsberechnung basiert dabei auf dem Verfahren BAGLUVA. Im Ergebnis (Abb. 1) zeigt sich bei dem Verfahren von MEßER eine bessere Übereinstimmung zwischen dem Basisabfluss nach Wundt und der berechneten Grundwasserneubildung, als nach DÖRHÖFER & JOSOPAIT, allerdings ist die Streuung der Ergebnisse größer als bei DÖRHÖFER & JOSOPAIT (NEUMANN & WYCISK 2001).

Validierung: Grundwasserneubildung

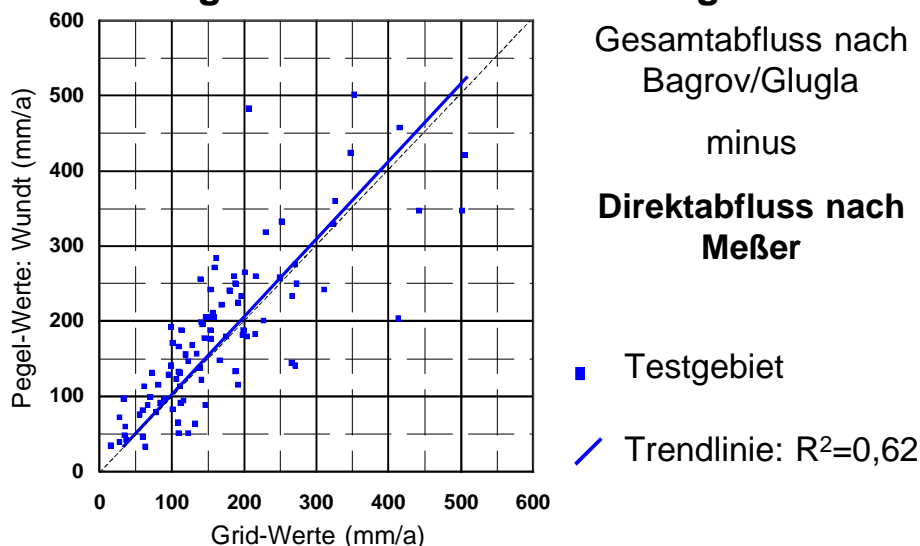


Abb. 1: Vergleich der Grundwasserneubildung nach MEßER 1997 (Niederschlag minus Verdunstung = Gesamtabfluss nach BAGLUVA, Direktabfluss nach MEßER) mit dem Basisabfluss nach Wundt (schriftl. Mitteilung von NEUMANN 2002)

Im Rahmen der Entwicklung und Anwendung eines makroskaligen Verfahrens für den HAD kommt NEUMANN (2004) zu dem Schluss: „Auf der Grundlage der betrachteten 106 Einzugsgebiete zeigt der Ansatz von MEßER, bezogen auf Trendverlauf und Korrelation, die beste Anpassung aller genannten Modellversionen. Während die Modifikationen nach SCHROEDER & WYRWICH, GROWA 98 sowie insbesondere die ursprüngliche Version von DÖRHÖFER & JOSOPAIT größere Streuungen und systematische Abweichungen zeigen. Die geringste Streuung zeigt dabei das Verfahren HAD-GWNeu, das für makroskalige Bearbeitungen entwickelt wurde“ (Abb. 2).

An dieser Stelle ist generell darauf hinzuweisen, dass der Basisabfluss nach Wundt, d.h. der monatliche mittlere Niedrigwasserabfluss nicht unbedingt der Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet entsprechen muss. Insbesondere bei wasserwirtschaftlichen Eingriffen in das Abflussverhalten eines Fließgewässers können die Abflussmessungen wenig repräsentativ sein. Dies betrifft beispielsweise das Vorhandensein von Stauanlagen, wie sie z.B. in Form von Fischteichen an kleineren Gewässern die Regel sind, oder von Staudämmen. Derartige Anlagen führen zu einer Kappung der Hochwasserspitzen und zu einer Erhöhung des Basisabflusses. Auch Grundwasserentnahmen beeinflussen den Basisabfluss, insbesondere, wenn das entnommene Wasser nicht im Einzugsgebiet wieder zum Abfluss kommt.

Mit den Berechnungen von NEUMANN (2004) ist dargelegt, dass das Berechnungsverfahren von MEßER bei Verwendung der Verdunstung nach BAGLUVA gute Ergebnisse liefert. Gemäß ATV-DVWK M 504 ist die Verdunstungsberechnung nach BAGLUVA ein allgemein anerkanntes Verfahren. In Bezug auf den Direktabfluss stellt das Verfahren GWneu (MEßER 2013) eine Weiterentwicklung der Verfahren Schroeder & Wyrwich sowie des Mindener Verfahrens (STAATLICHES AMT FÜR WASSER- UND ABFALLWIRTSCHAFT MINDEN 1990), heute LUA-Verfahren genannt, dar.

Weitere Einzelheiten des Berechnungsverfahrens sind unter www.gwneu.de zu finden.

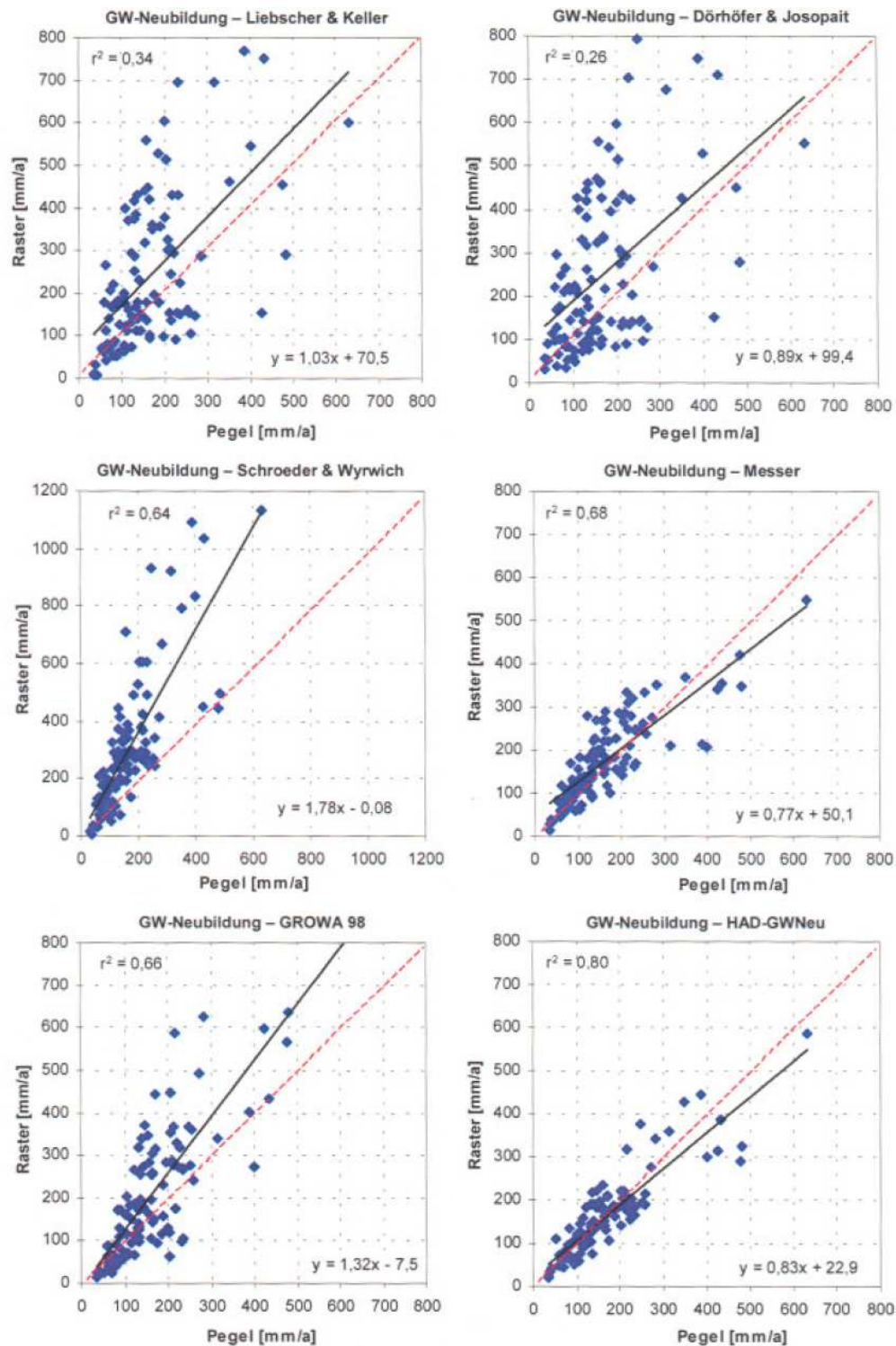


Abb. 2: Streudiagramme der Grundwasserneubildung basierend auf der BAGLUVA-Abflusshöhe: Liebscher & KELLER (oben links), DÖRHÖFER & JOSOPAIT (oben rechts), SCHROEDER & WYRWICH (Mitte links), MEßER (Mitte rechts), GROWA 98 (unten links), HAD-GWNeu (unten rechts)

Schwarze Linie: Trendlinie der Daten, rote Linie: Ideallinie (Messwert=Berechnungswert)

3.2 Datengrundlage

In Anlehnung an die bereits von SCHMIDT UND PARTNER durchgeführten Berechnungen wurden die in Abb. 3 aufgeführten Eingangsdaten verwendet. In der Abbildung ist darüber hinaus der Verfahrensgang zur Berechnung der Wasserhaushaltsgrößen zu entnehmen.

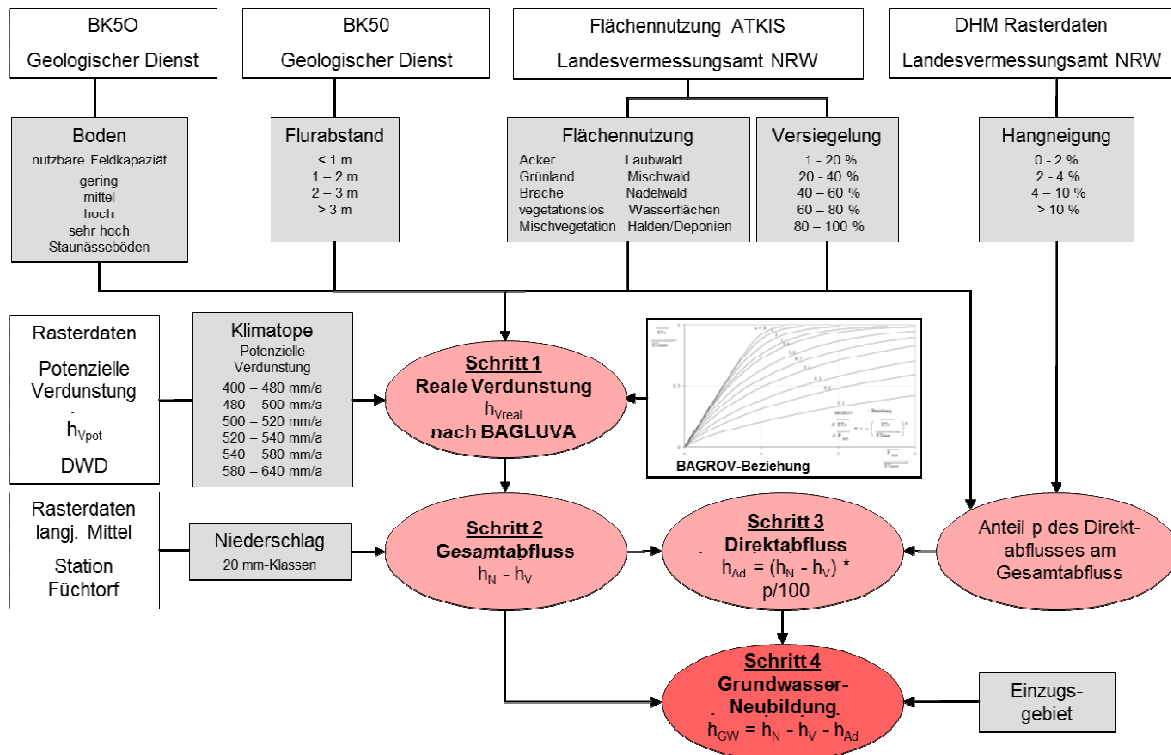


Abb. 3: Berücksichtigte Parameter und Verfahrensgang zur Berechnung der Grundwasser-Neubildung

Zunächst erfolgte eine Plausibilitätsprüfung des Einzugsgebietes der Wassergewinnung. Über die Grundwasserströmungsverhältnisse ist das Einzugsgebiet gut dokumentiert und abgrenzbar. Das für die Wasserrechtsentnahme von 2,2 Mio. m³/a abgegrenzte unterirdische Einzugsgebiet von 7,43 km² ist plausibel. Der Beurteilung von SCHMIDT UND PARTNER (2010), dass das Einzugsgebiet aus hydrogeologischen Gründen nicht mehr vergrößerbar ist, kann gefolgt werden. Das maximale Einzugsgebiet wird daher auch für die hier vorgenommenen Berechnungen zugrunde gelegt. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass bei der Bilanzierung auch andere Entnahmen bzw. Verlustgrößen zu berücksichtigen sind. Dies gilt für weitere erteilte Wasserrechte, Beregnung landwirtschaftlicher Flächen, Entnahmen für Hauswasserversorgungen/landwirtschaftlicher Betriebe und den grundwasserbürtigen Abfluss von Vorflutern, die das Einzugsgebiet verlassen. Im Wasserrechtsantrag sind innerhalb des Einzugsgebietes lediglich 3 weitere Wasserrechte genannt, die sich in Summe auf 11.630 m³/a belaufen (Rüter, Ventker und Sommer).

Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse herzustellen, wurden die im Wasserrechtsantrag bzw. in der Anlage 5 für die einzelnen Berechnungen dokumentierten Datengrundlagen für die Berechnungen verwendet. Dies ist zunächst der an der Station Füchtorf dokumentierte langjährig mittlere Niederschlag in Höhe von 755 mm/a (1981-2007). Weitere Grundlagen sind die langjährig mittlere potenzielle Verdunstung nach Turc-Wendling des Deutschen Wetterdienstes (1961-1990), die Digitale Bodenkarte des Geologischen Dienstes BK50 und BK5, Hangneigungen aus dem digitalen Geländemodell des Landesvermessungsamtes und die Flächennutzungsdaten ATKIS des Landesvermessungsamtes. Letztere wurde anhand von Luftbildern aktualisiert. Weitere konkretere bzw. aktuellere Eingangsdaten, wie sie derzeit vorliegen, müssten ebenfalls berücksichtigt werden.

Das Einzugsgebiet umfasst größtenteils durchlässige Böden mit geringer nutzbarer Feldkapazität. Die Flächennutzung besteht zu 68 % aus landwirtschaftlichen Nutzflächen und zu 20 % aus Nadelwald, Die übrigen 12 % verteilen sich auf Laub- und Mischwald, bebauten Grundstücke und Brachen.

3.3 Berechnungsergebnisse

Im Ergebnis ergeben sich die in Tab. 1 ermittelten Wasserhaushaltsgrößen bei einem langjährig mittleren Niederschlag von 755 mm/a (Station Füchtorf) für verschiedene Varianten der von SCHMIDT UND PARTNER genannten Einzugsgebietsgrößen. Je nach berücksichtigten Flurabständen aus den Bodenkarten BK5 und BK50 ergibt sich im langjährigen Mittel eine Grundwasserneubildungsrate für das Einzugsgebiet des Wasserwerks Füchtorf zwischen 170 mm/a und 188 mm/a. Der Direktabfluss ist mit 66 mm/a bis 70 mm/a bei den durchlässigen Böden gering. Die Verdunstung beträgt 501 mm/a bis 515 mm/a.

Tab.1: Wasserhaushaltsgrößen im Einzugsgebiet des Wasserwerks Füchtorf und der Entnahme Stockmeyer (V: Verdunstung, QD: Direktabfluss, Q_{ges}: Gesamtabfluss, GW_{neu}: Grundwasserneubildung)

Wasserwerk Füchtorf						
Grundlage Flurabstände	Fläche m ²	Gwneu mm/a	V mm/a	Qges mm/a	QD mm/a	Gwneu m ³ /a
BK50	8.650.000	188	501	254	66	1.626.200
BK50	7.430.078	185	504	252	67	1.374.564
BK5	8.650.000	176	511	244	68	1.522.400
BK5	7.430.078	170	515	240	70	1.263.113
Stockmeyer						
Grundlage Flurabstände	Fläche m ²	Gwneu mm/a	V mm/a	Qges mm/a	QD mm/a	Gwneu m ³ /a
BK50	1.872.632	231	473	281	50	432.578
BK50	1.424.139	233	478	277	44	331.824
BK5	1.872.632	189	492	263	74	353.927
BK5	1.424.139	189	496	258	69	269.162

Das sich für das Einzugsgebiet von 7,43 km² (im Wasserrechtsantrag als maximale Einzugsgebietsausdehnung genannt, Anlage 5) ergebende Grundwasserdargebot beträgt 1,2 Mio. m³/a bis 1,4 Mio. m³/a. Dieses vergrößert sich auf rund 1,6 Mio. m³/a bei Zugrundelegung des 8,65 km² großen Einzugsgebietes (modellgestützt ermittelte maximale Größe des Einzugsgebietes bei stationären Trockenwetterbedingungen).

In Abb. 4 ist die flächendifferenzierte Grundwasserneubildung dargestellt. Es werden Grundwasserneubildungsraten bis zu 350 mm/a erreicht. Großflächig herrschen Grundwasserneubildungsraten bis 150 mm/a vor. Zu erkennen ist der Einfluss der Flächennutzung auf die Grundwasserneubildung. In den Nadelwaldgebieten (ca. 20 % des Gesamtgebietes) sind die Grundwasserneubildungsraten i.d.R. niedriger als auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen. Die Grenze zwischen beiden ist als Sprung in der Neubildungsklasse deutlich erkennbar. Die weitere Differenzierung ist auf die unterschiedlichen Flurabstandsverhältnisse zurück zu führen. Bei hohen Flurabständen in der BK50 werden Werte über 300 mm/a erreicht und bei geringen Flurabständen z.T. unter 100 mm/a.

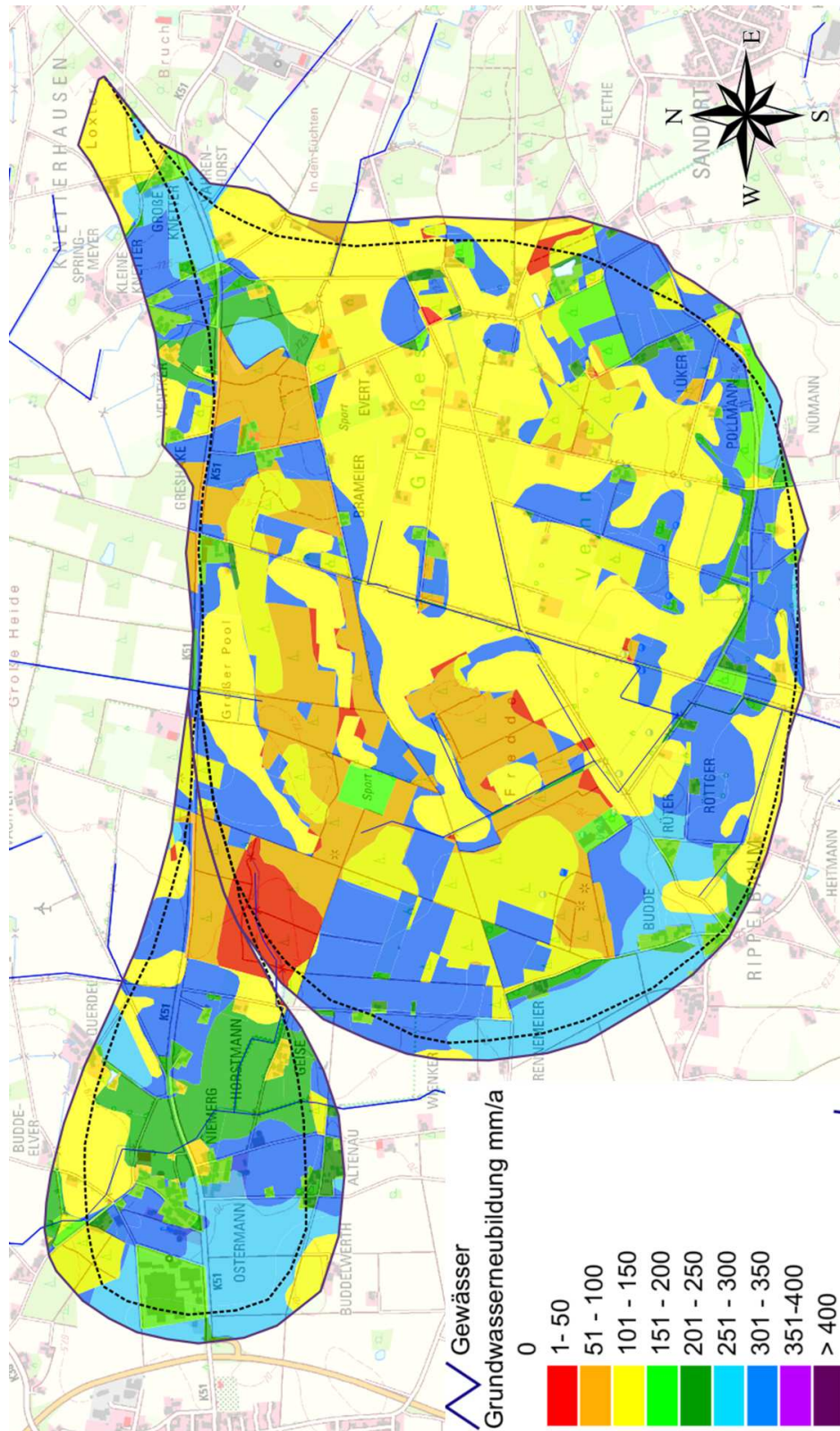


Abb. 4: Flächendifferenzierte Grundwasserneubildungsrate (Niederschlag: 755 mm/a, Basis Digitale Bodenkarte 1:50.000 BK50), gestrichelte Linie: Einzugsgebiet 7,43 km²

4 Bewertung der Ergebnisse

Die Bewertung der Ergebnisse wird dadurch erschwert, dass bei den Berechnungen im Wasserrechtsantrag (SCHMIDT UND PARTNER 2010) keine Angaben zu den einzelnen Wasserhaushaltsgrößen sondern ausschließlich für die Grundwasserneubildung gemacht werden. Nur z.T. geht aus den Verfahrensbeschreibungen die Verwendung der Eingangsdaten hervor.

Im Ergebnis der Berechnungen ist zunächst festzustellen, dass die in SCHMIDT UND PARTNER 2010 ermittelte Grundwasserneubildung von 324 mm/a für das Verfahren GLADIS und 346 mm/a für das LUA-Verfahren um fast 40 % höher sind, als die hier mit dem Verfahren GWneu berechneten Werte. Über den genannten Werten hinaus werden im Wasserrechtsantrag noch Jahresschwankungen von 299 mm/a bis 369 mm/a (nach Wasserwerksmethode) genannt. Demgegenüber wird für die Modellberechnungen eine mittlere Grundwasserneubildungsrate von 290 mm/a angesetzt, ohne den Unterschied zu den Ergebnissen der beiden anderen Verfahren zu kommentieren. Eine weitere Betrachtung mit 75 % dieses Betrages als mittlere Grundwasserneubildungsrate zur Ermittlung des maximal möglichen Einzugsgebietes wird ebenfalls nicht näher kommentiert. Auch diese Werte liegen weit oberhalb der mit dem Verfahren GWneu berechneten mittleren langjährigen Grundwasserneubildungsrate.

Die Ergebnisse des **GROWA-Verfahrens** wurden bereits im Wasserrechtsantrag verworfen und waren Gegenstand des bisherigen Schriftverkehrs und sollen daher hier nicht weiter kommentiert werden. Zu verweisen ist hier auf die Anmerkungen im Westfalenatlas (MEßER 2010), der von beiden Parteien bereits zitiert wurde.

Die Verwendung der **Wasserwerksmethode** als gleichwertigen Ansatz ist generell schwierig, da hierbei ein Gleichgewichtszustand zwischen Entnahme und Einzugsgebietsgröße zur Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate vorausgesetzt wird. Der Nachweis dieses Gleichgewichtszustandes ist jedoch Gegenstand der zu erstellenden Wasserbilanz für das Einzugsgebiet. Dass das Wasser über die vorhandenen Brunnen über eine gewisse Zeit grundsätzlich gewinnbar ist, ist mit der Praxis seit Beginn der Förderung nachgewiesen. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass auch die zeitliche Veränderung des Absenkungstrichters und Trends an den Grundwassermessstellen zur Bewertung hinzugezogen werden müssten. In Bezug auf die Wasserbilanz ist nicht nur die Entnahme durch das Wasserwerk mit der Grundwasserneubildung zu vergleichen. Auch anderweitige Verlust- und Zufuhrgrößen sind zu betrachten bzw. auszuschließen. Dies gilt zunächst für weitere Entnahmen im unterirdischen Einzugsgebiet, sowohl für genehmigte als auch die Summe sonstiger betriebener Entnahmen (siehe Kap. 3.2). Nach Auskunft des Kreises Warendorf gibt es weitere genehmigte Wasserrechte im Einzugsgebiet bzw. im nahen Umfeld unter 1.000 m³/a. Es kann davon ausgegangen werden, dass jedes Gehöft eine Eigenwasserentnahme von 200 bis 500 m³/a besitzt. Bei Viehbesatz oder Beregnung landwirtschaftlicher Kulturen kann die Entnahme auch deutlich darüber hinausgehen. Ob die Summe aller sonstigen Entnahmen tatsächlich nicht relevant ist, wird im Wasserrechtsantrag nicht belegt.

Im Wasserrechtsantrag fehlt außerdem die Aussage ob bzw. dass es keinen grundwasserbürtigen Abfluss über Vorfluter aus dem Einzugsgebiet gibt bzw. gegeben hat. In der topographischen Karte ist im zentralen Bereich ein von Nord nach Süd verlaufendes Gewässer mit Seitenarmen zu erkennen (Freddegraben). Nur wenn das Grabensystem vollständig durch die Wassergewinnung trocken gelegt wurde, ist der grundwasserbürtige Abfluss nicht zu berücksichtigen. Nach Auskunft von Herrn Wöstmann hat er zumindest in historischer Zeit Wasser geführt.

Wesentliche Grundlage des **GLADIS-Verfahrens** ist die Digitale Bodenkarte 1:50.000 (BK50). Für jede Fläche wird im Verfahren instationär die Sickerwasserrate berechnet. Vom Geologischen Dienst NRW werden für 3 verschiedene Nutzungen (Acker, Grünland, Wald) entsprechende Daten zur Verfügung gestellt. Über die Berücksichtigung der Hangneigung und Staunäseeigenschaften wird dabei auch der Direktabfluss berücksichtigt. Das Verfahren ist in Anlage 5 des Wasserrechtsantrages im Wesentlichen erläutert. Bei Betrachtung der flächendifferenzierten Grundwasserneubildungsrate nach GLADIS in Anlage 5 fällt auf, dass entlang von Flächennutzungsgrenzen kein Sprung in der berechneten Grundwasserneubildungsrate auftritt, beispielsweise an der Grenze zwischen Nadelwald und Acker. Die Bezeichnung „GLADIS (Ackernutzung)“ in der zugehörigen Tabelle legt den Schluss nahe, dass die Grundwasserneubildungsangaben ausschließlich für Ackerstandorte verwendet wurden. Dieser Nutzungstyp ist im Allgemeinen der mit der höchsten Grundwasserneubildungsrate, macht aber mit Grünland nur zwei Drittel des Gebietes aus. Nur die relativ hohen Ackerwerte zu verwenden erscheint nicht angemessen. Im westlichen und nördlichen Teil der flächendifferenzierten Darstellung nach GLADIS treten großflächig extrem hohe Grundwasserneubildungsraten von über 400 mm/a auf. Demgegenüber beträgt die Grundwasserneubildungsrate im zentralen, östlichen und südlichen Teil des Einzugsgebietes großflächig unter 230 mm/a. Grundwasserneubildungsraten über 400 mm/a bedingen bei einem Niederschlag von 755 mm/a (ob dies so gewählt wurde, ist unklar) Verdunstungsraten von ≤ 350 mm/a unter der Voraussetzung, dass es keinen Direktabfluss gibt. Erfahrungswerte auch aus Lysimeteruntersuchungen im Münsterland, auf die auch das LUA-Verfahren aufbaut, bestätigen derart geringe Verdunstungsraten nicht. Im Ergebnis sollte hier im Falle einer weiteren Betrachtung eine Plausibilitätskontrolle der Berechnungsergebnisse stattfinden und insbesondere die tatsächliche Flächennutzung im Gebiet berücksichtigt werden.

Auch bei den Ergebnissen nach dem **LUA-Verfahren** (Anlage 5 des Wasserrechtsantrages) ist die Wirkung von Flächennutzungsunterschieden nicht erkennbar. Gemäß der Verdunstungstabelle (Tab. 2) beträgt der Unterschied zwischen Acker/Grünland und Nadelwald mind. 200 mm/a, die sich bei geringem Direktabfluss auch in der Grundwasserneubildungsrate bei einer Darstellung in 50 mm-Klassen deutlich als Sprung bemerkbar machen müsste. Dies ist in der flächendifferenzierten Darstellung nicht erkennbar. Insofern liegt auch hier nahe, dass die Flächennutzung nicht flächendifferenziert berücksichtigt wurde. Auch bei den Ergebnissen des LUA-Verfahrens treten im Gebiet Grundwasserneubildungsraten über 400 mm/a auf. Bei einem im Wasserrechtsantrag zugrunde gelegten langjährig mittleren Niederschlag von 755 mm/a verbleiben für die Verdunstungsrate auf diesen Flächen ≤ 350 mm/a. Gemäß Tab. 2 in den Erläuterungen der Anlage 5 kommt dies nur bei sehr durchlässigen Sandböden und Acker/Grünland ohne Grundwasser- und

Stauäseeinfluss in Frage. Bei Waldflächen ist eine solche Verdunstung nicht darstellbar. Innerhalb der Flächen >400 mm/a Grundwasserneubildungsrate sind eindeutig auch Flächen mit Grundwassereinfluss bzw. Grundwasseranschluss (Bodengruppen 4 und 5) für die sich eine Verdunstungsrate gemäß Tab. 2 von 500 mm/a bzw. 550 mm/a bei Acker/Grünland ergeben müsste. Bei 755 mm/a Niederschlag wäre hier (ohne Berücksichtigung eines Direktabflusses) nur eine maximale Grundwasserneubildungsrate von 250 mm/a möglich.

Zusammenfassend ist sowohl für die Grundwasserneubildungsangaben nach dem GLADIS-Verfahren als auch nach dem LUA-Verfahren eine unzureichende Berücksichtigung der Flächennutzung und des Grundwassereinflusses (Flurabstände, Grundwassertiefe in der BK50) festzustellen. Möglicherweise erscheinen die Angaben plausibler, wenn nicht der im Wasserrechtsantrag angegebene mittlere langjährige Niederschlag von 755 mm/a bei den Berechnungen verwendet wurde, sondern ein höherer Niederschlag. Aus den Erläuterungen zu den Berechnungen wird dies jedoch nicht deutlich. Insofern sind die Unterschiede in den Berechnungsergebnissen zu dem hier verwendeten Verfahren GWneu (MEßER 2013) zu einem großen Teil auf die unterschiedliche Verwendung der genannten Daten (Flächennutzung ATKIS und BK50) zurück zu führen.

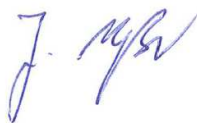
Die verfahrensbedingten Unterschiede treten demgegenüber zurück. Die Verdunstungsangaben in Tab. 2 des LUA-Verfahrens sind an DÖRHÖFER & JOSOPAIT (1980) angelehnt und entsprechen denen nach SCHROEDER & WYRWICH (1990). Seit dieser Zeit hat sich das BAGLUVA-Verfahren zur Verdunstungsberechnung bundesweit durchgesetzt und ist im ATV-DVWK Merkblatt M504 als maßgebliches Berechnungsverfahren zur Berechnung von Jahreswerten dokumentiert. Dies ist Grundlage im Verfahren GWneu (MEßER 2013). In Bezug auf die Differenzierung der Böden in 5 Bodengruppen entspricht letztgenanntes Verfahren dem LUA-Verfahren und wurde bei seiner Entwicklung daran angelehnt. Insofern sind die Werte bei entsprechender Nutzung vergleichbar. Für Acker/Grünland beträgt die Verdunstung bei durchlässigen Sandböden und ohne Grundwassereinfluss 350 mm/a. Eine Differenzierung nach Klimaräumen ist dabei nicht vorgesehen. Nach BAGLUVA ergibt sich (bei einer potenziellen Verdunstung von 560 mm/a) eine Verdunstungsrate von 408 mm/a bei vergleichbaren Standortverhältnissen. Bei Nadelwald auf Sandböden beträgt die Verdunstungsrate beim LUA-Verfahren 570 mm/a und bei BAGLUVA 622 mm/a. In beiden Fällen, die großflächig im Einzugsgebiet auftreten) ergibt sich nach dem BAGLUVA-Verfahren eine um gut 50 mm/a höhere Verdunstungsrate, die bei fehlendem Direktabfluss auch eine entsprechend geringere Grundwasserneubildungsrate bei Anwendung des BAGLUVA-Verfahrens zur Folge hat. Für das GLADIS-Verfahren können keine verfahrensbedingten Unterschiede benannt werden, da zwar der Rechengang aber nicht die Inhalte der Berechnungen vom Geologischen Dienst nachvollziehbar gemacht werden.

Die Berechnungsergebnisse nach GWneu (MEßER 2013) zeigen deutlich niedrigere Grundwasserneubildungsraten als nach den im Wasserrechtsverfahren durchgeführten Berechnungen. Die Unterschiede ergeben sich zum einen durch unterschiedliche Verwendung der gleichen Eingangsdaten als auch verfahrensbedingt. Bei GWneu erfolgt eine echte flächendifferenzierte Vorgehensweise, so dass sich z.B. Flächennutzungs- oder Flurabstandsunterschiede sichtbar in den Ergebnissen bemerkbar machen und so plau-

sibler erscheinen. Zu hinterfragen ist außerdem, ob in den Berechnungen nach dem GLADIS- und LUA-Verfahren der tatsächlich gemessene langjährig mittlere Niederschlag zur Berechnung verwendet wurde. Das Verfahren GWneu basiert in Bezug auf die Verdunstungsberechnung auf dem aktuell anerkannten BAGLUVA-Verfahren (ATV-DVWK M504). Daraus ergeben sich geringere Grundwasserneubildungsraten als beispielsweise beim LUA-Verfahren.

Die hier vorgelegten Berechnungsergebnisse nach GWneu basieren auf Angaben der BK50 bzw. BK5 des Geologischen Dienstes NRW. Sie stehen zunächst in deutlichem Widerspruch zur Wasserwerksmethode. In den vorangegangenen Ausführungen wurde deutlich gemacht, dass insbesondere der Flurabstand einen sehr weitgehenden Einfluss auf die Berechnungsergebnisse hat. Bei geringen Flurabständen ist das Grundwasser für die Pflanzen verfügbar, so dass die Verdunstungsrate höher und die sich ergebende Grundwasserneubildungsrate geringer ausfällt als bei hohen Flurabständen. Verstärkt wird dieser Effekt noch durch den bei geringen Flurabständen höheren Direktabfluss, der die Grundwasserneubildungsrate zusätzlich verringert. Zu diesem Zweck wurde in der Vergangenheit eine Entkopplung der Eingangsgrößen Bodengruppe und Flurabstand im Verfahren GWneu eingeführt. Durch die Grundwasserentnahme haben sich die Flurabstände seit Beginn der Förderung deutlich erhöht, so dass die Angaben der BK50 zur Verwendung für die aktuelle Situation in Frage zu stellen sind. Mit zunehmender Grundwasserabsenkung ist zu erwarten, dass sich die Grundwasserneubildungsrate erhöht und sich die Differenz zwischen Entnahme und Dargebot im Einzugsgebiet verkleinern. Gebietsmittelwerte über 300 mm/a sind dabei realistischer Weise eher nicht zu erwarten.

Essen, 16. November 2015
Lippe Wassertechnik GmbH



ppa. Dr. Johannes Meßer



i.V. Dr. Sabine Cremer

5 Literatur

- ATV-DVWK (2002): Verdunstung in Bezug zu Landnutzung, Bewuchs und Boden. – Merkblatt M 504, 144 S.; Hennef.
- Bagrov, N.A. (1953): Über den vieljährigen Durchschnittswert der Verdunstung von der Oberfläche des Festlandes. – Met. i. Gidrol., 10: 20-25 (russisch).
- Bogena, H., Kunkel, R., Schöbel, T., Schrey, H. P. & Wendland, F. (2003): Die Grundwasserneubildung in Nordrhein-Westfalen. – Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt, Band 37; Jülich.
- Dörhöfer, G. & Josopait, V. (1980): Eine Methode zur flächendifferenzierten Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate. - Geol. Jb., C 27: 45-65, 13 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- Hergesell, M. & Berthold, G: (2005): Entwicklung eines Regressionsmodells zur Ermittlung flächendifferenzierter Abflusskomponenten in Hessen durch Regionalisierung des Baseflow-Index (BFI). – Jahresbericht 2004 des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, 4-66; Wiesbaden.
- Meßer, J. (1997): Auswirkungen der Urbanisierung auf die Grundwasser-Neubildung im Ruhrgebiet unter besonderer Berücksichtigung der Castroper Hochfläche und des Stadtgebietes Herne. – DMT-Berichte aus Forschung und Entwicklung, Heft 58; Bochum.
- Meßer, J. (2010): Begleittext zum Doppelblatt Wasserhaushalt und Grundwasserneubildung von Westfalen – In: Geographisch-landeskundlicher Atlas von Westfalen, Themenbereich II LANDESNATUR, Hrsg.: Geographische Kommission für Westfalen, Landschaftsverband Westfalen-Lippe; Münster.
- Meßer, J. (2012): Bestimmung der Grundwasserneubildung; In: Hölting & Coldewey (Hrsg.): Hydrogeologie - Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, 8. Auflage. - 242-249; Berlin-Heidelberg.
- Meßer, J. (2013): Ein vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der flächendifferenzierten Grundwasserneubildung in Mitteleuropa. – 65 S.; www.gwneu.de; Essen.
- Neumann, J. (2004): Flächendifferenzierte Grundwasserneubildung von Deutschland – Entwicklung und Anwendung des makroskaligen Verfahrens HAD-GWNeu. - Dissertation Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 137 S.; Halle.
- Neumann, J. & Wycisk (2001): Verfahrensvergleich als methodische Grundlage zur Ermittlung der Grundwasserneubildung im Hydrologischen Atlas Deutschland (HAD). – Arb.-H. Wasser 2001/1: 43-46; Hannover.

- Renger, M. & Strebel, O. (1980): Jährliche Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von Bodennutzung und Bodeneigenschaften. - Wasser und Boden, 32 (8): 362-366, 4 Abb., 3 Tab.; Hamburg.
- Renger, M. & Wessolek, G. (1990): Auswirkungen von Grundwasserabsenkung und Nutzungsänderung auf die Grundwasserneubildung. - Mitt. Inst. für Wasserwesen, Univ. der Bundeswehr München, 386: 295-307; München.
- Schmidt und Partner (2010): Antrag zur Erteilung einer wasserrechtlichen Bewilligung der Grundwasserentnahme aus 12 Kiesschüttungsbrunnen, Gemarkung Füchtorf und Peckeloh“.
- Schroeder, M. & Wyrwich, D. (1990): Eine in Nordrhein-Westfalen angewendete Methode der flächendifferenzierten Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate. - DGM, 34: 12-16, 2 Tab.; Koblenz.
- Staatliches Amt für Wasser- und Abfallwirtschaft Minden (1990): Anleitung zur graphischen Ermittlung der Grundwasserneubildung und deren flächendifferenzierte Kartendarstellung; 10 S. und Anlagen – Entwurf.