

Vortrag 13

Grundwasserströmungsmodellierung und Ermittlung der Grundwasserneubildung im Großraum Duisburg (Deutschland): GIS-gestützter Trinkwasserschutz im Ballungsraum Rhein/Ruhr

M. HIMML, L.H. KREUTZER, P. v. LENT & Th. OERTEL

1. Einleitung

Die Stadtwerke Duisburg AG versorgt etwa 800.000 Menschen mit Trinkwasser. Aus eigenen Wassergewinnungsanlagen Stadtwerke (Rheinwasserwerke Bockum, Wittlaer und Rumeln) fördern sie zur Zeit etwa 22 mio m³/a. Der größte Teil des Gewinnungsgebietes liegt zwischen Duisburg und Düsseldorf am rechten Rand der Niederrheinischen Bucht zwischen dem Rhein im Westen und dem Übergang zum paläozoischen Grundgebirge im Osten.

Der Grundwasserleiter besteht aus circa 30 m mächtigen quartären sandig/kiesigen Terrassenablagerungen des Rheins. Das Liegende bildet das Tertiär. Die Fassungsanlagen fördern neben Grundwasser i.e.S. etwa 30 % Rhein-uferfiltrat aus diesem Grundwasserleiter.

Für die Rheinwasserwerke läuft innerhalb der nächsten drei Jahre das Wasserrecht aus. Im Rahmen der von GEOBIT zu bearbeitenden Neuanträge sollen als Planungsgrundlagen eine verlässliche Aussage über die Grundwasserneubildung und darauf aufbauend ein Strömungsmodell helfen, die Einzugsgebiete und Absenkungen beim Pumpbetrieb genau zu erfassen.

Anlaß der Untersuchungen war zum einen die anstehende Neubeauftragung wasserrechtlicher Bewilligungen und zum anderen der Aufbau eines umfassenden Grundwassermonitorings dieses dicht besiedelten industriell und landwirtschaftlich genutzten Ballungsraumes.

2. Grundwasserneubildung

Ziel des Projektes Grundwasserneubildung war, eine detaillierte und flächendifferenzierte Ermittlung durchzuführen, da es bisher nur grobe Schätzwerte gab. Hierzu bot sich als modernes Werkzeug ein Geographisches Informationssystem (GIS) an.

Als Arbeitsgrundlage wurde die Methode nach DÖRHÖFER & JOSOPAIT³ gewählt. In die differenzierte Betrachtung der Flächen gingen folgende Parameter ein:

³ Dörhöfer, G & Josopait, V. (1980): Eine Methode zur flächendifferenzierten Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate.- Geol. Jb., C27, 45-65; Hannover

- Flächennutzung
- Evapotranspiration
- Niederschlag

Weitere Parameter werden als Korrekturdaten betrachtet:

- Bewuchs
- Direktabfluß
- Flächenversiegelung

Aus den Grundlagendaten wurden im ersten Schritt im GIS thematische Karten erstellt. Der Direktabfluß wurde indirekt über die Hangneigung ermittelt, die differenziert aus einem digitalen Geländemodell entnommen werden konnte.

Die thematischen Karten wurden sinnvoll miteinander verschnitten. Nach den Verschneidungen der einzelnen thematischen Karten und mathematischen Korrekturen wurden insgesamt 95 Standard-Flächentypen (SFT) mit einer je spezifischen Grundwasserneubildungsrate und einem Flächenanteil ermittelt. Die 95 SFT wurden zu 12 Gruppen zusammengefaßt, denen je ein arithmetischer Mittelwert zugeordnet wurde.

Aus dem resultierenden Gruppenflächenanteil bezogen auf die Gesamtfläche wurde der gewichtete Anteil an der GW-Neubildung ermittelt. Die Summierung ergab schließlich die GW-Neubildungsrate.

Zum Schluß wurde noch eine differenzierte Betrachtung für das Wasserschutzgebiet einerseits und das Gesamtgebiet Strömungsmodell andererseits durchgeführt, das im südlichen Teil stark bebaut ist. Hier hat vor allem die Flächenversiegelung einen negativen Einfluß auf die GW-Neubildungsrate. Es ergaben sich folgende Werte:

Wasserschutzgebiet "Bockum u.a.":	(6,55 l/sec/km ²)
Gesamtgebiet Strömungsmodell:	(5,9 l/sec/km ²)

3. Grundwasserströmungsmodell

Zur Simulation bestimmter Entnahmekonfigurationen bei unterschiedlichen hydrologischen Situationen (Hochwasser, Niedrigwasser im Rhein) wie auch zur Simulation von Störfallszenarien sollte ein numerisches, zweidimensionales ebenes Grundwasserströmungsmodell aufgebaut werden. Eingesetzt wird das Programm "MODFLOW" (=Modular Finite Difference Groundwater Flow Model) des USGS. Es handelt sich um ein finite Differenzen Modell (d.h. die räumliche Diskretisierung basiert auf einem Rechtecknetz).

Die Diskretisierung erfolgte anhand eines 100*100 m Rasters, das bereichsweise verdichtet wurde. Das gesamte Modellgebiet umfaßt eine Fläche von rund 150 km². Die Eichung erfolgte instationär. Anhand ausgewählter stationärer Zustände wird das Modell validiert. Der Rhein im Westen und der Gebirgsrand im Osten bilden die beherrschenden Randbedingungen des Strömungsmodells. Die das Modellgebiet durchfließenden Bäche spielen im Wasserhaushalt des Gebietes eine wichtige Rolle, da sie mit ihrer Wasserführung aus dem Hinterland durch Infiltration wesentlich zur Wasserbilanz des quartär-

ren Grundwasserleiters beitragen. Das Strömungsmodell ist in der Lage, diese durch Abflußmessungen festgestellten Infiltrationsanteile bis hin zur vollkommenen Bachschwinde zu simulieren. Eine Schwierigkeit jedes regionalen Grundwasserströmungsmodells besteht im sogenannten "inversen Problem". Das heißt: es kann nie bei der Eichung die Transmissivität des Grundwasserleiters einerseits und die Grundwasserneubildung andererseits gleichzeitig bestimmt werden.

Es wurde daher als Eichzeitraum eine Phase nach einer lang andauernder Trockenheit genutzt. Für Prognoserechnungen in der Folge ist aber die Kenntnis der Grundwasserneubildung und ihrer regionalen Verteilung erforderlich. Mit diesem Ergebnis können anschließend Validierungen des Modells und nachfolgend Prognoserechnungen durchgeführt werden. Die möglichst genaue Ermittlung der Grundwasserneubildung wurde in Kap. 2 beschrieben.

ACHTUNG! Wir haben lediglich die räumliche Verteilung bzw. relativen Unterschiede der stationär angenommenen Grundwasserneubildung auf Grundlage eines Jahresniederschlages ermittelt. Das Ganze ist nicht zu verwechseln mit einer klimatischen Bodenwasserhaushaltsbilanz, die als nächstes Projekt die zeitliche Diskretisierung der Neubildung zum Inhalt hätte.