

**Grundwasserhydraulische Berechnungen
für das geplante Regenrückhaltebecken
westlich der Straße „An der Bahn“
in Braunschweig-Bienrode**

Impressum

Auftraggeber: geo-log Ingenieurgesellschaft mbH
Georg-Westermann-Allee 23a, 38104 Braunschweig

Auftragnehmer: GeoDienste GmbH
Leinestr. 33, 30827 Garbsen

Projekt: 0314101

Berichtsname: B 0314101.doc

Seitenanzahl: 16 (einschl. Titelblatt)

Abbildungen: 8

CD-/DVD-ROM: -

Ausfertigung: pdf-Version

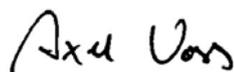
Datum: 2010-04-20

Unterschriften: GeoDienste GmbH
Geschäftsleitung

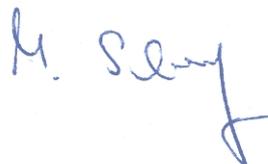


Ralf Ronschke, Dipl.-Geol., ppa.

GeoDienste GmbH
Projektbearbeitung



Axel Voss, Dipl.-Ing.



Michael Scharfenberg, Dipl.-Geogr.

Inhaltsverzeichnis

1.	VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG	4
2.	DATENGRUNDLAGEN	4
3.	STANDORTGEGEBENHEITEN	5
3.1	Geographische Beschreibung	5
3.2	Hydrogeologie	6
3.3	Geplantes RRB	6
4	GRUNDWASSERMODELL	7
4.1	Verwendete Software	7
4.2	Lage und Diskretisierung des Modellgebiets	7
4.3	Randbedingungen	9
4.4	Modellanwendung	11
5.	ZUSAMMENFASSUNG	16

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Lage des Untersuchungsgebietes	4
Abb. 2:	Lageplan	5
Abb. 3:	Diskretisiertes Modellgebiet	8
Abb. 4:	Grundwasserneubildung	10
Abb. 5:	Vergleich zwischen gemessenen und berechneten Standrohrspiegelhöhen	11
Abb. 6:	Grundwassergleichenplan - Ist-Zustand	12
Abb. 7:	Prognostizierter Grundwassergleichenplan nach Errichtung des RRB	14
Abb. 8:	Grundwasserdifferenzenplan	15

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Stadt Braunschweig (Stadtentwässerung) beabsichtigt die Errichtung eines Regenrückhaltebeckens (RRB) im Norden Braunschweigs, zwischen dem Flughafen und dem Autobahnkreuz BS-Nord. Das RRB ist Teil des Entwässerungssystems eines geplanten Baugebietes (rd. 40 ha) im Erweiterungsbereich des Flughafens. Unsere Gesellschaft wurde von der Fa. geo-log Ingenieurgesellschaft mbH, Braunschweig beauftragt, grundwasserhydraulische Untersuchungen im Hinblick auf mögliche Veränderungen der Grundwasserverhältnisse insbesondere in Zusammenhang mit der nahe gelegenen (unterkellerten) Wohnbebauung durchzuführen. Hierfür wurde auch ein Grundwasserströmungsmodell erstellt.

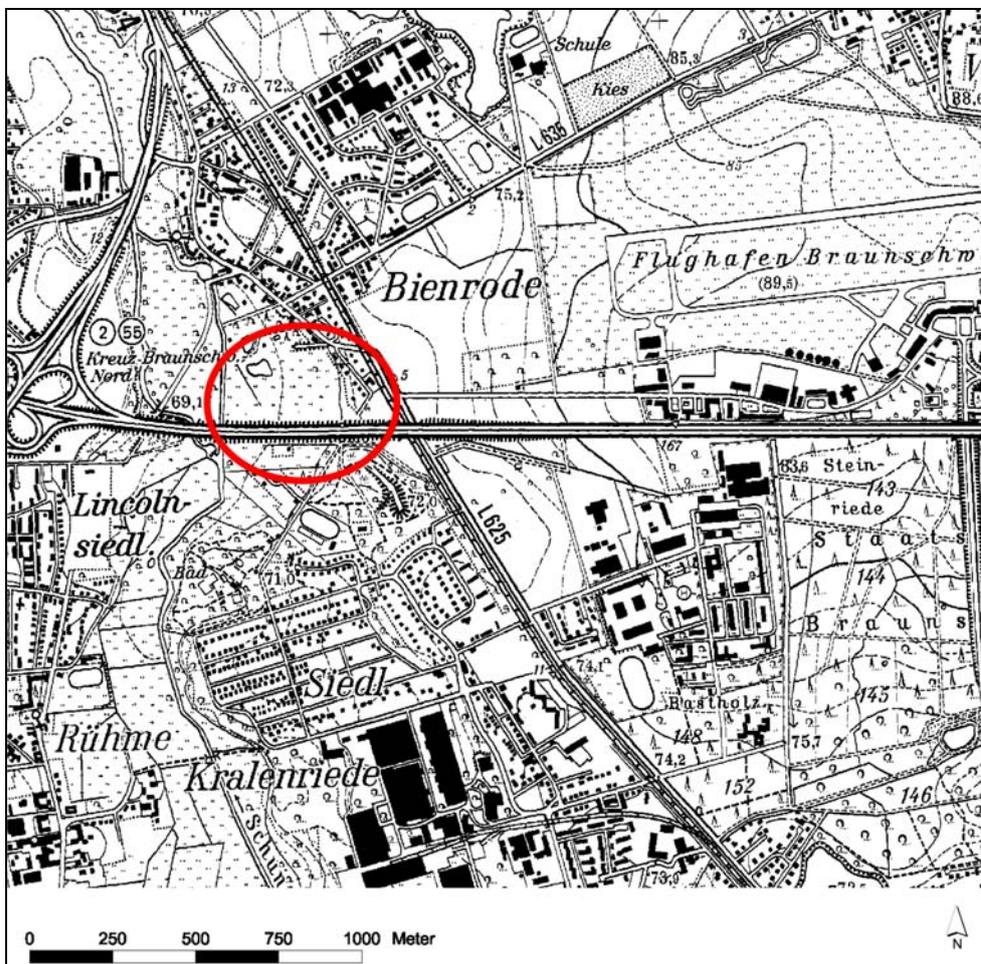


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes

2. Datengrundlagen

Die Eingangsdaten für das Modell und die Beurteilung basieren auf den uns vorliegenden Unterlagen des Ingenieurbüros geo-log (Baugrundgutachten von Dezember 2009) und Planunterlagen des Ingenieurbüros Behrendt Ingenieure (Ausführungspläne von November 2009). Des Weiteren wurden anhand von eigenen Recherchen Daten zur lokalen Geo-

logie und zur Grundwasserneubildung (LBEG Hannover) sowie von relevanten Grundwassermessstellen (Stadt Braunschweig - Fachbereich Stadtplanung und Umweltschutz) erhoben. Die Beurteilung erfolgt somit vorbehaltlich eigener Felduntersuchungen.

Für die nähere Beschreibung der Entwässerungsplanung, die weitere Teilprojekte beinhaltet, wird auf die entsprechenden Unterlagen von geo-log verwiesen.

3. Standortgegebenheiten

3.1 Geographische Beschreibung

Der geplante Standort des RRB (s. Abb. 2) befindet sich am südlichen Teil eines Wohngebietes des Ortteils Bienrode, westlich der Straße „An der Bahn“. Nach Süden wird der Planungsraum von der Autobahn A2 abgegrenzt, nach Westen schließt sich das Überschwemmungsgebiet des rd. 300 m westlich gelegenen Vorfluters „Schunter“ an. Das Gelände steigt von der „Schunter“ nach Osten leicht an. An dem Geländeknick, der etwa die Flussniederung abgrenzt, schließt sich das Wohngebiet an. Im Bereich des geplanten RRB befindet sich die Geländehöhe auf dem geodätischen Niveau von etwa 70 m NN.

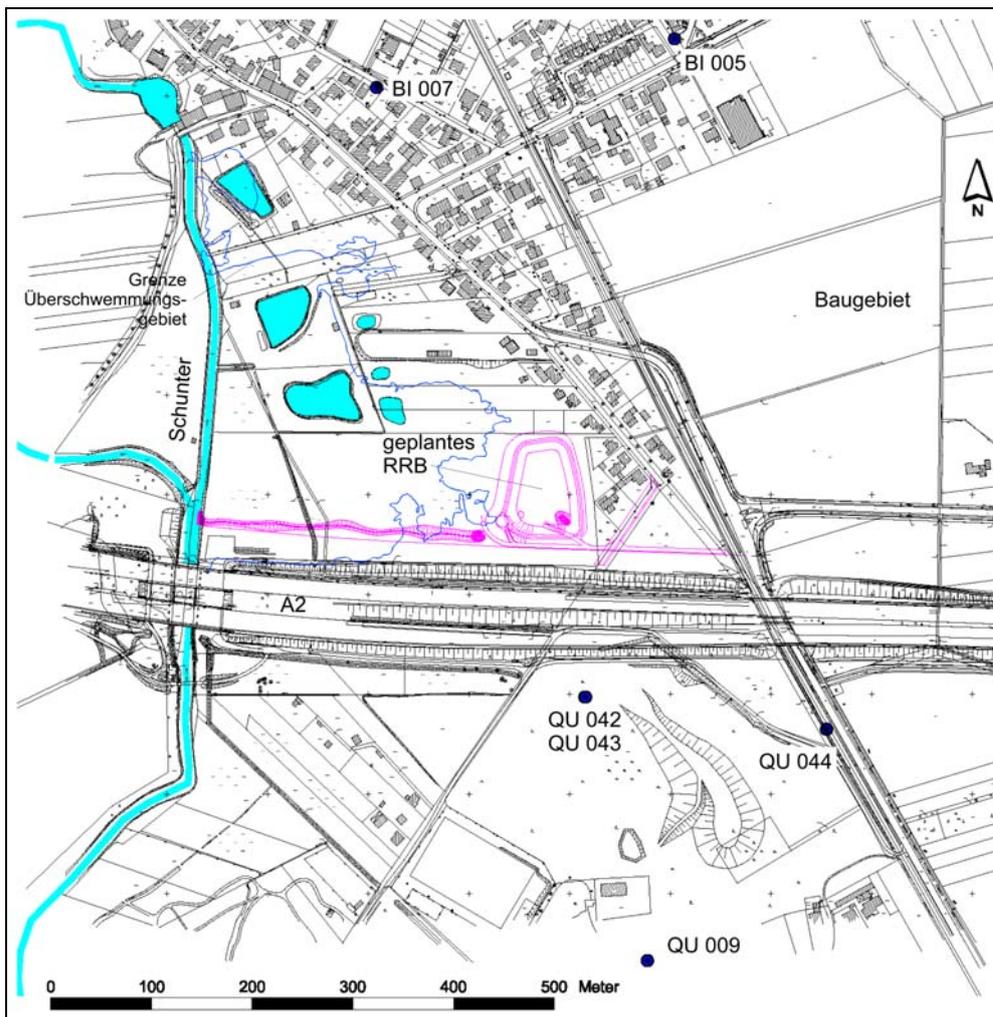


Abb. 2: Lageplan

3.2 Hydrogeologie

Der Untergrund im Bereich des geplanten RRB ist aus fluviatilen Sedimenten (überwiegend Fein- und Mittelsand, oberflächennah z. T. Auelehm) aufgebaut (nach Kleinrammbohrungen bis max. 7 m Tiefe, geo-log). Lokal sind organische Anteile (Torf mit Holzresten) eingeschaltet. Die sandigen Sedimente setzen sich nach beim LBEG vorliegenden Schichtenverzeichnissen zur Tiefe hin fort. Nach Kartendarstellungen des LBEG befindet sich die Quartärbasis etwa in einer Tiefe zwischen 45 und 70 m (0 – 25 m NN). Bei einer Bohrung, die rd. 500 m südlich des RRB-Standortes abgeteuft wurde, wurde die Quartärbasis in einer Tiefe von 100 m unter GOK angetroffen.

Nach langjährigen Aufzeichnungen der Standrohrspiegelhöhen in GW-Messstellen (seit 1983 bzw. 1996, Quelle: Stadt Braunschweig), die sich jeweils bis zu knapp 500 m nördlich und südlich des geplanten RRB-Standortes befinden (s. Abb. 2), schwanken die Standrohrspiegelhöhen auf der Höhe des vorgesehenen RRB-Standortes nach Interpolation zwischen ca. 68,50 m NN und 69,50 m NN. Im Zuge der Untersuchungskampagne Ende Okt. 2009 (geo-log) wurden anhand der Kleinrammbohrungen Standrohrspiegelhöhen zwischen 68,10 m NN und 69,21 m NN, entsprechend 0,90 m bis 2,50 m unter GOK gemessen. Die GW-Fließrichtung weist von Osten nach Westen. Eine Stockwerktrennung des Aquifers ist anhand der vorliegenden Daten nicht abzuleiten.

Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen von geo-log weisen Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) mit einer Spannweite von 1,8 E-04 m/s (Sand mit Feinanteilen < 5 Gew.-%) bis < 1,0 E-06 m/s (Sand mit Feinanteilen > 10 Gew.-%) auf. geo-log empfiehlt für Baumaßnahmen, die evtl. eine Wasserhaltung erfordern, einen k_f -Wert von 2,0 E-04 m/s zu verwenden. Für die Modellberechnungen wurde zunächst dieser Wert zugrunde gelegt.

3.3 Geplantes RRB

Das geplante RRB umfasst eine Fläche von 100 m x 113 m und ein Volumen von 9.000 m³. Die ursprüngliche Geländehöhe im geplanten RRB-Bereich beträgt zwischen 69,30 m NN und 70,60 m NN. Für das Becken ist lediglich eine geringe Vertiefung im Gelände vorgesehen, wobei die Sohle des RRB bei 68,40 m NN liegen soll. Als Umfassung wird ein Damm aus einem Erdbaustoff errichtet. Die Dammkrone soll eine Höhe von 71,20 m NN erhalten und liegt damit um bis zu 1,90 m höher als die ursprüngliche Geländeoberfläche.

Als Stauziel ist eine Höhe des Wasserspiegels im RRB von 70,60 m NN vorgesehen. Der höchste Wasserstand (HHW), wie er z. B. nach extremen Regenereignissen eintreten könnte, soll durch einen Notüberlauf bei 70,95 m NN festgelegt werden. Um das RRB ist eine Ringdrainage im Schwankungsbereich der natürlichen Grundwasseroberfläche geplant, die das gefasste Wasser in den gleichermaßen in Planung bestehenden Entwässerungsgraben einleitet. Der Entwässerungsgraben erhält im Anschluss an die Auslaufzone eine Sohlentiefe von 67,60 m NN und soll nach ca. 280 m in den Vorfluter „Schunter“ münden. Dieses Entwässerungssystem soll das gefasste Wasser ableiten und einer Erhöhung des natürlichen Grundwasserspiegels entgegenwirken.

Anmerkung: Eine Sohltiefe von 67,60 m NN an der Auslaufzone des Entwässerungsgrabens führt voraussichtlich bereits ohne Einstau im Becken zu einer Ableitung von Grundwasser.

4 Grundwassermodell

4.1 Verwendete Software

Für die Strömungsberechnungen wurde das Programm MODFLOW des United States Geological Survey (Harbaugh & McDonald 1996)¹ eingesetzt. MODFLOW ist ein dreidimensionales numerisches Modell zur Berechnung der gesättigten Grundwasserströmung auf der Basis der Methode der Finite-Differenzen (blockzentriertes Rechteckgitter). Es teilt den Aquifer in quaderförmige Zellen ein, für die jeweils eine Wasserbilanzgleichung aufgestellt wird.

Die Standrohrspiegelhöhen in der Mitte einer Zelle sind dabei unbekannt. Unter Verwendung von Randbedingungen ergibt sich für **N** Aquiferzellen ein lineares Gleichungssystem für **N** unbekannte Standrohrspiegelhöhen. Die Lösung dieses Gleichungssystems erfolgt mit Hilfe eines iterativen Gleichungslösers. Die Berechnungsergebnisse werden in Form von Grundwasserhöhengleichungen und Wasserbilanzen dargestellt. Die Datenein- und Datenausgabe erfolgt mit Hilfe des Prä- und Postprozessors PMWIN Pro (Chiang & Kinzelbach 2003)².

4.2 Lage und Diskretisierung des Modellgebiets

Das gewählte Modellgebiet ist in seiner maximalen horizontalen Erstreckung 1.000 m x 1.100 m groß (s. Abb. 3). Die nordwestliche Ecke des Modellgebiets besitzt die Gauß-Krüger-Koordinaten:

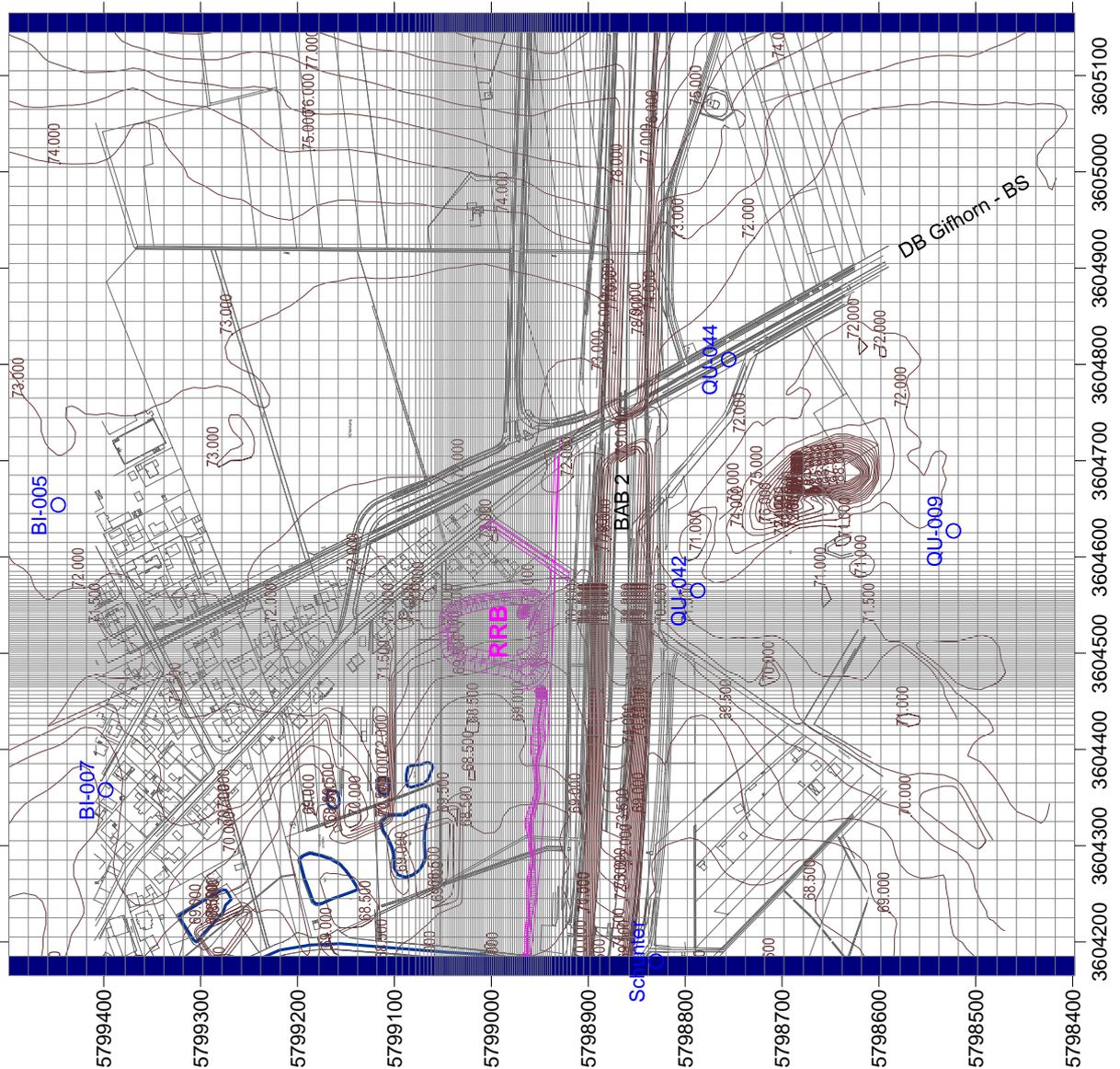
Rechtswert	Hochwert
36 04 165	57 99 498

Es werden die Koordinaten im dritten Meridian verwendet. Das Modellgebiet ist parallel zu den Koordinatenachsen ausgerichtet.

Für die Simulation der Grundwasserströmung wurde das Gebiet in seiner horizontalen Erstreckung in 109 x 123 Elemente diskretisiert. Um im Bereich des geplanten RRB eine feinere Auflösung des Strömungsfelds zu erzielen, ist hier das Gebiet feiner diskretisiert. Die Elementgröße ist variabel und beträgt sowohl in x- als auch in y-Richtung zwischen 2 m und 40 m.

¹ HARBAUGH, A.W. und McDONALD, M.G. (1996): User's documentation for MODFLOW-96, an update to the U.S. Geological Survey modular finite-difference ground-water flow model.- U.S. Geological Survey open-file report 96-485, 63 S.; Reston VA.

² CHIANG, W.-H. & KINZELBACH, W. (2003): 3D-Groundwater Modeling with PMWIN.- XIV, 346 S., 150 Abb., 25 Tab., CD-ROM, Springer-Verlag; Berlin Heidelberg.



geo-log		RRB SE BS	
Grundwassermodell			
Diskretisiertes Modellgebiet			
Zeichenerklärung			
	Höhenlinie der Geländeoberfläche [mNN]		Oberflächengewässer
	Festpotenzialrand		Modellgitter
Maßstab: s. Achsen Projektnr.: 0314101 Datum: 17.04.2010 Datei: result_2010_0415_1.sif Bearb.: A. Voss Abb. 3			
Kartengrundlage: LP 4.dwg / Behrendt Ing. / Stand 2009-11-26			

Die Oberfläche (Geländeoberfläche) des Modellgebiets wurde entsprechend der topographischen Karte in das Modell übernommen. Die Lage der Aquiferbasis wurde mit konstant 20 m NN angesetzt.

4.3 Randbedingungen

Aus der Auswertung der Grundwasserstandsdaten ist bekannt, dass generell im Untersuchungsgebiet eine von Osten nach Westen gerichtete, relativ gleichförmige Grundwasserströmung vorliegt. Die mittleren Standrohrspiegelhöhen der hier zur Verfügung stehenden GWM liegen zwischen 68,77 m NN und 69,74 m NN und zeigen eine relativ homogene parallele Grundströmung. Damit kann ein mittleres hydraulisches Gefälle der Grundwasser Oberfläche von ca. 0,15 % abgeleitet werden. Im Westen verläuft die „Schunter“. Sie ist für das Grundwasser im Untersuchungsgebiet der maßgebliche Vorfluter. Ihr mittlerer Wasserstand liegt bei 68,27 m NN.

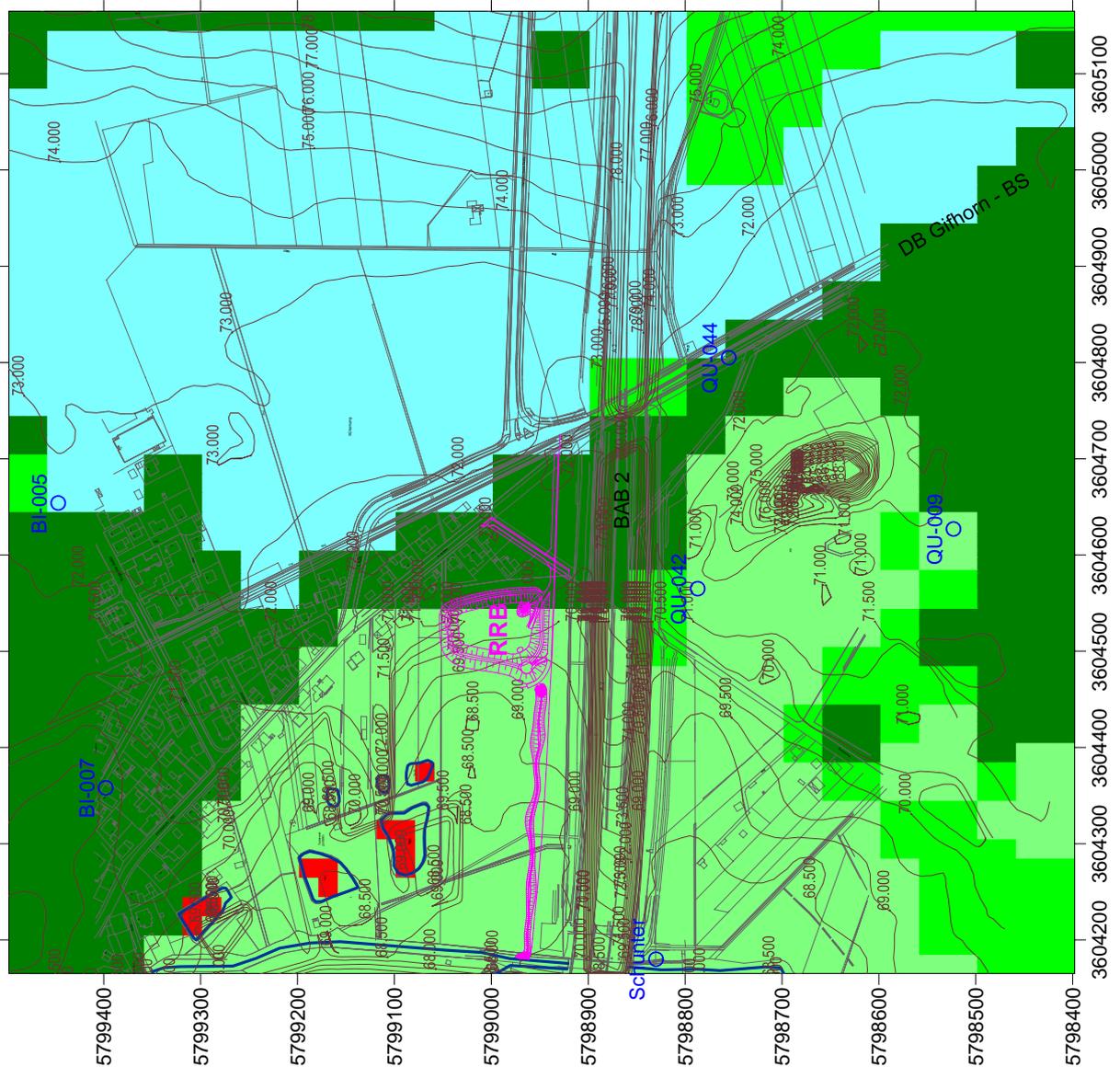
Das Modellgebiet wird daher im Osten und Westen jeweils durch eine konstruierte Grundwasserhöhengleiche begrenzt. Die Höhen wurden anhand der mittleren Grundwasserstände extrapoliert und betragen im Westen 69,90 m NN und im Osten 68,40 m NN. Beide Ränder werden als sogenannte Festpotenzialränder modelliert, d.h. die Höhe des Grundwasserspiegels bleibt während der Modellsimulation unverändert (Randbedingung 1. Art oder Dirichlet-RB).

Der nördliche und südliche Modellrand wird für das Grundwasser als undurchlässig angesehen und dementsprechend als Stromlinie mit zeitlich konstantem Verlauf modelliert. Über diese Ränder hinweg kann kein Grundwasseraustausch erfolgen (Randbedingung 2. Art oder Neumann-RB). Die Basis des Modellgebiets ist für Wasser ebenfalls undurchlässig.

Die Grundwasserneubildung infolge von Niederschlag bewirkt als Quellterm einen Grundwasserzufluss in das Modellgebiet. Das LBEG hat die Verteilung der Grundwasserneubildung mit Hilfe des Wasserhaushaltsmodells GROWA (Kunkel & Wendland 2002)³ ermittelt. Dabei werden standortspezifische Gegebenheiten berücksichtigt. Neben den klimatischen Faktoren wie Niederschlag und Verdunstung gehen auch Landnutzung, Topographie, Geologie, Boden und Oberflächengewässer in die Berechnung ein. Im Modell wird ausschnittsweise die vom LBEG herausgegebene digitale Karte im Maßstab 1:50.000 im Bearbeitungsstand 2005 (Abb. 4) verwendet.

Die langjährigen Grundwasserneubildungsraten liegen demnach zwischen 51 mm/a und 222 mm/a, wobei die niedrigen Werte im Bereich der „Schunter“ auftreten. Die mittlere Grundwasserneubildungsrate im gesamten Modellgebiet beträgt 147 mm/a.

³ KUNKEL, R. und WENDLAND, F. (2002): The GROWA98 model for water balance analysis in large river basins – the river Elbe case study.- J. of Hydr., (259)1-4: pp. 152-162.



geo-log		RRB SE BS	
Grundwassermodell			
Grundwasserneubildung			
Zeichenerklärung		Höhenlinie der Geländeoberfläche [mNN]	
GWN [mm/a] nach GROWA05			
		Maßstab: s. Achsen Projektnr.: 0314101 Datum: 17.04.2010 Datei: result_2010_0415_2.tif Bearb.: A. Voss Abb. 4	
GeoDienste		Karstgrundlage: LP 4.dwg / Behrendt Ing. / Stand 2009-11-26	

4.4 Modellanwendung

Kalibrierung / Ist-Zustand

Das Modell wurde zunächst anhand der mittleren Standrohrspiegelhöhen kalibriert. Kalibrierung bedeutet Anpassung der Parameter, so dass die gemessenen Standrohrspiegelhöhen in guter Näherung reproduziert werden können. Für die Simulation der Grundwasserströmung werden homogene, isotrope Verhältnisse vorausgesetzt. Das Modell ist stationär. Im vorliegenden Fall kann die Grundwasserneubildung als verlässlich angesehen werden, so dass zur Kalibrierung der k_f -Wert verbleibt. Es zeigte sich, dass bei dem für das gesamte Modellgebiet angesetzten effektiven Durchlässigkeitsbeiwert von $2,0 \cdot 10^{-4}$ m/s eine gute Übereinstimmung der gemessenen Standrohrspiegelhöhen mit den berechneten Werten vorliegt (s. Abb. 5). Diese Modellannahme deckt sich mit den Ergebnissen der k_f -Wertbestimmung durch Korngrößenanalysen der Sondiererergebnisse von geo-log.

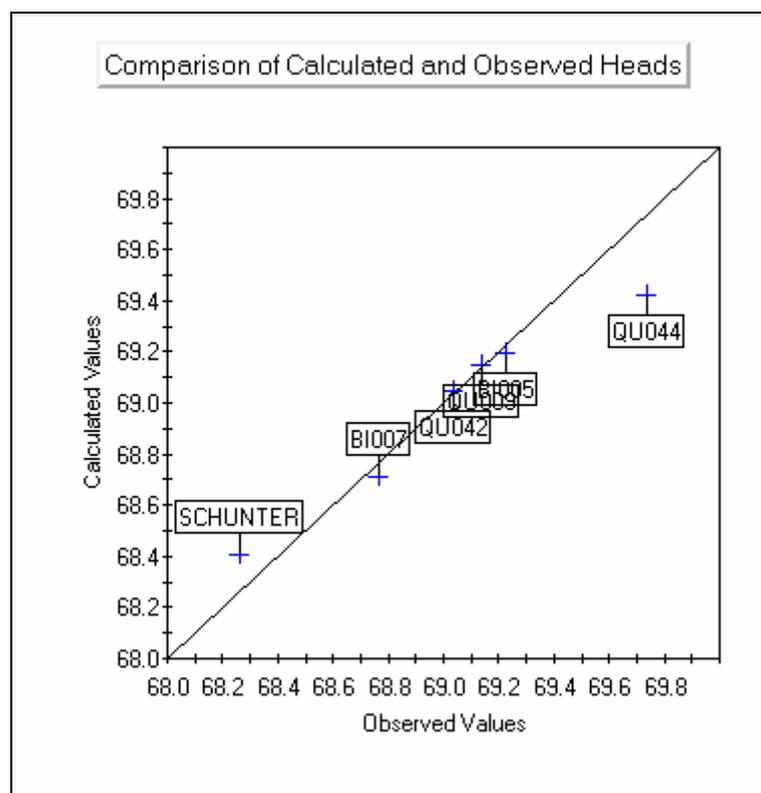
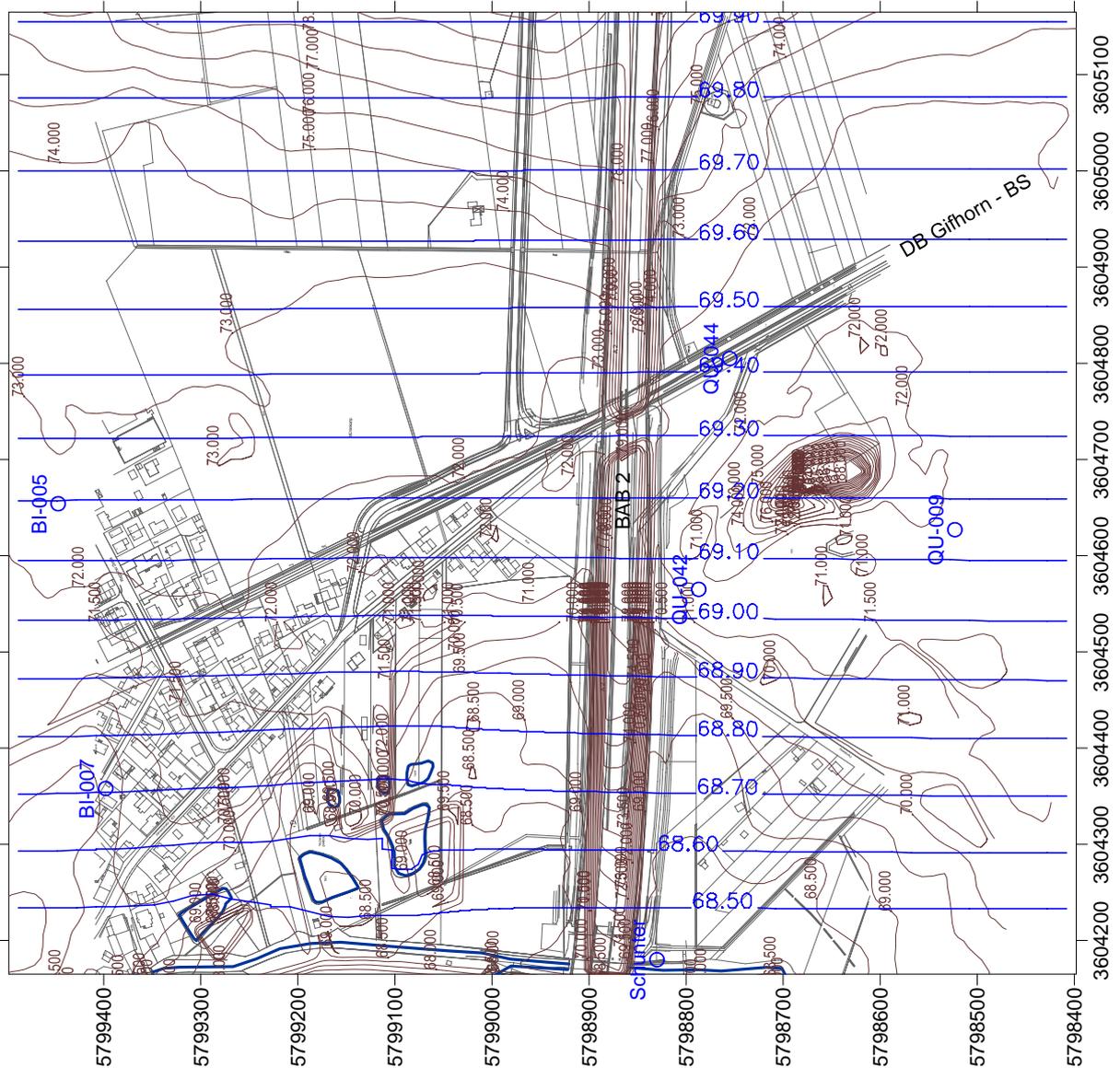


Abb. 5: Vergleich zwischen gemessenen und berechneten Standrohrspiegelhöhen

Den berechneten Grundwassergleichenplan für die mittlere Grundwasserströmungssituation zeigt Abbildung 6. Im Bereich des geplanten RRB liegt die Grundwasseroberfläche bei etwa 69 m NN. Diese Situation wird als Referenz vor Errichtung des RRB betrachtet.



geo-log		RRB SE BS	
Grundwassermodell			
Grundwassergleichenplan			
Zeichenerklärung			
	Höhenlinie der Geländeoberfläche [mNN]		
	Oberflächengewässer		
	Grundwassergleiche [mNN]		
			69.50
 GeoDienste Ingenieurbüro Am Markt 11 39104 Magdeburg Telefon: +49 391 1233 40 00 00		Maßstab: s. Achsen Projektnr.: 0314101 Datum: 17.04.2010 0415_3.srf Bearb.: A. Voss Abb. 6	
Kartengrundlage: LP 4.dwg / Beherrsch. Ing. / Stand 2009-11-26			

Planungszustand

Für die geplante Situation nach Errichtung des RRB müssen im Modell Veränderungen vorgenommen werden. Dabei wurden die topographischen Höhen entsprechend der Planvorgaben angepasst. Das RRB wird durch Aufschüttung eines Damms errichtet. Die Dammkrone hat eine Höhe von 71,20 m NN, während die Beckensohle auf eine Höhe von 68,40 m NN festgelegt wurde. Das Stauziel beträgt 70,60 m NN. Der Wasserspiegel innerhalb des Beckens wird als feste Potenzialhöhe berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass der Damm aus eher bindigem Material aufgeschüttet wird und dementsprechend eine geringere hydraulische Durchlässigkeit aufweist als der Aquifer. Im Modell wurde die Dammdurchlässigkeit daher mit einem gegenüber dem Aquifer um eine Größenordnung geringeren k_f -Wert von $2,0 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt.

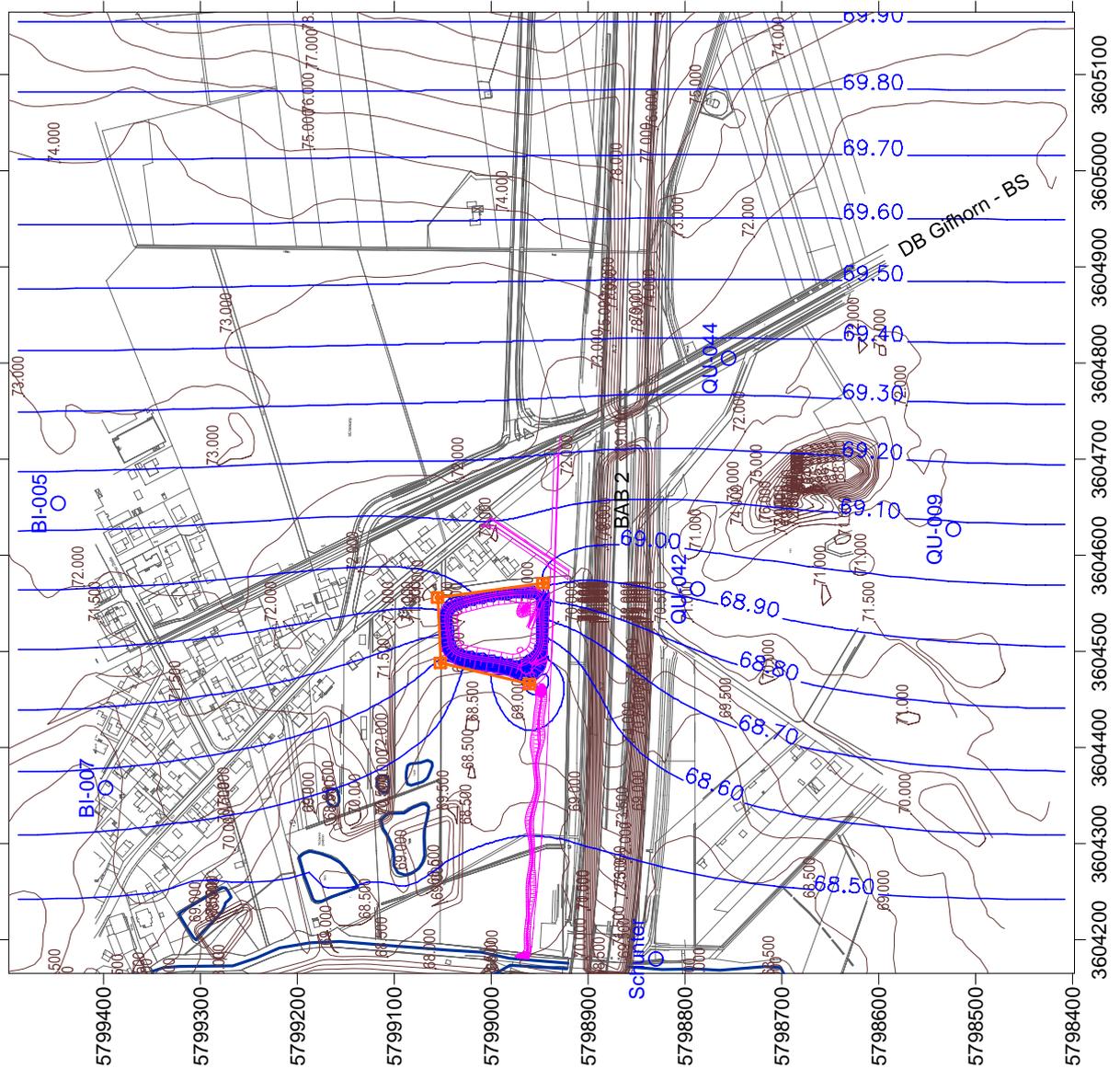
Zur Verhinderung eines Aufstaus von Grundwasser im Anstrom des RRB ist eine Drainage vorgesehen. Die das RRB umschließende Ringdrainage liegt im Grundwasserschwankungsbereich mit Sohlhöhen zwischen 68,30 m NN und 69,10 m NN.

Der prognostizierte Grundwassergleichenplan nach Errichtung des RRB ist in Abbildung 7 dargestellt. Deutlich ist der Einfluss infolge des gegenüber dem Grundwasser erhöhten Beckenwasserstandes sowie der Grundwasserentnahme durch die Drainage zu erkennen. Während sich im Anstrom lediglich geringfügig niedrigere Grundwasserstände einstellen, ergeben sich deutlich niedrigere Grundwasserstände im Abstrom des RRB.

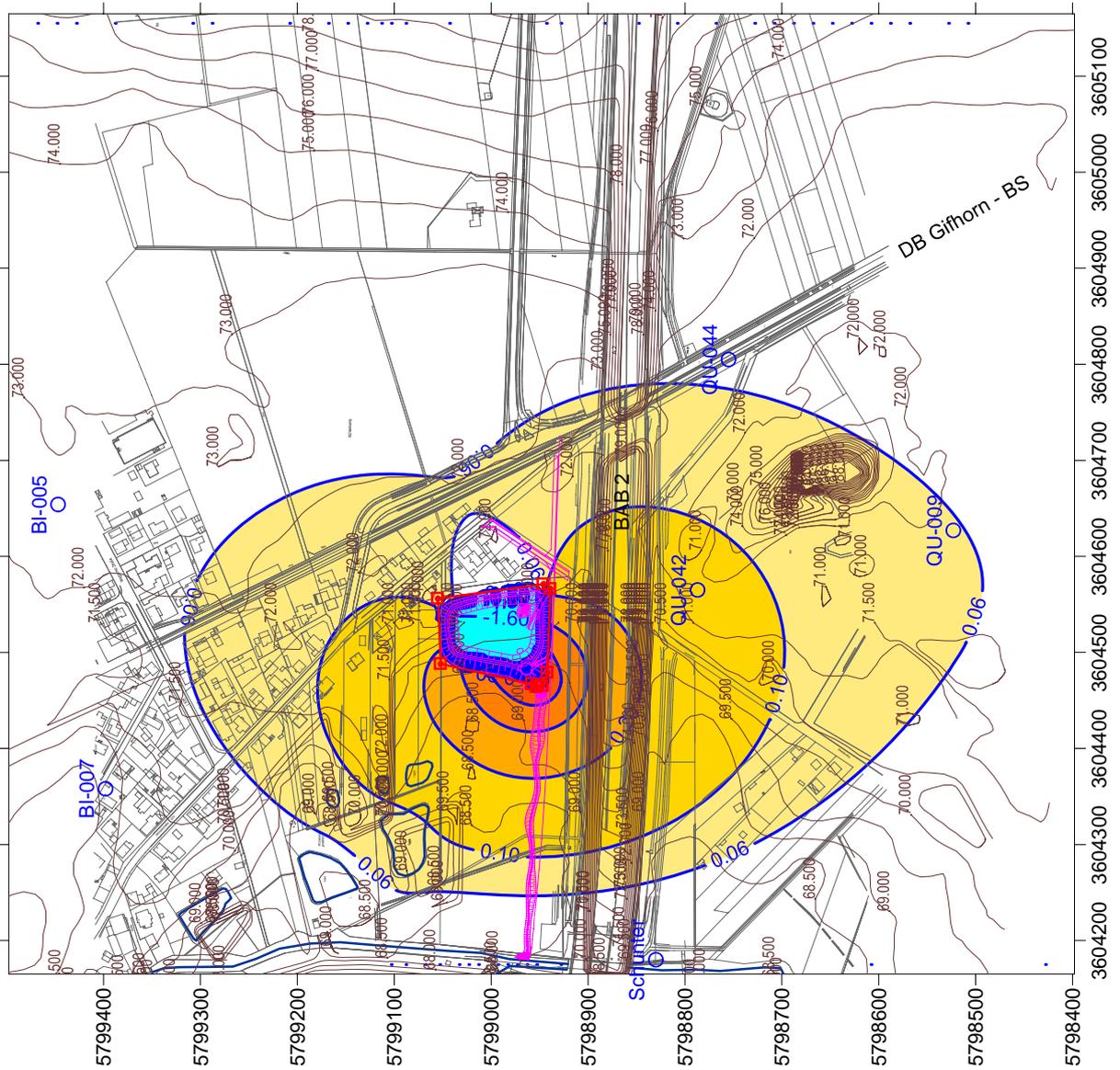
Zur Visualisierung des Unterschiedes zwischen dem Ist-Zustand und der zukünftigen Situation mit dem RRB sind in Abbildung 8 die Grundwasserdifferenzen dargestellt. Generell ergeben sich Absenkungen der Standrohrspiegelhöhen (positive Werte) im An- und Abstrom sowie Aufhöhungen (negative Werte) im unmittelbaren Bereich um das RRB. Dabei fallen die räumlichen Auswirkungen in Form von Absenkungen deutlich größer aus.

Eine rechnerische Aufhöhung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich lediglich im unmittelbaren Nahbereich um das geplante RRB. Der sich ergebende Unterschied infolge Beckenwasserstand und Grundwasser wird dabei im Damm bzw. über die Ringdrainage abgebaut.

Die maximalen Absenkungen werden mit 0,60 m im Bereich des Beckenauslaufs berechnet. In weiterer räumlicher Ausdehnung nach Norden, Westen und Süden baut sich diese Differenz jedoch ab. Nach Norden ist die Bestandsbebauung von Absenkungen in Höhe von rund 0,1 m betroffen. In westlicher Richtung verläuft die Isolinie der Grundwasserdifferenz in Höhe von 0,1 m in einer Entfernung von ca. 185 m. Nach Süden werden ca. 130 m über die Trasse der BAB 2 hinaus noch Absenkungen in dieser Höhe berechnet. Nach Osten werden etwa bis zur Bahnstrecke Gifhorn – Braunschweig Absenkungen in Höhe von 0,06 m berechnet.



geo-log		RRB SE BS	
Grundwassermodell			
Grundwassergleichenplan			
Zeichenerklärung			
	Höhenlinie der Geländeoberfläche [mNN]		Grundwassergleiche [mNN]
	Oberflächengewässer		Drainage
 GeoDienste Ingenieurbüro für Geotechnik, Hydrogeologie und Umwelttechnik Am Markt 11-13, 38100 Braunschweig Telefon: +49 (0) 531 40 60 00		Maßstab: s. Achsen Projektnr.: 0314101 Datum: 20.04.2010 Datei: results_2010_0415_4.sif Bearb.: A. Voss Abb. 7	
Kartengrundlage: LP 4.dwg / Beherrsch. Ing. / Stand 2009-11-26			



	RRB SE BS		 GeoDienste Ingenieurbüro Gifhornstraße 35, 39104 Gifhorn Telefon: +49 (0) 531 31 40 80	Maßstab: s. Achsen	Projektnr.: 0314101
	Grundwassermodell Grundwasserdifferenzenplan			Datum: 20.04.2010	Datei: res_ults_2010_0415_5.srf
Zeichenerklärung		Höhenlinie der Geländeoberfläche [mNN] Oberflächenengewässer Isolinie der Grundwasserdifferenz [m] Drainage	Bearb.: A. Voss	Abb. 8	
Kartengrundlage: LP 4.dwg / Behrendt Ing. / Stand 2009-11-26					

5. Zusammenfassung

Das geplante RRB am Rand eines Wohngebietes von Bienrode ist Teil eines Entwässerungssystems für das Baugebiet am Flughafen Braunschweig. Auf Grund der Lage am Rand des Überschwemmungsgebietes der „Schunter“ und der daraus resultierenden Ver-nässungstendenz des oberflächennahen Untergrundes soll überprüft werden, ob durch die Errichtung des Rückhaltebeckens mit dessen, dem natürlichen GW-Spiegel gegenüber erhöhten Stauziel, Veränderungen der Grundwasserverhältnisse, insbesondere im Hinblick auf die Bausubstanz der anliegenden Gebäude zu besorgen sind.

Die Bauweise des RRB sieht einen Damm als Umfassung vor, dessen Höhe das ursprüngliche Geländeniveau um bis zu 1,9 m überragt. Das Stauziel liegt etwa 2,5 m oberhalb des mittleren Grundwasserspiegels. Zur Ableitung des gefassten Wassers und zur Verhinderung einer Anhebung des natürlichen Grundwasserspiegels ist im Grundwasserschwan-kungsbereich, den Böschungsfuß umlaufend, eine Drainage vorgesehen. Über einen an-geschlossenen Entwässerungsgraben soll das Wasser zu der rd. 280 m entfernten „Schunter“ abgeführt werden.

Als Beurteilungswerkzeug dient ein grundwasserhydraulisches Berechnungsmodell, das den Zustand bei einer mittleren Grundwasserstandssituation und dem gefüllten Becken betrachtet. Mithilfe des Grundwassermodells wurde das Strömungsfeld vor und nach Er-richtung des RRB berechnet. Die berechneten Grundwasserpotenzialdifferenzen zeigen im Abstrom des RRB maximale Absenkungen von 0,60 m. Die Reichweite einer Absenkung in Höhe von 0,10 m beträgt in westliche Richtung ca. 185 m und nach Süden ca. 130 m über die Trasse der BAB 2 hinaus. Nach Norden und Osten ist die Bestandsbebauung von einer Absenkung betroffen. Sie wird im Norden mit rund 0,10 m und im Osten mit 0,06 m berechnet wird.

Im Vergleich zu den gemessenen Standrohrspiegelhöhen an den umgebenden GWM (vgl. Baugrundgutachten geo-log) sind die berechneten Absenkungen jedoch kleiner als der natürliche Schwankungsbereich. Zwischen 1992 und 2008 wurden an den GWM BI-005 und BI-007 Standrohrspiegelhöhendifferenzen von bis zu rund 1,50 m gemessen.

Eine Aufhöhung des Grundwassers ist nach den Modellergebnissen auf den unmittelbaren Nahbereich des RRB beschränkt. Das hydraulische Gefälle wird nahezu vollständig im Damm abgebaut. Hier zeigt sich auch die Wirksamkeit der Ringdrainage.

Die hier abgeleitete Bewertung erfolgt auf der Auswertung vorliegender und recherchier-barer Unterlagen bzw. Angaben / Daten zum Untergrund und zu den grundwasserhydrau-lischen Gegebenheiten am Planungsstandort. Eigene Felddatenerhebungen wurden nicht durchgeführt. Die beschriebenen Auswirkungen beziehen sich, ungeachtet baugrundspe-zifischer Aspekte (wie z. B. Setzungsanfälligkeiten von Böden im Bereich der Wohnbe-bauung oder der A2), auf rein hydraulische Betrachtungen. Letztere setzen eine ausrei-chend dimensionierte und dauerhaft wirksame Drainage sowie einen ausreichend dimen-sionierten und effektiven Entwässerungsgraben voraus.