Gutachten



Grundwasserwirtschaft Grundwassermodelle Ökologie und Bodenkunde Boden- und Grundwasserschutz Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH

Dipl.-Geol. Dr. Bernd Hanauer Dipl.-Geol. Dr. Walter Lenz

Europastraße 11 35394 Gießen Telefon 06 41 / 9 44 22 0 Telefax 06 41 / 9 44 22 11 E-Mail: hg@buero-hg.de Internet: http://www.buero-hg.de

Projekt:

Sicherung der Trinkwasserversorgung des ZV WV Stadtprozeltener Gruppe

Klärung der Neuerschließungsmöglichkeiten und modellgestützte Ermittlung möglicher Brunnenstandorte

Hydrogeologisches Gutachten

Auftraggeber:

ZV WV Stadtprozeltener Gruppe Hauptstraße 132

97909 Stadtprozelten

Prüfstempel
Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH
Geprüft am:
durch:
Freigabe am:
durch:

\\Hg1\projekte\Pro2005\05084\Berichte\g stadtprozeltener gruppe 042006.doc

© Büro HG GmbH

PNr.: 05084\1 han/mue/sp

Datum: April 2006



I. Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Veranlassung, Aufgabenstellung	1
2.	Datengrundlagen, Felduntersuchungen, Kenntnisstand März 2006	3
2.1	Datenerhebung	3
2.2	Felduntersuchungen, Ortsbegehung	4
2.3	Zusammenfassung früherer Untersuchungsergebnisse	4
3.	Ergebnisse der Trockenwetterabflussmessungen Anfang Februar 2006	6
3.1	Durchführung der Messungen	6
3.2	Geohydraulische Funktion der Gewässer, Abflussspenden	6
3.3	Einzugsgebiete im Buntsandstein, GwBilanzdaten	9
4.	Hydrogeologische Verhältnisse	10
4.1	Untergrundaufbau	10
4.1.1	Schichtabfolge	10
4.1.2	Tektonischer Überblick	12
4.2	GwLeiter, GwHemmer, Deckschichten	13
4.3	GwStrömungsverhältnisse	13
4.4	Geohydraulische Kennwerte	15
4.5	GwQualität	16
4.6	Hydrogeologische Modellvorstellung	17
4.7	Hydrogeologische Bedingungen für die GwGewinnung	18
5.	Erstellung und Anpassung des numerischen Grundwassermodells	19
5.1	Modellaufbau, Modellgebiet	19
5.1.1	Vertikaler Modellaufbau, Schichtgeometrien	19
5.1.2	Modellränder und äußere Randbedingungen	20
5.2	Hydraulische Randbedingungen	20
5.2.1	GwNeubildung durch Niederschlag	20
5.2.2 5.2.3	Leakage-Randbedingungen GwEntnahmen	21 21
5.3	Diskretisierung und Umsetzung des numerischen GwModells	22
5.4	Modellkalibrierung	23
5.4.1	Prinzipielle Vorgehensweise	23
5.4.2	Kalibrierungskriterien und –ziele	24
5.4.3	Praktische Durchführung der Modellkalibrierung	25
5.5	Ergebnisse der Modellkalibrierung	26
5.5.1	Anpassungsgüte	26
5.5.2	Berechnete Verteilung der geohydraulischen Parameter	27
5.5.3	Vergleich gemessener und berechneter GwStände	28
5.5.4	Großräumiges GwStrömungsbild	28
5.5.5	Berechnete GwBilanz	29
5.6	Zusammenfassende Bewertung der Modellanpassung	30

Modellanwendung - Untersuchung möglicher Erschließungsszenarien	32
Berechnungsansätze, Entnahmeszenarien	32
Szenario 1: Entnahme von 16 l/s im Erkundungsgebiet Breitenbrunn, Bohrung A	33
Szenario 2: Entnahme von 16 l/s östlich und nordöstlich des Grohbergs	33
Szenario 3: Entnahme von 16 l/s an dem Ansatzpunkt B1A	34
Szenario 4: Entnahme von 16 l/s an den Ansatzpunkten B1B, B2B und B3	34
Bewertende Zusammenfassung der Modellierungsergebnisse	34
Hydrogeologisch-wasserwirtschaftliche Bewertung der möglichen Erschließungsvariante Szenario 2	37
Generelle Einschätzung	37
Bewertung möglicher Konfliktpotentiale	38
WSG-Konzept für Brunnenstandorte östlich des Grohbergs Bemessungsansatz, WSG-Katalog Bemessung der einzelnen Schutzzonen des WSG Fassungsbereich (Schutzzone I)	39 39 39
	40 41
Maßnahmen zur Grundwassererschließung östlich des Grohbergs und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen	43
Konzeptionelle Überlegungen für die zukünftige Trinkwasserversorgung	43
Empfohlene Maßnahmen zur GwErkundung und GwErschließung, Empfehlung zur weiteren Vorgehensweise	44
Kostenschätzung und möglicher Zeitplan	45
Zusammenfassung	47
	Berechnungsansätze, Entnahmeszenarien Szenario 1: Entnahme von 16 l/s im Erkundungsgebiet Breitenbrunn, Bohrung A Szenario 2: Entnahme von 16 l/s östlich und nordöstlich des Grohbergs Szenario 3: Entnahme von 16 l/s an dem Ansatzpunkt B1A Szenario 4: Entnahme von 16 l/s an den Ansatzpunkten B1B, B2B und B3 Bewertende Zusammenfassung der Modellierungsergebnisse Hydrogeologisch-wasserwirtschaftliche Bewertung der möglichen Erschließungsvariante Szenario 2 Generelle Einschätzung Bewertung möglicher Konfliktpotentiale WSG-Konzept für Brunnenstandorte östlich des Grohbergs Bemessungsansatz, WSG-Katalog Bemessung der einzelnen Schutzzonen des WSG Fassungsbereich (Schutzzone I) Engere Schutzzone (Schutzzone III) Weitere Schutzzone (Schutzzone IIII) Maßnahmen zur Grundwassererschließung östlich des Grohbergs und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen Konzeptionelle Überlegungen für die zukünftige Trinkwasserversorgung Empfohlene Maßnahmen zur GwErkundung und GwErschließung, Empfehlung zur weiteren Vorgehensweise Kostenschätzung und möglicher Zeitplan

• Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Zusammenstellung aller erhobenen Daten	3
Tabelle 2-2:	Wesentliche Ergebnisse und Daten aus Untersuchungen gemäß III.	5
Tabelle 3-1:	Trockenwetterabflussspenden (02.02.2006)	7
Tabelle 3-2:	Sommerliche und herbstliche Trockenwetterabflusswerte in Faulbach	
	 Messungen des WWA Aschaffenburg 	7
Tabelle 4-1:	Zusammenstellung geohydraulischer Kennwerte	15
Tabelle 6-1:	Untersuchte Entnahmeszenarien (Modellszenarien)	32
Tabelle 6-2:	Wesentliche Ergebnisse der untersuchte Entnahmeszenarien	
	(Modellszenarien)	35
Tabelle 6-3:	Erstbewertung der Brunnenstandorte nach /8/	36
Tabelle 7-1:	Zusammenstellung potentieller Nutzungskonflikte	38
Tabelle 8-1:	Schätzung der Kosten für die empfohlenen Maßnahmen	45
Tabelle 8-2:	Schätzung der Kosten für die empfohlenen Maßnahmen	46



II. Anlagenverzeichnis

Anlage 0	Erläuterungen zu den Bezeichnungen in den Anlagen
Anlage 1	Übersichtslagepläne
Anlage 1.1	Übersichtslageplan, M 1 : 50.000
Anlage 1.2	Geologischer Übersichtslageplan (Auszug aus /1/), M 1: 100.000
Anlage 1.3	Übersichtslageplan mit Wasserschutzgebieten und relevanten Nutzungen, M 1: 25.000
Anlage 2	Hydrogeologische Pläne
Anlage 2.1	Geologische Karte mit Schnittlinien der hydrogeologischen Profilschnitte, M 1 : 25.000
Anlage 2.2	Hydrogeologische Profilschnitte, MdL 1 : 50.000 / MdH 1 : 2.500 bzw. MdL 1 : 20.000 / MdH1 : 2.000
Anlage 2.2.1	Profilschnitt 1 – Dorfprozelten – Schollbrunn – Baumgartshof (SW – NE)
Anlage 2.2.2	Profilschnitt 2 – Krausenbach – Altenbuch – Hasloch (NW – SE)
Anlage 2.2.3	Profilschnitt 3 – Neuenbuch – Grohberg – Hasloch (WNW – ESE)
Anlage 2.2.4	Profilschnitt 4 – Faulbach – Grünau (SSW – NNE)
Anlage 2.3	Großräumige GwGleichenkarte des Modellgebiets bezogen auf den Unteren und Mittleren Buntsandstein (Auszug aus /6/), M 1 : 150.000
Anlage 2.4	Profilsäule mit Zuordnung der Modellschichten
Anlage 3	Bewertung der Schutzfunktion der Deckschichten im Bereich des
	Grohbergs und südöstlich von Breitenbrunn
Anlage 3.1	Geologische Detailkarte Bereich Breitenbrunn / Grohberg, M 1 : 10.000
Anlage 3.2	Bewertung der Schutzfunktion der Deckschichten nach Hölting
Anlage 3.3	Bewertung der Schutzfunktion der Deckschichten – Umsetzung bei der
	WSG-Bemessung (Bayer. Weg)
Anlage 4	Ergebnisse der Trockenwetterabflussmessungen im Untersuchungsgebiet
Anlage 4.1	Planliche Darstellung der Trockenwetterabflüsse am 02.02., 07.02. und
	08.03.2006 sowie planliche Darstellung der Abgrenzung oberirdischer
	Einzugsgebiete, M 1: 25.000
Anlage 4.2	Dokumentation der Einzelmessungen vom 02.0.2, 07.02. und
	08.03.2006 sowie Fotodokumentation der Abflussmesspunkte
Anlage 4.2.1	Messpunkt 1 (Haslochbach)
Anlage 4.2.2	Messpunkt 2 (Haslochbach)
Anlage 4.2.3	Messpunkt 3 (Haslochbach)
Anlage 4.2.4	Messpunkt 4 (Kropfbach)
Anlage 4.2.5	Messpunkt 5 (Kropfbach)
Anlage 4.2.6	Messpunkt 6 (Kropfbach)



Anlage 4.2.7	Messpunkt 7 (Faulbach)
Anlage 4.2.8	Messpunkt 8 (Faulbach)
Anlage 4.2.9	Messpunkt 9 (Faulbach)
Anlage 4.3	Verteilung von Trockenwetterabflussspenden im Spessart nach /15/
Anlage 5	Datengrundlage des numerischen Grundwassermodells
Anlage 5.1	PV-Auswertung Br. 1 und 2 des DJK – TSV Stadtprozelten, e. V,
Anlage 5.2	GwAnalyse der Versuchsbohrungen A und B, Erkundungsgebiet Breitenbrunn
Anlage 5.3	GwAnalysen der Quellen des Gewinnungsgebietes Breitenbrunn des ZV WV Stadtprozeltener Gruppe
Anlage 5.4	Schüttungen von Altenbucher, Forstrain, Neue und Seemauer Quelle, 1995 – 2006
Anlage 5.5	Schüttung von Buchbrunnenquelle, Bachspringquelle und Entnahme so- wie RuheGwSpiegel des Bohrbrunnens Wildensee
Anlage 5.6	Ganglinien verschiedener Grundwassermessstellen
Anlage 6	Darstellung zum Modellaufbau
Anlage 6.1	Darstellungen des numerischen Rechenrasters und der Randbedingungen, M 1: 75.000
Anlage 6.1.1	Modellschicht 2, Mittlerer Buntsandstein, suST – smS
Anlage 6.1.2	Modellschicht 3, Unterer Buntsandstein, suG – suSB
Anlage 6.2	Prinzipieller vertikaler Modellaufbau im Bereich Breitenbrunn, ohne Maßstab
Anlage 6.3	Übersichtslageplan mit Verteilung der GwNeubildung, M 1 : 150.000
Anlage 6.4	3D-Darstellungen, MdL 1: 100.000 / MdH 1: 50.000
Anlage 6.4.1	Darstellung der Geländeoberfläche mit Modellgebiet und Randbedingungen
Anlage 6.4.2	Darstellung der Basis der Modellschicht 2
Anlage 6.4.3	Darstellung der Basis der Modellschicht 3
Anlage 7	Ergebnis der stationären Kalibrierung
Anlage 7.1	Berechnete Wasserbilanz für das Modellgebiet
Anlage 7.2	Vergleich der gemessenen und berechneten Abflüsse sowie der berechneten und gemessenen GwStände
Anlage 7.3	GwGleichenpläne für den Kalibrierungszustand, M 1: 75.000
Anlage 7.3.1	GwGleichenplan für die Modellschicht 2
Anlage 7.3.2	GwGleichenplan für die Modellschicht 3
Anlage 7.4	Ermittelte horizontale Durchlässigkeiten für die
Anlage 7.4.1	Modellschicht 2, Mittlerer Buntsandstein, suST – smS
Anlage 7.4.2	Modellschicht 3, unterer Buntsandstein, suG – suSB
Anlage 7.5	Ermittelte vertikale Durchlässigkeiten der Modelschicht 2, Mittlerer Buntsandstein, M.1: 75.000

Anlage 8	Darstellung zur Anwendung des numerischen Grundwassermodells -
	Modellprognose
Anlage 8.1	Szenario 1: Entnahme von 16 l/s im Erkundungsgebiet Breitenbrunn,
	Bohrung A
Anlage 8.1.1	Übersichtlageplan mit GwGleichen und Bahnlinien, M 1: 50.000
Anlage 8.1.2	Detaillageplan mit GwGleichen und Bahnlinien, M 1: 10.000
Anlage 8.2	Szenario 2a: Entnahme von 16 l/s östlich des Grohbergs, Variante 1
Anlage 8.2.1	Übersichtlageplan mit GwGleichen und Bahnlinien, M 1: 50.000
Anlage 8.2.2	Detaillageplan mit GwGleichen und Bahnlinien, 1: 10.000
Anlage 8.3	Szenario 2b: Entnahme von 16 l/s nordöstlich des Grohbergs, Variante 2
Anlage 8.3.1	Übersichtlageplan mit GwGleichen und Bahnlinien, M 1: 50.000
Anlage 8.3.2	Detaillageplan mit GwGleichen und Bahnlinien, M 1: 10.000
Anlage 8.3.3	Luftbild mit GwGleichen und Bahnlinien, M 1: 50.000
Anlage 8.4	Szenario 2c: Entnahme von 16 l/s nordöstlich des Grohbergs, Variante 3
Anlage 8.4.1	Übersichtlageplan mit GwGleichen und Bahnlinien, M 1: 50.000
Anlage 8.4.2	Detaillageplan mit GwGleichen und Bahnlinien, M 1: 10.000
Anlage 8.5	Szenario 3: Entnahme von 16 l/s am Ansatzpunkt B1A
Anlage 8.5.1	Übersichtlageplan mit GwGleichen und Bahnlinien, M 1: 50.000
Anlage 8.5.2	Detaillageplan mit GwGleichen und Bahnlinien, M 1: 10.000
Anlage 8.6	Szenario 4: Entnahme von insgesamt 16 l/s an den Ansatzpunkten B1B,
	B2B und B3
Anlage 8.6.1	Übersichtlageplan mit GwGleichen und Bahnlinien, M 1: 50.000
Anlage 8.6.2	Detaillageplan B1B mit GwGleichen und Bahnlinien, M1: 10.000
Anlage 8.6.3	Detaillageplan B2B und B3 mit GwGleichen und Bahnlinien,
	M 1 : 25.000
Anlage 9	WSG - Konzept
Anlage 9.1	WSG-Konzept für Szenario 2b und 2c: Entnahme von 16 l/s nordöstlich
	des Grohbergs – Detailplan mit GwGleichen für den Unteren Buntsand-
	stein und Bahnlinien, M 1 : 10.000
Anlage 9.2	WSG-Konzept für Szenario 2b und 2c: Entnahme von 16 l/s nordöstlich
	des Grohbergs – Luftbild mit GwGleichen für den Unteren Buntsandstein
	und Bahnlinien, M 1 : 10.000
Anlage 9.3	WSG-Konzept für Szenario 2b und 2c: Entnahme von 16 l/s nordöstlich
	des Grohbergs – Übersichtslageplan mit GwGleichen für den Unteren
	Buntsandstein und Bahnlinien, M 1 : 50.000
Anlage 9.4	WSG-Konzept für Szenario 2b und 2c bei Ansatz der ermittelten Schutz-
	funktion der Deckschichten (Bayer. Weg)
Anlage 9.5	Möglicher WSG-Katalog (Entwurf)
Anlage 10	Tabellarische Aufstellung aller bekannten Altablagerungen, Altlasten
	und Deponien

Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- /1/ Geologische Karte mit Kurzerläuterung Naturpark Spessart, M 1:100.000 Bayerisches Geologisches Landesamt, München, 1993
- /2/ Geologische Karten M 1:25.000, Blätter 6122 Bischbrunn (incl. Erl.), 6123 Marktheidenfeld (incl. Erl.) und 6222 Stadtprozelten Bayerisches Geologisches Landesamt, München 1979 und 1984 sowie Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, 1985
- 73/ Topographische Karten M 1: 25.000, Blätter 6122, Bischbrunn, 6123 Marktheidenfeld und 6222 Stadtprozelten Bayrisches Landesvermessungsamt, München, 1982 und Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, 1986
- 74/ Topographische Karten M 1: 50.000, Blätter L 6122 Lohr a. Main, L 6320 Miltenberg, L 6120 Aschaffenburg sowie L 6322 Wertheim Bayerisches Landesvermessungsamt, München, 2004, 1997, 2005 sowie Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Stuttgart, 2003
- /5/ Hydrogeologische Grundlagenkarte 1 : 50.000 (Manuskriptkarte), Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung Bayerisches Geologisches Landesamt, München, 1990
- /6/ Grundwassergleichenkarte von Bayern 1 : 500.000
 Schriftenreihe des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 20, München 1985
- Hydrogeologisches Gutachten zur Neuausweisung eines Wasserschutzgebietes der Altenbucher Quelle, der Forstrain Quelle, der Neuen Quelle und der Seemauer Quelle Geotechnik Dr. Rimpel GmbH, Schweinfurt, 20.12.2004
- /8/ Hydrogeologisches Gutachten zur Festlegung möglicher Bohransatzpunkte zur Trinkwassergewinnung der Stadtprozeltener Gruppe Geotechnik Dr. Rimpel GmbH, Schweinfurt, 23.12.2004
- /9/ Hydrogeologische Stellungnahme zum Gefährdungspotential der Altenbucher Quelle, der Forstrain Quelle, der Neuen Quelle und der Seemauer Quelle Geotechnik Dr. Rimpel GmbH, Schweinfurt, 20.05.2005
- Vollzug der Wasser- und Bodenschutzgesetze; Wasserversorgung des ZV Stadtprozeltener Gruppe; hier: Hydrogeologische Stellungnahme zum Gefährdungspotenzial und der Schützbarkeit der Quellen Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg, Az. W/76158-4532.5, 22.06.2005
- /11/ Ergebnisse des Markierungsversuches und der Farbstoffeingabe Altenbucher-, Forstrain-Seemauer- und Neuen Quelle Baur Consult, Haßfurt, 08.07.2004
- /12/ Sanierung der Wasserversorgung Stadtprozelten Besprechungsprotokoll (Aktenvermerk) zum Termin am 24.01.2005 Ingenieurbüro Arz, Würzburg, 25.01.2005



/13/	Grundwassererkundung in Bayern 1980 – Erläuterungen zum Bericht über das Erkundungsgebiet Breitenbrunn, Landkreis Miltenberg, Kennzahl 1.09 Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München, 23.11.1980
/14/	Sicherung der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Altenbuch – Hydrogeologische Vorstudie zur Prüfung der Möglichkeiten HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH (PNr.: 04084), Gießen, Juli 2005
/15/	Sicherung der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Altenbuch, Trinkwasserfassung Buchbrunnenquelle – Markierungsversuch zur Ermittlung des unterirdischen Einzugsgebietes (Bereich Fricken-Grund); Ergebnisbericht HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH (PNr.: 04025), Gießen, Februar 2006
/16/	Digitales Geländemodell für das Modellgebiet (DGM 25, 100m-Gitter) Landesamt für Vermessung und Geoinformation, München, 02.02.2006
/17/	Hydrogeologischer Atlas von Deutschland (HAD) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2003
/18/	Die Wassergewinnungsmöglichkeiten im Bayerischen Buntsandstein-Spessart J.D. Thews in "Beitrag zur Geologie des Aschaffenburger Raums", Wiesbaden, 1967
/19/	Pläne und Tabellen mit den Daten zum Modellgebiet Schreiben des WWA Aschaffenburg, Az. W/6158-4532.5, 26.01.2006
/20/	Bohrprofile und Ausbaupläne, GwEntnahmen der Brunnen 1 und 2 Schreiben des DJK – TSV Stadtprozelten, e. V., Stadtprozelten, 17.02.2006
/21/	Bohrprofile, Ausbaudaten, GwEntnahmen der Werksbrunnen 1 und 2 der Fa. Magna Donnelly GmbH, Werk Dorfprozelten, 08.03.2006
/22/	Bestandspläne, Planungsdaten, Schüttungen, GwAnalysen der Quellfassung des Gewinnungsgebiets Breitenbrunn ZV WV Stadtprozeltener Gruppe, Breitenbrunn, 08.03.2006
/23/	Schüttungen, Entnahmedaten, Bohr- und Ausbaudaten, Ganglinien, TWA-Messungen Bereitgestellt von WWA Aschaffenburg, Aschaffenburg, 08.03.2006
/24/	Vollzug der Wasser- und Bodenschutzgesetze – Auskunft aus dem Altlastenkataster im Auftrag des ZV WV Stadtprozeltener Gruppe Schreiben des Landratsamtes Miltenberg, Az. 43-642-10, 30.03.2006
/25/	Rohstoffsicherung, Umweltschutz, Nachhaltigkeit – Rohstoffsicherung in der Regional- planung, Rechtliche Grundlagen Bayer. Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, München 2006Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Main – Hydrogeologie Bayer. Geologisches Landesamt, München, 1993

DVGW-Regelwerk W 101, technische Regel Arbeitsblatt W 101 - Richtlinien für Trink-

/27/

1. Veranlassung, Aufgabenstellung

Der ZV WV Stadtprozeltener Gruppe benötigt baldmöglichst eine Ersatzversorgung für die Quellfassungen oberhalb von Breitenbrunn, die derzeit das einzige Standbein für die TwVersorgung bilden. Diese Quellfassungen sind anfällig für mikrobiologische Belastungen und die Gemeinde Altenbuch liegt offensichtlich im Quelleinzugsgebiet. Während einer Erdwärmesondenbohrung in Altenbuch im Herbst 2004 sind Eintrübungen an den Quellfassungen oberhalb von Breitenbrunn aufgetreten, die eindeutig auf diese Bohrtätigkeit zurückzuführen waren. Dies belegt neben den häufigen mikrobiologischen Befunden die Anfälligkeit resp. die eingeschränkte Schützbarkeit der Quellfassungen oberhalb von Breitenbrunn.

Die Erfahrungen mit den Quellfassungen oberhalb von Breitenbrunn zeigen, dass diese höchstens eingeschränkt schützbar sind und daher langfristig keine sichere Grundlage für die TwVersorgung (Regelversorgung) darstellen. Daher ist der ZV WV Stadtprozeltener Gruppe bestrebt, baldmöglichst eine verbesserte TwGewinnung zu erreichen. Die Rahmenbedingungen hierfür wurden bei einem **Ortstermin** mit den Fachbehörden am **11.01.2006** erörtert; ebenso wurden die notwendigen Inhalte des für die weitere Erschließungsplanung erforderlichen **hydrogeologischen Gutachtens** diskutiert. Folgende Arbeitsinhalte wurden abgestimmt:

- ➤ Erfassung und Bewertung der hydrogeologischen Verhältnisse für die TwErschließung des ZV WV Stadtprozeltener Gruppe im Raum Faulbach Stadtprozelten, insbesondere im Bereich des Grohberges.
- ➤ Bei einem Erschließungsziel von 500.000 m³/a ist die evtl. zukünftige Versorgung der Gemeinde Altenbuch mit zu berücksichtigen.
- Die hydrogeologischen Untersuchungen basieren auf den aktuell verfügbaren Daten / Unterlagen und sind GwModell-gestützt durchzuführen. Mit Hilfe eines numerischen GwModells können verschiedene Erschließungsalternativen vor allem auch bzgl. der GwEinzugsgebiete und der WSG-Bemessung untersucht und vergleichend bewertet werden (Variantenvergleich).
- > Folgende Untersuchungsschwerpunkte wurden am 11.01.2006 vereinbart:
 - Untersuchung des vom ZV WV Stadtprozeltener Gruppe bevorzugten Erschließungsbereichs östlich des Grohbergs.
 - Prüfung des Erkundungsgebietes des BLfW westlich des Grohbergs unter Berücksichtigung der vorliegenden Straßenplanung (Ortsumgehung von Faulbach).
 - Bewertung der übrigen Erschließungsbereiche gemäß dem Gutachten der Geotechnik Dr. Rimpel GmbH vom 23.12.2004 /8/.

- - Einschätzung des gewinnbaren GwDargebotes an den betreffenden Standorten und Erarbeitung von WSG-Konzepten für die erschließungsrelevanten Bereiche. Ebenso Beurteilung der Schützbarkeit der Standorte und evtl. Konflikte mit konkurrierenden Nutzungen.
 - Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise bzgl. Versuchsbohrungen etc., einschl. Kostenschätzung und Zeitbedarfsschätzung.
 - Die Ergebnisse der Untersuchungen /14, 15/ unseres Büros im Bereich Altenbuch sind zu berücksichtigen.
 - Die Untersuchungsplanung ist auf das am 11.01.2006 vom ZV WV Stadtprozeltener Gruppe formulierte Erschließungsziel auszurichten und baldmöglichst einen wirtschaftlich sinnvollen und politisch umsetzbaren Ersatz für die Quellfassungen oberhalb von Breitenbrunn zu erreichen. Dies ist die Voraussetzung für eine langfristig gesicherte TwVersorgung.

Das entsprechende Untersuchungskonzept wurde am 24.01.2006 in der Verbandsversammlung des ZV WV Stadtprozeltener Gruppe vorgestellt und erörtert. Die dementsprechende Beauftragung unseres Büros erfolgte mit Schreiben vom 25.01.2006.

Das vorliegende hydrogeologische Gutachten enthält die Ergebnisse der im Januar 2006 vereinbarten Untersuchungsmaßnahmen. Zudem erfolgt eine Beurteilung der zukünftigen Nutzungsmöglichkeiten für die Quellfassungen oberhalb von Breitenbrunn.



2. Datengrundlagen, Felduntersuchungen, Kenntnisstand März 2006

2.1 Datenerhebung

Für die Erstellung des vorliegenden hydrogeologischen Gutachtens wurden die aktuell verfügbaren Daten genutzt. Im Rahmen der **Datenerhebung** wurde folgendes erfasst, Stand Ende März 2006 (Übersichtslageplan, siehe Anlage 1.1 bzw. Anlage 1.3):

Tabelle 2-1: Zusammenstellung aller erhobenen Daten

Nutzung	Beschreibung	erhobene Daten	Quelle
(s. Anlage	Übersichtslageplan sowie tab.	 Lage relevanter Nutzungen, 	/19/
1.3, Aus-	Auflistung relevanter Nutzungen	 Tab. Aufstellung der Betreiber sowie 	
schnitt)	im Bereich des Modellgebiets.	Art der Nutzung	
QTW-3	Quellfassung der Gmd. Alten-	 Bestandspläne, Planungsunterlagen 	/14/,
	buch (Buchbrunnenquelle)	- Schüttungsdaten (1988 – 2004)	/15/,
		- GwAnalysen	/23/
GWE-14,	Brunnen 1 und 2 des GJK – TSV	Bohr- und Ausbaudaten	/20/
GWE-15	Stadtprozelten, e.V.	- Entnahmedaten (2002 - 2005)	
		 Pumpversuchsdaten 	
Brs-2,	Werksbrunnen 1 und 2 der Fa.	- Bohr- und Ausbaudaten, Lageplan	/21/
Brs-4	Magna Donnelly, Werk Dorfpro-	- Entnahmedaten (2003 - 2005)	
	zelten	- Chemische Analyse (25.04.2005)	
		 GwStandsdaten 	
QTW-14	Quellfassungen Gewinnungsge-	 Bestandspläne, Planungsunterlagen 	/1/, /9/,
bis	biet Breitenbrunn des ZV WV	– Schüttungsdaten (1995 – 1997,	/22/
QTW-17	Stadtprozeltener Gruppe	2000 – 2005), GwAnalysen	
LGWM-2	Landesgrundwassermessstellen	- Ganglinien,	/23/
bis		GwAnalysen	
LGWM -6		 Bohr- und Ausbaudaten 	
BrTw-1	Bohrbrunnen Wildensee	 Entnahmedaten (1999 – 2004) 	/23/
QTW-3	Buchbrunnenquelle	 Schüttungsdaten (1988 – 2004) 	/23/
QTW-4	Bachspringquelle	Schüttungsdaten (1974 – 2005)	
TWA-Punkte	TWA-Messungen an den Bächen	- Abflussdaten (1959 - 2004)	/23/
A, B und C	Faulbach, Fechenbach und	 Lagepläne der Messpunkte 	
	Dammbach		
Dep-X und	Deponien und Altablagerungen	 Lagepläne, Nutzungsdaten, Analy- 	/24/
Al-X	im Modellgebiet	sen	

2.2 Felduntersuchungen, Ortsbegehung

Bei der gegebenen Aufgabenstellung spielen GwBilanzgrößen und die geohydraulische Wirksamkeit der Oberflächengewässer im Untersuchungsgebiet eine wesentliche Rolle. Um diesbezüglich konkrete Grunddaten zu erhalten, wurden am 02.02., 07.02. sowie am 08.03.2006 Trockenwetterabflussmessungen mit dem hydrometrischen Flügel ausgeführt. Die Ergebnisse sind in Anlage 4 dokumentiert und werden im folgenden Kapitel detailliert behandelt.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Trockenwetterabflussmessungen und der Ortsbegehung am 11.01.2006 erfolgte am 09.02.2006 eine weitere Ortsbegehung zur detaillierteren Erfassung der Gegebenheiten im Bereich des Grohberges.

2.3 Zusammenfassung früherer Untersuchungsergebnisse

Unter III. sind verschiedene Berichte / Gutachten genannt, die zumindest teilweise verwertbare Ergebnisse und Daten für die vorliegenden Untersuchungen liefern. Die im Sinne der gegebenen Aufgabenstellung wesentlichen Daten / Informationen aus diesen Berichten und Gutachten werden im Folgenden tabellarisch zusammengefasst.

Die für die weiteren Betrachtungen wichtigsten Datenquellen und Informationen sind in der Tabelle 2-2 fett hervorgehoben.

Kartenmaterial wird nicht gesondert genannt; diesbezüglich wird auf III. verwiesen.

Tabelle 2-2: Wesentliche Ergebnisse und Daten aus Untersuchungen gemäß III.

Datenquelle	Bezeichnung unter III.	Daten, Ergebnisse etc.	
Dr. Rimpel GmbH, 20.12.2004	/1/	 Beschreibung der Quellfassungen oberhalb von Breitenbrunn, Geologie Wasserqualität Quellfassungen WSG-Konzept 	
Dr. Rimpel GmbH, 23.12.2004	/8/	> Darstellung und Bewertung von Brunnenstandorten	
Dr. Rimpel GmbH, 20.05.2005	/9/	Wasserqualität Quellfassungen (Mikrobiologie)WSG-Konzept	
WWA Aschaffen- burg, 22.06.2005	/10/	 Ablehnung des WSG-Konzeptes nach /1/ Darstellung der Anfälligkeit der Quellfassungen oberhalb von Breitenbrunn GwNeubildungsspende qcw = 3,2 l/s·km² Untersuchung Bereich Grohberg (Erkundungsgebiet BLfW Breitenbrunn) empfohlen 	
Baur Consult, 08.08.2004	/11/	Ergebnis eines Markierungsversuch im Bereich der Quellfassungen oberhalb von Breitenbrunn	
BLfW, 23.11.1983	/13/	➤ Erkundungsergebnisse Bereich westlicher Grohberg (Bohrergebnisse, GwSpiegel, Pumpversuchsdaten, kr-Werte, GwQualität [Hydrochemie])	
Büro HG, Juli 2005	/14/	 GwNeubildungsspende qcw = 2 bis 2,5 l/s·km² GwErschließung in Altenbuch bis 100.000 m³/a bei örtlich günstigen hydrogeologischen Bedingungen möglich 	
Büro HG, Februar 2006	/15/	 GWM-Bohrung oberhalb Altenbuch (GwStand, Pumpversuchsergebnis, k-Wert) 	
J.D.Thews, 1967	/18/	 GwNeubildungsspende q_{Gw} = 2,3 l/s·km² (bei NW) Versickerungstrecke am Faulbach unterhalb von Breitenbrunn 	

Ergebnisse der Trockenwetterabflussmessungen Anfang 3. Februar 2006

3.1 Durchführung der Messungen

Der Zeitraum Januar bis Anfang Februar 2006 war sehr trocken (trockener, kalter Winter), so dass in den Oberflächengewässern im Untersuchungsgebiet (ca.-) Trockenwetterbedingungen gegeben waren. Dies bedeutet, dass in dieser Zeit der Gewässerabfluss - zumindest in erster Näherung - dem natürlichen GwAbfluss über die Vorfluter (= Oberfächengewässer) entspricht.

Ausgehend von dieser hydrologischen Einschätzung wurden Anfang Februar 2006 abschnittsweise Abflussmessungen mit dem hydrometrischen Messflügel (SEBA-Miniflügel M1) am Faulbach, am Kropfbach und am Haslochbach durchgeführt, mit folgender Zielstellung:

- > Erfassung des gesamten GwAbflusses in wesentlichen Teileinzugsgebieten als Grundlage für die Abschätzung der GwNeubildungsspende und für GwBilanzrechnungen.
- > Erfassung evtl. Versickerungsstrecken entlang der Gewässer; diese können wichtige Hinweise für die Abgrenzung von unterirdischen Einzugsgebieten bzw. von GwEinzugsgebieten von potentiellen Brunnenstandorten liefern.
- > Die Messstellen wurden nach hydrogeologischen Kriterien ausgewählt; die vollständige Erfassung aller Messstellen erfolgte am 02.02.2006. Am 07.02. und 08.03.2006 wurde unterhalb von Breitenbrunn eine Wiederholungsmessung durchgeführt, zur Überprüfung einer mutmaßlichen Versickerungsstrecke entlang des Faulbachs.

Die Ergebnisse der Einzelmessungen sind in Anlage 4 dargestellt. In den folgenden Kapiteln werden diese hydrogeologisch-geohydraulisch bewertet.

3.2 Geohydraulische Funktion der Gewässer, Abflussspenden

Sieht man vom Faulbach unterhalb von Breitenbrunn ab, so ist an allen drei untersuchten Gewässern ein eindeutiger Trockenwetterabflusszuwachs entlang der Fließstrecke festzustellen. Dies bedeutet, dass sie offensichtlich - zumindest entlang der Unterläufe - als Vorfluter für die GwStrömung wirken. Dies wird auch deutlich, wenn man - zunächst ohne eine vergleichende Betrachtung von oberirdischem und unterirdischem Einzugsgebiet vorzunehmen - die Beträge für die (Trockenwetter-) Abflussspenden für den jeweils untersten Messwert betrachtet.

Tabelle 3-1: Trockenwetterabflussspenden (02.02.2006)

Messpunkt Nr.	Gewässer	Abfluss Q (l/s)	oberirdisches Einzugsgebiet F _o (km²)	Abflussspende q = Q : F (l/s•km²)
3	Haslochbach	131,3	33,0	3,98
4	Kropfbach	57,8	15,3	3,85
8	Faulbach	66,3	23,4	2,83

Die aus den Messungen vom 02.02.2006 resultierenden Abflussspenden liegen über den Werten, die in /18/ (2,3 l/s·km²; basierend auf Messungen im Herbst 1962 bei einer ausgeprägten Trockenperiode) bzw. in /14/ (2 bis 2,5 l/s•km²) genannt werden. Es ist allerdings davon auszugehen, dass die Werte in /14/, /18/ für ausgeprägte NW-Bedingungen (NQ) repräsentativ sind, wie sie üblicherweise nur im Spätsommer / Herbst vorkommen.

In /10/ wird für das Einzugsgebiet der Quellfassungen oberhalb von Breitenbrunn eine GwNeubildungsspende von 3,2 l/s•km² genannt. Die Abflussspenden gemäß der Messung 02.02.2006 liegen in dieser Größenordnung; es wird daher davon ausgegangen, dass Anfang Februar 2006 etwa mittlere GwAbflussbedingungen (ca. MNQ-Bedingungen) gegeben waren. Zudem zeigt die Ähnlichkeit der gemessenen Werte mit dem in /10/ genannten Betrag, dass die erfassten Gewässer zumindest mit ihren Unterläufen als voll wirksame natürliche Dränagen im Buntsandstein wirken.

Eine Bestätigung dieser Einschätzung liefert auch der Vergleich der Messwerte vom Faulbach von 02/2006 mit sommerlichen und herbstlichen Abflusswerten des WWA Aschaffenburg in Faulbach vor dessen Mündung in den Main. Diese Messwerte repräsentieren erfahrungsgemäß eher NQ-Bedingungen und stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 3-2: Sommerliche und herbstliche Trockenwetterabflusswerte in Faulbach – Messungen des WWA Aschaffenburg

Datum der Messung	Abfluss (l/s)
07/1976	42
11/1983	118
10/1985	39
10/1986	70
08/1990	64
07/1991	47
09/1991	34
10/1998	42
08/2003	49
08/2003	36
08/2004	80
Mittelwert	56

Der Vergleich zeigt, der Mittelwert der sommerlichen und herbstlichen Abflüsse in Faulbach gemäß den WWA-Messungen mit 56 l/s nur wenig unter dem Faulbachabfluss von Anfang 02/2006 in Breitenbrunn (MP 8; ca. 60 l/s) und zwischen Breitenbrunn und Faulbach (MP 7; ca. 65 l/s). I liegt. Die Annahme von ca. MNQ-Bedingungen für Anfang 02/2006 wird durch diesen Vergleich somit gestützt.

Ausgehend von dieser Einschätzung und bei Würdigung der oben genannten Beträge für NW-Bedingungen kann für globale Bilanzbetrachtungen im Modellgebiet eine mittlere GwNeubildungsspende von 3,2 l/s•km² angenommen werden. Dies wird auch gestützt durch entsprechende Abschätzungen der flächenhaften GwNeubildungssrate für die GwModellierung basierend auf /17/ (siehe Kapitel 5.2.1); der Wert 3,2/3,6 l/s•km² wird auch im Wasserwirtschaftlichen Rahmenplan Main /26/ für das Untersuchungsgebiet genannt.

Bei den Abflussspenden in Tabelle 3-1 fällt auf, dass die Beträge von NE nach SW abnehmen. Dies dürfte darin begründet sein, dass vom Haslochbach im Durchschnitt morphologisch höher liegende Flächen entwässert werden als vom Faulbach; das Einzugsgebiet des Kropfbachs nimmt (auch) diesbezüglich eine Zwischenstellung ein. Somit drückt sich in den Abflussspenden sehr wahrscheinlich die erhöhte GwNeubildungsrate in höheren Lagen in Folge der dort stärkeren Niederschläge und der dort geringeren Verdunstung aus.

Unterhalb von Breitenbrunn wurde am Faulbach zwischen den Abflussmesspunkten 7 und 8 am 02.02.2006 ein Abflussverlust von (theoretisch) ca. 4 l/s gemessen, allerdings ist dies bei einer anzunehmenden Messgenauigkeit von ca. 10 % nicht als signifikante Gewässerinfiltration zu werten. Daher wurde die Messungen (nur) an diesen beiden Stellen am 07.02. und 08.03.2006 wiederholt; nun ergab sich ein Abflusszuwachs von jeweils etwa 10 l/s, was allerdings auch kaum über dem zuverlässigen Messgenauigkeitsbereich liegt. Gleichwohl sind diese Messungen bemerkenswert; sie werden hydrogeologisch wie folgt interpretiert:

- Unterhalb von Breitenbrunn tritt der Faulbach vom Buntsandstein-Verbreitungsgebiet in den Bereich der alten Mainschleife über, die durch das Vorkommen von mächtigen und gut durchlässigen Sanden und Kiesen im Untergrund gekennzeichnet ist. Hydrogeologisch ist es daher plausibel, dass der Faulbach hier seine Vorflutwirkung im Buntsandstein verliert.
- ➤ In dem Messergebnis vom 02.02.2006 deutet sich die Versickerung von Oberflächenwasser entlang dieser Fließstrecke an. Wenngleich dies durch die Wiederholungsmessung vom 07.02.2006 und 08.03.2006 nicht bestätigt werden konnte, wäre auch dies bei der o. g. Untergrundstruktur hydrogeologisch plausibel. Bei den Untersuchungen /18/ in den 1960er Jahren wurde ähnlich wie bei der Messung am

¹ Hinweis: Vom Fechenbach nahe der Mündung in den Main liegen ebenfalls langjährige Messungen des sommerlichen und herbstlichen Abflusses vom WWA Aschaffenbrug vor; der Mittelwert dieser Messreihe beträgt 30 l/s (siehe Anlage 7.2).

02.02.2006 - offensichtlich ein Abflussrückgang entlang des Faulbachs unterhalb von Breitenbrunn gemessen (siehe Anlage 4.2.9).

3.3 Einzugsgebiete im Buntsandstein, GwBilanzdaten

Für die (Festgesteins-) Gebiete mit reiner Buntsandstein-Verbreitung, also alle erfassten (Teil-) Einzugsgebiete mit Ausnahme des Faulbachtals unterhalb von Breitenbrunn, ergeben sich aus den oben genannten Daten und Interpretationen als Schlussfolgerungen:

- > Führt man die räumliche Differenzierung der Trockenwetter- resp. GwAbflussspenden auf die geländemorphologisch bedingten Unterschiede in der räumlichen Niederschlags- und Verdunstungsverteilung und eine dementsprechend differenzierte Verteilung der GwNeubildungsspenden zurück - qcw ist im durchschnittlich relativ hoch liegenden Einzugsgebiet des Haslochbachs (MP 3) höher als im relativ tief liegenden Einzugsgebiet des Faulbachs (MP 7) -, so ergeben sich aus den vorliegenden Abflusswerten keine Hinweise auf wesentliche Abweichungen zwischen unterirdischem und oberirdischem Einzugsgebiet der untersuchten Gewässer.
- > Hydrogeologisch ist dies nicht unplausibel, da die Täler des Faulbachs, des Kropfbachs und des Haslochbachs im Wesentlichen parallel zur tektonischen Hauptrichtung (NW - SE) angelegt sind. Daher ist eine geologisch bedingte Differenzierung zwischen unterirdischem und oberirdischem Einzugsgebiet nicht unbedingt zu erwarten, wenngleich auch einzelne Querstörungen bekannt sind.

Hieraus ergibt sich für GwBilanzbetrachtung im Gebiet mit reiner Buntsandstein-Verbreitung folgendes:

- > Die oberirdischen Einzugsgebietsgrenzen stimmen zumindest großmaßstäblich in erster Näherung im Wesentlichen mit den unterirdischen Einzugsgebieten (= GwEinzugsgebiete) überein.
- > Die Anfang Februar 2006 gemessenen Werte repräsentieren den GwAbfluss aus den entsprechenden (Teil-) Einzugsgebieten; geschätzt wird, dass zu diesem Zeitpunkt etwa MNQ-Bedingungen gegeben waren.
- Für globale GwBilanzbetrachtungen im Modellgebiet kann eine durchschnittliche GwNeubildungsspende von qcw = 3,2 l/s•km² angenommen werden.

4. Hydrogeologische Verhältnisse

4.1 Untergrundaufbau

4.1.1 Schichtabfolge

Das Modellgebiet sowie dessen Umgebung sind durch die Schichten des Unteren und Mittleren Buntsandsteins und – in den höheren Bereichen – auch des Oberen Buntsandsteins geprägt (siehe Anlage 2.1).

Die Schichten bestehn aus einer **Abfolge von Sand- und Tonsteinen** in unterschiedlichen Mächtigkeiten. Sie fallen großräumig mit geringer Neigung von bis zu ca. 3° nach Südosten ein. Lokale Abweichungen ergeben sich durch **Schichtverbiegungen**.

Die **Schichtenabfolge vom Älteren zum Jüngeren** bzw. von unten nach oben ist wie folgt gegliedert (siehe Anlage 2.4):

Unter Buntsandstein (su)

Bröckelschiefer (suB)

Dieses im Mittel etwa **40 m mächtige** Schichtpaket weist eine überwiegend tonige Ausbildung auf. Er ist als flächig verbreiteter und **ausgeprägter GwHemmer** anzusprechen und bildet insgesamt die **GwSohlschicht** (Modellbasis). Er ist im Betrachtungsbereich nur **im tieferen Untergrund vorhanden** und tritt mit seinen oberen Partien (suBO) nur am nordwestlichen Modellrand, westlich Krausenbach im Dammbachtal zutage.

➤ Gelnhausen-Folge (suG)

Diese insgesamt etwa 150 m mächtige Folge gliedert sich in mehrere unterschiedlich ausgebildete Schichtpakete (von unten nach oben):

- Heigenbrückener Sandstein (suGH): mächtige Sandsteinbänke mit wenigen Tonsteinzwischenlagen und tonig-eisenschüssiger Bindung.
- ECKscher Geröllsandstein (suGE): Sandsteine mit teils schwacher quarzitischer Bindung und bereichsweisen Einlagerungen von Tongallen.
- Dickbank-Sandstein (suGD): plattige bis dickbankige Sandsteine mit tonigeisenschüssigem Bindemittel und wenigen Tonzwischenlagen.

> Salmünster-Folge (suS)

Die ca. 50 bis 55 m mächtige Abfolge weist abschnittsweise häufiger tonige Lagen auf:

Basis-Sandstein (suSB): dickbankige Sandsteine mit tonig-eisenschüssigem Bindemittel.

 Tonlagen-Sandstein (suST): Neben dünn- bis mittelbankigen Sandsteinen treten Wechselfolgen von Ton- und Sandsteinen auf, die bereichsweise als GwHemmer fungieren.

Die Schichten treten im Modellgebiet im Wesentlichen westlich und nordwestlich von Altenbuch zutage, im östlichen und nordöstlichen Bereich des Modellgebiets herrschen die Gesteine des mittleren und oberen Buntsandsteins vor.

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Diese **Gesteinsabfolge** besteht aus fein- bis grobkörnigen, zumeist tonig-eisenschüssig gebundenen **Sandsteinen**, die **in einigen Abschnitten häufig geringmächtige Tonsteinlagen** aufweisen. Diese Abschnitte werden als **Wechselfolgen** bezeichnet. Die Gesamtmächtigkeit des Mittleren Buntsandsteins beträgt **ca. 180 m** und wird in folgende Abschnitte gegliedert (von unten nach oben):

- Volpriehausen-Folge (smV) mit
 - Volpriehausen Geröllsandstein (smVS)
 - Volpriehausen Wechselfolge (smVW)
- > Detfurth-Folge (smD) mit
 - Detfurther Geröllsandstein (smDS)
 - Detfurther Wechselfolge (smDW)
- Hardegsen-Folge (smH) mit
 - Hardegsener Grobsandstein (smHS)
 - Hardegsener Wechselfolge (smHW)
 - Felssandstein (smHF)
- Solling-Folge (smS) mit
 - Solling-Sandstein (smSS)
 - Thüringischer Chirotheriensandstein (smST)

Die Gesteine des Mittleren Buntsandsteins sind im gesamten Modellgebiet anzutreffen, insbesondere im Bereich des Altenbucher Forsts, nördlich Altenbuch treten sie großflächig zutage.

Oberer Buntsandstein (so)

Die Schichten des Oberen Buntsandsteins sind im Modellgebiet isoliert auf den Höhen östlich und nordöstlich von Altenbuch im Bereich von Schollbrunn vorhanden; auch bilden sie den Bergrücken bei Hasselberg östlich von Breitenbrunn. Die Gesamtmächtigkeit des Oberen Buntsandsteins beträgt ca. 55 m, wobei im Modell nur die beiden untersten Schichtglieder aufgeschlossen sind (so1 und so2). Der Obere Buntsandstein wird in folgende Abschnitte gegliedert (von unten nach oben):



Chirotherienschiefer (so1)

Feinblättriger, glimmerführender Tonstein, 1 – 3 m Mächtig, fungiert als GwHemmer.

Plattensandstein (so2)

- Mittel- bis dickbankige, sehr feinkörnige Sandsteine, durchsetzt mit ca. 1 m mächtigen Tonsteinlagen; mittlere Mächtigkeit ca. 26 30 m.
- > Grenzquarzit (so3Q), im Modellgebiet nicht anstehend.
- ➤ Unterer Röttonsandstein (so3T), im Modellgebiet nicht anstehend.
- > Rötquarzit (so4Q), im Modellgebiet nicht anstehend.

Neben diesen Festgesteinen sind in den Tälern der höher liegenden Bäche und Vorfluter quartäre Hangschuttdecken und Talfüllungen räumlich eng begrenzt vertreten; diese sind aus hydrogeologischer Sicht jedoch ohne Bedeutung.

Bedeutende quartären Lockergesteine, i.w. Mainsedimente, sind neben dem Bereich des Maintals auch in dem **Umlauftal bei Faulbach - Breitenbrunn** erhalten.

Unter Deckschichten aus **Lößlehm** und Sedimenten des Faulbaches haben sich hier **Sande und Kiese** des Cromer-Komplexes abgelagert. Diese Sedimente erreichen **Mächtigkeiten von bis zu 31 m.** Neben den bereichsweise eingeschalteten Tonablagerungen hat sich über den Sanden und Kiesen ein bis zu 8 m mächtiger Ton- und Torfhorizont ausgebildet. Die Basis dieser Sedimente wird bei ca. 134 m ü.NN angenommen (Bohrung 5, GK Bischbrunn, siehe /2/). Der heutige Mainwasserspiegel unterstromig der Staustufe Faulbach liegt bei ca. 129 m ü.NN, oberstromig bei ca. 134 m ü.NN.

4.1.2 Tektonischer Überblick

Durch eine ausgeprägte Bruchtektonik sind die Gesteinsschichten im Wesentlichen an NW-SE streichenden Störungen zum Teil um größere Beträge versetzt. Die Störungen fallen zumeist relativ steil (ca. 60° - 80°) nach Nordosten ein. Eine Ausnahme bildet u.a. die Baumgartshof-Störung, die nach SW einfällt. Im Modellgebiet bzw. auf dem Blatt Bischbrunn /2/ sind u.a. folgende Verwerfungen nachgewiesen bzw. auskartiert: Kropfbachtal-Störung (Nr. 2), Querberg-Störung (Nr. 3), Altenbucher Verwerfung (Nr. 6) und Baumgartshof-Störung (Nr. 8). Insbesondere ist die Altenbucher Verwerfung von gesondertem Interesse, da sie über Altenbuch bis nach Breitenbrunn / Faulbach in den Bereich der quartären Main-Sedimente verfolgt werden kann (siehe Profilschnitt 4, Anlage 2.2.4). Laut /2/ weißt diese Verwerfung Sprunghöhen von bis zu 55 m auf.

Zusätzlich zu diesen nachgewiesenen Verwerfungen hat sich bei der Konstruktion der hydrogeologischen Schnitte (siehe Anlage 2.2) gezeigt, dass noch weitere Verwerfung, vornehmlich angezeigt durch die Talstrukturen, angenommen werden müssen. Auch zeigen die Schnitte 2 und 3, dass sich neben den NW – SE streichenden Störungen auch die entsprechenden SW – NE streichenden Querstörungen ausgebildet haben müssen. Profilschnitt 3, Anlage 2.2.3, zeigt solche vermuteten Verwerfungen auch nordwestlich und

südöstlich des Grohbergs. Diese Annahmen sind durchaus plausibel, da sich Talstrukturen vorzugsweise entlang Störungszonen ausbilden und somit einen Hinweis auf diese darstellen. Der Verlauf des Mains als solches im Bereich des Modellgebiets deutet ebenfalls auf das vorherrschende Störungssystem hin, zum Einen NW-SE, zum Anderen SW-NE streichende Verwerfungen. Daher zeichnet das Urmaintal (Umlauftal) im Bereich des Grohbergs diese Verwerfungs-System ebenfalls nach.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass die Sandsteinpakete durch die bruchtektonischen Bewegungen eine Klüftung aufweisen. Diese kann im Bereich der Störungen ausgeprägter sein und bis tief in den Untergrund reichen. Ebenfalls ist anzunehmen, dass an den Talflanken durch die Hangzerreißung gehäuft hangparallele Klüftungen vorhanden sind. Diese sind im Wesentlichen aber auf den Bereich nahe der Geländeoberfläche beschränkt.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass in der gesamten betrachteten Sandsteinabfolge eine relativ starke Klüftung vorliegt, die in den dü.NNbankigen Sandsteinlagen ein engmaschiges Kluftnetz mit geringen Kluftweiten aufweist. Die dickbankigen Lagen sind eher durch weitständige, aber auch weitlumigere Klüfte gekennzeichnet.

4.2 GwLeiter, GwHemmer, Deckschichten

Der GwUmsatz erfolgt in der Hauptsache in den Klüften (und auch Bankungsfugen) innerhalb der Sandsteine; die Poren in den Sandsteinen spielen keine Rolle. Die GwSohlschicht (Modellbasis) bildet der überwiegend tonig ausgebildete Bröckelschiefer.

Zwar ist die Klüftigkeit und somit auch die GwFührung in Abhängigkeit von der Gesteinsausbildung recht unterschiedlich, jedoch ist oberhalb der genannten GwSohlschicht die gesamte Gesteinsabfolge des Unteren und Mittleren Buntsandsteins großräumig als ein Kluft-GwLeiter zu betrachten, der aber durch tonige Einlagerungen auch eine gewisse Gliederung erfahren kann. Insbesondere stellt der Tonlagen-Sandstein (suST) für den vertikalen Wasserdurchsatz ein GwHemmer dar und bildet somit die Basis für lokal ausgebildete GwStockwerke innerhalb des Mittleren Buntsandsteins /3/. Erst die Chirotherienschiefer des Oberen Buntsandsteins, bilden wieder einen eindeutig stauenden Horizont, über dem ein höheres GwStockwerk ausgebildet sein kann.

So sind zwar in einigen Bereichen schichtabhängige Quellhorizonte ausgebildet, die meisten Quellen aber entspringen dort, wo die Täler sich in besonders gut durchlässige Bereiche mit weitlumigen Klüften oder Schichtfugen bis in die GwOberfläche eingetieft haben.

4.3 GwStrömungsverhältnisse

Die großräumigen GwStrömungsverhältnisse innerhalb des Mittleren und Unteren Buntsandsteins ergeben sich aus der in Anlage 2.3 dargestellten großräumigen GwGleichenkarte. Demnach sind für das Untersuchungsgebiet folgende Strömungsmerkmale bzw. Randbedingungen maßgeblich:

- > Die durch die Geländemorphologie vorgezeichneten oberirdischen Wasserscheiden sind in etwa deckungsgleich mit den unterirdischen GwScheiden. Die wesentlichen oberirischen Wasserscheiden sind der Anlage 2.3 zu entnehmen.
- Die Hauptvorflut des Modellgebiets bildet im Süden der Main; im Nordwesten bilden die Elsava zusammen mit dem Dammbach ebenfalls eine prägende Vorflut.
- > Innerhalb des Modellgebiets ist die kleinräumige GwFließrichtung von den GwScheiden aus auf die ausgeprägten Täler und die darin verlaufenden Bachläufe ausgerichtet (i.W. Faulbach und Haslochbach).
- Das Schichteinfallen dürfte aufgrund der teils tief eingeschnittenen Täler keine signifikante bzw. lokal beschränkte Abweichung der GwScheiden von den oberirdischen Wasserscheiden ergeben.
- > Im Bereich des Oberen Buntsandsteins (so2), oberhalb des Chirotherienschiefers, ist davon auszugehen, dass sich räumlich isoliert, weitere GwStockwerke ausgebildet haben.
- Großräumig dürften die tektonisch bedingt besser geklüfteten und damit durchlässigeren Bereiche keine wesentlichen Abweichungen der GwEinzugsgebiete von den oberirdischen Einzugsgebieten ergeben. Lokal besteht aber die Möglichkeit, dass durch ausgeprägte Klüftungszonen besonders entlang der Störungszonen ein GwAbstrom in benachbarte oberirdische Einzugsgebiete erfolgt. Für die hangparallelen Hangzerreißungsklüfte sind vermutlich lokal ebenfalls derartige Einflüsse auf die GwFließrichtung anzunehmen.

Entsprechende Beeinflussungen der Fließrichtung durch dominierende Kluftsystemen entlang von Störungen oder auch in Hangbereichen ist durch folgende Beobachtung belegt: Es ergab sich eine zeitweilige Eintrübung der Quellen Breitenbrunn des ZV Stadtprozeltener Gruppe im Faulbachtal im November 2004¹ bei einer Wärmesondenbohrung ca. 2 km talaufwärts (Neubaugebiet Unteraltenbuch, noch nahe dem Taltiefsten). Die Quellen trübten nach kurzer Zeit (ca. 8 Std.) deutlich ein, als die Bohrung eine Tiefe von ca. 85 m erreicht hatte. Offenbar wurde hier ein weitlumiges Kluftsystem angebohrt, welches hyd-

Nachrichtliche Mitteilung Wasserwart der Gemeinde Altenbuch, Herr Bandemer am 01.12.2004

raulisch an die Quellen angeschlossen ist. Inwieweit es sich noch um ein hangparalleles Kluftsystem handelte oder bereits um ein tiefer liegendes tektonisches Kluftsystem, welches mit der Altenbucher Störung zusammenhängt, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden.

Bezüglich der tiefreichenden Klüftung sei an dieser Stelle auch ein privater Brunnen (Eigenwasserversorgung) östlich von Unteraltenbuch genannt, der 73 m tief ist und eine Ergiebigkeit von 6 l/s besitzen soll (siehe Anlage 1; mündl. Mitteilung der Gemeinde Altenbuch, Herr Bandemer [Wassermeister]).

4.4 Geohydraulische Kennwerte

Folgende geohydraulischen Kennwerte sind bekannt bzw. wurden ermittelt:

Tabelle 4-1: Zusammenstellung geohydraulischer Kennwerte

Messstelle	Geolog. Einheit	Bereich	T-Wert [m²/s]	k _f -Wert [m/s]	Datenquelle
GWM 1	suGD	oberhalb Altenbuch	6 • 10 ⁻⁵	2 • 10 ⁻⁶	/15/
Versuchsbg. A	suS / suG	w' Grohberg	-	5 • 10 ⁻⁴	/13/
Versuchsbg. A	Quartär	w' Grohberg	-	2 • 10-4*	/13/
Versuchsbg. B	suS / suG	w' Grohberg	-	5 • 10 ⁻⁴	/13/
Versuchsbg. B	Quartär	w' Grohberg	-	8 • 10-4*	/13/
Br. 1, GWE-14	suS / suG	Sportplätze	2,1 • 10-4	1,3 • 10 ^{-5#}	/19/, Anlage 5.1
Br. 2, GWE-15	Quartär	nw' Faulbach	5,5 • 10 ⁻⁴	9,7 • 10 ^{-5#}	/19/, Anlage 5.1

^{*} Siebanalyse, Auswertung nach BEYER

Nach /13/ ergibt sich für den Unteren Buntsandstein (suS / suG) ein durchflusswirksamer Hohlraumanteil nf von ca. 5 %.

Die oben Aufgeführten kr-Werte wurden als **Startwerte** für die GwModellierung (Modellanpassung) angesetzt.

Bei einem stationären Ansatz des GwModells ist die Berechnung der Fließzeiten direkt von der angesetzten Nutzporosität abhängig, daher wurden hier generell konservative Werte angesetzt. Demnach wurde für den Unteren Buntsandstein eine Nutzporosität von 2,5% angesetzt, für den Mittleren und Oberen Buntsandstein wurde aufgrund seiner höheren tektonischen Lage eine Porosität von 3% angesetzt. Für die quartären Sedimente im Bereich des Umlauftals Faulbach wurde eine Nutzporosität von 10% angenommen.

^{*} Auswertung nach THEIS (Wiederanstieg), Büro HG, 03/2006

su = Unterer Buntsandstein

4.5 GwQualität

Folgende chemische Analysen zur GwQualität liegen vor:

Versuchbohrung A und B / Erkundungsgebiet Breitenbrunn

Aufgrund der Analysenergebnisse vom 18. bzw. 31.07.1980, Versuchsbohrung A, sowie vom 13. und 26.09.1980, Versuchsbohrung B, können folgende Aussagen getroffen werden (Zusammenfassung aus /13/, Analysen siehe Anlage 5.2):

- Die Analyse-Ergebnisse der beiden Bohrungen sind weitgehend identisch.
- Das Wasser entspricht dem Härtebereich 2 (Gesamthärte) bzw. "mittelhart".
- Eisen und Mangan liegen nur in Spuren vor.
- ➤ Die Parameter Ammonium, Nitrit, Nitrat, Chlorid sowie Oxidierbarkeit sind unbedenklich.
- ➤ Aufgrund des niedrigen pH-Wertes (< 7) sowie des geringen CaCO₃-Gehaltes (CaCO₃-Sättigungsindex <-1) handelt es sich um ein aggressives Wasser, das zu Korrosionsproblemen führen kann (nach alter TwVerordnung); eine Entsäuerung wäre daher notwendig.

Quellen des ZV WV Stadtprozeltener Gruppe des Gewinnungsgebiets Breitenbrunn (Altenbucher-, Forstrain-, Neue- und Seemauer-Quelle)

Im Wesentlichen stellt sich die GwQualität der genannten Quellen nach /1/ bzw. /9/ sowie /10/ folgendermaßen dar:

- ➤ Alle Quellen führen ein, für den Buntsandstein typisches, sehr gering mineralisiertes Wasser.
- ➤ Die Quellen zeigen untereinander keine grundsätzlichen Unterschiede in der GwQualität.
- ➤ Pflanzenschutzmittel konnten bisher nicht nachgewiesen werden (letzte umfangreiche Analyse vom 03.03.2005 /22/, siehe Anlage 5.3).
- Sowohl die sehr geringen Nitratwerte zwischen 5 und 6 mg/l sowie die geringen Chloridgehalte zwischen 4,4 und 7,5 mg/l der Quellen belegen eine geringe anthropogene Beeinflussung der Quellwässer.
- ➤ Etwa ¾ der zwischen 1977 und 2005 ausgewerteten Analysen zeigen jedoch eine deutliche, mikrobiologische Belastung durch Escherichia Coli bzw. coliforme Keime (Fäkalkeime), die entweder auf anthropogene Einflüsse und/oder oberflächennahe Einflüsse an den Quellfassungen selbst zurückzuführen sind.

4.6 Hydrogeologische Modellvorstellung

Die oben genannten geologischen Einheiten lassen sich zu folgenden hydrostratigraphischen Einheiten zusammenfassen:

- ➤ GwStockwerk 1 = Oberer Buntsandstein (so1 und so2)
- > Hydraulische Trennschicht (Schichtbasis): Chirotherienschiefer (so1)
- ➤ GwStockwerk 2 = Mittlerer Buntsandstein (sm) und Tonlagen-Sandstein (suST)
- Hydraulische Trennschicht (Schichtbasis): Tonlagen-Sandstein (suST)
- ➤ GwStockwerk 3 = Unterer Buntsandstein (su) ohne suST
- Hydraulische Trennschicht bzw. GwSohle (Modellbasis): Oberer Bröckelschiefer (su-BO)

Die **quartären Sande und Kiese in den Tälern** sind hydrostratigraphisch jeweils dem (Festgesteins-) GwStockwerk zuzuordnen, innerhalb dessen sie sedimentiert wurden bzw. an das sie hydraulisch angekoppelt sind.

Die Mainsedimente im Bereich des Umlauftals Faulbach – Breitenbrunn wurden im Modell jedoch gesondert berücksichtigt und generell der Modellschicht 2 zugeordnet, insbesondere wurde hier die Mächtigkeit bzw. Basis dieser Sedimente mit berücksichtigt bzw. modelltechnisch umgesetzt. Daher wurde die Basis der Modellschicht 2 auf das Niveau der Basis der quartären Sedimente abgesenkt (s. Anlage 6.1.1) und es wurden Bereiche mit entsprechend erhöhter Durchlässigkeit bzw. erhöhter Porosität eingeführt.

Für die Entwicklung der Modellkonzeption sind zunächst die maßgeblichen geohydraulischen Prozesse des derzeitigen Zustands zu betrachten. Diese stellen sich wie folgt dar:

- Das Untersuchungsgebiet lässt sich wie oben gezeigt durch ein mehrschichtiges GwStockwerkssystem darstellen. Aufgrund von Trennhorizonten bilden sich zwischen Unterem Buntsandstein und Oberem Buntsandstein insgesamt drei GwStockwerke aus.
- Die GwNeubildung durch Niederschlag findet nur in der jeweils oberflächennah anstehenden Modellschicht / Einheit statt. Die Zusickerung in die unterlagernden Modellschichten / Einheiten wird durch die relevanten Modellparameter gesteuert.
- ▶ Die größeren Fließgewässer z. B. Faulbach, Kropfbach, Haslochbach fungieren im Buntsandstein-Gebiet zumindest mit ihren Unterläufen als voll wirksame Drainagen im GwStrömungsfeld (Buntsandstein). Über sie erfolgt der natürliche GwAbfluss.
- ➤ Die gering durchlässigen **Bröckelschiefer** (suBO) bilden im gesamten Modellgebiet den unterlagernden GwHemmer für das Buntsandstein-GwStockwerke und werden somit als **Modellbasis** angesetzt und als "dicht" angenommen.

- Entlang der Täler werden im Buntsandstein-Gebiet im Vergleich zum angrenzenden Gebirge erhöhte Durchlässigkeiten angenommen, und zwar aus folgenden Gründen:
 - Die größeren Täler sind überwiegend entlang der tektonischen Hauptrichtung orientiert. Aufgrund der daher wahrscheinlichen erhöhten tektonischen Beanspruchung des Untergrundes ist eine tektonisch bedingt höhere Gebirgsdurchlässigkeit zu vermuten. Dies gilt insbesondere für das Faulbachtal, das i. W. entlang der "Altenbucher Störung" angelegt ist.
 - Die Täler sind im Buntsandstein-Gebiet tief eingeschnitten. Dies bedeutet, dass erosionsbedingt entlang der Täler eine verstärkte Gebirgsauflockerung durch die Verminderung des Überlagerungsdrucks anzunehmen ist, mit der Folge größerer Kluftöffnungsweiten.
 - Zudem wirkt entlang der Talhänge die Hangzerreißung.

4.7 Hydrogeologische Bedingungen für die GwGewinnung

Die erfolgreiche Erschließung von Grundwasser setzt geeignete Brunnenstandorte voraus. Diese können nur dort gegeben sein, wo folgende **hydrogeologische Grundbedingungen** erfüllt sind:

- Es muss ein ausreichend großes GwEinzugsgebiet erschlossen werden, um bei der in dem maßgeblichen GwLeiter (Buntsandstein) wirksamen (mittleren) GwNeubildungsspende (qcw = 3 l/s·km²) eine für das vorgegebene Erschließungsziel (hier: 500.000 m³/a) ausreichende GwNeubildungsfläche resp. eine dauerhaft ausreichendes gewinnbares GwDargebot sicherzustellen.
- An den möglichen Brunnenstandorten muss eine ausreichende Gebirgsdurchlässigkeit gegeben sein, damit eine ausreichender GwZufluss zu dem Brunnen möglich ist. Dies ist Voraussetzung für eine befriedigende Brunnenergiebigkeit.

Derartige hydrogeologische Bedingungen sind im Untersuchungsgebiet praktisch nur entlang der **Talstrukturen nahe dem Maintal** oder innerhalb des Maintals gegeben, und zwar im **Unteren Buntsandstein**. Allerdings sind in diesen Bereichen neben den oben genannten hydrogeologischen Bedingungen weitere Aspekte zu berücksichtigen:

- ➤ Eine den Anforderungen der TrinkwV entsprechende GwQualität muss erwartet werden können.
- > (Wesentliche) Beeinträchtigungen der GwQualität müssen ausgeschlossen werden können und
- > ein wirksames Wasserschutzgebiet (WSG) muss ausweisbar sein.



5. Erstellung und Anpassung des numerischen Grundwassermodells

5.1 Modellaufbau, Modellgebiet

5.1.1 Vertikaler Modellaufbau, Schichtgeometrien

Analog der in Kapitel 4.6 definierten hydrostratigraphischen Einheiten wurde das GwModell als 3-Schicht-Modell aufgebaut (siehe Anlage 2.4 und Anlage 6.2); verwendet wurde das Finite-Differenzen-Programm MODFLOW.

Die Entwicklung der Schichtgeometrien des numerischen Rechenansatzes erfolgte ausgehend von der Schichtgrenze Unterer/Mittlerer bzw. Mittlerer/Oberer Buntsandstein (Blatt 6122 Bischbrunn) bzw. Buntsandstein/Muschelkalk (Blatt 6123, Marktheidenfeld). Aufgrund der geologischen Deformationsgeschichte können diese Streichkurvenkarten zur Konstruktion hangender bzw. liegender Gesteinsschichten herangezogen werden, sofern die Gesteinsmächtigkeiten (z.B. anhand von Bohrdaten) bekannt sind. Basierend auf den in der GK 6122 Bischbrunn /2/ angegebenen Schichtmächtigkeit (mittlere Mächtigkeiten, siehe Anlage 2.4) wurde eine Streichkurvenkarte für die Basis der Gelnhausen-Folge (suG) konstruiert. Anlage 6.4.3 zeigt die interpolierte 3D-Darstellung der Basis des GwModells (Basis suG, Modellschicht 3). Die Basen der Modellschichten 1 und 2 wurden entsprechend der angegebenen Mächtigkeiten umgesetzt, wobei die Basis der Modellschicht 2 entsprechend Kapitel 4.6 angepasst wurde (s. Anlage 6.1.1). Im Zuge der Kalibrierung des Modells erfolgte eine Überprüfung und bereichsweise eine Anpassung dieser Schichtgeometrien an die tatsächlichen geologischen Gegebenheiten.

Die vorhandenen Trennhorizonte innerhalb des Buntsandsteins (Trennschichten) wurden nicht explizit in getrennte Modellschichten umgesetzt, sondern jeweils zu der überlagernden Modellschicht mit hinzugerechnet. Ihrer hydraulischen Wirkung wurde durch die Verwendung des Block-Centered-Flow Packages (BCF-Package) des MODFLOW-Programmcodes Rechnung getragen, bei dem anstelle einer vertikalen Durchlässigkeit ein Leakage-Faktor angesetzt wird. Dieser Leakage-Faktor (Einheit [1/s]) entspricht dem Quotienten aus vertikaler Durchlässigkeit in [m/s] und der Schichtmächtigkeit in [m] des entsprechenden Horizonts, hier jeweils der Trennschichten.

Das **GwModell** wurde somit als 3-Schicht-Modell **wie folgt aufgebaut** (siehe Anlage 2.4 und Anlage 6.2):

- Modellschicht 1 = Oberer Buntsandstein (so1 und so2)
- Modellschicht 2 = Mittlerer Buntsandstein (sm) inkl. des Tonlagen-Sandsteins (suST)
- Modellschicht 3 = Unterer Buntsandstein (suS, suG und suSB)

Die Modellbasis wird durch die Oberfläche des Oberen Bröckelschiefers (suST) gebildet; sie wird im Modell als "dicht" angenommen.

5.1.2 Modellränder und äußere Randbedingungen

Neben der GwNeubildung durch versickernden Niederschlag sind die als Vorfluter wirkenden Oberflächengewässer im Modellgebiet die wesentlichen natürlichen äußeren Randbedingungen (Leakage-Randbedingungen).

Ausgenommen des nordöstlichen sowie des südwestlichen **Modellrandes** wird das gesamte Modellgebiet von Fließgewässern eingerahmt, die als **Leakage-Randbedingungen** zu definieren sind. Sie sind hierbei entsprechend ihrer hydrogeologischen Lage der jeweiligen Modellschicht (1 – 3) zugeordnet, innerhalb derer sie in dem betreffenden Gewässerabschnitt jeweils verlaufen. Es sind dies der Main, die Elsava und der Dammbach (siehe Anlage 1.1). Auch die gefassten Quellen sind als Leakage-Randbedingungen definiert.

Für den nordöstlichen Modellrand zwischen Rohrbrunn, Bischbrunn und Hasloch sowie für den südwestlichen Modellrand zwischen Mönchberg und Kirschfurt wurden Trennstromlinien auf Basis von /6/ definiert, die als No-Flow-Randbedingungen umgesetzt wurden.

Somit orientiert sich praktisch das gesamte Modellgebiet an natürlichen hydrogeologischgeohydraulischen Grenzen. Zu- und Abfluss im Modellgebiet ist nur über die GwNeubildung durch Niederschlag und den Austausch zwischen GwLeiter und natürlichem Fließgewässer bzw. Quellen möglich.

5.2 Hydraulische Randbedingungen

5.2.1 GwNeubildung durch Niederschlag

Die Verteilung der GwNeubildungszonen aus versickerndem Niederschlag wurde mit Hilfe des Hydrogeologischen Atlas von Deutschland (HAD) /17/ ermittelt. Anlage 6.3 zeigt die daraus resultierende Verteilung der verschiedenen GwNeubildungszonen, sowie die im Modell angesetzte GwNeubildung. Die mittlere GwNeubildungsspende für das gesamte Modellgebiet liegt somit bei ca. 3,2 l/s•km².

5.2.2 Leakage-Randbedingungen

Als relevante Vorfluter in dem GwModell wurden u.a. die im Folgenden genannten Oberflächengewässer (Fließgewässer) und Quellfassungen innerhalb des Modellgebiets als Leakage-Randbedingung berücksichtigt (siehe auch Anlage 1.1):

- Fließgewässer: Main, Elsava, Dammbach, Faulbach, Haslochbach, Kropfbach, Springbach, Fechenbach, Aubach
- Quellfassungen: Buchbrunnen-Quelle bei Altenbuch, (4) Quellfassungen bei Breitenbrunn, Bachspring-Quelle (Quelle des Fechenbachs)

Diese Gewässer bzw. Quellen sind in ihrer Lage realitätsnah vorgegeben, wobei vor allem in den randlichen Gebieten mit zunehmender Entfernung von dem Modellkerngebiet in Folge der größeren Diskretisierung des Modellgebiets diese Gewässer in ihrem Verlauf nur relativ grob umgesetzt werden konnten (siehe Anlage 6.1).

Der Höhenverlauf der Gewässer basiert auf den Daten des digitalen Geländemodells /16/. Dabei wurde das Gewässerniveau pauschal mit 0,5 m unter der Geländeoberfläche angesetzt; die Gewässertiefe wurde mit pauschal 1,0 m angenommen. Die GwOberfläche des Mains wurde aus den jeweiligen topographischen Karten entnommen; die Gewässertiefe wurde mit pauschal 5 m angesetzt, die Staustufe bei Faulbach wurde ebenfalls berücksichtigt.

Die berücksichtigten Gewässer wurden entsprechend ihrer hydraulischen Funktion modelltechnisch als Fluss (**RB-Typ RIVER**) bzw. Drainage (**RB-Typ DRAIN**) umgesetzt (siehe Anlage 1.1).

Im Gegensatz zum Randbedingungs-Typ DRAIN erlaubt der Typ RIVER Infiltrationsprozesse, die jedoch nur begrenzt im Bereich der Unterläufe möglich sind (z.B. im Bereich des Umlauftals bei Faulbach) bzw. nur dort plausibel sein können.

Bei der realisierten Diskretisierung werden die Gewässerbreiten vor allem außerhalb des Modellkerngebiets modelltechnisch überschätzt. Dies wird jedoch durch einen separaten Leakage-Faktor (Conductance) kompensiert, der nicht von der Geometrie der Modellzelle abhängt.

5.2.3 GwEntnahmen

Die vorhandenen **GwEntnahmen** im Modellgebiet wurden als Brunnen (RB-Typ WELL) bzw. Quellen (RB-Typ DRAIN) mit den entsprechenden Entnahmedaten bzw. Schüttungen umgesetzt. Die Zuordnung der Brunnenentnahmen zu den entsprechenden Modellschichten erfolgte anhand ihrer Filterstrecken (verkiester Bereich); die Brunnen im Modellgebiet nutzen demnach ausschließlich den Unteren Buntsandstein.

Die geohydraulisch wirksame Höhe der Quellfassungen wurde aus den vorliegenden Bestandsplänen entnommen, bzw. aus der TK abgeschätzt (nur Bachsprinquelle). Folgende Entnahmen wurden für die im Modellgebiet liegenden **Brunnen** angesetzt:

- ➢ Bohrbrunnen Wildensee (BrTW-1): 2.160 m³/a.
- ➤ Brunnen 2 und 4 Fa. Magna Donelly GmbH (Brs-2 u. 4): 135.500 m³/a.
- ➤ Brunnen 1 und 2 Sportplätze Stadtprozelten (GWE-14 und 15): 90 bzw. 96 m³/a

5.3 Diskretisierung und Umsetzung des numerischen GwModells

Auf Grundlage der vorliegenden Daten (Stand 03/06) wurde ein stationäres, mehrschichtiges GwStrömungsmodell nach der Finiten-Differenzen-Methode ausgearbeitet. Der eingesetzte Computercode ist MODFLOW 2000 von dem United States Geological Survey (USGS); der Aufbau des Modells und die Berechnungen wurden mit dem Programm GMS 6.0 durchgeführt.

Die **Diskretisierung des Modellgebiets** erfolgte anhand der räumlichen Lage der modellrelevanten Bereiche. Für das **Modellkerngebiet**, welches im Wesentlichen den Bereich rund um den Grohberg umfasst, wurde eine **feine räumliche Diskretisierung** gewählt. Um eine realitätsnahe Berechnung der GwStrömung zu gewährleisten, wurden hier Zellgrößen von minimal 25 x 25 m gewählt. Mit zunehmender Distanz zum Untersuchungsgebiet wurde aufgrund der geringen Datendichte eine gröbere Diskretisierung gewählt, mit Zellgrößen von maximal 300 x 300 m. Das Modell umfasst somit 88.672 Zellen, wovon ca. 65.600 Zellen aktiv sind. Das Modellnetz mit den relevanten Randbedingungen ist in Anlage 6.1 dargestellt.

Die Entwicklung der **Schichtgeometrien** des numerischen Modells erfolgte ausgehend von der konstruierten Streichkurvenkarte der Basis der Gelnhausen-Folge. Eine detaillierte Beschreibung erfolgte bereits in Kapitel 4.6 und 5.1.1.

Die **obere Begrenzung des Modellraums** bildet die Geländeoberfläche, die anhand digitaler Daten des DGM (Digitalen Geländemodells /16/) bzw. anhand eindigitalisierter Topographischer Karten erstellt wurde. Die digitalen Daten wurden in die Fläche interpoliert und in das Modell eingebunden (siehe Anlage 6.4.1). Der Bereich außerhalb des Modellgebiets wurde nur schematisch umgesetzt und entspricht somit nur grob der realen Geländemorphologie.

5.4 Modellkalibrierung

5.4.1 Prinzipielle Vorgehensweise

Die Modellkalibrierung ist nach der Entwicklung der Hydrogeologischen Modellvorstellung (HGM) und der Organisation des numerischen Programms der letzte Schritt bei der Erstellung eines Grundwassermodells. Unter der Modellkalibrierung versteht man die Anpassung der Rechenergebnisse das Modells (=GwStände, GwFließgeschwindigkeiten und GwBilanzen) an das reale System.

Die Kalibrierung besteht dabei im Wesentlichen aus folgenden Schritten:

- Vervollständigung fehlender Modelldaten.
- Regionalisierung der Daten ausgehend von vorhandenen Informationen anhand von Bohrungen und/oder Aufschlüssen.
- Variation der Modellparameter im Rahmen der physikalischen Möglichkeiten und hydrogeologisch-geohydraulischer Plausibilitätsgrenzen.

Zu den Modellparametern, die in diesem Zusammenhang betrachtet werden müssen, gehören zunächst alle Systemparameter:

- Modellgeometrie (Schichtlagerung)
- Transmissivität bzw. Durchlässigkeit
- Zuflüsse und/oder Entnahmen (Randzuflüsse, Brunnen, etc.)
- GwNeubildungsrate
- Zufluss-/Abflussraten

Im Interesse der Eindeutigkeit der Modellkalibrierung ist es immer erforderlich, die Systemparameter entsprechend dem Stand der Erkundung in Klassen einzuteilen und lediglich die am wenigsten bekannten Parameter (oder die mit der größten Variabilität) zu kalibrieren. Hierbei bietet sich folgende **Parametereinteilung** an:

- Klasse 1: Die Parameter sind bekannt oder planlich vergleichsweise gut dokumentiert und werden für die Rechnung fest vorgegeben:
 - Modellgeometrie: Verlauf des Modellrandes, Schichtlagerungen, Verbreitung des Aquifers.
 - Verlauf und geodätische Höhe von Oberflächengewässern.
 - Brunnenentnahmen.
- Klasse 2: Die Eckwerte der Parameter sind aus Erkundungsmaßnahmen bekannt oder anhand von Erfahrungswerten einzugrenzen. Der Mittelwert wird für die Modellkalibrierung vorgegeben (Startwert) und im Zuge der Kalibrierung nicht oder nur noch

geringfügig geändert. Der obere und untere Grenzwert wird im Rahmen von Sensitivitätsbetrachtungen als "quasi-bekannt" deklariert :

- Durchlässigkeiten im Bereich des Grohbergs gemäß den Auswertungen von Pumpversuchsdaten.
- Porositätsverteilung im Bereich des Modellgebiets gemäß den Ergebnissen aus /13/ sowie anhand von Erfahrungswerten.
- GwNeubildungsspende quantifiziert auf der Basis des HAD /17/ sowie den durchgeführten Trockenwetterabflussmessungen (siehe Kapitel 3).
- Geohydraulischer Gewässeranschluss es wird im Allgemeinen ein guter hydraulischer Kontakt der Gewässer zum Untergrund unterstellt, so dass der GwSpiegel am Gewässerrand in erster Näherung das Vorflutniveau annimmt. Dieser Modellparameter (sog. Gewässer-Conductance) hat somit im vorliegenden Modellansatz keine besondere Bedeutung für das Druckhöhenfeld im GwLeiter.

Klasse 3: Zielgrößen der Kalibrierung: Gebirgsdurchlässigkeiten

- Horizontaler k-Wert (kh) der Modellschichten 1 bis 3 (Homogenbereiche mit konstantem kh).
- Vertikaler kr-Wert (krv) der Trennschichten zwischen den Modellschichten 1/2 und 2/3 (Homogenbereiche mit konstantem krv-Wert).

5.4.2 Kalibrierungskriterien und -ziele

Wesentliches Ziel des GwModells ist die realitätsnahe Berechnung des GwStrömungsbildes und die quantitativ korrekte Erfassung des GwUmsatzes. Dies entspricht dem Sinn der Fragestellung, nämlich der Ermittlung des gewinnbaren GwDargebots.

Für die stationäre Kalibrierung des GwModells standen GwGanglinien verschiedener Landesgrundwassermessstellen aus den letzten Jahren sowie verschiedene RuheGwSpiegel aus verschienen Jahren an unterschiedlichen Bohrungen zur Verfügung (Datengrundlage siehe Kapitel 2).

Das GwModell wurde daher auf **mittlere GwStände** kalibriert; einzelne, zu verschiedenen Zeitpunkten gemessene RuheGwSpiegel konnten daher nur als Anhaltswerte berücksichtigt werden.

Somit ist es im Zuge der Modellkalibrierung zunächst erforderlich, eine Anpassung der errechneten Druckhöhen an die gemessenen, mittleren GwStände zu erreichen. Dabei muss vom Rechenmodell eine plausible Druckhöhenverteilung ausgewiesen werden, die mit der hydrogeologischen Gesamtsituation schlüssig übereinstimmt. Dazu wurde unter anderem die GwGleichenkarte von Bayern /6/ (siehe Anlage 2.3) herangezogen.

Zudem sind die gemessenen (Gw-)**Abflüsse** an den Trockenwetterabflussmesspunkten (TWA-Messpunkten) entsprechend Anlage 4.1 sowie an den Quellen zu **reproduzieren.**

Das numerische Rechenergebnis ist letztendlich erst dann akzeptabel, wenn die kalibrierten Größen (siehe Gruppe 3) in plausiblen Grenzen liegen. Dies trifft für ki-Werte beispielsweise dann zu, wenn die Größenordnung, d. h. log (ki) mit den entsprechenden log (ki) - Werten aus Felddaten (Pumpversuchen) übereinstimmt und mit den Erfahrungswerten für das betreffende Gebirgselement und/oder den Erfahrungswerten für die betreffende Region vereinbar ist.

5.4.3 Praktische Durchführung der Modellkalibrierung

Bei der vorliegenden Problemstellung sind primär Untergrundeigenschaften (horizontale bzw. vertikale Durchlässigkeit resp. Leakage-Faktor, Nutzporosität) für die Modellschichten zu kalibrieren. Dies kann nur dann eindeutig gelingen, wenn zumindest für eine der genannten Modellkenngrößen abgesichert Felddaten vorliegen, und wenn im Zuge der Vervollständigung der Modelldaten idealisierte Homogenitätsannahmen getroffen werden können.

Im Folgenden wird die Vorgehensweise bei der stationären Kalibrierung des GwStrömungsmodells beschrieben:

- Schritt 1: Festlegung der als bekannt deklarierten Modell-Parameter (Modellgeometrie, geodätische Höhe der Flüsse, Brunnenentnahmen, Quellschüttungen).
- Schritt 2: Vorgabe einer räumlich differenzierten GwNeubildung entsprechend der Vorgaben in Kapitel 5.2.1.
- Schritt 3: Durchführung der stationären Modellkalibrierung mit dem Ziel, plausible Druckhöhen (bei plausibler Durchlässigkeitsverteilung), sowie plausible GwBilanzdaten (Ziel: Übereinstimmung von berechneten und gemessenen Abflüssen an den Leakage-RB) zu berechnen.
- ➤ Schritt 4: Kontrolle der errechneten Durchlässigkeitsverteilung in Verbindung mit den Druckhöhen; eventuell Korrektur der Form der Homogenbereiche oder Definition zusätzlicher k-Regionen (ggf. erneut weiter bei Schritt 2).
- Schritt 5: Kontrolle der GwBilanz (Pegel und TWA-Messpunkte, Schüttungen). Eventuell Korrektur der GwNeubildungsrate (ggf. erneut weiter bei Schritt 2).

Im Zuge fortschreitender Kalibrierung war es zur Modellverbesserung erforderlich, die Zahl der $k_{\text{fh-}}$ und $k_{\text{fv-}}$ Zonen zu erhöhen und deren Form schrittweise zu modifizieren. Die im Rahmen dieser "Lernphase" erzielten Zwischenergebnisse wurden im vorliegenden Modellbericht wegen ihrer Fülle nicht dokumentiert.

Im Folgenden wird das Endergebnis der Modellkalibrierung diskutiert.

5.5 Ergebnisse der Modellkalibrierung

5.5.1 Anpassungsgüte

Das Ergebnis der Modellanpassung ist in Anlage 7 dokumentiert. Dabei wurden folgende Darstellungsformen gewählt:

- Berechnete Wasserbilanzen (Anlage 7.1)
- Vergleich der gemessenen und berechneten GwStände (Anlage 7.2)
- ➤ GwGleichenpläne, mittlerer GwStände (Anlage 7.3)
- ➤ Horizontale k-Wert-Verteilung in Kartenform (Anlage 7.4)
- Verteilung der vertikalen Durchlässigkeiten in Kartenform (Anlage 7.5)

Im Rahmen der Modellkalibrierung hat sich gezeigt, dass die auf den Bergkuppen auftretenden Gesteine des Oberen Buntsandsteins lokal abgegrenzte GwStockwerke ausbilden. Dies ist z.B. südwestlich von Hasselberg in dem ehemaligen Steinbruch zu sehen, dessen Sohle bei der Ortsbegehung am 11.01.2006 wasserbedeckt war (vermutlicher Stauhorizont: Chirotherienschiefer). Diese "schwebenden" GwStockwerke konnten aufgrund modelltechnischer Schwierigkeiten nicht realitätsnah modelliert werden bzw. führten zu einem numerisch instabilen Modell. Aufgrund der im Modellgebiet nur sehr kleinräumigen Verbreitung dieser schwebenden GwStockwerke sowie dem damit geringen Einfluss auf die sich darunter befindenden HauptGwStockwerke wurde auf dessen modelltechnische Umsetzung verzichtet. Im Folgenden wurde daher auf eine explizite Beschreibung dieser Modellschicht verzichtet und es wurden auch keine Darstellungen für diese Modellschicht erstellt (Darstellung der keWert-Zonen, GwGleichenpläne etc.).

Aufgrund der geringen Anzahl von GwMessstellen war neben der Kalibrierung auf gemessene Druckhöhen eine Kalibrierung hinsichtlich der GwBilanz ausschlaggebend für das GwModell. Weiterhin wurde aufgrund der geringen Anzahl von in Feldversuchen ermittelten kr-Werten die Anzahl der kr-Wert-Zonen im Modell möglichst gering gehalten. Damit können zwar größere Abweichungen der gemessen zu den berechneten GwStänden auftreten, jedoch wäre eine große Anzahl "frei" gewählter kr-Wert-Homogenbereiche nicht begründbar.

Aktuell wird die größte Abweichung der berechneten, zu der mittleren, gemessene Druckhöhe von Modell an der LGWM-4 mit ca. 0,6 m ausgewiesen.

Der mittlere Fehler (s. Anlage 7.2) liegt bei 0,14 m, der mittlerer absolute Fehler bei 0,31 m und der normalisierte, mittlere quadratische Fehler (RMS) wird vom Modell mit 0,363 % angegeben. Der Fehler in der Wasserbilanz beträgt < 1 %, die Wasserbilanz selbst ist als gut zu bezeichnen (s. Kapitel 5.5.5).

5.5.2 Berechnete Verteilung der geohydraulischen Parameter

Die horizontale und die vertikale Durchlässigkeitsverteilung sind Anlage 7.4 und Anlage 7.5 für die Modellschichten 2 und 3 in Kartenform dokumentiert. Bezüglich der gefundenen **Durchlässigkeitsverteilung** sind folgende Punkte hervorzuheben:

- Im Rahmen der Modellkalibrierung wurden diverse kr-Wert-Regionen gefunden, deren räumliche Erstreckung im Wesentlichen durch die geologische Situation sowie die großräumige Strömungssituation (s. Anlage 2.3) geprägt ist.
- Die horizontalen Durchlässigkeiten (km) variieren dabei in der Modellschicht 2 für den Mittlerer Buntsandstein von 1•10⁻⁶ bis 4•10⁻⁶ m/s (Bereich des Faulbachtals). Im Bereich des Umlauftals Faulbach (quartäre Sedimente) liegt der km-Wert bei 5•10⁻⁶ bzw. 9•10⁻⁶ m/s.
- ➤ In Modellschicht 3 variieren die Durchlässigkeiten für den Unteren Buntsandstein von 1•10⁻⁷ bis 1•10⁻⁵ m/s.
- Für den Bereich der **Altenbucher Störung** wurde aufgrund der dort angenommenen bzw. Nachgewiesen erhöhten Wasserwegsamkeiten (s. Kapitel 4.3) ein k_{fft}-Wert von 1•10⁻⁵ m/s angesetzt. Dieser Wert wurde ebenfalls für die Täler der Elsava, des Dammbachs und des Mains¹ angesetzt.
- Für den Bereich des **Umlauftals Faulbach** wurden in der 3. Modellschicht ein km-Wert von 1,8•10⁻⁴ m/s ermittelt. Dieser Wert liegt etwas unter dem anhand von Pumpversuche ermittelten Betrag an den Versuchsbohrungen A und B von 5•10⁻⁴ m/s (/13/, siehe Kapitel 4.4). Der Grohberg selbst wurde mit einer geringeren Durchlässigkeit versehen (1•10⁻⁶ m/s), da dessen Existenz ein lokal kompakteres und somit mutmaßlich geringer durchlässiges Gebirge erfordert.

Folgende Punkte sind im Rahmen der vertikalen Durchlässigkeiten hervorzuheben:

- Für die Modellschicht 2 wurden kn-Werte zwischen 1•10⁻¹² und 5 10⁻¹¹ m/s gefunden. Für den Bereich des Umlauftals bei Faulbach ergab sich ein leicht erhöhte vertikale Durchlässigkeit von 7,5•10⁻¹¹ m/s.
- Für Modellschicht 3 können keine vertikalen Durchlässigkeiten angegeben werden, da die Basis dieser Modellschicht als dicht angenommen wird (dichte Modellbasis).

Die räumliche Verteilung der **Porositäten** nf wurde in den Anlagen nicht dargestellt, da hier jeweils für eine gesamte Modelschicht ein konstanter Wert vorgegeben wurde. Lediglich für den Bereich mit quartären Sedimenten (Umlauftal Faulbach) wurden diese Werte variiert. Folgende Werte wurden angesetzt (siehe Kapitel 4.4):

- ➤ Modellschicht 2, Mittlerer Buntsandstein: Porosität nf = 3,0 %
- Modellschicht 2, quartäre Sedimente: Porosität nf = 10 %
- ➤ Modellschicht 3, Unterer Buntsandstein: Porosität = 2,5 %

\\hg1\projekte\pro2005\05084\berichte\g stadtprozeltener gruppe 042006.doc

¹ Im Maintal wurde im Bereich von Faulbach – Stadtprozelten – Dorfprozelten der gleiche k_{fh}-Wert angesetzt, wie im Bereich des Umlauftals Faulbach, also 1,8•10-4 m/s.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Porositäten letztendlich nur für die (modelltheoretische) Berechnung der GwFließgeschwindigkeiten von Bedeutung sind; hierauf wird im Rahmen der Modellanwendung noch gesondert einzugehen sein.

Die **gefundenen Durchlässigkeiten** spiegeln die sehr variablen Verhältnisse wider, die aufgrund der verfügbaren Pumpversuchsauswertungen an den GwMessstellen zu erwarten waren. Die gefundenen geohydraulischen Parameter repräsentieren jeweils mittlere Wertebereiche für größere Gebiete, jedoch sind lokal Abweichungen von den Modellwerten möglich. Insgesamt sind die ermittelten (Modell-) Werte jedoch mit den in den verwendeten Datenquellen angegebenen Werten für die vorhandenen Gesteine innerhalb der natürlichen Schwankungsbreite **plausibel** in Einklang zu bringen.

5.5.3 Vergleich gemessener und berechneter GwStände

Die berechneten und gemessenen GwStände sind in Anlage 7.2 dargestellt. Es zeigt sich insgesamt eine gute Anpassung der berechneten an die gemessen GwStände; die maximale Differenz liegt deutlich unter einem Meter.

Generell ist zu beachten, dass im Modell **mittlere GwStände** angesetzt wurden, und dass ein Teil der verfügbaren GwGanglinien erhebliche Schwankungsbreiten von über 10 m zeigen (siehe Anlage 5.6). Eine Anpassung im Zentimeterbereich ist daher nicht sinnvoll.

5.5.4 Großräumiges GwStrömungsbild

Das Ergebnis der **stationären Modellkalibrierung** wird in Form von **GwGleichenplänen** für die Modellschichten 2 und 3 in Anlage 7.3 dokumentiert.

Für die Bereiche des Mittleren Buntsandsteins ohne ausgewiesene GwGleichen berechnet das Modell kein ausgebildetes GwStockwerk, was hydrogeologisch durchaus plausibel ist. Für diese lokal trocken gefallenen Modellbereiche / -zellen kann das Modell keinen GwStand berechen. Diese Bereiche/Zellen werden in den Anlagen durch unterbrochene GwGleichen dargestellt.

Dies schließt jedoch nicht aus, dass sich in diesen Bereichen in der Realität zeitweise, z.B. nach Niederschlägen, lokal schwebende GwStockwerke ausbilden. Diese zeitweise bzw. entsprechend der Jahreszeit auftretenden GwStockwerke (bzw. Spiegelschwankungen) können in einem stationären GwModell nur sehr begrenzt bzw. nicht nachgebildet werden. Für eine realitätsnahe Simulation auch solcher, sich jahreszeitlich ändernden Bedingungen, ist ein instationäres GwModellierung Voraussetzung.

Für die Modellschicht 2 ist zu beachten, dass hier keine GwMessstellen vorliegen und somit eine Kontrolle der berechneten GwGleichen lediglich über die (globale) GwBilanz und die Plausibilitätsprüfung stattfinden konnte. Für die Modellschicht 1 wurden aufgrund der in Kapitel 5.5.1 aufgeführten Gründe keine Berechnung durchgeführt.

Für die wasserwirtschaftlichen Fragestellungen ist das GwStrömungsbild im **Unteren Buntsandstein** maßgebend; dieses ist in Anlage 7.3.2 dargestellt, und zeigt eine vollständige GwErfüllung dieser Modellschicht im gesamten Modellgebiet.

Hervorzuheben ist, dass der Verlauf der GwHöhengleichen in den Modellschichten maßgeblich durch die Lage der GwScheiden sowie des geohydraulischen Anschlusses an die Vorfluter geprägt ist. Im Wesentlichen entspricht das Strömungsbild dem in Anlage 2.3 dargestellten. Zu beachten ist jedoch, dass sich im Modell zwei getrennte GwStockwerke für den Unteren- und Mittleren Buntsandstein ausgebildet haben. Diese Trennung der GwStockwerke ist aufgrund folgender Überlegungen plausibel:

Zum Einen zeigen die Bäche Faulbach, Kropfbach und Haslochbach in den Bereich, wo sie an den Mittleren Buntsandstein angeschlossen sind, deutlich Abflusszuwächse, die nur aus dem Mittleren Buntsandstein selbst stammen können. Zum Anderen zeigt die im Unteren Buntsandstein verfilterte LGWM-3 mittlere GwStände, die unterhalb der Basis des Mittleren Buntsandstein liegen. In diesem Bereich muss sich jedoch auch im Mittleren Buntsandstein ein GwStockwerk ausgebildet haben, da ansonsten die oben erwähnten Abflüsse der Bäche nicht erklärbar sind.

5.5.5 Berechnete GwBilanz

Die berechnete GwBilanz ist in der Anlage 7.1 dargestellt; sie stellt sich für das gesamte **Modellgebiet** wie folgt dar (Angaben gerundet):

Summe Zutlüsse:	828 l/s
River-Randbedingungen:	120 l/s
Grundwasserneubildung:	708 l/s
Summe Abflüsse:	828 l/s
Speicherung:	- I/s
Drain-Randbedingungen:	577 l/s
River-Randbedingungen:	246 l/s
Brunnen:	5 l/s

Weiterhin erfolgte eine **Bilanzkontrolle** zum Einen über die hydrogeologischen Felduntersuchungen (TWA-Messungen) von Februar 2006 (siehe Kapitel 3) sowie über die langjährigen, mittleren Schüttungen der Quellfassungen; **Anlage 7.2** zeigt den Vergleich der berechneten mit den gemessenen Schüttungen bzw. Abflüssen des Modellgebiets.

Dieser Vergleich zeigt, dass die Abflüsse des Faulbachs, Kropfbachs, Haslochbachs und Fechenbachs sehr gut vom Modell nachvollzogen werden konnten. Die berechneten Differenzen des Gesamtabflusses des jeweiligen Baches sind < 10% des gemessenen Gesamtabflusses und liegen somit innerhalb der Messungenauigkeit der Felduntersuchungen.

Die im Modell berechneten Quellschüttungen liegen zwar deutlich unter den gemessenen Schüttungen, hierbei ist jedoch zu beachten, dass der überwiegende Teil der Schüt-

tung nicht zur TwGewinnung genutzt wird, sondern in den Faulbach abläuft (Quellüberlauf). Dieser, dem Faulbach zufließende Anteil der Quellschüttung wurde bzw. wird über die Abflussmessung erfasst und ist somit in der GwBilanz des Modells mit berücksichtigt. Der zur TwGewinnung genutzte Anteil liegt beim Gewinnungsgebiet Breitenbrunn im Mittel bei ca. 12 l/s und bei der Buchbrunnen-Quelle bei ca. 3 l/s. Dieser tatsächlich dem GwModell resp. dem GwSystem entzogene Anteil der Quellschüttung wird jedoch vom Modell über die berechneten Quell-Schüttungen (15 l/s bzw. 3 l/s) mit guter Näherung reproduziert.

Ähnliches gilt für Bachspring-Quelle (N' von Fechenbach). Der hier für die TwGewinnung genutzte Anteil der Quell-Schüttung lag nach Auskunft der Gde. Collenberg¹ bei ca. 2,5 l/s für die Jahre 2000 – 2005. Der restliche Anteil der Quell-Schüttung fließt in den Fechenbach (Quellüberlauf), bei dem das Modell ebenfalls einen plausiblen Abfluss berechnet.

Das **GwModell** berechnet also insgesamt eine plausible GwBilanz und ist somit als **bilanzkontrolliert** einzustufen. Dies ist **im Sinne der Aufgabenstellung** – Ermittlung des gewinnbaren GwDargebotes an geeigneten Brunnenstandorten – ein **entscheidendes Qualitätsmerkmal**.

5.6 Zusammenfassende Bewertung der Modellanpassung

Zusammenfassend lässt sich die Modellkalibrierung des GwModells im Hinblick auf die weitere Untersuchung der TwGewinnungsmöglichkeiten des ZV WV Stadtprozeltener Gruppe wie folgt bewerten:

- Die für die stationäre Modellkalibrierung zu Grunde gelegten Daten (i.W. GwStände, Feldparameter und GwGleichenkarte) konnten im Wesentlichen gut reproduziert werden; ein plausibles GwStrömungsbild wird für den wasserwirtschaftlich maßgeblichen Unteren Buntsandstein berechnet.
- Auch stimmen die durch Pumpversuche ermittelten Gebirgsdurchlässigkeiten gut mit denen durch die Modellkalibrierung ermittelten Werten überein, wobei im Bereich des Grohbergs die Modelldurchlässigkeiten gegenüber den in /13/ genannten Werten eher unterschätzt sind. Dies liegt im Sinne der Fragestellung tendenziell auf der sicheren Seite.
- Das numerische Rechenmodell liefert für die stationäre Kalibrierung eine schlüssige Druckhöhenverteilung bei einer insgesamt plausiblen kr-Wert-Verteilung. Es ist somit stationär kalibriert, unter Berücksichtigung der genutzten GwMessstellen und Feldparameter.

-

¹ Telefonische Auskunft Herr Schäfer, Gde. Collenberg, 21.03.2006

- Die realisierte GwBilanzkontrolle des Modells stellt sicher, dass ein realitätsnaher GwUmsatz kalkuliert wird; im Sinne der GwBilanz ist somit eine Überschätzung des gewinnbaren GwDargebotes an den betreffenden Standorten ausgeschlossen.
- In Verbindung mit der o. g. Berechnung eines schlüssigen GwStrömungsbildes kann GwModell auch zur Klärung der Frage herangezogen werden, ob und ggf. in welchem Maße konkurrierende Nutzungen und/oder kritische Flächen tendenziell im GwEinzugsgebiet möglicher Brunnenstandorte zu liegen kommen. Dies ist sowohl für die Gefährdungsabschätzung für mögliche Brunnenstandorte als auch für die WSG-Bemessung von Bedeutung.

Das GwModell ist somit in dieser Form als **Prognoseinstrument** für die Untersuchung der Sicherung der TwVersorgung und als Instrument **für die weitere Erschließungsplanung** des ZV WV Stadtprozeltener Gruppe **geeignet**. Es wird daher zur Durchführung entsprechender Simulationsrechnungen eingesetzt, deren Ergebnisse im Folgenden dargestellt werden.



6. Modellanwendung – Untersuchung möglicher Erschließungsszenarien

6.1 Berechnungsansätze, Entnahmeszenarien

Mit dem kalibrierten Modell wurden Prognoseszenarien zur Ermittlung des gewinnbaren GwDargebots und der GwEinzugsgebiete für insgesamt 4 mögliche (hypothetische) Erschließungsstandorte durchgeführt. Hierzu wurden insgesamt 6 stationäre Szenarien berechnet; als Referenzzustand diente das auf mittlerer GwStände kalibrierte GwModell.

Ziel war es, mögliche Brunnenstandorte hinsichtlich der Möglichkeit zu untersuchen, die angestrebten 500.000 m³/a bzw. 16 l/s zu entnehmen, sowie das entsprechende Einzugsgebiet zu ermitteln. Dazu wurde bei den jeweiligen Ansatzpunkten eine entsprechende Entnahme (Randbedingung Typ WELL) im Unteren Buntsandstein umgesetzt. Folgende Entnahmeszenarien (Modellszenarien) wurden untersucht:

Tabelle 6-1: Untersuchte Entnahmeszenarien (Modellszenarien)

Prognoserechnung	Untersuchungsziel	
Szenario 1	Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s W' des Grohbergs	
	(Versuchsbohrung A und B des BLfW nach /13/)	
Szenario 2 (2a bis 2c)	Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s E' und NE' des Groh	
	bergs an drei verschiedenen Brunnenstandorten	
Szenario 3	Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s an dem Brunnen-	
	standort B1A nach /8/	
Szenario 4 Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s an den Brunr		
	standorten B1B, B2B und B3 nach /8/	

Die Beschreibung der einzelnen Berechnungsszenarien sowie die Ergebnisse der Modellrechnungen sind in den folgenden Kapiteln erläutert. Die grafische Darstellung der ermittelten Ergebnisse erfolgt in Form von Übersichts- und Detaillageplänen mit berechneten
GwGleichen für den Unteren Buntsandstein sowie Bahnlinien mit Zeitmarken. Aus diesen Darstellungen resultiert das GwEinzugsgebiet der untersuchten Brunnenstandorte.

Die Startpunkte der Bahnlinien liegen an den jeweiligen Ansatzpunkten, die Berechnung der Bahnlinien selbst erfolgte rückwärts (entgegen der GwFließrichtung); das Intervall der Zeitmarken beträgt 10 Jahre bzw. 1 Jahr (Detailplan).

6.2 Szenario 1: Entnahme von 16 l/s im Erkundungsgebiet Breitenbrunn, Bohrung A

Dieses Szenario ermittelt das theoretische Einzugsgebiet bei einer Entnahme von 16 l/s an der Erkundungsbohrung A des Erkundungsgebietes Breitenbrunn.

Anlage 8.1 zeigt die resultierenden GwGleichenpläne sowie das entsprechende Einzugsgebiet. Es wird deutlich, dass eine Entnahme von 16 l/s westlich des Grohbergs innerhalb der Schichten des Unteren Buntsandsteins durchaus möglich ist. Dagegen ist die Lage des resultierenden Einzugsgebietes problematisch, da hier die Ortslagen Breitenbrunn und Altenbuch praktisch vollständig erfasst werden würde.

Die **geplante Umgehungsstraße von Faulbach** wäre nicht betroffen, sofern der Entnahmeschwerpunkt eindeutig auf der Versuchsbohrung A liegt. Bei bereits relativ geringen Förderraten an der Versuchsbohrung B (ca. ≥ 2 l/s) würde die geplante Umgehungsstraße von Faulbach im Brunneneinzugsgebiet liegen.

6.3 Szenario 2: Entnahme von 16 l/s östlich und nordöstlich des Grohbergs

Szenario 2 untersucht die Möglichkeit, 16 l/s östlich bzw. nordöstlich des Grohbergs zu entnehmen. Dazu wurden 3 verschiedene mögliche Brunnenstandorte überprüft. Der Ansatzpunkt des **Szenarios 2a** liegt am südlichsten der 3 Punkte, östlich des Grohbergs (Variante 1); der Ansatzpunkt des **Szenarios 2b** liegt etwas weiter nordwestlich (Variante 2) und der Ansatzpunkt des **Szenarios 2c** bildet den nordöstlichsten der drei Punkte (Variante 3).

Bei allen drei Standorten ist die Entnahme von 16 l/s möglich, es ergeben sich lediglich Differenzen in der Lage der Einzugsgebiete (s. Anlage 8.2, Anlage 8.3 und Anlage 8.4). Während das Einzugsgebiet des Szenarios 1 noch die Ortslage Breitenbrunn komplett erfasst, ist bei den drei Ansatzpunkten des Szenarios 2 jeweils nur ein kleiner Teil der Ortslage östlich des Faulbachs betroffen. Es zeigt sich, dass je weiter der Ansatzpunkt nach Nordosten verschoben wird, desto weniger wird die Ortslage Breitenbrunn betroffen. Auch die Ortslage Altenbuch liegt nur noch randlich im GwEinzugsgebiet.

Die geplante Umgehungsstraße von Faulbach wäre nicht betroffen.

Begrenzend wirkt hier die Struktur des Umlauftals. Es ist davon auszugehen, dass je weiter der Ansatzpunkt nach Osten verschoben wird, desto mehr nähert er sich dem Rand des Umlauftals, mit potenziell abnehmendem gewinnbaren GwDargebot.

6.4 Szenario 3: Entnahme von 16 l/s an dem Ansatzpunkt B1A

Szenario 3 untersucht die Möglichkeit, **16 l/s an dem Ansatzpunkt B1A** aus /8/ zu Entnehmen. Aufgrund der Lage dieses Ansatzpunktes noch innerhalb der im Modell in diesem Bereich angesetzten hohen Durchlässigkeiten (Auflockerungszone aufgrund Hangzerreisung bzw. der Störung Altenbuch) ist dies **möglich**.

Das Einzugsgebiet für diesen Punkt erstreckt sich jedoch entlang des Faulbachtals und erfasst somit komplett die **Ortlage Altenbuch** (siehe Anlage 8.5).

6.5 Szenario 4: Entnahme von 16 l/s an den Ansatzpunkten B1B, B2B und B3

Szenario 4 sollte ursprünglich die Möglichkeit überprüfen, die angestrebten 16 l/s an dem Ansatzpunkt B1B aus /8/ zu entnehmen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass eine Entnahme in dieser Höhe modelltechnisch an diesem Standort nicht möglich ist. Daher wurde die Entnahme sukzessive gesenkt, bis mit ca. 8 l/s die an diesem Standort maximal mögliche Entnahme gefunden wurde.

Daher wurde versucht, die fehlenden 8 l/s an den Ansatzpunkten B2B bzw. B3 zu entnehmen. Jedoch zeigte sich an diesen Punkten, dass selbst die angesetzten 8 l/s modeltechnisch hier nicht entnommen werden können. Am Punkt B3 war selbst eine Entnahme von 4 l/s nicht möglich, daher wurde hier letztendlich nur eine Entnahme von 2 l/s angesetzt und am Punkt B2B wurden die übrigen 6 l/s entnommen.

Die Einzugsgebiete der Punkte B2B und B3 erstrecken sich in nordwestlicher Richtung bis nach Wildensee und erfassen keine potentiellen Konfliktpotenziale. Im Einzugsgebiet des Punktes **B1B** dagegen liegt wiederum die **Ortslage Altenbuch** (s. Anlage 8.6).

6.6 Bewertende Zusammenfassung der Modellierungsergebnisse

In der folgenden Tabelle werden die wesentlichen Modellergebnisse zusammengefasst dargestellt. Eine abschließende Bewertung der möglichen Erschließungsbereiche erfolgt in den anschließenden Kapiteln, da diesbezüglich auch die Schützbarkeit der Standorte und die Ausweisbarkeit eines wirksamen Wasserschutzgebietes zu betrachten sind.

Auf jeden Fall zeigt sich bereits an dieser Stelle, dass – sofern entsprechende Versuchsbohrungen die vermutete hohe Gebirgsdurchlässigkeit bzw. Brunnenergiebigkeiten bestätigen – der mit Szenario 2 (2a bis 2c) beschriebene potentielle Erschließungsbereich östlich des Grohbergs der günstigste ist. Hier ist ein ausreichendes gewinnbares GwDargebot zu erwarten, bei gleichzeitig kurzem Leitungsweg zum Maschinenhaus Breitenbrunn –

dies bedeutet die optimale Nutzung der bestehenden Infrastruktur - und vergleichsweise geringem Gefährdungspotential durch konkurrierende Nutzungen.

Tabelle 6-2: Wesentliche Ergebnisse der untersuchte Entnahmeszenarien (Modellszenarien)

Prognoserechnung	Wesentliche Modellergebnisse	
Szenario 1	Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s möglich	
	Ortslagen Breitenbrunn und Altenbuch praktisch vollstän-	
	dig im GwEinzugsgebiet	
	 Umgehungsstraße von Faulbach bei größeren Entnahmen 	
	an der Versuchsbohrung B im GwEinzugsgebiet	
Szenario 2 (2a bis 2c)	➤ Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s möglich	
	> Ortslagen Breitenbrunn und Altenbuch nur randlich im	
	GwEinzugsgebiet	
	Umgehungsstraße von Faulbach nicht betroffen	
Szenario 3	Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s möglich	
	Ortslage Altenbuch praktisch vollständig im GwEinzugsge-	
	biet	
Szenario 4	Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s nur über mehrere	
	Brunnenstandorte möglich	
	> Brunnenstandort B1B: Ortslage Altenbuch randlich im	
	GwEinzugsgebiet	

Das Szenario 3 kann ausgeschlossen werden, da es hinsichtlich der problematischen Ortslage von Altenbuch keine effektive Verbesserung gegenüber den bestehenden Quellfassungen bedeutet.

Da Szenario 4 kommt aufgrund des Umstandes, dass vermutlich mehrere Brunnenstandorte zur Realisierung des angestrebten Erschließungsziel erforderlich sind, nicht in Betracht, da dies die mit Abstand höchsten Erschließungskosten erwarten lässt.

Vor diesem Hintergrund hängt die Vorentscheidung zugunsten der Brunnenkonfiguration gemäß Szenario 2 davon ab, inwieweit hier ein wirksamen Wasserschutzgebiet ausgewiesen werden kann, resp. inwieweit dort maßgebliche Gefährdungspotentiale gegeben sind. Aufgrund der diesbezüglich positiven Bewertung ist diese Variante dem Szenario 1 vorzuziehen. Die entsprechende Darstellung erfolgt in den anschließenden Kapiteln.

Vor dem Hintergrund dieser Modellergebnisse werden die Brunnenstandorte nach /8/ wie folgt bewertet:

Tabelle 6-3: Erstbewertung der Brunnenstandorte nach /8/

Brunnenstandort	Hydrogeologisch-wasserwirtschaftliche Bewertung	
B1A	ausreichende Ergiebigkeit nachgewiesen	
	WSG-Ausweisung bzw. Schützbarkeit problematisch	
B1B	> an den Einzelstandorten ist voraussichtlich keine ausrei-	
B2A	chende Ergiebigkeit gegeben; nach den Modellergebnissen	
B2B	ist dies zu vermuten	
В3	 WSG-Ausweisung bzw. Schützbarkeit unproblematisch 	
B4	ausreichende Ergiebigkeit nachgewiesen	
	WSG-Ausweisung bzw. Schützbarkeit problematisch	



7. Hydrogeologisch-wasserwirtschaftliche Bewertung der möglichen Erschließungsvariante Szenario 2

7.1 Generelle Einschätzung

Nach den durchgeführten Modelluntersuchungen stellt sich das **Szenario 2** als die aus fachlicher Sicht (theoretisch) **günstigste Erschließungsvariante** dar, und zwar aus folgenden Gründen:

- Aufgrund der hydrogeologisch-geohydraulischen Gegebenheiten kann an den betreffenden Brunnenstandorten östlich des Grohbergs ein ausreichendes gewinnbares GwDargebot im Unteren Buntsandstein erwartet werden; das Erschließungsziel von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s kann hier sehr wahrscheinlich erreicht werden.
- Hinsichtlich der hydrogeologischen Rahmenbedingungen ist der Erschließungsbereich östlich des Grohbergs mit dem Standort der Versuchsbohrungen A und B westlich des Grohbergs vergleichbar. Daher liefert auch das Ergebnis der dortigen GwQualitätsuntersuchungen wichtige Hinweise für den Erschließungsbereich gemäß Szenario 2; eine vergleichbare und den Anforderungen der TrinkwV entsprechende GwQualität kann demnach auch östlich des Grohbergs erwartet werden.
- Aufgrund der Nähe zum Maschinenhaus Breitenbrunn und der dort bestehenden, auch zukünftig nutzbaren Infrastruktur wäre eine GwErschließung östlich des Grohbergs für den ZV WV Stadtprozeltener Gruppe auch wirtschaftlich vorteilhaft (kurzer Leitungsweg bei günstige [Druck-] Höhenverhältnissen).
- Nach den Modellprognosen ist zu erwarten, dass nur wenige konkurrierende Nutzungen im voraussichtlichen Brunneneinzugsgebiet (GwEinzugsgebiet) liegen. Aufgrund dessen und der folgenden Bewertung möglicher Konfliktpotentiale ist die Schützbarkeit dieses Erschließungsbereiches gegeben und ein wirksames Wasserschutzgebiet (WSG) kann ausgewiesen werden (s. u.). Die anderen untersuchten Erschließungsvarianten stellen sich abgesehen von dem wirtschaftlich uninteressanten Szenario 4 diesbezüglich nicht besser dar.

Aufgrund dieser Einschätzung und der vergleichenden Betrachtung in Kapitel 6.6 konzentrieren sich die folgenden Betrachtungen auf das Szenario 2 resp. die GwErschließung östlich des Grohbergs.

7.2 Bewertung möglicher Konfliktpotentiale

Eine tabellarische Aufstellung aller bekannten im Modellgebiet liegenden Deponien, Altlasten und Altlastenverdachtsflächen enthält **Anlage 10** (siehe auch **Anlage 1.3**). Wie diese Flächen die Einzugsgebiete (F_E) der untersuchten Szenarien betreffen ist in der folgenden Tabelle bewertend dargestellt, wobei die für **Szenario 2** relevanten Standorte **fett hervorgehoben** sind. Maßgebend für die Einschätzung des Risikopotentials der Deponien ist die in Anlage 10 aufgeführte Datengrundlage.

Tabelle 7-1: Zusammenstellung potentieller Nutzungskonflikte

konkurrierende Nutzung	betr. Szenario Nr.:	Art der Nutzung	Einschätzung des
Al-6		D : .:	Konfliktpotentials
	1, 2, 3	Deponie, stillgelegt	geringes Risikopotential, da seit längerem stillgelegt bzw. geringes Volumen.
Al-7	1	Deponie, stillgelegt	mittleres Konfliktpotential; randli- che Lage im FE, jedoch nahe am Faulbachtal
Ortlage Breiten- brunn	 gesamte Ortslage; Bereich östlich des Faulbachs 	Siedlungsflächen	Sz 1: hohes Konfliktpotential Sz 2: geringes Konfliktpotential, da randliche Lage im FE
Ortslage Altenbuch	1, 3: gesamte Orts- lage; 2, 4: Bereich nord- östlich des Faulbachs	Siedlungsflächen	Sz. 1, 3: hohes Konfliktpotenzial Sz 2, 4: geringes Konfliktpotential, da randliche Lage im FE
Ortslage Schollbrunn	2	Siedlungsfläche	geringes Konfliktpotential, da randliche Lage im FE und außer- halb des oberirdischen FE
Landwirtschaftliche Nutzungen	1, 2	Landwirtschaftliche Nutzflächen	geringes Gefährdungspotential; Risikobegrenzung durch WSG- Ausweisung Kooperationslösung
NSG Grohberg	1	Naturschutzgebiet	kein Konfliktpotential; großer GwFlurabstand bedingt keine ökologische Relevanz des GwNiveaus
VHF-2	2	Vorbehaltsfläche Rohstoffabbau	verfahrensrechtliches Konfliktpotential; nach /25/ kann in Rohstoffvorbehaltsgebieten bei der Abwägung im Einzelfall gewichtigeren gegenläufigen Belangen den Vorzug gegeben werden; hiervon wird im vorliegenden Fall aufgrund der geplanten TwGewinnung ausgegangen
Abwasserleitung Breitenbrunn – Faulbach	1, 2	Abwasserleitung	bei technisch einwandfreiem Zustand und ordnungsgemäßer Wartung geringes Risikopotenti- al, zudem randliche Lage im FE



7.3 WSG-Konzept für Brunnenstandorte östlich des Grohbergs

7.3.1 Bemessungsansatz, WSG-Katalog

Aufgrund der konzeptionellen Überlegungen zur zukünftigen TwVersorgung des ZV WV Stadtprozeltener Gruppe in Kapitel 8.1 wird (vorläufig) davon ausgegangen, dass zukünftig die **TwGewinnung an den Brunnenstandorten 2b und 2c** erfolgt. Der Standort 2a wird nicht favorisiert, da er weiter in der Vorbehaltsfläche für Rohstoffabbau (VHF-2) liegt, was möglicherweise größere Widerstände im Wasserrechtsverfahren zur Folge hat. Zudem erfordert dieser Standort bei vergleichbarer notwendiger Bohrtiefe einen größeren Leitungsweg bis zum Maschinenhaus in Breitenbrunn, was die Erschließungskosten erhöht.

Ausgehend von dieser Grundüberlegung wird anhand folgender Grundlagen ein WSG-Konzept für eine Brunnendoublette 2b/2c erstellt:

- Einschlägige DVGW-Richtlinie /26/.
- ➤ Bewertung der Deckschichten an den Brunnenstandorten und deren nähere Umgebung nach der Methode von HÖLTING, unter Berücksichtigung des Bayerischen Wegs bei der WSG-Bemessung (siehe Anlage 3.2).

Die Bemessung der einzelnen Schutzzonen wird im Folgenden dargestellt.

Es wird davon ausgegangen, dass der **WSG-Katalog** in enger Anlehnung an die einschlägige Arbeitshilfe der Bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung, unter Berücksichtigung der entsprechenden Erfahrungen im Landkreis Miltenberg festgesetzt wird. Ein entsprechender **Entwurf** (Vorschlage) ist in **Anlage 9.5** dargestellt.

7.3.2 Bemessung der einzelnen Schutzzonen des WSG

7.3.2.1 Fassungsbereich (Schutzzone I)

Die Schutzzone I soll den Schutz der unmittelbaren Umgebung der Fassungsanlage vor Verunreinigungen und sonstigen Beeinträchtigungen gewährleisten.

Die **Schutzzone** I¹ erfüllt dann die Forderung gemäß dem einschlägigen DVGW-Regelwerk W 101, wenn der (einzuzäunende) Fassungsbereich eine Mindestausdehnung von allseitig 10 m um den Brunnen aufweist. Dies wäre an den Brunnenstandorten 2b und 2c ausreichend.

¹ Hinweis: Die Schutzzonen I sind in Anlage 9 wegen des großen Planmaßstabs nicht dargestellt.

7.3.2.2 Engere Schutzzone (Schutzzone II)

Die Zone II soll den Schutz vor Verunreinigungen durch pathogene Mikroorganismen (z.B. Bakterien, Viren, Parasiten und Wurmeiern) sowie vor sonstigen Beeinträchtigungen gewährleisten, die bei geringer Fließdauer und -strecke zur TwGewinnungsanlage gefährlich sind. Maßgebend für die Bemessung der Engeren Schutzzone ist die 50-Tage-Linie, jedoch soll eine oberstromige Ausdehnung von 100 m ab der Fassung, in begründeten Fällen 50 m, nicht unterschritten werden.

Die Berechnung der 50-Tage-Linie ist in Kluft-GwLeiter häufig mit Unsicherheiten behaftet, was auch im vorliegenden Fall (Unterer Buntsandstein) angenommen werden muss. Insbesondere sind die Gebirgsdurchlässigkeiten im Nahbereich der Brunnen bisher nur als modelltheoretisch anzusehen; zudem ist auch der durchflusswirksame Hohlraumanteil ("Nutzporosität") nur grob abgeschätzt; beide Parameter bestimmen jedoch direkt die GwFließgeschwindigkeit. Daher wird – unter Berücksichtigung der mittleren bis geringen Schutzfunktion der Deckschichten – für die Bemessung der Schutzzone II folgendes (erweitertes) Kriterium abgesetzt (siehe Anlage 9.1 und 9.2¹):

- ➤ Die Abgrenzung der Schutzzone II sollte sich an der 1-Jahres-Isochrone gemäß den Modellrechnungen (Szenarien 2b und 2c) orientieren. Hierdurch wird nach unserer Auffassung die o. g. Unsicherheit kompensiert bzw. resultiert dadurch die diesbezüglich erforderliche Sicherheitsreserve, die auch im Hinblick auf zukünftige kurzzeitige Spitzenentnahmen erforderlich ist.
 - Bei der Interpretation der entsprechenden Bahnlinien mit Zeitmarken ist zu berücksichtigen, dass im Rahmen der vorliegenden Studie die Realentnahme von 16 l/s jeweils aus nur einem Brunnen angesetzt wurde. Im Falle einer zukünftigen **Brunnendoublette 2b/2c** dürfte jedoch eher eine **gleichmäßige Entnahmeverteilung** der Regelfall werden, also je Brunnen im Mittel bis zu 8 l/s Entnahme. Das in Anlage 9.2 dargestellte GwEinzugsgebiet des Brunnen 2b rückt dann nach Osten vom Faulbach ab.
- ➤ Durch diesen Bemessungsansatz wird auch erreicht, dass die Ausdehnung der Schutzzone II bis mindestens 300 m in gwoberstromige Richtung ausgehend von den Brunnenstandorten reicht, und auch der nördlich gelegene, zu den Brunnen hin abfallenden nördliche Hang in der Schutzzone II fällt. Dies ist unter den örtlichen Gegebenheiten angemessen und wird auch als im Sinne der DVGW-Richtlinie /26/ gewertet.
- ➤ Das o. g. "300 m-Kriterium" wird auch nach Osten hin angesetzt, aufgrund des dort sehr steil in Richtung der Brunnen einfallenden Geländes.

p:\pro2005\05084\berichte\g stadtprozeltener gruppe 042006.doc

¹ Hinweis: Die in diesen Anlagen dargestellte Abgrenzung orientiert sich nur insoweit an Geländemarken wie diese aus der topographischen Karte und/oder dem Luftbild erkennbar sind; eine flurstücksscharfe Abgrenzung vor Ort ist noch nicht erfolgt.

7.3.2.3 Weitere Schutzzone (Schutzzone III)

Die Zone III soll den Schutz vor weit reichenden Beeinträchtigungen, insbesondere vor nicht oder schwer abbaubaren chemischen und radioaktiven Verunreinigungen gewährleisten. Die "Weitere Schutzzone" soll in der Regel bis zur Grenze des unterirdischen Einzugsgebietes der Gewinnungsanlage reichen. Bei größeren GwEinzugsgebieten resp. bei größeren WSG ist die Aufteilung der Weiteren Schutzzone in Teilzonen IIIA und IIIB möglich.

Aufgrund der ermittelten mittleren bis geringen Schutzfunktion der Deckschichten und der Tatsache, dass mit dem Unteren Buntsandstein die Nutzung eines KluftGwLeiters geplant ist, wäre es nach dem Schema in Anlage 9.4 erforderlich, das WSG über das gesamte GwEinzugsgebiet auszudehnen. Dies erscheint jedoch aufgrund der Größe des Einzugsgebietes, dessen weitgehend Bewaldung und der hydrogeologischen Gegebenheiten an den geplanten Brunnenstandorten – Überdeckung des Unteren Buntsandsteins durch mehr als 20 m mächtige quartäre Sande und Kiese (Überlagerung des genutzten GwLeiters durch eine "Filterschicht") – unverhältnismäßig. Vielmehr wird vorgeschlagen, die Schutzzone III unter Ansatz des berechneten GwEinzugsgebietes bis in mehr als 3 km in gwoberstromige Richtung auszudehnen, aufgrund folgender Überlegungen (siehe Anlage 9.3):

- ➤ Die einschlägige DVGW-Richtlinie gestattet bei wie im vorliegenden Fall sehr großen GwEinzugsgebieten den Ansatz der GwNeubildungsfläche bei der WSG-Bemessung; diese (rechnerisch notwendige) GwBilanzfläche zur gwhaushaltlichen Deckung des Erschließungsziels von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s wird durch das vorgeschlagene WSG erfasst:
 - Das vorgeschlagene WSG hat eine Gesamtfläche von ca. 9,5 km².
 - Bei Ansatz einer mittleren GwNeubildungsspende von q_{Gw} = 3,2 l/s•km² wäre diese WSG-Fläche somit ausreichend, um eine natürliche GwNeubildungsrate von ca.
 30 l/s bereitzustellen.
 - Umgekehrt betrachtet wäre bei einer mittleren GwNeubildungsspende von q_{Gw} = 3,2 l/s•km² zur gwhaushaltlichen Deckung des Erschließungsziels (16 l/s) jedoch nur eine GwNeubildungsfläche von ca. 5 km² erforderlich. Das vorgeschlagene WSG schließt somit die rechnerisch notwendige GwNeubildungsfläche sicher ein. Dies gilt auch noch bei Ansatz des kleinsten Wertes für die GwNeubildungsspende gemäß Kap. 3.2 von q_{Gw} = 2 l/s•km²; dann würde das Erschließungsziel (16 l/s) bilanzmäßig eine GwNeubildungsfläche von 8 km² erfordern.
- ➤ Die Darstellungen in Anlage 9 zeigen, dass mit der vorgeschlagenen WSG-Bemessung bei einer mittleren bis geringen Schutzfunktion der Deckschichten folgende Kriterien für PorenGwLeiter gemäß dem Schema Deckschichten / Bayer. Weg in Anlage 9.4 übererfüllt werden:
 - 1½ 3 Jahre Fließzeit des Grundwassers (bis zum Erreichen der Brunnen)

• 1–2 km – Kriterium (Entfernung des WSG-Außengrenze bis zu den Brunnen in gwoberstromige Richtung)

Aufgrund dieser Überlegungen erscheint das vorgeschlagene WSG angemessen und fachlich vertretbar. Ein Differenzierung der Schutzzone III in Teilzonen IIIA und IIIB ist hydrogeologisch nicht sinnvoll.



8. Maßnahmen zur Grundwassererschließung östlich des Grohbergs und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

8.1 Konzeptionelle Überlegungen für die zukünftige Trinkwasserversorgung

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse ist **zu empfehlen**, die zukünftige TwVersorgung entsprechend dem **Modellszenario 2** anzustreben, das **zwei TwBrunnen östlich des Grohbergs im Bereich der Standorte 2b und 2c** vorsieht. Die wesentlichen Argumente für diese Brunnenkonfiguration sind:

- ➤ Voraussichtlich **ausreichende Ergiebigkeit** zur Realisierung des Erschließungsziels (mind. 500.000 m³/a; inkl. evtl. zukünftige Versorgung von Altenbuch).
- Ausreichende Schützbarkeit der Brunnenstandorte und Ausweisbarkeit eines relativ konfliktarmen und somit auch politisch durchsetzbaren Wasserschutzgebietes.
- Hohe Versorgungssicherheit durch die Einrichtung einer Brunnendoublette. Diese ermöglicht die kurzfristige Verlagerung des Entnahmeschwerpunktes, etwa im Schadensfall. So könnte beispielsweise im Falle eines Defektes an der Abwasserleitung entlang des Faulbachs die Entnahme am Brunnen 2b reduziert und der Entnahmeschwerpunkt auf den Brunnen 2c verlagert werden. Die Abwasserleitung läge dann sicher außerhalb des GwEinzugsgebietes und die TwVersorgung wäre durch einen solchen Schadensfall nicht gefährdet.
- Wenngleich die Schützbarkeit an den Standorten 2b und 2c gegeben wäre, ist doch zu berücksichtigen, dass der östliche Teil der Ortslage Breitenbrunn (östlich des Faulbachs) sowie die o. g. Abwasserleitung zumindest bei bestimmten Förderkonfigurationen im Brunneneinzugsgebiet liegen können. Um die langfristigen Auswirkungen dieser konkurrierenden Nutzungen zu beobachten, und um wie oben beschrieben im Hinblick auf einen evtl. Schadensfall ggf. frühzeitig steuernd in die TwGewinnung eingreifen zu können, ist zu empfehlen, etwa im Bereich der Reithalle und nahe des Faulbachs nordwestlich des Brunnenstandorts 2b Vorfeld-GwMessstellen im Quartär einzurichten. (Evtl. anthropogene Beeinflussungen der GwQualität sollten sich primär in den oberflächennahen Sanden und Kiesen bemerkbar machen.)
- ▶ Das Umfeld der Brunnenstandorte 2b und 2c wird landwirtschaftlich genutzt. Für den entsprechenden Teil des GwEinzugsgebietes wird empfohlen, eine Kooperationslösung mit den von der WSG-Festsetzung betroffenen Landwirten anzustreben. Erfahrungsgemäß trägt dies erheblich zur Akzeptanz des Vorhabens in der Bevölkerung bei und fördert die zügige Abwicklung der anstehenden Wasserrechtsverfahren, ohne wirtschaftliche Nachteile für den Wasserversorger.

Die bestehenden Quellfassungen sind nach den Betriebserfahrungen der vergangenen Jahre als nicht ausreichend schützbar einzustufen und können daher zukünftig nicht mehr in die Regelversorgung eingebunden werden. Die Quellfassungen sollten allerdings für eine evtl. Notversorgung beibehalten werden; diese Nutzung erspart den Rückbau der Anlagen und macht auch keine Neufestsetzung des WSG für die Quellfassungen erforderlich.

8.2 Empfohlene Maßnahmen zur GwErkundung und GwErschließung, Empfehlung zur weiteren Vorgehensweise

Bei der weiteren Erschließungsplanung ist zu berücksichtigen, dass die bisherigen Überlegungen in hohem Maße theoretischer Natur sind. Es ist daher erforderlich, den eigentlichen Brunnenbohrungen Erkundungsmaßnahmen vorzuschalten und ein schrittweises Vorgehen zu praktizieren. Zur Gewährleistung der Planungssicherheit ist hierbei zu empfehlen, die weiteren Maßnahmen frühzeitig mit den Fachbehörden abzustimmen.

Folgende weitere Vorgehensweise wird empfohlen:

- Erörterung der vorliegenden Ergebnisse innerhalb der ZV WV Stadtprozeltener Gruppe und mit den Fachbehörden, (Vor-) Klärung der wesentlichen Grundstücksfragen
 (Grundstücke für Brunnenbohrungen und Leitungsbau) und Entscheidung der ZVVersammlung über die Durchführung von Versuchsbohrungen.
- 2. Durchführung von Versuchsbohrungen (VB) mit Pumpversuchen und begleitenden Messungen (Bohrlochgeophysik, GwQualitätsuntersuchungen [u. a. nach TrinkwV]) an den Standorten 2b und 2c oder in der unmittelbaren Umgebung dieser bisher theoretischen Standorte. Evtl. ist zur Bohrpunktoptimierung noch eine geophysikalische Messkampagne zweckmäßig¹. Unabhängig davon ist die Einholung der wasser- und bergrechtlichen Genehmigungen für die Durchführung der VB erforderlich.
- 3. Sofern die Versuchsbohrungen die erwarteten positiven Resultate bestätigen, Durchführung der Brunnenbohrungen (Hauptbohrungen [HB] inkl. hydraulischer Anlage und Brunnenabschlussbauwerk) an den Standorten der VB und/oder Erweiterung/Ausbau der VB zu TwBrunnen; anschließend Leistungspumpversuche mit begleitenden GwQualitätsuntersuchungen (nach TrinkwV).
- 4. Bei positivem Ergebnis der VB können parallel zu den Brunnenbauarbeiten der Leitungsbau von den Brunnenstandorten zum Maschinenhaus in Breitenbrunn und die

\\hg1\projekte\pro2005\05084\berichte\g stadtprozeltener gruppe 042006.doc

¹ Hinweis: Eine luftbildgeologische Auswertung zur Bohrpunktoptimierung ist aufgrund der Überlagerung des Unteren Buntsandsteins durch mächtige Sande und Kiese nicht sinnvoll; das evtl. geeignete geophysikalische Verfahren zur Bohrpunktoptimierung ist noch zu ermitteln.

- **Vorfeld-GwMessstellen** realisiert werden. Ebenso kann zeitgleich die Vorbereitung der **Kooperationslösung** mit den vom zukünftigen WSG betroffenen Landwirten erfolgen.
- 5. Nach Vorlage der Leistungspumpversuchsergebnisse von den Hauptbohrungen (TwBrunnen) können die wasserrechtlichen Antragsunterlagen zur Erlangung der Entnahmebewilligung (evtl. mit Beantragung der Zulassung des vorzeitigen Beginns nach § 9a WHG) und die Unterlagen zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes erstellt und die entsprechenden Verfahren eingeleitet werden.

8.3 Kostenschätzung und möglicher Zeitplan

Die Kosten für die empfohlenen Maßnahmen werden wie folgt geschätzt:

Tabelle 8-1: Schätzung der Kosten für die empfohlenen Maßnahmen

M	aßnahme	geschätzte Kosten (Euro, netto)
1.	Durchführung von 2 VB mit 140 (2b) bzw. 160 m (2c) Bohrtiefe [#] inkl. Pumpversuche, Bohrlochgeophysik, GwAnalysen + Fachbetreuung und Fachgutachten	200.000,- (bei evtl. vorgeschalteter Bohr- punktoptimierung mittels Geophy- sik + 20.000,-)
2.	Durchführung von 2 HB mit 140 (2b) bzw. 160 m (2c) Bohrtiefe inkl. Leistungspumpversuche, GwAnalysen, hydraulischer Anlage und Brunnenabschlussbauwerk + 2 Vorfeld-GWM + Fachbetreuung und Dokumentation	750.000,-
3.	Leitungsbau (Druckleitung) von den Brunnen- bauwerken zum Maschinenhaus Breitenbrunn inkl. evtl. Druckerhöhungsstationen, Steuerkabel. Stromanschluss, Erwerb und Einzäunung der Fas- sungsbereiche + IngLeistungen)	300.000,-
4.	Vorbereitung und Abwicklung der Kooperations- lösung mit den Landwirten im geplanten WSG	10.000,-
5.	Wasserrechtsanträge und Abwicklung der wasserrechtlichen Verfahren	10.000,-

[#] Annahme: Die VB östlich des Grohbergs müssen bei einem etwas höheren Ansatzniveau eine den Versuchsbohrungen A und B westlich des Grohbergs geologisch vergleichbare Tiefe erreichen

Im Falle einer Entscheidung des ZV WV Stadtprozeltener Gruppe bis Ende 04/2006 über die weitere Vorgehensweise ist folgender Zeitplan für die Abwicklung der Gesamtmaßnahme möglich.

Tabelle 8-2: Schätzung der Kosten für die empfohlenen Maßnahmen

Ma	aßnahme	Durchführung bis ca möglich	
1.	Durchführung von 2 Versuchsbohrungen	Herbst 2006	
2.	Durchführung von 2 Brunnenbohrungen inkl. hyd-		
L	raulischer Anlage und Abschlussbauwerk		
3.	Leitungsbau	ngsbau 2. Quartal 2007	
4.	Vorbereitung der Kooperationslösung	7	
5.	WR-Anträge, Einleitung der Verfahren		

Bei günstigem Verlauf und raschen Entscheidungen könnte es somit möglich sein, die neue Versorgungsstruktur ab Mitte 2007 in Betrieb zu nehmen und das bisherige Versorgungsgebiet mit Trinkwasser aus dem neuen Gewinnungsgebiet zu versorgen.

Auf der Grundlage der Ergebnisse im Herbst 2006 kann auch die Möglichkeit der zukünftigen Versorgung der **Gemeinde Altenbuch** durch den ZV WV Stadtprozelten beurteilt werden. Bei positiven Ergebnissen der Versuchsbohrungen könnten – entsprechende Entscheidungen im Gemeinderat von Altenbuch und der ZV-Versammlung vorausgesetzt – die diesbezüglichen Planungen ebenfalls Ende 2006 beginnen.

9. Zusammenfassung

Der ZV WV Stadtprozeltener Gruppe benötigt baldmöglichst eine Ersatzversorgung für die Quellfassungen oberhalb von Breitenbrunn, die derzeit das einzige Standbein für die TwVersorgung bilden. Daher wird mit den vorliegenden hydrogeologischgeohydraulischen Untersuchungen geprüft, in welchen Bereichen das Erschließungsziel von 500.000 m³/a mittels Brunnenbohrungen realisiert werden kann. Bei Beachtung dieses Erschließungsziels stehen folgende Aspekte für die TwNeuerschließung im Vordergrund:

- Schützbarkeit der Brunnenstandorte und Ausweisbarkeit eines möglichst konfliktarmen Wasserschutzgebietes.
- > Kostengünstiger Anschluss an das Maschinenhaus in Breitenbrunn

Auf der Grundlage der beim Versorger und bei den Behörden verfügbaren Daten, veröffentlichter Unterlagen/Karten, eigener Trockenwetterabflussmessungen im Februar 2006 und Berücksichtigung eigener Untersuchungen im Bereich Altenbuch werden die GwVerhältnisse dargestellt, und ein hydrogeologisches Modell für das Untersuchungsgebiet erarbeitet.

Basierend auf diesem hydrogeologischen Modell wird ein numerisches GwModell (Rechenmodell) erstellt, das anhand der verfügbaren Daten kalibriert ist. Im Sinne der Fragestellung ist hierbei besonders die Anpassung an die gemessenen Quell- und Gewässerabflüsse wesentlich; hierdurch ist das GwModell GwBilanz-kontrolliert, was die realitätsnahe Berechnung des gewinnbaren GwDargebotes gewährleistet. Auch die bekannten GwStände werden bei hydrogeologisch plausiblen Gebirgsdurchlässigkeiten gut reproduziert.

Aufgrund der guten Anpassung des Rechenmodells an die verfügbaren Felddaten ist es als Prognoseinstrument zur Simulation zukünftiger GwEntnahmeszenarien an möglichen Brunnenstandorten geeignet und wird entsprechend eingesetzt.

Folgende Entnahmeszenarien bzw. Brunnenkonfigurationen werden untersucht:

Prognoserechnung	Untersuchungsziel	
Szenario 1	Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s W' des Grohbergs (Versuchsbohrung A und B des BLfW nach /13/)	
Szenario 2 (2a bis 2c)	Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s E' und NE' des Grohbergs an drei verschiedenen Brunnenstandorten	
Szenario 3	Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s am Brunnenstandort B1A nach /8/	
Szenario 4	Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s an den Brunnenstandorten B1B, B2B und B3 nach /8/	

PNr.: 05084/1

Die Berechnungsergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Prognoserechnung	Wesentliche Modellergebnisse	
Szenario 1	Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s möglich	
	Breitenbrunn und Altenbuch vollständig im GwEinzugsgebiet	
	> Umgehungsstraße von Faulbach bei größeren Entnahmen an der Ver-	
	suchsbohrung B im GwEinzugsgebiet	
Szenario 2 (2a bis 2c)	Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s möglich	
	Breitenbrunn und Altenbuch nur randlich im GwEinzugsgebiet	
	Umgehungsstraße von Faulbach nicht betroffen	
Szenario 3	Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s möglich	
	 Ortslage Altenbuch praktisch vollständig im GwEinzugsgebiet 	
Szenario 4	Entnahme von 500.000 m³/a bzw. 16 l/s erfordert mehrere Brunnen	
	Brunnenstandort B1B: Altenbuch randlich im GwEinzugsgebiet	

Aus diesen Ergebnissen leitet sich ab, dass die Neuerschließung von Trinkwasser östlich des Grohbergs zwischen Faulbach und Breitenbrunn zu empfehlen ist, und zwar an den untersuchten Brunnenstandorten 2b und 2c. Die wesentlichen Argumente für diese Brunnenkonfiguration sind:

- ➤ Voraussichtlich ausreichende Ergiebigkeit (mind. 500.000 m³/a).
- > Schützbarkeit und Ausweisbarkeit eines relativ konfliktarmen Wasserschutzgebietes.
- > Hohe Versorgungssicherheit durch die Einrichtung einer Brunnendoublette.

Die empfohlenen Maßnahmen zur Realisierung der Brunnendoublette werden dargestellt sowie die Kosten und der Zeitbedarf für die Realisierung der Einzelmaßnahmen geschätzt. Bei günstigem Verlauf der erforderlichen Erkundungsmaßnahmen und Einhaltung kurzer Entscheidungsfristen könnte es demnach möglich sein, die neue Versorgungsstruktur ab Mitte 2007 in Betrieb zu nehmen und das bisherige Versorgungsgebiet mit Trinkwasser aus dem neuen Gewinnungsgebiet zu versorgen.

Büro HG GmbH

Gießen, April 2006

Dipl.-Geol. Dr. Bernd Hanauer

Büro für
Hydrogeologie und
Umweit GmbH

Interne Qualitätssicherung
in Anlehnung an
DIN EN ISO 9001

Dipl.-Geol. Thomas Mühlbauer