

Büro für
Geohydrologie und
Umweltinformationssysteme
Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen
Technologiezentrum Bielefeld – Meisenstraße 96
DE-33 607 Bielefeld

Datum: 25. Juli 2013

**Hydrogeologisches Gutachten zur
Verfüllung und Renaturierung
des ehemaligen Steinbruchs „Laubenheim“
in Mainz-Laubenheim**
– Dokumentation und Grundwasserströmungsmodell –

Auftraggeber:



Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz
Zwerchallee 24
DE-55 120 Mainz

Bearbeiter:

Büro für
Geohydrologie und
Umweltinformationssysteme
Dr. Brehm & Grünz GbR – Diplom Geologen

Dr. Dirk R. Brehm - Diplom Geologe BDG
Von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu
Bielefeld öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für
Grundwasser und Geothermie

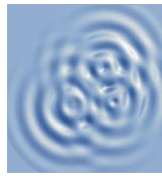
Thomas Grünz - Diplom Geologe

Technologiezentrum Bielefeld – Meisenstraße 96
DE-33 607 Bielefeld

Fon: (0521) 2997-250/251 – Mobil: (0171) 4853412 / (0160) 97878095

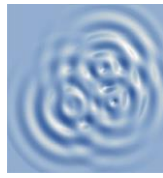
Fax: (0521) 2997-253

www.bgu-geoservice.de – email: info@bgu-geoservice.de



Inhaltsverzeichnis

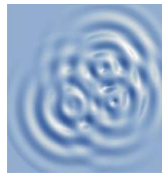
1	Einleitung und Veranlassung	1
2	Historie des Steinbruchs „Laubenheim“	2
3	Bewertungsgrundlagen	3
3.1	Datengrundlagen und durchgeführte Untersuchungen	3
3.2	Weitere Grundlagen	5
4	Geologische und hydrogeologische Situation	6
4.1	Überblick	6
4.2	Tektonische Verhältnisse	10
4.3	Oberfläche des Mergelertiärs	10
4.4	Morphologische Struktur des Kalkertiärs	11
4.5	Überlagerung des Pliozäns und Pleistozäns	12
4.6	Grundwasserstandsentwicklung	12
4.7	Grundwasserströmungssituation Ist-Zustand	15
4.8	Grundwasservorkommen der Überlagerung	17
4.9	Hydrogeologische Situation im Bereich des Steinbruches	18
4.9.1	Geologische Strukturen	18
4.9.2	Hydrogeologischer Schnitt 1	19
4.9.3	Hydrogeologischer Schnitt 2	19
4.9.4	Hydrogeologischer Schnitt 3	20
4.9.5	Verbreitung und Tiefenlage der künstlichen Auffüllung	20
4.9.6	Zusammensetzung der künstlichen Auffüllung	21
4.9.7	Lithologie des Festgesteinsunterbaus	21
4.9.8	Hydraulische Situation und Entwässerung	22
4.10	Hydraulische Kenndaten	23
4.11	Grundwasserneubildung	25
4.12	Grundwasserentnahmen	26
4.13	Hydrochemische Bestandsaufnahme	28



4.14	Abschätzung der Maximalgrundwasserstände.....	29
5	Grundwasserströmungsmodell	31
5.1	Grundlagen und Randbedingungen.....	31
5.2	Ergebnisse der Kalibrierung.....	34
6	Untersuchung der Varianten zur Renaturierung.....	36
6.1	Übersicht der Modellvarianten	36
6.2	Ergebnisse der Grundwasserströmungssimulation – Variante 1.....	37
6.3	Ergebnisse der Grundwasserströmungssimulation – Variante 2.....	38
6.4	Wasserbilanz der Varianten	39
7	Zusammenfassende Bewertung und Maßnahmen	41
8	Quellenverzeichnis	43

Tabellenverzeichnis

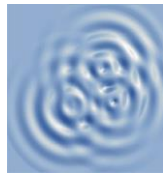
Tab. 1:	Geologische und hydrogeologische Einheiten des Untersuchungsgebietes.....	9
Tab. 2:	Zusammenstellung der k_f -Wert Bestimmungen aus Kurzpumpversuchen	24
Tab. 3:	Zusammenstellung der Fördermengen Ww I in Hechtsheim	26
Tab. 4:	Zusammenstellung der Fördermengen IBM-Brunnen.....	27
Tab. 5:	Zu- und Abflüsse der Bilanzelemente (Werte gerundet)	39



Anhang

Anhang 1 Pläne zum Gutachten

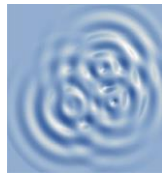
- Blatt 1 Übersichtskarte, Maßstab 1:40.000
- Blatt 2 Lageplan mit Brunnen, Bohrungen und Verlauf der hydrogeologischen Schnitte, Maßstab 1:20.000
- Blatt 3 Detailplan der Bohrungen und Schnittlinien, Maßstab 1:7.500
- Blatt 4 Luftbild Mai 2012, Maßstab 1:7.500
- Blatt 5 Geländemodell DGM1 / DGM10, Maßstab 1:40.000
- Blatt 6 Basis der Überlagerung / Oberfläche des Kalktertiärs, Maßstab 1:2.000
- Blatt 7 Basis des Kalktertiärs / Oberfläche des Mergeltertiärs (Modellbasis), Maßstab 1:40.000
- Blatt 8 Mächtigkeit des Kalktertiärs / der Niederterrasse, Maßstab 1:40.000
- Blatt 9 Verbreitung und Mächtigkeit der quartären und pliozänen Überlagerung, Maßstab 1:40.000
- Blatt 10 Hydrogeologischer Schnitt 1 (NW-SE, Westrand), Maßstab 1:10.000 / 1:1.000
- Blatt 11 Hydrogeologischer Schnitt 2 (SW-NE), Maßstab 1:10.000 / 1:1.000
- Blatt 12 Hydrogeologischer Schnitt 3 (NW-SE, zentral), Maßstab 1:10.000 / 1:1.000
- Blatt 13 Grundwassergleichenplan Kalktertiär 05/2011, Maßstab 1:40.000
- Blatt 14 Grundwassergleichenplan Kalktertiär 05/2011, Maßstab 1:10.000
- Blatt 15 Grundwasserflurabstände Kalktertiär 05/2011, Maßstab 1:40.000
- Blatt 16 Grundwasser erfüllte Mächtigkeit 05/2011 (Kalktertiär/Niederterrasse), Maßstab 1:40.0



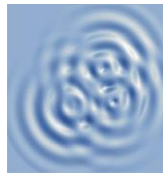
Seite: V

Datum: 25. Juli 2013

- Blatt 17 Abschätzung eines maximalen Grundwasserstandes im Kalktertiär bei vollständiger Verfüllung, Maßstab 1:20.000
- Blatt 18 Basis der künstlichen Auffüllung, Maßstab 1:5.000
- Blatt 19 Mächtigkeit der künstlichen Auffüllung (Ausgangszustand ca. 2000), Maßstab 1:5.000
- Blatt 20 Geplante Gestaltung der Auffüllung, Maßstab 1:5.000
- Blatt 21 Verteilung der Grundwasserneubildungsraten, Maßstab 1:40.000
- Blatt 22 Initiale Verteilung der Durchlässigkeitsbeiwerte, Maßstab 1:40.000
- Blatt 23 Modell: Modellnetz im Modellgebiet, Maßstab 1:40.000
- Blatt 24 Modell: Kalibriersituation (05/2011), GW-Isolinien, Maßstab 1:20.000
- Blatt 25 Modell: Kalibriersituation (05/2011), GW-Isolinien-/Schlierendarstellung, Maßstab 1:10.000
- Blatt 26 Modell: Variante 1 – vollständige Verfüllung des Steinbruchs, GW-Isolinien-/Schlierendarstellung, Maßstab 1:10.000
- Blatt 27 Modell: Variante 2 – geplanter Zustand, GW-Isolinien-/Schlierendarstellung, Maßstab 1:10.000
- Blatt 28 Modell: Variante 2 – geplanter Zustand, GW-Isolinien-/Schlierendarstellung, mit Grundwassermessstellen, Maßstab 1:5.000
- Anhang 2 Stammdaten der Brunnen, Bohrungen und Grundwassermessstellen**
- Anhang 3 Schichtprofile und Ausbauzeichnungen der Bohrungen und Grundwassermessstellen aus 2011 (BGU)**
- Anhang 4 Schichtprofile und Ausbauzeichnungen der älteren Grundwassermessstellen (Auszug Bohrdatenbank)**
- Anhang 5 Auswertung der Pumpversuche 2011 zur Durchlässigkeitsbestimmung**
- Anhang 6 Grundwasserstandsdaten und -ganglinien (manuelle Messungen und Auswertung Datenlogger)**
- Anhang 7 Tabelle der hydrochemischen Analysen**



- Anhang 8 Laborberichte Grundwasser, UCL Lünen und CTLO Trapp GbR, Okriftel**
- Anhang 9 Schichtenverzeichnisse und Ausbauzeichnungen der Bohrungen und Grundwassermessstellen aus 2011 (Bohrunternehmen Stölben GmbH)**
- Anhang 10 Fotodokumentation der Bohrkerne 2011 (Bohrunternehmen Stölben GmbH)**
- Anhang 11 Pumpversuchsprotokolle und -diagramme der Grundwassermessstellen 2011 (Bohrunternehmen Stölben GmbH)**



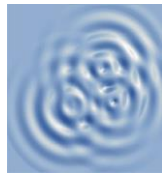
1 Einleitung und Veranlassung

Der Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz GmbH haben im Jahr 2008 nach Einstellung der Abbauaktivitäten am Standort Mainz in 2004 den ehemaligen Steinbruch „Laubenheim“ der HeidelbergCement AG (HC) in Mainz Laubenheim inklusive eines Großteils des ehemaligen Betriebsgeländes erworben.

Die Verpflichtungen zur Verfüllung und Renaturierung von HC resultieren aus der Abbaugenehmigung in den 1960er Jahren und sind auf den neuen Erwerber übergegangen. Demnach ist für den überwiegenden Teil des Steinbruchs eine weitgehende Rückverfüllung mit Bodenmaterialien vorgesehen, wobei jedoch keine Verpflichtung zur vollständigen Rückverfüllung auf das ursprüngliche Geländeniveau besteht. Ursprünglich hatte HC die Genehmigung, den Abbau weiter nach Süden über die Landstraße K13 hinaus auszudehnen, und das dabei anfallende Abraummateriale in dem dann bereits ausgebeuteten „Steinbruch Laubenheim“ zur Rückverfüllung wieder einzubauen. Da der weitere Abbau nach Süden durch HC nicht mehr umgesetzt werden wird und die dazu erteilte Abbaugenehmigung inzwischen verfallen ist, soll die bestehende Verpflichtung zur Verfüllung und Renaturierung anderweitig umgesetzt werden.

Da für die Stadt Mainz – mit dem Abschluss der Deponie „Budenheim“ westlich der Stadt – keine weiteren Ablagerungsmöglichkeiten für unbelasteten Bodenaushub (LAGA Z0) und schwach belastete Bodenarten (Z0*) mehr bestanden, wurde zur Schließung der Bedarfslücke der ehemalige Steinbruch „Laubenheim“ erworben. Im Rahmen des Ausbaus der BAB A 60 wurde zudem eine Verpflichtung zur Annahme und Ablagerung des hierbei anfallenden Bodenaushubs bereits durch HC eingegangen.

Zusätzlich darf gemäß Genehmigung in einem kleineren Teilbereich im Osten des Steinbruchs, in dem die Rückverfüllung durch HC bereits soweit fortgeschritten war, dass ein ausreichender Abstand zum Grundwasserstand bestand, auch schwach belasteter Bodenaushub (Z0*) eingebaut werden.



Im Zuge der Verfüllung und Renaturierung des Steinbruchs und der damit letztlich verbundenen Einstellung der aktuellen Wasserhaltung wird sich zukünftig wieder ein höherer Grundwasserstand im Hauptgrundwasserleiter einstellen.

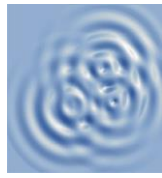
Das BGU Dr. Brehm & Grünz GbR (BGU) sowie das Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH (BFM), Wiesbaden-Delkenheim, wurden durch die EBM GmbH mit der Ermittlung der aktuellen hydrogeologischen Verhältnisse und einer Prognose der sich nach der Verfüllung und Renaturierung und Aufgabe der Wasserhaltung einstellenden Grundwasserfließverhältnisse beauftragt.

2 Historie des Steinbruchs „Laubenheim“

Die Genehmigung zum Abbau der tertiären Kalkmergel und Kalksteine im Abbauggebiet „Steinbruch Laubenheim“ wurde durch die Bezirksregierung Rheinhausen mit Schreiben vom 14.04.1964 erteilt. Die Abbaugenehmigung umfasste dabei eine Fläche von rd. 55 ha und reichte von der BAB A 60 im Norden – damals noch in der Planung bzw. gerade im Bau befindlich – und der Kreisstraße K13 im Süden. Im Westen bildet das Baugebiet „Großbergsiedlung“ und im Osten die Verbreitungsgrenze des „Kalktertiärs“ am „Laubenheimer Hang“ die Grenzen des Abbaugebietes.

Historische Luftbilder und Karten zeigen, dass ca. ab Ende der 1960er Jahre mit dem eigentlichen Abbau südlich der Autobahn begonnen wurde, der bis zur Einstellung der Abbautätigkeit in 2004 kontinuierlich fortgesetzt wurde. Vorher wurde zunächst die Trasse der BAB A 60 entsprechend dem Linienverlauf der Gradienten abgebaut. Der Zugang zum Abbaugebiet erfolgte dabei über einen Tunnel unter der BAB A 60 ganz im Osten am Rand zum „Laubenheimer Hang“. Aufgrund der geologischen Verhältnisse sind hier die geringsten Abbaumächtigkeiten zu verzeichnen. Der Abbau folgte dem Einfallen der abbauwürdigen Schichten nach Westen und erreichte immer größere Abbautiefen.

Der Steinbruch wurde im Trockenabbau realisiert, sodass eine aktive Wasserhaltung des aus den Abbauwänden zuströmenden Grundwassers und des auf der Abbaufäche sich sammelnden Niederschlagswassers durchgeführt werden musste.



Diese Wasserhaltung wurde mit Einstellung der Abbauaktivitäten in 2004 bis zum Erwerb des Geländes durch die Stadt Mainz in 2008 nur noch sporadisch betrieben, sodass sich im tiefsten Teil des Steinbruchs im Nordwesten eine größere zusammenhängende Wasserfläche einstellte. Erst nach dem Erwerb des Geländes und einer Intensivierung der Verfüllung des Steinbruchs wurde die permanente Wasserhaltung wieder aufgenommen.

Zum Zeitpunkt des Erwerbs war der Steinbruch in einigen Teilen bereits verfüllt. Im Zuge des Ausbaus der BAB A 60 wurde der Durchlass unter der Autobahn auf die heutige Position nach Westen verlegt. Die im Rahmen des Ausbaus der BAB A 60 anfallenden unbelasteten Bodenmassen wurden auf Basis einer bereits mit HC getroffenen Vereinbarung zur Verfüllung und Renaturierung entlang der der Nordseite des „Steinbruches Laubenheim“ eingebaut.

3 Bewertunggrundlagen

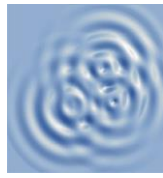
3.1 Datengrundlagen und durchgeführte Untersuchungen

Der vorliegende Bericht baut in Teilen auf die bereits im Rahmen der Abrabungserweiterung durch HPC in /19/ vorgelegten Untersuchungsergebnisse zur Beschreibung des Ist-Zustandes auf.

Zur detaillierten Erkundung der hydrogeologischen Verhältnisse sowie der geotechnischen Beschaffenheit des Untergrundes wurde ein umfangreiches Erkundungsprogramm im Bereich des Steinbruchs umgesetzt.

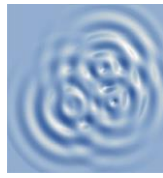
Im Einzelnen wurden folgende Untersuchungen durchgeführt

- Abteufen von 25 Kernbohrungen (BK1 – BK25) bis unter die Basis der künstlichen Auffüllung oder die verbliebenden Kalksteinschichten in das sogenannte „Mergeltertiär“. Die Bohrungen wurden im Februar – April 2011 durch das Bohrunternehmen Stölben GmbH, Zell/Mosel niedergebracht. Die Bohrkern wurden durchgehend im kombinierten Ramm-/Drehbohr, Doppelkernrohr und/oder Seilkernrohrverfahren ge-



wonnen. Die Schichtenverzeichnisse des Bohrunternehmens sind in Anhang 9 zusammengestellt. Die Schichten wurden zusätzlich durch BGU lithologisch aufgenommen; die zugehörigen Schichtprofile gehen aus Anhang 3 hervor.

- Ausbau von insgesamt 14 der Kernbohrungen zu Grundwassermessstellen. Diese wurden mit PVC-Filter- und –Aufsatzrohren im Durchmesser DN 50, DN 80 und DN 125 versehen. Die Ausbauzeichnungen sind gleichfalls in Anhang 3 und Anhang 9 dokumentiert.
- Errichtung von drei zusätzlichen Grundwassermessstellen (EBM1_10 – EBM3_10) östlich des Steinbruchs „Laubenheim“ zur Erkundung der hydrogeologischen Verhältnisse am „Laubenheimer Hang“, Anhang 3 und Anhang 9.
- Alle Bohrkerne wurden durch das Bohrunternehmen fotografisch dokumentiert, Anhang 10.
- Ermittlung der Lagerungsverhältnisse und geotechnischen Kenndaten im Bereich des bereits künstlich aufgefüllten westlichen Teils des Steinbruchs Laubenheim mittels Drucksondierungen (Cone Penetration Test, CPT) – CPT1 - CPT17. Eine Dokumentation des Bohrunternehmens Stölben liegt dem Auftraggeber vor.
- Durchführung von Bohrlochaufweitungsversuchen und Pressiometerversuche (Menard-Versuch) an ausgewählten Kernbohrungen zur Ermittlung von mechanischen Gebirgskennwerten. Eine Dokumentation der Ergebnisse des Bohrunternehmens Stölben liegt dem Auftraggeber vor.
- Soweit eine ausreichende Grundwasserführung angetroffen wurde, ist an allen Grundwassermessstellen im Rahmen der Reinigung und Entwicklung der Messstellen jeweils ein Kurzpumpversuch mit anschließender Messung des Wiederanstiegs durchgeführt worden. Die Pumpversuchsprotokolle und –grafiken gehen aus Anhang 11 hervor.
- Die Pumpversuchs- und Wiederanstiegsdaten wurden zur überschlägigen Bestimmung der Untergrunddurchlässigkeit herangezogen, Anhang 5.



- Einbau von Datenloggern zur kontinuierlichen Aufzeichnung der Grundwasserstände an ausgewählten Messstellen. Die Aufzeichnung umfasst den Zeitraum ab 05/2011. Die Grundwasserganglinien gehen aus Anhang 6 hervor.
- Entnahme von Grundwasserproben aus drei Messstellen und Analytik auf ein umfangreiches Parameterprogramm zur Ermittlung der hydrochemischen Beschaffenheit und Erfassung anthropogener Einflüsse. Die Analyseergebnisse sind tabellarisch in Anhang 7 zusammengestellt und werden mit den Prüfwerten der BBodSchV¹ verglichen. Die Probenahmeprotokolle und Laborberichte des ausführenden Labors UCL, Lünen, sind in Anhang 8 dokumentiert.

Die Lage der 2011 ausgeführten Bohrungen ist in Blatt 3 dargestellt. Die für das Areal vorgelegte Planung beruht auf Angaben aus /20/ sowie jüngeren Angaben des Auftraggebers.

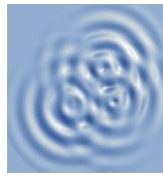
3.2 Weitere Grundlagen

Die Geologie des Untersuchungsgebietes ist in der Geologischen Karte von Mainz /1/ dargestellt und ist Gegenstand weiterer Veröffentlichungen, /6/, /14/.

Der nördlich an die BAB A 60 angrenzenden „Steinbruch Weisenau“ ist weitestgehend verfüllt. Der Betriebsbereich wurde in mehreren Kampagnen durch Bohrungen erkundet, /8/, /16/, /17/, /18/.

Die hydrogeologische Situation war zudem Gegenstand der Voruntersuchungen zur Errichtung und geplanten Erweiterung des „Steinbruches Laubenheim“, die im Auftrag der früheren Betreiberin Heidelberger Zement AG (HC) erstellt wurden, /3/, /4/, /5/, /10/, /11/. Im Zuge der damit verbundenen Erkundungsmaßnahmen wurden zwischen 1995 und 1999 zahlreiche Grundwassermessstellen im Steinbruchumfeld errichtet, die überwiegend erhalten sind und für die gegenständliche Bewertung herangezogen werden konnten.

¹ BBodSchV: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist. - <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschv/gesamt.pdf>



Die regionale hydrogeologische Situation ist im Umweltbericht der Stadt Mainz von 1989 beschrieben /2/. Dieser enthält auch eine auf den Oktober 1987 datierte Erfassung der Grundwasserstände aller verfügbaren Aufschlüsse des Stadtgebietes.

Seitens des Umweltamtes der Stadt Mainz wurden Daten zum Bestand der Förderbrunnen (Schichtenprofile und Ausbauzeichnungen) und Grundwassermessstellen (Stammdaten) sowie Wasserstandsdaten einzelner Grundwasseraufschlüsse beigesteuert. Angaben zu Grundwasserentnahmen der öffentlichen Wasserversorger und Betriebswasserentnahmen waren hingegen nur lückenhaft verfügbar. Lediglich für im Zustrom gelegenen Förderbrunnen des Ww Hechtsheim sowie der IBM Brunnen nordwestlich des Steinbruchs wurden aktuelle Fördermengen von den Stadtwerke Mainz AG zur Verfügung gestellt.

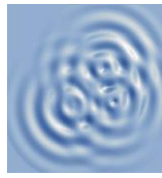
Aufzeichnungen über eine von der Wasserhaltung des Steinbruches sowie von der Grundwasserentnahme der im Kalktertiär betriebenen Grundwasserentnahmen unbeeinflusste Situation sind nicht verfügbar, da nur wenige belastbare Daten aus der Zeit vor Beginn der Abgrabungserweiterung bzw. Grundwasserentnahmen vorhanden sind.

4 Geologische und hydrogeologische Situation

4.1 Überblick

Das gegenständliche Gelände liegt im östlichen Teil des Mainzer Beckens. Dieses grenzt an den Westrand des Oberrheingrabens und stellt einen geringer abgesenkten Bereich eines seit dem Eozän aktiven, asymmetrischen kontinentalen Riftgürtels dar. Das Becken war durch ein differenziertes Absinken (Subsidenz) gekennzeichnet, das verschiedenen schnelle marine Ingressionen im Wechsel mit limnischen Phasen auslöste, /6/.

Das Untersuchungsgebiet wird durch eine mächtige Abfolge von Sedimenten des Tertiärs gekennzeichnet, Tab 1. Der tiefere Untergrund wird durch mächtige und sehr gering durchlässige Rupeltone des Oligozäns gebildet. Darüber folgen die Cyrenenmergel und Süßwasserschichten des Oligozäns, die gemeinsam mit den Unteren Cerithienschichten zum sog. „**Mergeltertiär**“ zusammengefasst werden. Mit Ausnahme geringmächtiger Feinsandeinschaltungen fungieren die Mergel als Grundwasserstauer und sind wasserwirtschaftlich



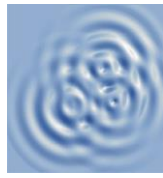
ohne Bedeutung. Die Unteren Cerithienschichten sind als grünlich-graue Tonmergel ausgebildet und verfügen nur über eine sehr geringe Trennfugendurchlässigkeit.

Im Steinbruch sind die Mittleren und Oberen Cerithienschichten des Oligozäns sowie die Corbicula-Schichten und Hydrobienschichten des Miozäns aufgeschlossen. Letztere bilden den Rohstoff für die Zementproduktion. Diese vorwiegend als Kalksteine, Kalkmergelsteine und Kalksande ausgebildeten Schichten werden zum „**Kalktertiär**“ zusammengefasst und erreichen im Untersuchungsgebiet eine Gesamtmächtigkeit von bis zu 150 m. Hydraulisch sind sie aufgrund der zu vernachlässigenden Wirkung von geringmächtigen Mergelbänken als hydraulische Einheit anzusehen. Sie bilden einen mäßig bis gut durchlässigen Kluftaquifer, der bereichsweise auch verkarstet sein kann, was die Durchlässigkeit der Abfolge noch deutlich steigern kann. Das Kalktertiär bildet den hier betrachteten Hauptaquifer, der an der Basis durch das Mergeltertiär begrenzt wird und im engeren Untersuchungsgebiet weitgehend über eine freie Grundwasseroberfläche verfügt.

Lösungserscheinungen in den Karbonatgesteinen und Riffkalken des Kalktertiärs führten vor allem im südlichen Mainzer Becken stellenweise zu Verkarstung. So finden sich Karstspalten, die mit Residualtonen und eingeschwemmten sandig-kiesigen Sedimenten verfüllt sind, /21/. Aufgrund der mächtigen Überlagerung des Kalktertiärs im südlichen und westlichen Umfeld des „Steinbruches Laubenheim“ ist auch dort von einer weitgehenden Verfüllung der Karstspalten auszugehen, sodass allenfalls eng begrenzt erhöhte Durchlässigkeiten in Erscheinung treten. Aus dem Grundwassergleichenplan lassen sich zumindest keine Zonen mit stark erhöhter Durchlässigkeit ableiten.

Die Kalksteine werden von mächtigen Deckschichten des Pliozäns und älteren Pleistozäns überlagert. An der Basis der „Überlagerung“ sind örtlich tonige Kiese der **Arvernensis-Schotter** kartiert, die jedoch meist nur mäßige Durchlässigkeiten erreichen und wenig erkundet sind. Verbreitungsgebiete sind in den westlich des Steinbruchs gelegenen Niederungen kartiert, /1/. Die größte bekannte Mächtigkeit der Ablagerung findet sich im Altsteinbruch Weisenau mit rd. 10 m, /21/.

Markanteste Schicht der Überlagerung sind die folgenden **Weisenauer Sande**, die als fluviatile Ablagerungen dem oberen Pliozän (Ältere) bis Altpleistozäns (Jüngere Weisenauer



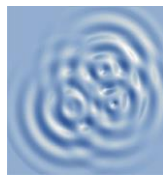
Sande) zugeordnet werden und u.a. in der Steinbruchwand der Steinbrüche Weisenau und Laubenheim aufgeschlossen waren. Die Abfolge beginnt mit aus einer rd. 10 m mächtigen Schicht aus grauen, kreuzgeschichteten kalkhaltigen Sanden. Diese gehen in eine bis zu 30 m mächtige Wechselfolge von kalkhaltigen gelblichen bis grauen Sanden und Schluffen über, die teils zu einem Kalksandstein verfestigt sind, /21/. Zwischen den Älteren und Jüngeren Weisenauer Sanden ist örtlich eine 10-20 cm starke humose Tonlage anzutreffen. Die Jüngeren Weisenauer Sande, die ebenfalls bis zu 30 m Mächtigkeit erreichen können, zeigen sich vorwiegend als graue, karbonatische Fein- bis Mittelsande mit einzelnen schluffigen Lagen, /21/.

Über und innerhalb der Sandfolge findet man häufig eine mehrere Meter mächtige Tonlage des Pliozäns bzw. Altpleistozäns, teilweise mit einem dünnen Kohleflözchen, /10/. Die Tone wirken als lokaler Wasserstauer und gehen mit der Bildung eines schwebenden Grundwasservorkommens einher.

Den oberen Abschluss der Hochfläche westlich des Steinbruches bilden teils mehrere Meter mächtige Lösslehm-Ablagerungen des jüngeren Pleistozäns, die glaziofluviatil umgelagert sein können. Südlich von Mainz wurden Löss-Mächtigkeiten von bis zu 30 m nachgewiesen, /21/. In den meist trockenen Senken finden sich zudem lehmige Abschwemm-Sedimente in geringer Mächtigkeit.

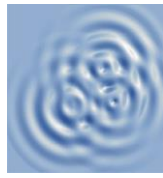
In den Bohrungen aus den 1990er Jahren südlich des „Steinbruches Laubenheim“ wurde die Überlagerung zumeist als Lösslehm angesprochen, /3/, /5/. Unter Beachtung der Profilaufnahmen aus den Steinbrüchen, vgl. /1/, /21/, ist ein nicht unerheblicher Anteil dieser Sedimente den Weisenauer Sanden zuzuordnen, die sich lithologisch teils nur geringfügig von den Lössbildungen unterscheiden mögen.

Die Talauie des Rheins ist durch sandige Kiese der Niederterrasse in mittleren Mächtigkeiten von rd. 10 m gekennzeichnet. Diese sind als sehr gut durchlässige Porengrundwasserleiter zu charakterisieren. Den Abschluss bilden dort bindig-lehmige Auensedimente des Rheins.



Tab. 1: Geologische und hydrogeologische Einheiten des Untersuchungsgebietes

Stratigraphische Gliederung	Lithologie	Hydraulische Funktion	Mächtigkeit nach /1/	
Auensedimente des Rheins (Quartär - Holozän)	Lehm, schluffig, tonig, teils sandig, humos	GW-Geringleiter	wenige Meter	Talaue des Rheins
Niederterrasse des Rheins (Quartär - Pleistozän)	Kies, sandig	sehr guter Porengrundwasserleiter	5-15 m	
Löss (Quartär - Pleistozän)	Schluff, teils tonig, feinsandig, kalkhaltig, z.T. verlehmt	GW-Geringleiter	wenige Meter – 30 m	Überlagerung
Ältere und jüngere Weisenauer Sande (Pliozän/ Pleistozän)	Sand, Schluff, Ton, grau bis gelblichbraun, kalkhaltig	GW-Geringleiter bis mäßige Porengrundwasserleiter	bis etwa 60 m	
Ton (Tertiär - Pliozän)	Ton, ocker, kalkfrei	GW-Stauer	wenige Meter	
arvernensis-Schotter (Tertiär - Pliozän)	Kies, Sand, Ton, weiß bis dunkelgrau, kalkfrei	mäßiger Porengrundwasserleiter	bis 20 m	Kalktertiär
Hydrobienschichten (Tertiär – Miozän)	Kalkstein, Algenkalk, weißgrau bis ocker, z.T. Mergel, Schilllagen	mäßiger bis guter Kluft-/ Karstgrundwasserleiter	max. 57 m	
Corbicula- oder Inflata-Schichten (Tertiär – Miozän)	Kalkstein, Algenkalk, hellgraugelb bis weißgrau, z.T. Mergel, hell- bis dunkelgrau	mäßiger bis guter Kluft-/ Karstgrundwasserleiter	20-40 m	
Obere und Mittlere Cerithienschichten (Tertiär – Oligozän)	Kalkstein, Algenkalk, hellgraugelb bis weißgrau, z.T. Mergel	mäßiger bis guter Kluft-/ Karstgrundwasserleiter	15-40 m	
Untere Cerithienschichten (Tertiär – Oligozän)	Tonmergel, hell- bis dunkelgrau	vorwiegend gering durchlässiger Kluftgrundwasserleiter	1-20 m	Mergeltertiär
Süßwasserschichten (Tertiär – Oligozän)	Mergel, hellgrau, z.T. feinsandig	vorwiegend gering durchlässiger Kluftgrundwasserleiter	36-68 m	
Cyrenenmergel (Tertiär – Oligozän)	Mergel, grüngrau, z.T. Feinsand	vorwiegend gering durchlässiger Kluftgrundwasserleiter	18-25 m	



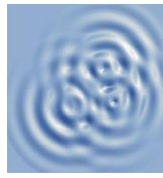
Die Tertiär-Abfolge des Mainzer Beckens ist durch ein nach Westen bis Nordwesten gerichtetes Schichteinfallen von wenigen Grad gekennzeichnet. An der meist steil ausgebildeten Hanglage des „Laubenheimer Hanges“ treten die Schichten des Kalktertiärs über den Schichten des Mergeltertiärs offen zutage. In westlicher Erstreckung liegen die Kalk- und Mergelsteine teils unter mächtiger Bedeckung durch die „Überlagerung“ des Pliozäns und Pleistozäns, sodass deren Lagerungsverhältnisse nur durch Bohrungen erschlossen sind. Erst im Westen schneiden die Vorfluter Heilbach und Selz tief in den Untergrund ein, sodass das Tertiär-Festgestein an den Hängen offen liegt.

4.2 Tektonische Verhältnisse

Das Mainzer Becken ist durch zahlreiche Verwerfungen gegliedert, die sowohl in NNW-SSE- als auch SW-NW-Richtung orientiert sein können. Während im westlichen Untersuchungsgebiet die Verwerfungen aufgrund der zurückgehenden Lockergesteins-Bedeckung gut erkundet sind, /1/, sind die Störungen des zentralen Untersuchungsgebietes der östlichen Mulde kaum bekannt und nur anhand von Bohrdaten rekonstruierbar. Nach /1/ ist der zentrale Teil sowie der Nordosten des Beckens als wenig gegliederte Großscholle ohne nennenswerte Verwerfungen ausgebildet. Im Rahmen der vorliegenden Kartierung ausgewertete Bohrungen deuten jedoch auf das Vorhandensein einer weiteren NNW-SSE-gerichteten Störung nördlich von Hechtsheim hin. Eine östlich bei Marienborn verlaufende Hauptstörung geht mit einem Versatz von örtlich über 200 m einher, mit einer kleinscholligen Heraushebung der älteren Oligozän-Schichten des Mergeltertiärs im Osten. Die Grabenrandstörung des Oberrhein-Grabens verläuft östlich des Modellgebietes und ist für die vorliegende Betrachtung nicht von Belang.

4.3 Oberfläche des Mergeltertiärs

Die Morphologie der Mergeltertiär-Oberfläche geht aus Blatt 7 hervor. Entsprechend dem nach Nordwesten gerichteten Einfallen des Mainzer Beckens ist im Bereich des „Laubenheimer Hanges“ südöstlich des Steinbruches die höchste Position der Basis des hier betrachteten Kluft-/Karstaquifers bei 100 - 130 m ü. NN zu finden. Innerhalb des Steinbruches ist die Mergeltertiär-Oberfläche zwischen rd. 50 m ü. NN im Nordwesten und rd. 90 m ü. NN im Südosten geneigt und bildet dort teilweise auch die Basis des früheren Kalksteinabbaus.



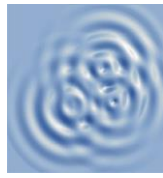
In südlicher Richtung steigt die Schichtfläche im südlichen Modellgebiet bis Ebersheim allmählich weiter auf bis zu rd. 200 m ü. NN an. Nordwestlich des Steinbruches fällt die Mergelertiär-Oberfläche bis zur Mainzer Innenstadt auf etwa 10 m ü. NN, sodass dort erhebliche Mächtigkeiten der überlagernden Tertiärschichten auftreten können. Östlich der Hauptverwerfung südlich von Marienborn streichen die Schichten des Mergelertiärs oberflächennah aus, sodass die dargestellte Trennfläche dort endet. In der Talaue des Rheins bildet das Mergelertiär den Unterbau der Rhein-Niederterrasse, weshalb die dargestellte Morphologie zugleich der Basis des hoch durchlässigen Porenaquifers entspricht.

4.4 Morphologische Struktur des Kalkertiärs

Analog zur Basis ist auch die Oberfläche des Kalkertiärs durch ein nordwestliches Einfallen mit Höhen von über 200 m ü. NN im Süden und <100 m ü. NN im Norden gekennzeichnet, Blatt 6. Im Steinbruch wurde die OK des Kalkes zwischen 120 m ü. NN im Nordwesten und 135 m ü. NN im Südosten kartiert.

Im Bereich der Mainzer Innenstadt treten die Deckschichten zurück, sodass die Oberkante des Kalkertiärs unter Außerachtlassung einer geringmächtigen Bedeckung durch künstliche Auffüllungen etwa der Geländeoberfläche entspricht. Auch in einem weit nach Süden ausgreifenden Taleinschnitt des Wildgrabens (nordwestlich von Hechtsheim) gelangen die Kalksteine an die Oberfläche, /1/. Am „Laubenheimer Hang“ südlich des Steinbruches keilt das Kalkertiär vollständig aus und fehlt somit in der Talaue des Rheins. Erst weiter nördlich ist der Kalk im Mainzer Untergrund sowie im Rheintal zu finden und bildete einen für die Grundwassergewinnung wichtigen Aquifer (u.a. ehem. Tiefbrunnen Ww Petersaue).

Die Kalksteine und Riffkalke des Kalkertiärs können örtlich verkarstet sein. Vielfach kam es bereits im Miozän zur Ausbildung von Dolinen, die vorwiegend mit tertiären und altpleistozänen kiesigen Sanden (Arvernensis-Schotter, Weisenauer Sande) oder lehmigen Tonen ausgefüllt wurden. Auch im Laufe des Pleistozäns kam es zusammen mit Erosionserscheinungen der Kalksteinoberfläche zur Dolinenentstehung. Solche sind auch im Bereich der Steinbrüche Weisenau und Laubenheim dokumentiert, /14/.



Aus der Verschneidung der OK Kalktertiär (Blatt 6) und OK Mergeltertiär (Blatt 7) resultiert die Mächtigkeit des hier betrachteten Hauptaquifers, Blatt 8. Die Darstellung veranschaulicht eine Zunahme von den Ausstrichrändern zur zentralen Muldenfüllung bei Hechtsheim, die dort von einer Mächtigkeit des Kalktertiärs von über 70 m gekennzeichnet ist. Während die Kalkoberfläche im Umfeld des Wildgrabens aufgrund von Erosion teilweise auf rd. 50 m zurückgeht, sind östlich davon deutlich höhere Mächtigkeiten von über 100 m zu erwarten. Östlich des „Laubenheimer Hanges“ und außerhalb der Verbreitung des Kalktertiärs ist in Blatt 8 die Mächtigkeit der Rhein-Niederterrasse dargestellt.

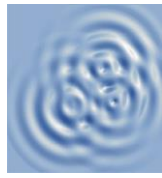
4.5 Überlagerung des Pliozäns und Pleistozäns

Aus Blatt 9 geht die Gesamtmächtigkeit der Lockergesteinsbedeckung westlich des „Laubenheimer Hanges“ hervor. Ausgehend von einer geringen Mächtigkeit im Taleinschnitt des Wildgrabens und dessen südlicher Fortsetzung in Hechtsheim steigt die Mächtigkeit östlich der Ortschaft bzw. südlich des Steinbruches auf über 50 m an. Die dort vorhandenen Bohrungen zeigen eine Wechselfolge von Schluff und Ton, die zur Basis hin vermehrt auch von Feinsandlagen der Weisenauer Sande unterbrochen sind. Die kiesigen Sande der Arvernensis-Schotter an der Basis der Überlagerung wurden u.a. in Bohrung LH23/99 in einer Mächtigkeit von rd. 4 m aufgeschlossen, sodass dort die gesamte Abfolge der pliozänen und pleistozänen Sedimente erhalten ist.

Die unmittelbar südöstlich des „Steinbruches Laubenheim“ niedergebrachte Bohrung EMB03/10 zeigte bis 6 m Tiefe einen Feinsand, der bis 10 m in einen kiesigen Sand mit Quarzgeröllen übergeht. In der nördlich gelegenen EBM01/10 ging die Sandmächtigkeit auf rd. 1 m zurück, Anhang 3.

4.6 Grundwasserstandsentwicklung

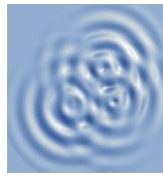
Eine langjährige Überwachung der Grundwasserstände erfolgt durch die Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes Rheinland-Pfalz (<http://www.geoportal-wasser.rlp.de>). Hierfür standen einige Messstellen innerhalb der Rhein-Niederterrasse sowie die Messstellen 2145, 2146 und 2144 zur Verfügung, die das Kalktertiär bei Bretzenheim erschließen. Eine Messstelle – 2168 – ist im Kalktertiär bei Hechtsheim (rd. 1,7 km westlich des Steinbruches)



ausgebaut und weist Daten ab Ende 1984 auf. Der Messzeitraum ist durch eine vergleichsweise geringe Amplitude von annähernd 1 m gekennzeichnet, Anhang 6.

Ältere Wasserstandsdaten, die die Phasen verstärkter Grundwasserentnahme aus dem Kalktertiär der 1960er und 1970er Jahre abdecken, waren nicht verfügbar. Durch die einstmals höhere Entnahme wurde eine Speicherentleerung des Festgesteinsaquifers hervorgerufen. Mit der Reduzierung, teils auch Einstellung der Förderung an verschiedenen Wasserwerken sind die Grundwasserstände seitdem wieder angestiegen. Aufgrund der geringen Datengrundlage ist nicht mit Sicherheit feststellbar, ob mittlerweile wieder eine quasistationäre Situation erreicht wurde. Der Ganglinienverlauf der Messstelle 2168 scheint auf ein quasistationäres Grundwasserniveau hinzuweisen, doch liegt der dort gemessene Wasserstand deutlich über dem in den umliegenden Grundwasseraufschlüssen gemessenen Niveau, sodass eine mangelhafte Anbindung an das Kalktertiär bzw. eine Erfassung schwebenden Grundwassers der Überlagerung möglich erscheint. Eine Messstelle -2145 - im Bereich Bretzenheim im nordwestlichen Modellgebiet lässt bei einer mehrjährig reagierenden Amplitude von rd. 6 m einen stabilen Trend erkennen. Während in den 1980er Jahren noch eine schwache jährliche Schwankung der Daten erkennbar war, ist die seit 1999 lückenhafte Aufzeichnung seitdem frei von Einflüssen verstärkter Neubildung, sodass auch hier die hydraulische Anbindung der Messstelle an den Aquifer infrage zu stellen ist. Nach Angaben der Stadtwerke Mainz liegen Hinweise auf ein weitgehend stabiles Grundwasserniveau vor, allerdings ohne dies durch konkrete Messdaten belegen zu können. Zur Ableitung eines maximal zu erwartenden Grundwasserstandes wird daher in Kap. 4.14 der Versuch unternommen, unter Einbeziehung historischer Wasserstandsdaten eine von der Förderung unbeeinflusste Situation zu rekonstruieren.

Innerhalb und im näheren Umfeld des Steinbruches wird die Grundwasserstandsentwicklung an den verfügbaren Messstellen seit Februar 2011 mittels monatlicher manueller Messungen sowie an ausgewählten Messstellen kontinuierlich mittels Datenloggern erfasst. Die Messstellen im westlichen Teil des „Steinbruches Laubenheim“ (BK2, BK3, BK6, BK8) lassen im 2. Halbjahr 2011 einen teils sprunghaften Anstieg um bis zu 1 m erkennen, der im Wesentlichen auf der Wirkung der fortschreitenden Verfüllmaßnahmen beruht. Das Gewässer im Nordwestteil des Steinbruches wurde damit einhergehend sukzessive zurückgedrängt.



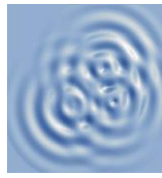
BK20 und BK23 an der Nordseite des „Steinbruches Laubenheim“ repräsentieren den Einfluss des „Angelteiches“, der sich rd. 150 m nördlich befindet. Nach Angaben des Entsorgungsbetriebs wurde die Einleitung von Sümpfungswasser in 2011 unterbrochen, worauf der Wasserstand des Teiches absank und zugleich die Infiltration in den Grundwasserleiter zurückging. Die Ganglinie von BK20 und BK23 spiegelt diese Entwicklung durch ein bis Ende 2011 anhaltendes Absinken um bis zu 2 m wider. Mit der Wiederaufnahme der Einleitung in den Teich stiegen die Grundwasserstände der Messstelle wieder um einige Dezimeter.

Die Ganglinie von Messstelle BK18, die sich unmittelbar südlich der Wasserhaltung des Steinbruches befindet, wird maßgeblich von dieser beeinflusst. So ist der Anstieg im März 2012 und das Absinken bis September auf den wechselnden Anlagenbetrieb bzw. den dort vorherrschenden Wasserstand zurückzuführen.

Ebenso werden die nordwestlich des Steinbruchs gelegenen Messstellen LH05T und LH20T durch die bislang dort vorhandene Wasserhaltung beeinflusst. Nachdem im Zeitraum 2002 – 2004 infolge einer verstärkten Sümpfung das tiefste Niveau erreicht worden war, stiegen die Wasserstände bis heute kontinuierlich auf ein bis zu 8 m höheres Niveau. Trotz der größeren Entfernung zeigt auch die südwestliche LH21T eine entsprechende Entwicklung mit einem Anstieg von immerhin rd. 3,5 m bis Ende 2012.

Die östlich im Steinbruch gelegene BK19 ist in 2011 bis zum Sommer 2012 durch ein kontinuierliches Absinken um rd. 0,8 m gekennzeichnet, dessen Ursachen vorrangig in den laufenden Gestaltungsmaßnahmen zu suchen sind.

EBM03/10 östlich des Steinbruches erschließt nur eine geringe Grundwasser erfüllte Mächtigkeit, sodass nur in Phasen erhöhter Grundwasserneubildung ein Anstieg registriert wird, so im Januar und März 2012. In den Sommer- und Herbstmonaten ist ein recht konstantes Niveau von 103,2 m ü. NN zu verzeichnen, das recht genau der Basis des Kalktertiärs entspricht, vgl. Anhang 3. Dieses scheint in solchen Phasen trocken zu fallen oder vollständig in den angrenzenden Steinbruch zu entwässern.



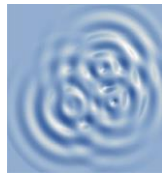
4.7 Grundwasserströmungssituation Ist-Zustand

Das Kalktertiär stellt den regionalen Hauptgrundwasserleiter des Modellgebietes dar. Das Grundwasser fließt im mäßig durchlässigen Kluftsystem und den Schichtfugen der Kalksteine und Algenkalke, das örtlich verkarstet sein kann. Verkarstungserscheinungen wurden u.a. in den Bohrungen oberhalb des „Laubenheimer Hangs“ südöstlich des Steinbruches LH 32/99 – LH 34/99 festgestellt, /10/.

In zwischengelagerten Sanden können lokale Porengrundwasserleiter vorhanden sein. Der Aquifer wird im Liegenden durch das gering durchlässige Mergeltertiär begrenzt, das damit auch die Basis der vorliegenden Modellbetrachtung darstellt. Das Grundwasser ist in den südwestlichen Hochlagen meist ungespannt und geht bei zunehmender Überlagerung durch bindige Schichten im Norden und Nordosten in gespannte Verhältnisse über. Im Norden des Modellgebietes entsteht ein unmittelbarer hydraulischer Kontakt zwischen dem Kalktertiär und der Rhein-Niederterrasse, die als gut durchlässiger Porengrundwasserleiter fungiert.

Der Grundwassergleichenplan in Blatt 13 bzw. kleinmaßstäblich in Blatt 14 beruht auf einer Stichtagsmessung der Grundwasserstände im Nahbereich des Steinbruches vom 11.05.2011. Für die Bereiche des übrigen bzw. äußeren Untersuchungsraums wurden folgende Randbedingungen gewählt:

- 1987 wurde seitens der Stadt Mainz eine umfassende Erhebung von Grundwasserständen durchgeführt, /2/. Diese wurden näherungsweise zur Konstruktion der aktuellen Grundwasserniveaus herangezogen. Am nördlichen Modellrand im Bereich der Betriebswassergewinnung der Schott Glaswerke war zum Untersuchungszeitpunkt ein größerer Absenktrichter ausgebildet, der auch in den vorliegenden Gleichenplan integriert wurde, auch wenn die Fördermengen heute sicherlich deutlich geringer ausfallen.
- In den Verbreitungsgebieten der Rhein-Niederterrasse wurde der zum Stichtag gemessene Stand des Pegels Mainz berücksichtigt. Das Gefälle des Rheins wurde entsprechend den in der TK25 genannten mittleren Wasserständen interpoliert. Da nörd-

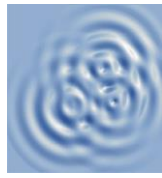


lich des Steinbruchs keine nennenswerte hydraulische Trennung zwischen Kalktertiär und Niederterrassen-Aquifer besteht, wurden die beiden Grundwasserleiter gemeinsam dargestellt.

- Das Mergeltertiär bildet im Bereich des „Laubenheimer Hanges“ teilweise die Geländeoberfläche. Bei einer nur geringen Wasserführung wurde ein Grundwasserflurabstand von etwa 2 m zum Ansatz gebracht. Bekannte Quellaustritte wurden in der Konstruktion näherungsweise berücksichtigt.
- In den westlichen, teils hoch aufragenden Schollen mit geringer Kalktertiär-Bedeckung wurde ein Mindestgrundwasserstand oberhalb der Mergeltertiäroberfläche vorausgesetzt. Örtlich ist dort allerdings von einem Trockenfallen des oberflächennahen Grundwasserleiters auszugehen.

Der Gleichenplan Blatt 13 zeigt ein von Süden nach Norden gerichtetes Potenzialgefälle des Kalktertiärs von rd. 190 m ü. NN im Bereich Ebersheim auf 80 - 90 m ü. NN im Bereich der Mainzer Innenstadt. Mit dem Anstieg der Basis Kalktertiär im Westen steigt dort auch die Grundwasseroberfläche über 150 m ü. NN an. Die laufende Wasserhaltung im Bereich des „Steinbruches Weisenau“ bildet dort eine Grundwassersenkung, die mit 88,2 m ü. NN im südlichen Teil einen markanten hydraulischen Einschnitt hervorruft, Blatt 14. Auch die Wasserhaltung im westlichen Restgewässer schneidet mit rd. 88 m ü. NN in das hydraulische Umfeld ein, das südlich des Steinbruches durch Grundwasserhöhen von über 100 m ü. NN gekennzeichnet ist. Nördlich der BAB A 60 liegen die ehemaligen Betriebs- und Steinbruchgewässer („Angelteich“, „Löschteich im Steinbruch Weisenau“) mit rd. 92 m ü. NN etwas über dem umliegenden Grundwasserniveau, woraus eine Infiltration mit einer moderat ausgebildeten Grundwasserkuppe resultiert.

Im Umfeld der Abfahrt Mz-Hechtsheim der BAB A 60 wurden in der Vergangenheit mit rd. 112 m ü. NN (1987) recht hohe Grundwasserstände gemessen, sodass eine geringere Durchlässigkeit vorzuliegen scheint, die die Grundwasserbewegung nach Norden bremst. Abweichend davon ist im Bereich des Wildgrabens eine natürliche Grundwassersenkung ausgebildet, die auf einer verstärkten Verkarstung und/oder der Wirkung von SW-NE-verlaufenden Störungen beruhen könnte.

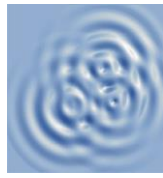


Eine Verschneidung der Grundwasseroberfläche mit der Geländeoberfläche zeigt der Flurabstandsplan in Blatt 15. Danach werden südlich und westlich des Steinbruches teilweise sehr große Flurabstände von rd. 80 m erreicht, die nach Westen auf etwa 25 m (Hechtsheim) bzw. 15 m (Wildbach) abnehmen. Der Wildbach kommuniziert damit nicht hydraulisch mit dem Grundwasser des Kalktertiärs, sondern wird aus den höheren, teils schwebenden Grundwasservorkommen der pliozänen Überlagerung gespeist. Die Talaue des Rheins zeigte zum Stichtag charakteristische Flurabstände von 1 bis etwa 5 m.

Die Grundwasser erfüllte Mächtigkeit des Hauptaquifers, Blatt 16, reicht von etwa 2 m im südlichen Modellgebiet bis zu rd. 90 m im Nordteil. Ausgehend von den Randlagen am „Laubenheimer Hang“, die mit dem Anstieg der Mergelertiär-Oberfläche randlich trockenfallen, erreicht das Grundwasservorkommen südwestlich des Steinbruches rd. 30 m Mächtigkeit. Mit zunehmenden Abtauchen des Kalktertiärs steigt auch die Grundwassermächtigkeit im Nordwesten des Steinbruchs deutlich über 50 m an. Die Sumpfung bewirkt im südöstlichen Steinbruchabschnitt eine Verringerung der Mächtigkeit näherungsweise bis zur früheren Abbausohle, die dort der Mergelertiär-Oberfläche entspricht. Im Bereich der Rhein-Niederterrasse südöstlich des Steinbruches beschränkt sich das Grundwasservorkommen auf den wasserführenden Porenaquifer, der unmittelbar vom Mergelertiär unterlagert wird. Eine hydraulische Verbindung zum Kalktertiär besteht im südlichen Modellgebiet nicht und gewinnt erst nördlich des „Steinbruches Weisenau“ an Bedeutung.

4.8 Grundwasservorkommen der Überlagerung

Innerhalb der Weisenauer Sande sowie in sandigen Partien der altpleistozänen Überlagerung südlich des „Steinbruches Laubenheim“ wurde vielfach ein schwebendes Grundwasservorkommen festgestellt, das zur Basis durch pliozäne Tone begrenzt wird. Mittels der oberhalb der Stauhorizonte ausgebauten flachen Messstellen – diese dienten der Erkundung der vormals durch HC geplanten Erweiterung, /3/, /5/ - konnte das Grundwasservorkommen näher erkundet werden. Danach ist die Grundwasser erfüllte Mächtigkeit sowie die Transmissivität des Vorkommens recht begrenzt. Bei Probenahmen war ein Abpumpen auch mit Förderraten $<0,1$ L/s nicht möglich, sodass auf eine Schöpfbeprobung zurückgegriffen werden musste, /10/. Die Grundwasserströmung erfolgt vorwiegend entsprechend



dem Schichteinfallen der Liegendbegrenzung nach Norden und Nordwesten, kann aber örtlich abweichen. In Bereichen mit unzureichender Wirkung des Stauers kann das schwebende Grundwasser aussickern, sodass der Aquifer trocken fällt. Die in den flachen Messstellen gemessenen Grundwasserstände zeigen ein Niveau von über 150 m ü. NN südlich der Steinbruchböschung, das auf über 180 m ü. NN in der „Laubenheimer Höhe“ ansteigt. Die bei etwa 170 m ü. NN gelegenen Quellen des Wildgrabens bei Hechtsheim werden aus dem Grundwasser des oberen Grundwasservorkommens gespeist; dort wurden summierte Abflussraten von etwa 10 m³/h abgeschätzt, /10/.

Die an den Böschungen des „Steinbruches Laubenheim“ seitens HC in den 1990er Jahren eingerichteten Drainagen fassen auf einer Höhe von 100 - 120 m ü. NN (südliche Drainage) bzw. 120 - 160 m ü. NN (westliche Drainage) ebenfalls das Stauwasser der Überlagerung und wurden aus geotechnischen Gründen zur Stabilisierung der hohen Abbauwände errichtet.

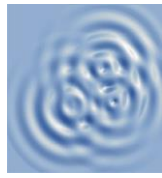
Es ist davon auszugehen, dass lediglich ein Teil des neu gebildeten Grundwassers über die oberflächennahen Grundwasservorkommen abfließt, während ein nicht näher quantifizierbarer Anteil in das Kalktertiär aussickert.

4.9 Hydrogeologische Situation im Bereich des Steinbruches

4.9.1 Geologische Strukturen

Der frühere Abbau umfasste vorrangig die Kalksteine des Miozäns und Oligozäns. Diese erreichten mit fortschreitendem Abbau in südlicher und westlicher Richtung zunehmende Tiefenlagen, sodass an der südlichen und westlichen Steinbruchberandung größere Mächtigkeiten der pliozänen und pleistozänen Überlagerung in Erscheinung treten. Diese erreicht an der Südwestflanke des Steinbruches eine Mächtigkeit von über 50 m und geht im Bereich der BAB A 60 auf weniger als 20 m zurück. Nördlich des „Steinbruches Weisenau“ dominiert eine Mächtigkeit von <15 m.

Die Basis des Kalktertiärs entspricht den unteren Sohlen der Steinbrüche, die für Laubenheim entsprechend dem Schichteinfallen mit rd. 50 m ü. NN im Nordwesten und rd. 80 m ü. NN im Südosten angegeben werden kann. Größere Störungen und Verwerfungen sind im



Steinbruch nicht kartiert, doch ist die Kalksteinoberfläche aufgrund von Verkarstung durch Dolinen gekennzeichnet, /14/.

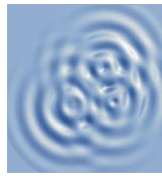
4.9.2 Hydrogeologischer Schnitt 1

Der Schnitt in Blatt 10 zeigt den westlichen Böschungsbereich des Steinbruches. Die dort verzeichneten Messstellen LH 14/95 und LH 15/95 lagen im Abbaubereich und wurden rückgebaut. Die Oberfläche des Mergeltertiärs fällt ausgehend vom „Laubenheimer Hang“ im Südosten in nordwestlicher Richtung, sodass die Grundwasser erfüllte Mächtigkeit in dieser Richtung zunimmt. Obgleich der Schnitt westlich des Steinbruchtiefsten verläuft, wird der tiefste Grundwasserstand des Schnittes im Bereich des Steinbruches verzeichnet. Am „Laubenheimer Hang“ (Messstelle LH 28/99) fällt das Kalktertiär annähernd trocken. Erst in der östlich angrenzenden Niederterrasse (LH 30/99) ist wieder ein nutzbares Grundwasservorkommen vorhanden. Die Grundwasseroberfläche des Hauptaquifers ist im gesamten Steinbruchumfeld ungespannt. Das schwebende Grundwasservorkommen der Überlagerung steigt im Schnittverlauf über 170 m ü. NN und wird durch den Steinbruch bei 140 - 150 m ü. NN angeschnitten. Dort erfolgt eine Entwässerung in die an der östlichen Böschung verlaufende Drainage zum nordwestlichen Steinbruchgewässer.

4.9.3 Hydrogeologischer Schnitt 2

Der Schnitt in Blatt 11 quert den zentralen Bereich des „Steinbruchs Laubenheim“ sowie den nordöstlich angrenzenden „Steinbruch Weisenau“. In zentraler Position erfolgt der hydraulische Eingriff der Wasserhaltung auf einem Niveau von rd. 82 m ü. NN. An der westlichen Steinbruchflanke ist das Kalktertiär sowie die pliozäne/pleistozäne Überlagerung in ihrer gesamten Mächtigkeit aufgeschlossen. Nordöstlich davon sind allenfalls Reste der abbauwürdigen Schichten erhalten, so im Unterbau der BAB A 60. Der „Angelteich“ stellt mit rd. 95 m ü. NN den hydraulischen Hochpunkt dar und gibt allseitig Wasser an den aufgeschütteten Untergrund ab, sodass eine Kreislaufförderung zum Pumpensumpf im „Steinbruch Laubenheim“ besteht. Im Nordosten bildet der Rhein auf einem Niveau von rd. 80,5 m ü. NN die Hauptvorflut.

Die geplante Geländegestaltung ist mittels einer gestrichelten roten Linie eingezeichnet. Danach erreicht die geplante Verfüllung im Schnittverlauf eine Mächtigkeit von bis zu rd.



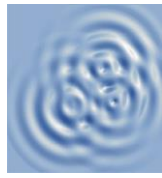
45 m. Die Bohrungen B18, BK18 und BK25 erschließen die bereits eingebrachten Verfüllmassen in einer Mächtigkeit von bis zu etwa 20 m.

4.9.4 Hydrogeologischer Schnitt 3

Ausgehend von der nordwestlichen Steinbruchwand quert der Schnitt in Blatt 12 das noch vorhandene Steinbruchgewässer sowie die mittlerweile über 25 m starke Verfüllung der ehemaligen unteren Steinbruchsohle. Durch diese wurde die Basis des Kalktertiärs auf etwa 65 m ü. NN aufgeschlossen. Vom hydraulischen Tiefpunkt im Bereich des Pumpensumpfes steigt der Grundwasserstand des Hauptaquifers in südöstlicher Richtung bei geringer Grundwasser erfüllter Mächtigkeit bis zum „Laubenheimer Hang“ auf über 110 m ü. NN an. Das schwebende Grundwasser zeigt sich oberhalb der dichtenden Tonlagen der Überlagerung. Der Schnitt enthält die geplante Oberflächengestaltung der Auffüllung mit der Position der geplanten Einrichtungen zur Wasserhaltung, insbesondere dem bei rd. 95 m ü. NN vorgesehenen Biotopteich. Südlich der BAB A 60 bleibt ein weiteres Gewässer auf einem Niveau von rd. 100 m ü. NN erhalten, vgl. Blatt 20.

4.9.5 Verbreitung und Tiefenlage der künstlichen Auffüllung

In den südwestlichen und südöstlichen Randbereichen des „Steinbruches Laubenheim“ entspricht die zum Zeitpunkt der Erstellung des Geländehöhenmodells DGM1 bekannte Geländemorphologie der früheren Steinbruchoberfläche mit den dort vorhandenen, nicht abgebauten Restmächtigkeiten des Kalktertiärs. Die zentralen und nördlichen Steinbruchbereiche hingegen waren zu jenem Zeitpunkt bereits verfüllt, sodass hinsichtlich der Konstruktion der Auffüllungsbasis auf Bohrungen und ältere Bestandspläne zurückgegriffen werden musste, die hier jedoch eine recht belastbare Datengrundlage bilden. Für den vollständig verfüllten „Steinbruch Weisenau“ ist die Aufschlussdichte bei weitem ungünstiger zu bewerten, sodass die Konstruktion hier mit höheren Unsicherheiten behaftet ist. Generell ist jedoch auch für diesen Bereich zu unterstellen, dass die Abbausohle durch das Einfallen der abbauwürdigen Schichten nach Nordwesten limitiert ist. Das Ergebnis der Rekonstruktion geht aus Blatt 18 hervor. Eine Verschneidung der Auffüllungsbasis mit dem Geländemodell



DGM1 zeigt Blatt 19. Mittlerweile ist durch die laufende Verfüllung die Mächtigkeit im „Steinbruch Laubenheim“ deutlich angewachsen, sodass die Darstellung nur einen Zwischenstand repräsentiert.

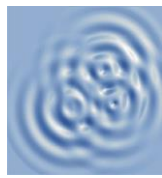
4.9.6 Zusammensetzung der künstlichen Auffüllung

In 10 der 28 in 2011 ausgeführten Bohrungen wurde eine künstliche Auffüllung in Mächtigkeiten von mindestens 1 m angetroffen, Anhang 3. Diese besteht vorrangig aus sandigem und tonigem Schluff (Bodenmaterial). Die bindigen Partien wiesen teils eine plastische und weiche Konsistenz auf. Darüber hinaus wurde Kalksteinbruch, Sand und Steine erbohrt. Bauschutt wurde außerhalb von Fahrbahnbefestigungen in den Bohrungen BK4, BK16 und BK17 nachgewiesen. Diese Bohrungen befinden sich im zentralen Steinbruchabschnitt zwischen den beiden Steinbruchgewässern. Es liegen keine organoleptischen Hinweise auf Bodenverunreinigungen vor.

4.9.7 Lithologie des Festgesteinsunterbaus

In den im zentralen Steinbruch platzierten Bohrungen wurde unterhalb der künstlichen Auffüllung ein dunkelgrauer bis graugrüner Tonmergel erbohrt, der den Unteren Cerithien-schichten (Mergeltertiär) zuzuordnen ist. Örtlich liegt auch eine Wechselfolge mit Kalkstein sowie eine brekziöse Struktur vor. Der Tonmergel ist teilweise zu Ton zersetzt und plastisch verformbar. Durch Oxidation ist der Tonmergel teils ockerfleckig bzw. braun verfärbt. Die Konsistenz wird überwiegend mit steif bis fest angegeben.

In den südlichen (höheren) Abschnitten des Steinbruches sind Reste der Mittleren Cerithien-schichten (Kalktertiär) erhalten. Diese zeigen sich als Wechselfolge von weißen und grauen bis graugrünen Kalksteinen, Mergel und Kalkmergel sowie einem aus Fossilien bestehenden, beige-braunen Fein- bis Grobsand. Die Sande können örtlich eine bis zu 8 m mächtige Lage bilden, die von einzelnen etwa 0,1 - 0,3 m starken festen Kalksteinbänken unterbrochen ist. Die Bohrung BK23 im nördlichen Steinbruch ist gar durch eine Gesamtmächtigkeit der von Kalksteinbänken unterbrochenen Sande von über 15 m gekennzeichnet. Der überwiegend harte Kalkstein zeigt sich teils als Brekzie mit verbackenem Detritus.



4.9.8 Hydraulische Situation und Entwässerung

An der Südflanke des Steinbruches tritt Wasser aus dem Hang aus und wird mittels der dort vorhandenen Tiefendrainagen gefasst, die dort durch HC zur Böschungsstabilisierung infolge der Rutschung an der K13 eingerichtet worden waren, vgl. Kap. 4.8. Der einstmals in diesem Bereich vorhandene „Laubenheimer Wasserstollen“ wurde bereits in den 1990er Jahren mit dem fortschreitenden Abbau entfernt. Das aus den Hängen abfließende Wasser wurde 1999 mit rd. 0,5 l/s bilanziert. Aus dem gesamten Steinbruch wurde unter Einbeziehung des Grundwasserzustroms aus dem Kalktertiär 1999 ein Trockenwetterabfluss von rd. 6 l/s abgeschätzt, /10/.

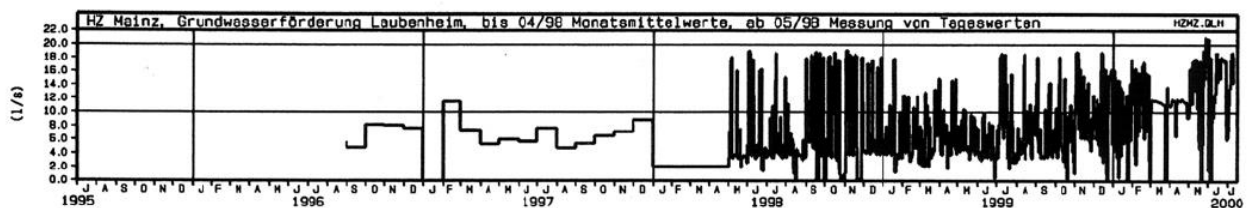
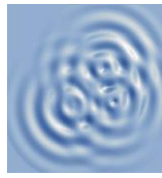


Abb. 1: Geförderte Wassermengen im „Steinbruch Laubenheim“ 1995 - 2000 aus /10/

Die Ende der 1990er Jahre durch HC durchgeführte Mengenerfassung ergab eine Schwankung von etwa 2 - 21 l/s, zuletzt wurden meist über 10 l/s aufgezeichnet, Abb. 1.

Die Ableitung der anfallenden Mengen – Drainagewasser der Überlagerung, Grundwasserzuström aus dem Kalktertiär und Direktabfluss von Niederschlagswasser - erfolgt über eine Rohrleitung zum „Angelteich“, der auf ein Niveau von rd. 92 m ü. NN eingestellt ist. Der Wasserspiegel des Teiches liegt oberhalb des Grundwasserstandes, sodass ein Teil des eingespeisten Wassers in den Untergrund aussickert. Vom „Angelteich“ fließt das überschüssige Wasser im freien Gefälle zum nordöstlich gelegenen „Löschteich“. Von dort wird das Wasser mittels Pumpe aus dem Teich und über den Leitgraben zum Rhein abgeführt.

Für den ehemaligen „Steinbruch Weisenau“ liegen Abflussmessungen für 1999 vor. Danach wurden im Sommer des Jahres bei trockener Witterung im Durchschnitt rd. 12 l/s registriert. Für beide Steinbrüche wurde damals eine über die Sumpfung abgeführte Gesamtmenge von 14 - 22 l/s ermittelt, /10/.



4.10 Hydraulische Kenndaten

Der Bestimmung der Gebirgsdurchlässigkeit des Kalktertiärs war Gegenstand der in /10/ durchgeführten Pumpversuche an den tiefen Messstellen südlich des „Steinbruches Laubenheim“ sowie den „Großbergbrunnen“ nordwestlich. Dabei wurden folgende Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) ermittelt:

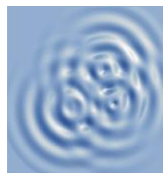
- westlich und nordwestlich des Steinbruches $1 - 3 \cdot 10^{-4}$ m/s
- südlich des Steinbruches $1 - 4 \cdot 10^{-5}$ m/s
- südlicher Anschluss (LH 16/98 - LH 18/98) $6 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-6}$ m/s

In den nur gering mit Grundwasser erfüllten östlichen Bereichen nahe des „Laubenheimer Hanges“ war mangels Ergiebigkeit meist keine Auswertung möglich, /10/. Basierend auf der Auswertung von 57 Pumpversuchen an Brunnen des Kalktertiärs wurde für das weitere Untersuchungsgebiet ein k_f -Wert von $2 \cdot 10^{-5}$ m/s ermittelt, /1/.

Für die sandigen Kiese der Rhein-Niederterrasse können Durchlässigkeiten von rd. $3 \cdot 10^{-4}$ m/s zum Ansatz gebracht werden, /10/. Nach /1/ sind k_f -Werte von $4 - 13 \cdot 10^{-4}$ im Raum Bodenheim und rd. $1 \cdot 10^{-3}$ m/s im Stadtgebiet Mainz charakteristisch.

Der durchflusswirksame Hohlraumanteil des Kalktertiärs wurde aus Pumpversuchsdaten des Großbergbrunnens I und der Messstellen LH 14/95 und LH 15/95 zu 0,03 – 0,06 % bestimmt. In verkarsteten Partien – solche wurden beim „Großbergbrunnen II“ aufgeschlossen – steigt der Speicherkoeffizient auf rd. 1,8 %, /10/.

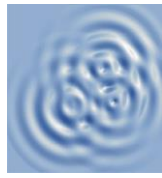
An den im Bereich des Steinbruches 2011 errichteten Grundwassermessstellen wurden Kurzpumpversuche durchgeführt. Diese bestehen aus einer teils mehrstufigen Grundwasserentnahme mit anschließender Wiederanstiegsmessung. Die Pumpversuchsdaten sind in Anhang 11, die Auswertungen und Auswerteverfahren in Anhang 5 dokumentiert. Aus der mit der Grundwasserentnahme einhergehenden Absenkung wurde gemäß den Auswerteverfahren nach LOGAN, KOZENY und dem Näherungsverfahren nach HÖLTING die Transmissivität sowie der k_f -Wert bestimmt. Der Wiederanstieg nach Pumpende wurde mittels des Verfahrens nach THEIS und COOPER & JACOB ausgewertet. Bei der Auswertung ist



die gewählte Verfilterung der Messstellen zu berücksichtigen, die je nach Messstellenstandort unterschiedliche Schichten oder auch mehrere Schichten erschließt. Die Verfahren wurden für ungespannte Verhältnisse angewendet. Folgende mittleren Durchlässigkeitsbeiwerte wurden ermittelt.

Tab. 2: Zusammenstellung der k_f -Wert Bestimmungen aus Kurzpumpversuchen

GW-Messstelle	Vorrangig erschlossene Schicht	Pumpstufen	Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert in m/s
BK02	Kalktertiär (Kalkmergel, Kalkstein)	1	$1,0 \cdot 10^{-5}$
BK03	Kalktertiär (Kalkstein, Feinsand, Kalkmergel)	2	$1,8 \cdot 10^{-5}$
BK06	Kalktertiär (Kalkstein, Grobsand, Mergel, Tonmergel)	2	$8,9 \cdot 10^{-6}$
BK08	Kalktertiär (Kalkstein, Feinsand, Ton)	2	$1,3 \cdot 10^{-5}$
BK09	Kalktertiär (Kalkstein, Sand, Tonmergel)	1	$7,3 \cdot 10^{-6}$
BK16	Auffüllung (Schluff) und Kalktertiär (Kalkstein, Mergel)	1	$2,6 \cdot 10^{-6}$
BK17	Auffüllung (Schluff, sandig) und Kalktertiär (Kalkstein, Mergel, Tonmergel)	3	$3,4 \cdot 10^{-5}$
BK18	Kalktertiär (Mergel, Feinsand, Kalkmergel)	1	$2,0 \cdot 10^{-6}$
BK19	Auffüllung (Sand, schluffig) und Kalktertiär (Kalkmergel, Mergel)	2	$7,7 \cdot 10^{-6}$
BK20	Kalktertiär (Mergel, Feinsand, Tonmergel, Kalkstein)	1	$4,6 \cdot 10^{-6}$
BK21	Auffüllung (Kies, Steine, Schluff, Mergel)	1	$3,2 \cdot 10^{-3}$
BK22	Kalktertiär (Mergel, Feinsand, Kalkstein)	1	$3,7 \cdot 10^{-6}$
BK23	Kalktertiär (Feinsand, Tonmergel, Kalkstein)	1	$2,3 \cdot 10^{-5}$
BK24	Kalktertiär (Tonmergel, Kalkstein, Feinsand, Kalkmergel)	3	$4,0 \cdot 10^{-6}$
EBM01/10	Kalktertiär (Kalkstein, Kalkmergel)	Kein Pumpv. (wenig Wasser)	
EBM02/10	Auffüllung (Schluff, Kalksteinbruch) und Kalktertiär (Kalkstein, Mergel)	Kein Pumpv. (wenig Wasser)	
EBM03/10	Kalktertiär (Tonmergel, Kalkstein, Feinsand)	Kein Pumpv. (wenig Wasser)	



Für das Kalktertiär zeigt sich eine Spannbreite von $2 \cdot 10^{-6}$ bis $2 \cdot 10^{-5}$ m/s mit einem Schwerpunkt bei $9 \cdot 10^{-6}$ m/s. Damit ist die Durchlässigkeit geringfügig niedriger als in den Voruntersuchungen an südlich gelegenen Messstellen ermittelt.

Die künstliche Auffüllung ist in Abhängigkeit der Schüttgüter durch eine erheblich größere Spannbreite von $2 \cdot 10^{-6}$ bis $3 \cdot 10^{-3}$ m/s gekennzeichnet. Die hoch durchlässigen, durch Kies/Steine gekennzeichneten Partien dürften jedoch im Zuge der Überschüttung langfristig durch Kompaktion und Einspülungen bindigen Materials in ihrer Durchlässigkeit nachlassen.

Die aus den Brunnen – und Pumpversuchsdaten abgeleitete Verteilung der k_f -Werte im Modellgebiet geht aus Blatt 22 hervor.

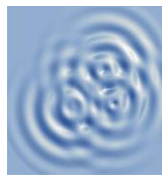
4.11 Grundwasserneubildung

Für die Rhein Niederterrasse liegt eine flächendifferenzierte Ermittlung in /13/ vor, die näherungsweise für die vorliegende Modellbetrachtung herangezogen werden konnte. Für die hinsichtlich der gegebenen Fragestellung relevante Grundwasserneubildung der Hochflächen westlich und südlich des Steinbruches lagen folgende Angaben vor:

- Grundwasserneubildung gemäß dem Auskunftssystem der Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz². Zur flächenhaften Ermittlung der mittleren jährlichen Grundwasserneubildungsrate wurden die Niedrigwasserabflüsse von 137 Pegeln der Reihe 1979 - 1998 des Hydrologischen Dienstes ausgewertet. In Rheinland-Pfalz beträgt das mittlere jährliche Niederschlagsdargebot etwa 800 mm/a. Davon kommen durchschnittlich rd. 100 mm/a (oder rd. 2 Milliarden m³/a) der Grundwasserneubildung zu Gute. Für das Untersuchungsgebiet wird eine etwas geringere Neubildungsrate von 25 - 50 mm/a angegeben.

In der Darstellung in Blatt 21 wurde zwischen bebauten Siedlungsflächen (25 mm/a) und weitgehend unversiegelten Flächen (40 mm/a) differenziert. Übereinstimmend wird in /13/ für die Hochfläche westlich des „Laubenheimer Hanges“ eine Neubildungsrate von 0,5 - 1,5 l/(s*km²) (= 16 - 47 mm/a) angegeben.

² <http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/is/8266/>



Ein Teil des neu gebildeten Grundwassers wird über Quellen in den Wildgraben freigesetzt. Da dieser noch innerhalb des Modellgebietes wieder weitgehend versickert, bleibt der Einfluss der Entwässerung der Überlagerung überwiegend bilanzneutral.

4.12 Grundwasserentnahmen

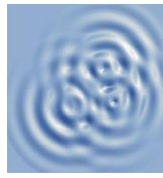
Die Grundwasserentnahmen aus dem Kalktertiär in den im Zustrom südlich und südwestlich gelegenen Bereichen erreichen bei weitem nicht mehr die Bedeutung, die sie in den 1960er und 1970er Jahren hatten, sodass sie als Bilanzgröße kaum noch in Erscheinung treten. Die Brunnen der Wasserwerke Hechtsheim I und II südlich von Hechtsheim werden aufgrund des geringen Grundwasserdargebotes nur noch im Bedarfsfall bzw. zur Aufrechterhaltung der Keimfreiheit zur Trinkwassergewinnung genutzt. Bereits 1997 war das nördliche Ww Hechtsheim II seit einigen Jahren außer Betrieb, während das südliche Ww Hechtsheim I (Brunnen Militärstraße WW I Br. 3) noch mit bis zu 340.000 m³/a betrieben wurde, /5/. Für die letzten Jahre wurden nach tel. Angaben der Stadtwerke Mainz folgende Fördermengen bei WW I (Br. 3) entnommen, Tab. 3:

Tab. 3: Zusammenstellung der Fördermengen Ww I in Hechtsheim

Jahr	Fördermenge in m ³ /a
2009	8.550
2010	6.600
2011	7.700
2012	12.430

Damit stellt das Ww I nunmehr eine im Modell kaum mehr relevante Entnahme dar.

Südlich davon liegen die Brunnen des Wasserwerkes Ebersheim der Wasserversorgung Rheinhessen GmbH. Die drei bekannten Brunnen verfügen gemäß der Datenbank des Umweltamtes Mainz über ein gemeinsames Wasserrecht von 262.800 m³/a. Da aktuelle Angaben zu Fördermengen nicht verfügbar waren, wurde eine Förderung in Höhe des halben Wasserrechtes zum Ansatz gebracht.



Die nordwestlich des Steinbruchs gelegenen Großberg-Brunnen werden nicht zur Trink- oder Betriebswassergewinnung betrieben. Eine nennenswerte Förderung weisen die Brunnen 1 und 3 auf dem Heilig-Kreuz-Areal (ehemaliges IBM-Gelände) nordwestlich der Großberg-Brunnen auf, während Brunnen 2 schon seit Jahren stillgelegt ist. Nach Angaben der Stadtwerke Mainz, die die Brunnen betreiben, schwankte die jährliche Gesamtförderung in den letzten Jahren zwischen rd. 140.000 und 160.000 m³/a, Tab. 4. Grundsätzlich erfolgt aus Gründen der effektiveren Verteilungsmöglichkeit die Entnahme vorzugsweise aus Brunnen 1. Der Anteil des über diesen Brunnen geförderten Wassers beträgt ca. 80 - 90 % der Gesamtfördermenge. Die Entnahme wird im Zuge des geplanten Teilrückbaus der Gebäude zukünftig reduziert werden.

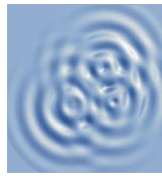
Tab. 4: Zusammenstellung der Fördermengen IBM-Brunnen

Jahr	Fördermenge in m ³ /a
2009	139.000
2010	158.405
2011	158.694
2012	156.161

Etwa 5 km westlich des Steinbruches befindet sich ein Betriebsbrunnen der ZDF-Sendeanstalt. Dessen Entnahme wurde in Höhe des halben Wasserrechtes von 390.000 m³/a in das Modell implementiert.

Die vorwiegend betrieblichen Grundwasserentnahmen des nördlichen Untersuchungsgebietes haben ihren Schwerpunkt in der rheinnahen Niederterrasse. Sie verfügen damit meist über eine gute hydraulische Anbindung an den Rhein, sodass die Wirkung auf das Modellgebiet vorwiegend auf diesen hoch durchlässigen Bereich beschränkt bleibt. Aufgrund der geringen Relevanz für die vorliegende Untersuchung bleiben diese außer Betracht.

Die Lage der Brunnen des näheren Projektumfeldes geht aus Blatt 2 hervor. Die im Modell verwendeten Brunnen und Entnahmen sind in Blatt 23 dargestellt.



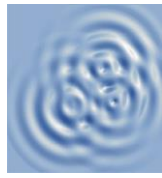
4.13 Hydrochemische Bestandsaufnahme

Im Mai 2011 erfolgte im Rahmen der Kurzpumpversuche an den im Steinbruch gelegenen Grundwassermessstellen BK06, BK16 und BK17 eine Grundwasserprobenahme. Ziel war eine Überprüfung des Ist-Zustandes bzw. potenzieller Veränderungen der Grundwasserqualität infolge der bisherigen Einbringung von Boden in den „Steinbruch Laubenheim“. Die Laborberichte des Labors UCL, Lünen, gehen aus Anhang 8 hervor. Zusätzlich erfolgte im November 2011 eine Beprobung der Messstellen BK20, BK23, BK24 und LH 20/97T durch das Labor CTLO Trapp, Okriftel, im Zusammenhang mit der Beendigung der Einbringung von Bodenmaterial aus dem Ausbau der BAB A 60. Die Analyseergebnisse sind tabellarisch in Anhang 7 zusammengestellt und mit den Prüfwerten der BBodSchV und den GFS-Werten der LAWA verglichen.

Bei pH-Werten von 7,0 - 8,1 zeigte sich das Grundwasser schwach alkalisch, was für den karbonatischen Aquifer charakteristisch ist. Bei einer Leitfähigkeit von bis zu 908 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ist das Wasser schwach mineralisiert. Während die westlich des Steinbruches gelegene Messstelle nur eine geringe Sulfat-Konzentration (19 mg/l) aufwies, ist innerhalb der Auffüllung ein Anstieg auf bis zu 480 mg/l (BK16) feststellbar. Die übrigen Messstellen verblieben unterhalb des GFS-Wertes von 240 mg/l. Sulfat dient als Indikator für Bauschutt, der in Bohrung BK16 auch nachgewiesen wurde. Der DOC blieb in der Mai-Untersuchung sowie in LH 20/97T unauffällig, während in BK20 und BK23 bzw. dem Ostteil des Steinbruchs, mit bis zu 5,9 mg/l leicht erhöhte Konzentrationen organischen Kohlenstoffs nachweisbar waren.

Das Grundwasser weist in allen Messstellen Spuren von Zink unterhalb des GFS-Wertes von 58 $\mu\text{g}/\text{l}$ auf, sodass ein geogener Ursprung in Betracht kommt. Die übrigen Schwermetalle waren mit Ausnahme von Chrom (40 $\mu\text{g}/\text{l}$ in BK20) nicht nachweisbar. Im Ostteil sowie in LH 20/97T zeigten sich Spuren von Bor, das einen Indikator für Hausmüll darstellen kann. Aus den Bohrungen ergaben sich allerdings keine Hinweise auf die Einbringung von Hausmüll, sodass wahrscheinlich andere Ursachen infrage kommen.

Das Grundwasser aller untersuchten Proben war frei von aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX), leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen (LCKW) und von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK).



Damit liegen mit Ausnahme der Hinweise auf Bauschuttanteile keine relevanten anthropogenen Verunreinigungen des Grundwassers der künstlichen Auffüllung vor.

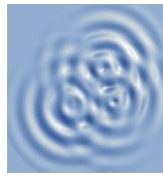
4.14 Abschätzung der Maximalgrundwasserstände

Aufzeichnungen über eine von der Wasserhaltung des Steinbruches unbeeinflusste Situation sind nicht verfügbar, da keine belastbaren Wasserstandsdaten aus der Zeit vor Aufnahme der Abgrabungstätigkeit vorhanden sind und zudem das heutige Grundwassermessnetz noch nicht existierte.

Das Untersuchungsgebiet ist neben der jahrzehntelangen Abbautätigkeit zusätzlich durch eine vorrangig in den 1970er Jahren intensive wasserwirtschaftliche Beanspruchung gekennzeichnet, die eine möglicherweise bis heute anhaltende Grundwasserabsenkung hervorgerufen hat. Die stärksten Entnahmen aus dem Kalktertiär wurden bis zur Inbetriebnahme des Wasserwerkes Eicher Rheinbogen im Zeitraum 1975 - 1981 mit ca. 3,7 Mio. m³/a registriert. Heute erfolgt eine Entnahme zur öffentlichen Wasserversorgung nur noch zur Abdeckung der Spitzenlast.

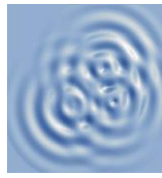
Eine grobe Abschätzung der zu erwartenden Grundwasserstände wurde anhand der nachfolgend aufgeführten fachlichen Überlegungen vorgenommen. Folgende Randbedingungen wurden berücksichtigt:

- Der Abbaubereich nördlich der BAB A 60 bleibt auch zukünftig im Wesentlichen in seiner heutigen Ausprägung erhalten. Das Niveau des Teiches südwestlich des HC-Werksareals verbleibt auf einem Niveau von rd. 92 m ü. NN. Westlich davon wird der Grundwasseranstieg durch den verbliebenen Geländeeinschnitt begrenzt. Dort kann es ggf. zu einem Anspringen von vorhandenen oder noch zu schaffenden Entwässerungsgräben oder Drainagen kommen. Durch den Fortbestand einer Sümpfung nördlich der BAB A 60 wird auch das Grundwasser im südlich angrenzenden Bereich nicht mehr bis auf das ursprünglichen Niveau vor Beginn jeglicher Abgrabungstätigkeit ansteigen.
- Es wird unterstellt, dass der „Steinbruch Laubenheim“ (südlich der BAB A 60) entsprechend früherer Planungen über ein Niveau von 105 m ü. NN hinaus verfüllt wird.



Die hydraulischen Eigenschaften des Verfüllmaterials werden mit denen des Kalktertiärs gleichgestellt. Eine Drainierung erfolgt nicht. Im Falle der Einbringung bindiger (geringdurchlässiger) Massen würde eine zusätzliche Stauwirkung des südlichen Zuflusses und eine seitliche Umströmung induziert – diese bleibt unberücksichtigt.

- Am östlichen Ausstrichrand des „Laubenheimer Hanges“ ist durch die natürliche Begrenzung des Aquifers kein relevanter Anstieg möglich. Im Falle eines potenziellen Grundwasserübertritts infolge einer verstärkten Grundwasserzufuhr von Westen führt dies lediglich zu einem Anstieg der Quellschüttungsmengen bzw. zu einer Zunahme der Quellenanzahl.
- Frühere, von wasserwirtschaftlichen Eingriffen unbeeinflusste Grundwasserstände lassen sich grob aus historischen Aufzeichnungen von älteren Brunnen abschätzen. Viele Brunnen verfügen über Ausbauzeichnungen, in denen die anfänglich vorgefundenen Wasserstände vermerkt sind. Teilweise liegen auch Ergebnisse von Pumpversuchen zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit der Brunnen vor. Zu den wichtigsten Angaben zählen Brunnenwasserstände, die vor den 1970er Jahren ermittelt wurden, vgl. Blatt 21. Für den unmittelbaren Zustrombereich des Steinbruches liegen jedoch nur Wasserstandsaufzeichnungen ab 1993 vor, was eine Rekonstruktion des unbeeinflussten Zustandes erschwert. Das Wasserwerk II „Militärstraße“ südlich von Hechtsheim wies im Juni 1964 ein Niveau von 119,3 m ü. NN auf, was etwa auch dem heutigen Stand entspricht. Damit dürfte die vom Steinbruch ausgehende Grundwasserabsenkung in dieser Entfernung allmählich abgeklungen sein.
- Es ist nicht bekannt, ob im Bereich des Steinbruches bzw. südlich davon eine verstärkte Grundwasserabführung nach Norden infolge einer Verkarstung oder von Störungen erfolgt, vergleichbar mit der Situation im Bereich des Wildgrabens, der eine weit nach Südwesten ausgreifende Grundwassersenkung markiert, vgl. Blatt 13. Der Notbrunnen 17 (35717) westlich des Steinbruches zeigte 1987 mit 114,6 m ü. NN ein mit Messstelle LH12/95T (südlich, 115,5 m ü. NN) annähernd vergleichbares Grundwasserniveau. Bei ähnlicher Entfernung von rd. 1.100 m scheint keine erhöhte Durchlässigkeit in SW-NE- bzw. S-N-Richtung vorzuliegen.



- Es wird eine mit der aktuellen Situation vergleichbare Intensität und Reichweite der Absenkung durch die Sümpfung angenommen. Der Schwerpunkt der Absenkung verlagert sich von der heutigen Position im südöstlichen Steinbruch etwa 450 m nach Norden (vorh. „Angelteich“).
- Für die Rhein-Niederterrasse wird eine Hochwassersituation von 84 m ü. NN zugrunde gelegt.

Es resultiert die in Blatt 17 dargestellte hydraulische Situation, die einen Grundwasseranstieg auf 100 m ü. NN im Nordosten bis 110 - 115 m ü. NN im Südwesten des verfüllten Steinbruches zeigt. Dieser Anstieg ist unabhängig vom Rhein-Hochwasser zu sehen, da sich der Anstieg in der Niederterrasse noch deutlich unterhalb des Niveaus der zukünftigen Sümpfung vollzieht.

5 Grundwasserströmungsmodell

5.1 Grundlagen und Randbedingungen

Die Erstellung des Grundwasserströmungsmodells orientierte sich an der im Leitfaden der Fachsektion Hydrogeologie der Deutschen Geologischen Gesellschaft aufgezeigten Strategie, /6/. Zunächst wurde das in Kap. 4 beschriebene hydrogeologische Modell generiert, das in einem zweiten Schritt in ein numerisches Grundwasserströmungsmodell umgesetzt wurde. Die Gesamtgröße des Gebietes umfasst rd. 82 km², vgl. Blatt 1 und Abb. 2.

Das Modellareal wurde durch ein engmaschiges Netz von 17.991 finiten Dreiecks- und Viereckselementen diskretisiert, deren Lage durch 14.991 Knoten vorgegeben worden war. Das dreidimensionale Netz besteht aus 2 übereinander liegenden Elementlagen, die durch 3 Knotenlagen aufgespannt werden. Das Modell hat somit 44.973 Knoten und 35.982 Elemente.

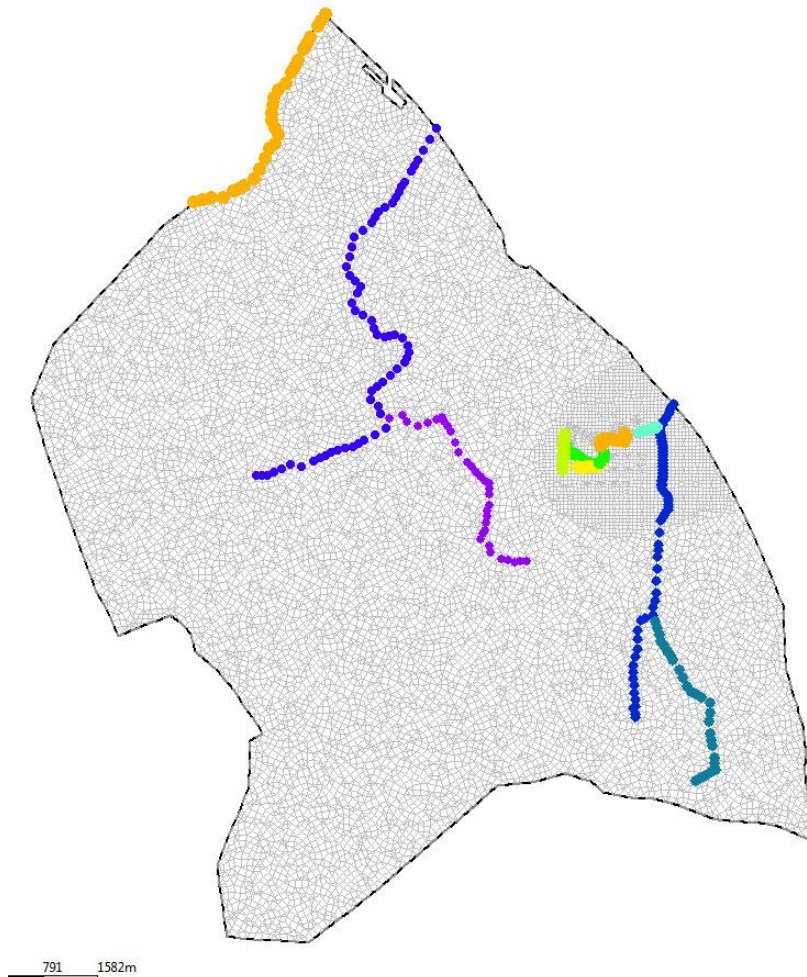
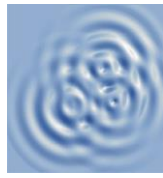
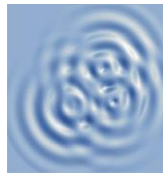


Abb. 2: Modellgebiet mit Bilanzknoten (Vorfluter)

Grundlage der Netzgenerierung war ein Strukturmodell, in dem sämtliche modellrelevanten Geometrielemente zusammengefasst worden waren (Brunnenstandorte, Vorfluter, Drainagen, Teiche). Bei der Wahl der Maschendichte wurde den steileren Gradienten im Einflussbereich von Entwässerungseinrichtungen und Teichen Rechnung getragen. Während in den Randbereichen des Modells eine Elementseitenlänge von 100 m ausreichte, wurde innerhalb des Steinbruches bzw. den Teichen ein Knotenabstand von rd. 20 - 50 m gewählt. Zum Einsatz kam das Programm SPRING®³

³ delta-h, Benutzerhandbuch SPRING, http://spring.delta-h.de/download/SPRING4_Webhilfe/SPRING.htm (abgerufen am 16.07.2013)

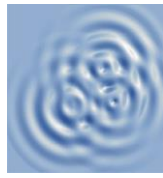


Der Rhein, der im Norden gelegene Gonsbach sowie die kleineren Vorfluter wurden als Leakage-Gewässer zum Ansatz gebracht. Die Potenziale des Rheins wurden entsprechend der mittleren Fließgefälle und dem am Stichtag am Pegel Mainz gemessenen Pegelstand abgeschätzt. Für die Wasserstände bzw. Sohliefen der kleineren Vorfluter wurden näherungsweise die Höhenangaben der amtlichen Kartenwerke und für die im Steinbruch gelegenen Teiche wurden die eingemessenen Wasserstände zugrunde gelegt.

Für die hydraulische Anbindung des Rheins an den Grundwasserkörper der Niederterrasse wurde der Leakage-Faktor so gewählt, dass sich ein nur schwach limitierter Wasseraustausch zwischen dem Fluss und dem Grundwasserleiter einstellen kann. Im Gegensatz dazu wurden die kleineren Vorfluter der Niederterrasse nur mit einem mäßigen Leakage-Faktor ausgestattet. Der Wildgraben, der das zentrale Modellgebiet quert, liegt morphologisch deutlich oberhalb des simulierten Grundwasserstandes, sodass er Grundwasser an den Untergrund abgibt. Die Gesamtinfiltration wurde im oberen Abschnitt bis zur Einmündung des Borner Grunds auf 40 m³/d limitiert, während der untere Abschnitt rd. 140 m³/d an den Untergrund verliert.

Für den Nordwestrand sowie den Südrand des Modells wurden Trennstromlinien verwendet, die als undurchlässige Ränder fungieren. Im Westen wurde bei Lerchenberg ein Zustromrand definiert. Der Zufluss wurde entsprechend des grob umrissenen Einzugsgebietes (ca. 5,2 km²) und einer mittleren angenommenen Grundwasserneubildungsrate von 40 mm/a mit rd. 570 m³/d abgeschätzt. Der Südwestrand bei Klein-Winternheim stellt aufgrund des dort ausstreichenden Kalktertiärs und der Wasserscheide zur Selz einen undurchlässigen Rand dar.

Dem Grundwasserleiter des Kalktertiärs wurde als Ausgangswert für die Kalibrierung eine k_f -Wert-Zonierung entsprechend den in einzelnen Brunnen ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerten zugewiesen. Südlich des Steinbruches wurde ein k_f -Wert von etwa $1 \cdot 10^{-5}$ m/s gewählt, der der mittleren Durchlässigkeit des Kalktertiärs gemäß den Pumpversuchsergebnissen entspricht, vgl. Kap. 4.10. Im Zuge der Kalibrierung wurde für eine bessere Übereinstimmung mit den gemessenen Wasserständen die Durchlässigkeit im engeren Untersuchungsgebiet geringfügig um rd. 15 % reduziert, sodass ein realistischer Ansatz für die Aquiferbeschaffenheit kalibriert wurde. Im Bereich des „Laubenheimer Hanges“, in dem das



Mergeltertiär an der Geländeoberfläche ausstreicht, wurden die Modellebenen auf eine Mindestmächtigkeit von 1 m eingestellt und zugleich der k_f -Wert auf $1 \cdot 10^{-6}$ m/s herabgesetzt. Deutlich höhere Beiwerte von über $2 \cdot 10^{-4}$ m/s sind für die Rhein-Niederterrasse zu ersehen, Blatt 22.

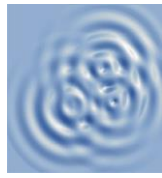
Für die Überlagerung wurde für die Bereiche südlich bis westlich des Steinbruchs ein horizontaler Durchlässigkeitsbeiwert von $2 \cdot 10^{-6}$ m/s zum Ansatz gebracht. Ein mit $5 \cdot 10^{-6}$ m/s geringfügig höherer Wert wurde den nördlichen Gebieten nahe der Mainzer Innenstadt zugewiesen, die oberflächennah durch ältere Terrassenablagerungen gekennzeichnet sind, /1/.

5.2 Ergebnisse der Kalibrierung

Nach der Zusammenstellung der Eingabedaten wurde das Modell teilautomatisiert auf den Grundwassergleichenplan von Mai 2011 kalibriert. Das Kalibrierergebnis für das Kalktertiär Förderhorizont GWL2 geht als Isolinienplan aus Blatt 24 hervor. Gegenüber den im Mai 2011 gemessenen Wasserständen ergeben sich in den Hanglagen südlich des Steinbruches lokale Abweichungen, die i. W. auf Inhomogenitäten des Festgesteinsaquifers beruhen und die mit der Kalibrierung ohne eine stärkere Angleichung der Durchlässigkeitsbeiwerte nicht vollumfänglich nachgebildet werden können. Insofern ist das Modellergebnis, das in diesem Bereich teilweise höhere und teilweise tiefere Wasserstände ausweist, als plausibel zu werten.

Innerhalb des Steinbruches stellen sich die mittels der Sumpfungsteiche bei rd. 82,5 m ü. NN bzw. 88,05 m ü. NN vorgegebene Wasserstände ein. Der im nördlichen „Steinbruch Weisenau“ gelegene „Angelteich“ weist mit 92 m ü. NN ein deutlich höheres Niveau auf, was zu einer Reinfiltration in die künstliche Auffüllung des näheren Umfelds führt, Blatt 25.

Die südliche und westliche Drainage, die das schwebende Grundwasser der Überlagerung aufnehmen, speisen mit 29 bzw. 36 m³/d nur geringfügig in das Modell ein. Die simulierten Werte kommen den gemessenen Abflüssen damit recht nahe, vgl. Kap. 4.9.8.

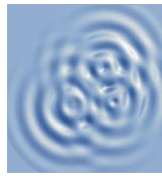


Das von der Sümpfung des „Steinbruches Laubenheim“ ausgehende Einzugsgebiet reicht damit im Norden bis zum „Angelteich“, der aufgrund der Infiltration eine Grundwasserkuppe hervorruft.

Der östliche Randbereich des Steinbruchs bleibt außerhalb des von der Sümpfung gefassten Gebietes und entwässert nach Osten zur Niederterrasse. Hier kommt es zu Abweichungen zur gemessenen Situation, die eine Wasserscheide am Hochpunkt des „Laubenheimer Hanges“ erkennen lässt, Blatt 14. Allerdings ist strittig, ob nicht ein Teil des in diesem Bereich neu gebildeten Grundwassers über das liegende Mergeltertiär hangwärts aussickert. Zumindest belegen die dort vorhandenen Quellaustritte, dass eine nach Osten gerichtete Grundwasserströmung durchaus eine Rolle spielt. Auch ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der geringen Grundwasser erfüllten Mächtigkeit in diesem Bereich eine lokale Aussickerung nicht unbedingt durch das recht weitläufige Messnetz erfasst wird. Insofern ist das Modellergebnis ebenfalls als plausibel zu werten.

Das nach Süden gerichtete Einzugsgebiet erlangt am Südrand des Steinbruches eine Breite von rd. 1,3 km und schließt bei zunehmender Breite die Brunnen BR3 des Ww Hechtsheim I sowie Br 23 des WVR ein. Deren Brunnen sind durch kleinere Absenktrichter bzw. Einzugsgebiete gekennzeichnet. Im Gegensatz dazu wirken die IBM-Brunnen nordwestlich des Steinbruches hydraulisch etwas stärker auf das Umfeld ein. Deren Einzugsgebiete bleiben jedoch westlich des Steinbruches und auch die von dort ausgehende Grundwasserabsenkung scheint nur unwesentlich auf das Projektareal zu wirken, Blatt 24.

In Blatt 25 wurde die Strömungssituation mittels einer Schlierendarstellung visualisiert. Die Färbung der Fließschlieren erfolgt in Spektralfarben und orientiert sich dabei an den Fließgeschwindigkeiten. So werden die Beschleunigung im Bereich der Sümpfung (teilweise verdeckt) durch bläulich-violette bis grüne Farben und langsame Strömungsgeschwindigkeiten durch gelbe bis rote Farben gekennzeichnet.



6 Untersuchung der Varianten zur Renaturierung

6.1 Übersicht der Modellvarianten

Zur Bemessung der mit der Verfüllung und Renaturierung des „Steinbruches Laubenheim“ einhergehenden Auswirkungen wurden folgende Modellvarianten simuliert:

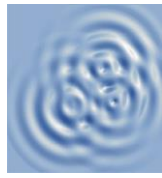
- **Variante 0:** Kalibrierzustand gemäß der im Mai 2011 vorherrschenden Randbedingungen
- **Variante 1:** vollständige Verfüllung des „Steinbruches Laubenheim“ ohne aktive Wasserhaltung (Die in Blatt 26 eingezeichneten Drainagen sind inaktiv). Die Verfüllung war Bestandteil der Renaturierungsplanung des einst genehmigten Abbaus. In /12/ wird hierzu ausgeführt:

„Der bisher gültige Rekultivierungsplan legt für die Steinbrüche Weisenau und Laubenheim-Nord eine vollständige Verfüllung und Rekultivierung als teilweise gehölzdurchsetzte Ackerlandschaft fest. Bis zur Abänderung dieser Festlegung durch die zuständigen Behörden ist der Vorhabenträger an diese Planungen gebunden.“

Auch der Flächennutzungsplan der Stadt Mainz aus 1999 sah eine Folgenutzung als Grünfläche vor, die zur Vermeidung von Gewässern zumindest eine Teilverfüllung erfordert hätte. In der Simulation wird unterstellt, dass entlang der BAB A 60 keine Drainierung erforderlich wird. Die im nördlich angrenzenden „Steinbruch Weisenau“ bestehenden Einrichtungen sowie die dort vorhandene Geländemorphologie bleiben abweichend von der früheren Renaturierungsplanung unverändert bestehen. Die Variante dient der Überprüfung der sich gemäß des bisher genehmigten Zustandes einstellenden hydraulischen Situation.

Zur Art der Verfüllung liegen keinerlei Angaben vor. Im Modell wird eine eher geringe Durchlässigkeit von $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s angenommen.

- **Variante 2:** Teilverfüllung und Anlegung von Entwässerungseinrichtungen entsprechend der aktuellen Planung. Diese sieht folgende Elemente vor:

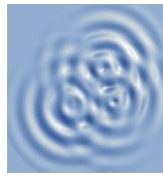


- Anlage eines Biotopeiches im zentralen „Steinbruch Laubenheim“ auf einem Niveau von 94,6 m ü. NN. Aus diesem erfolgt ein Überlauf mit freiem Gefälle über eine geschlossene Rohrleitung zum nördlich gelegenen „Angelteich“, an dem wie bisher ein Wasserstand von max. 92,0 m ü. NN aufrecht erhalten wird.
- Anlage eines Teiches im Nordwesten des Steinbruches bei etwa 100 m ü. NN
- Grundwasserdrainage im südlichen Steinbruch unterhalb der geplanten Verfüllung (DK) I - II. Diese beginnt im Westen auf einem Niveau von rd. 102,5 m ü. NN und endet am o.g. Biotopeich (94,6 m ü. NN)
- Die Verfüllung des Steinbruches erfolgt mit Material der Zuordnung Z0 im Norden (bis 130 m ü. NN) und Osten (bis 135 m ü. NN) sowie im Unterbau des südlichen Abschnittes (ca. 100-130 m ü. NN). Darüber entsteht bis zu einer Höhe von 150 m ü. NN eine Auffüllung (DK I-II) im südlichen Abschnitt.
- Die randlichen Drainagen zur Abführung des Grundwassers der Überlagerung bleiben bestehen.

Die geplanten Entwässerungseinrichtungen und Auffüllungen gehen aus Blatt 20 hervor.

6.2 Ergebnisse der Grundwasserströmungssimulation – Variante 1

Die vollständige Verfüllung des „Steinbruches Laubenheim“ geht mit einem Grundwasseranstieg innerhalb des Verfüllbereiches einher. So steigt der Grundwasserstand am Südrand auf bis zu 111 m ü. NN und erreicht südlich der BAB A 60 rd. 96 m ü. NN. Aufgrund der verringerten Durchlässigkeit der Schüttnmassen zeichnet sich örtlich eine Verlangsamung der Strömung ab, während am Westrand, der in den unteren Abschnitten bereits eine (größere) Schüttung aufweist, eine Beschleunigung erkennbar wird. In der Praxis ist innerhalb des Schüttkörpers mit unterschiedlichen Durchlässigkeiten zu rechnen, die jedoch zu ähnlichen Ergebnissen führen würden. Der „Angelteich“ schneidet in das Grundwasser ein und wird nahezu allseitig angeströmt. Dessen Einzugsgebiet deckt einen größeren Teil des östlichen Steinbruches ab.



In der Geländesenke im Südwestteil des „Steinbruches Weisenau“ gelangt Grundwasser an die Oberfläche, sodass zumindest im Frühjahr mit Vernässungen bzw. der Bildung eines Teiches zu rechnen ist. In den nördlichen (bebauten) Abschnitten des Altsteinbruches bleibt der Grundwasserstand hingegen stets unter der Geländeoberfläche.

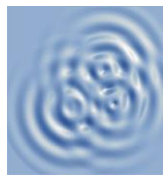
Das Simulationsergebnis reicht innerhalb des „Steinbruches Laubenheim“ nicht ganz an die auf historischen Wasserständen basierende Prognose der möglichen Höchstwasserstände heran, die dort einen rd. 5 m höheren Wasserstand ausweist, vgl. Kap 4.14 und Blatt 17. Ein Grund hierfür ist eine in der Betrachtung des Höchstwasserstandes angenommene Teilverfüllung des „Steinbruches Weisenau“. So kann sich im Südwestteil des Altsteinbruches ein Grundwasserniveau von 100 m ü. NN – über der heutigen Geländeoberfläche – einstellen. Nichtsdestotrotz basiert die Simulation in Blatt 26 auf einer mittleren Grundwasserneubildungsrate, sodass in einer Abfolge von Nassjahren auch mit höheren Grundwasserständen zu rechnen wäre.

Durch eine belastbare Implementierung der Durchlässigkeitsbeiwerte im Strömungsmodell ist diesem generell eine höhere Plausibilität zuzusprechen als der manuellen Konstruktion, zumal für das nähere Steinbruchumfeld keine historischen Wasserstandsdaten vorlagen.

6.3 Ergebnisse der Grundwasserströmungssimulation – Variante 2

Da die geplante Oberflächenentwässerung der Steinbruchs zukünftig im Freispiegelabfluss konzipiert wird und ein möglichst großes Ablagerungsvolumen erzielt werden soll, sieht die Planung einen Biotopteich bei 94,6 m ü. NN vor, der in seinem südlichen Abschnitt Grundwasser aufnimmt und im nördlichen wieder teilweise abgibt, Blatt 27. Die neu angeschlossene Drainage im Unterbau der Auffüllung bindet in ihrer gesamten Länge an das Grundwasser an und führt dieses ab. Durch die Grundwasseraufnahme entsteht an der Südseite der Drainage eine beschleunigte Strömung (blaugrüne Schlieren).

Der nordwestliche Teich, der auf rd. 100 m ü. NN aufgestaut werden soll, bleibt ohne Grundwasseranbindung. Bei einem Grundwasserstand von max. 98 m ü. NN an dessen Südseite wird der Teich bei mittleren Grundwasserständen voraussichtlich Wasser an den Untergrund abgeben.



Der „Angelteich“ erhält ein eigenständiges Einzugsgebiet und wird aus südlichen Richtungen angeströmt, während er an der Nordseite Wasser an den Untergrund abgibt. Der „Löschteich im Steinbruch Weisenaus“ verliert ebenfalls Wasser, sofern er über keine künstliche Basisabdichtung verfügt.

Die sich einstellenden Grundwasserstände des rekultivierten Steinbruches gehen im Detail aus Blatt 28 hervor. Der Plan zeigt zudem die vorhandenen Messstellen. Bei einer nach NNE gerichteten Grundwasserströmung repräsentieren die Messstellen BK24, BK16, BK23 und BK20 gemeinsam mit dem „Angelteich“ zukünftig den Abstrom der Auffüllung.

6.4 Wasserbilanz der Varianten

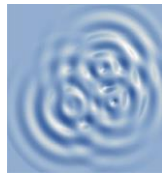
Mit der Veränderung der hydraulischen Situation geht eine Veränderung der in den Drainagen und Gewässern anfallenden Grundwasserzu- und -abflüsse einher. In den betrachteten Varianten ist mit folgenden Zu- und Abflüssen zu rechnen, Tab.

Tab. 5: Zu- und Abflüsse der Bilanzelemente (Werte gerundet)

Modellvariante		Grundwassersee NW-Bereich Steinbruch	Vorbrecher- teich	Biotopteich geplant	Grundwasser- drainage gepl.	Angelteich	Löschwasser- teich
Kalibrierung	m ³ /d	-1.138	-169			204	28
	m ³ /a	-415.500	-61.800			74.300	10.300
Variante 1	m ³ /d					-161	22
	m ³ /a					-58.800	8.200
Variante 2	m ³ /d			-73	-304	-26	25
	m ³ /a			-26.500	-110.900	-9.300	9.100

Es zeigt sich in der Kalibrierung (Ist-Zustand) eine Grundwasserentnahme von insgesamt rd. 477.000 m³/a, die an den „Angelteich“ abgegeben werden. Dieser verliert wiederum rd. 74.000 m³/a an die umgebende künstliche Auffüllung, wovon etwa die Hälfte wieder im Kreislauf an den „Steinbruch Laubenheim“ zurückgeführt wird.

Bei vollständiger Verfüllung (Variante 1) stellt der „Angelteich“ eine Grundwassersenke dar, sodass er rd. 59.000 m³/a aufnimmt und diese Menge unter Abzug einer geringen Verdunstung vollständig an die angeschlossene Leitung abführt.

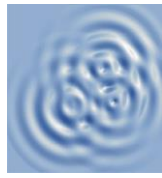


Der Planzustand der Variante 2 zeigt eine moderate Wasseraufnahme durch den geplanten zentralen Biotopteich. Dieser erhält jedoch mit rd. 3,5 l/s einen bedeutenden Zufluss aus der geplanten Grundwasserdrainage, sodass sich ein Gesamtabfluss zum „Angelteich“ von rd. 137.000 m³/a (4,4 l/s) ergibt.

Auch der „Angelteich“ erhält noch geringe eigene Grundwasserzuflüsse, die jedoch in Trockenphasen und ohne einen Zufluss aus dem Biotopteich möglicherweise nicht zur Aufrechterhaltung des Wasserstandes ausreichen würden.

Die für den „Löschteich im Steinbruch Weisenaus“ genannten Mengen gelten vorbehaltlich einer hydraulischen Anbindung an den Untergrund. Im Falle einer künstlichen Abdichtung entfällt der Teich als Bilanzgröße.

Die unterschiedlichen Planungen zur Verfüllung und Renaturierung haben keinen Einfluss auf den Zustrom von Schichtwasser aus der Überlagerung. Dieses wird im Falle der Variante 2 weiterhin böschungsseitig austreten und mittels der vorhandenen Drainagen zum Biotopteich bzw. zum nordwestlichen Teich abgeführt. Vorbehaltlich einer genaueren Mengenerfassung ist gemäß den Angaben aus /10/ auch zukünftig mit einer Aussickerung in einer Größenordnung von 0,5 - 1,0 l/s zu rechnen. In Phasen erhöhter Grundwasserneubildung können die Zuflussraten auch höher ausfallen, eine genauere Quantifizierung des Schichtwasserzutrittes ist auf der vorliegenden Datengrundlage nicht möglich.



7 Zusammenfassende Bewertung und Maßnahmen

Mittels einer numerischen Grundwasserströmungsmodellierung wurden die zukünftig im Steinbruch anfallenden Grundwassermengen abgeschätzt. Aufgrund der morphologisch höheren Position der zukünftigen Drainagen und Steinbruchgewässer ist von einer deutlichen Minderung der anfallenden Mengen gegenüber dem Ist-Zustand auszugehen. Es zeichnet sich ab, dass der nordwestliche Biotopteich im „Steinbruch Laubenheim“ bei einer Sohlentiefe von rd. 98 m ü. NN zumindest in Zeiten normaler Grundwasserstände keinen Grundwasseranschluss erlangt und lediglich durch Zuflüsse von Oberflächenwasser gespeist wird. Damit sollte dieser in niederschlagsarmen Perioden trocken fallen.

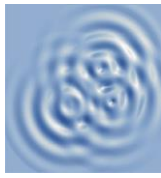
Bei einem mittleren Gesamtüberlauf des Biotopteiches von rd. 4,4 l/s sollte sichergestellt sein, dass der angeschlossene „Angelteich“ nicht trockenfällt. Nicht auszuschließen ist, dass es nach einer Folge von Trockenjahren zu einem Aussetzen des Überlaufs aus dem Biotopteich zum „Angelteich“ kommt. Allerdings verfügt dieser zukünftig über ein eigenständiges Einzugsgebiet, sodass dessen Wasserstand stabil bleiben sollte.

Mit der geringeren Sumpfung steigen die Grundwasserstände im Umfeld des Projektareals geringfügig an, bleiben jedoch ohne relevante Wirkung auf umliegende Grundwassernutzungen.

Für eine abschließende Plausibilitätskontrolle der bilanzierten Drainagemengen ist eine belastbare Mengenerfassung der einzelnen Einrichtungen zur Wasserhaltung zu empfehlen.

Neben den Grundwassermessstellen innerhalb des Steinbruches sollten auch an einer Auswahl der im südlichen Zustrom gelegenen Messstellen während der Verfüllung und Renaturierung mindestens monatlich der Grundwasserstand gelotet werden.

Für eine hydrochemische Überwachung des Grundwassers der bestehenden und zukünftigen Verfüllung bieten sich die Messstellen unmittelbar südlich der BAB A 60 sowie der „Angelteich“ an, die aufgrund der veränderten hydraulischen Situation der Variante 2 zukünftig im nördlichen Abstrom der Verfüllung liegen werden. Sofern noch nicht erfolgt, sollte an diesen vor den anstehenden hydraulischen Veränderungen eine Dokumentation des hydrochemischen Ist-Zustandes erfolgen.



Seite: 42

Datum: 25. Juli 2013

Bielefeld, den 25. Juli 2013

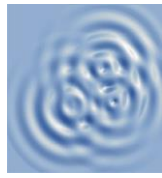
Bearbeiter:

(F. Carstensen, Dipl.-Geol.)

(Th. Grünz, Dipl.-Geol.)

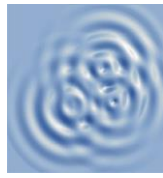
(Dr. D. Brehm, Dipl.-Geol.)

**BGU - Büro für Geohydrologie
und Umweltinformationssysteme**
Dr. Brehm & Grünz GbR
Technologiezentrum Bielefeld
Meisenstraße 96
DE-33 607 Bielefeld

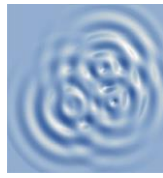


8 Quellenverzeichnis

- /1/ Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz (1989): Geologische Karte von Rheinland-Pfalz 1:25.000 Erläuterungen Blatt 6015 Mainz. – 106 S., 8 Abb., 4 Tab., Mainz.
- /2/ Stadt Mainz Amt für Umwelt und Stadtentwicklung, Tiefbauamt (1989): Umweltbericht 1989 Teil "Gewässerschutz". - Unveröffentlichter Bericht Dezember 1989; Mainz.
- /3/ Boden und Wasser Büro für Hydrogeologie, angewandte Geologie und Wasserwirtschaft (1996): Steinbruch Laubenheim Nord der Heidelberger Zement AG, Werk Mainz-Weisenau; - Hydrogeologisches Gutachten. Unveröffentlichtes Gutachten 11.03.1996; Auftraggeber: Heidelberger Zement AG; Untermauerbach.
- /4/ Boden und Wasser Büro für Hydrogeologie, angewandte Geologie und Wasserwirtschaft (1996): Steinbruch Laubenheim Nord der Heidelberger Zement AG, Werk Mainz-Weisenau; Ergänzende Stellungnahme zum Hydrogeologischen Gutachten vom 11.03.1996. - Unveröffentlichte Stellungnahme 14.08.1996; Auftraggeber: Heidelberger Zement AG; Untermauerbach.
- /5/ Boden und Wasser Büro für Hydrogeologie, angewandte Geologie und Wasserwirtschaft (1997): Steinbruch Laubenheim der Heidelberger Zement AG, Werk Mainz-Weisenau; Hydrogeologisches Gutachten zur Fortentwicklung des bestehenden Steinbruches Laubenheim Nord nach Süden, Abbaualternativen Laubenheim Süd, Laubenheim Süd-Süd und Frankental mit einem mathematischen untergrundhydraulischen Modell zur Grundwasserbilanz. - Unveröffentlichtes Gutachten 27.06.1997; Auftraggeber: Heidelberger Zement AG; Untermauerbach.
- /6/ Fachsektion Hydrogeologie in der Deutschen Geologischen Gesellschaft (Herausgeber) (1999): Hydrogeologische Modelle – Ein Leitfaden für Auftraggeber, Ingenieurbüros und Fachbehörden. - Schriftenreihe der Deutschen Geologischen Gesellschaft Heft 10; Hannover.
- /7/ May, C. (1999): Feinstratigraphie und Paläoökologie der Oberen Inflata-Schichten und der Unteren Hydrobien-Schichten (Unter-Miozän, Mainzer Becken) im Steinbruch Mainz-Weisenau. - Mainzer geowiss. Mitt. 28, S. 231-262, Mainz
- /8/ Hydrogeologisches Büro Steinbrecher & Wagner GmbH (1999): Umwelttechnische Untersuchungen auf dem Gelände der Betriebstankstelle der Heidelberger Zement AG Wormser Straße 190 55130 Mainz-Weisenau. - Unveröffentlichter Bericht 19.02.1999; Auftraggeber: Veba Wärmeservice GmbH; Kiedrich.



- /9/ Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH (1999): Standsicherheitsuntersuchung: Verlegung der Kreisstraße K13 im Zuge der Steinbruchfortentwicklung Mainz-Laubenheim. - Unveröffentlichtes Gutachten 27.07.1999; Auftraggeber: Heidelberg Zement AG; Wiesbaden-Delkenheim.
- /10/ Boden und Wasser Büro für Hydrogeologie, angewandte Geologie und Wasserwirtschaft (2000): Steinbruch Laubenheim der Heidelberger Zement AG, Werk Mainz-Weisenau. - Hydrogeologisches Gutachten zum Steinbruch Laubenheim Süd mit mathematischen untergrundhydraulischen Modellrechnungen zur Grundwasserbilanz im Kalktertiär und zum Grundwasser im Laubenheimer Hang. Unveröffentlichtes Gutachten 27.06.1997; Auftraggeber: Heidelberger Zement AG; Untermauerbach.
- /11/ Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner Ingenieurgesellschaft mbH (2001): Antrag auf Genehmigung einer Anlage nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz: Kalksteinbruch Laubenheim-Süd der Heidelberger Zement AG, Mainz-Weisenau. - Unveröffentlichtes Gutachten Juli 2001; Auftraggeber: Heidelberger Zement AG; Aachen.
- /12/ Regioplan Ingenieure GmbH (2001): Landschaftspflegerischer Begleitplan Steinbruch Mainz-Weisenau, Steinbruch Mainz-Laubenheim - Unveröffentlichtes Gutachten Mai 2001; Auftraggeber: Heidelberger Zement AG; Mannheim.
- /13/ Technologieberatung Grundwasser und Umwelt GmbH (2003): Hochwasserrückhaltung Bodenheim / Laubenheim, Anlage 10: Grundwasserhydraulische Untersuchungen. - Unveröffentlichtes Gutachten April 2003; Auftraggeber: Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Bodenschutz, Neustadt a.d. Weinstraße, Neubaugruppe Hochwasserschutz Oberrhein; Koblenz.
- /14/ Semmel, A. (2003): Dolinen-Füllungen im Mainzer Becken. – Geol. Jb. Hessen 130: 49-60, 12 Abb. 1 Tab.; Wiesbaden
- /15/ Boden und Wasser Büro für Hydrogeologie, angewandte Geologie und Wasserwirtschaft (2006): Hydrologische Beweissicherung. Unveröffentlichter Bericht 04.07.2006; Auftraggeber: HeidelbergCement AG; Untermauerbach.
- /16/ Dr. Eisele Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik und Bauwesen mbH (2006): Historische Untersuchung des Brennbetriebs (Klinkerwerk) der HeidelbergCement AG in Mainz-Weisenau. Unveröffentlichtes Gutachten 16.08.2006; Auftraggeber: HeidelbergCement AG; Rottenburg.



- /17/ Dr. Eisele Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik und Bauwesen mbH (2007): Orientierende Untersuchung des Brennbetriebs (Klinkerwerk) der HeidelbergCement AG in Mainz-Weisenau. Unveröffentlichtes Gutachten 23.05.2007; Auftraggeber: HeidelbergCement AG; Rottenburg.
- /18/ Dr. Eisele Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik und Bauwesen mbH (2007): Ergänzende orientierende Untersuchung des Brennbetriebs (Klinkerwerk) der HeidelbergCement AG in Mainz-Weisenau. Unveröffentlichtes Gutachten 28.11.2007; Auftraggeber: HeidelbergCement AG; Rottenburg.
- /19/ HPC AG (2008): Prüfung IST-Zustand Auffüllmaterial sowie ergänzende Grundwasseruntersuchungen Steinbrüche Laubenheim und Weisenau, HeidelbergCement AG, Mahlwerk Mainz-Weisenau. Unveröffentlichtes Gutachten 21.08.2008; Auftraggeber: HeidelbergCement AG; Karlsruhe.
- /20/ WAT Ingenieurgesellschaft mbH (2010): Verfüllung und Renaturierung des Steinbruchs Laubenheim, Vorplanung. Unveröffentlichtes Gutachten 30.06.2010; Auftraggeber: Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz; Mainz.
- /21/ Schäfer, P. (2012): Mainzer Becken, Stratigrafie-Paläontologie-Exkursionen. – 2. Aufl., Sammlung geol. Führer Bd. 79, Gebr. Borntraeger, Stuttgart