DAS BAUGRUND INSTITUT

Anlage A.5: Dokumentation der Grundwassermodellberechnungen Bauphasenberechnungen November 2016 (BGI, 10.07.2017)

Bauherr:

HESSEN

Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement

Projekt:

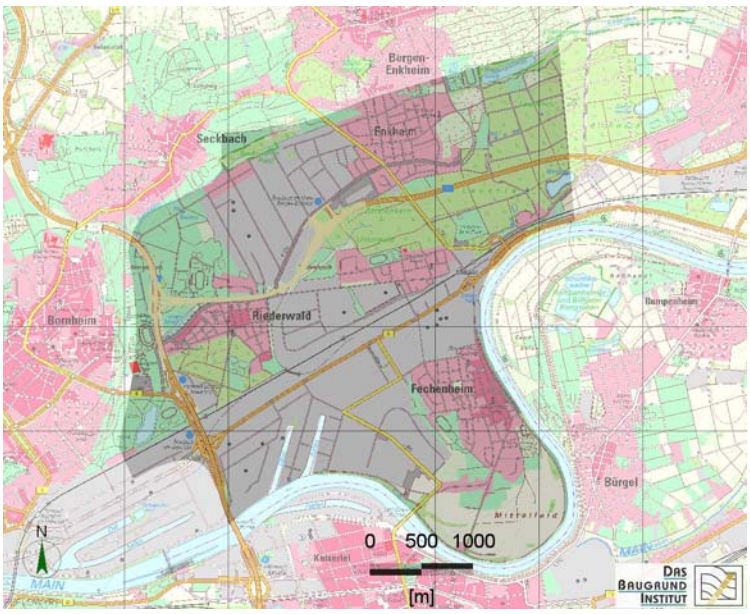
Antrag auf temporäre Grundwasserentnahme zur Trockenhaltung von Baugruben

im Rahmen der Baumaßnahme

Teilabschnitt Tunnel Riederwald in Frankfurt am Main

-Allgemeiner Teil -

BV Neubau der BAB A 66, Frankfurt am Main-Hanau
Teilabschnitt Tunnel Riederwald einschließlich
AD Erlenbruch und AS Borsigallee



Dokumentation der Grundwassermodellberechnungen
Bauphasenberechnungen November 2016

Auftraggeber: **Hessen Mobil**
Straßen- und Verkehrsmanagement
-Dezernat BA 11 Bau Riederwaldtunnel-
Gutleutstraße 114
60327 Frankfurt

Auftragnehmer: **DAS BAUGRUND INSTITUT**
Dipl.-Ing. Knierim GmbH
Wolfhager Straße 427
34128 Kassel

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Deichmann
Dipl.-Geol. Kropp
Dipl.-Geol. Rose

Projekt Nr.: 011/12-4 G19 Rev02

Datum: 10.07.2017

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1 Anlass, Auftrag 4

2 Hydrogeologische Ausgangssituation 6

3 Hydrogeologisches Strukturmodell 9

3.1 Modellraum 9

3.2 Oberflächengewässer 10

3.3 Grundwasserneubildung 11

3.4 Grundwasserentnahmen / Grundwasserinfiltration 11

3.5 Randbedingungen / Oberflächenentwässerung 13

4 Prüfung der hydrogeologischen Strukturvorstellung 14

5 Aufbau, Kalibrierung und Ergebnisse des Grundwasserströmungsmodells 14

5.1 Änderungen im Modellgebiet 14

5.2 Modellanpassungen 16

5.3 Ergebnisse des modifizierten Grundwassermodells 16

6 Grundwassermodellierung 22

6.1 Vorbemerkungen Modellberechnungen 22

6.2 Hydrogeologische Bauphase 1 24

6.3 Hydrogeologische Bauphase 2 24

6.4 Hydrogeologische Bauphase 3 28

6.5 Hydrogeologische Bauphase 4 31

6.6 Hydrogeologische Bauphase 5 34

6.7 Hydrogeologische Bauphase 6 38

6.8 Hydrogeologische Bauphase 7 41

6.9 Hydrogeologischer Endzustand 44

7 Bewertung der hydrogeologischen Verhältnisse Ausgangszustand / Endzustand 47

8 Baubegleitende Maßnahmen / Empfehlungen 54

9 Zusammenfassung 55

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1: GW-Gleichen Differenzenplan Ausgangssituation gegen hydrogeologische Bauphase 2 (1 : 2.500)

Anlage 2: GW-Gleichen Differenzenplan Ausgangssituation gegen hydrogeologische Bauphase 3 (1 : 2.500)

Anlage 3: GW-Gleichen Differenzenplan Ausgangssituation gegen hydrogeologische Bauphase 4 (1 : 2.500)

Anlage 4: GW-Gleichen Differenzenplan Ausgangssituation gegen hydrogeologische Bauphase 5 (1 : 2.500)

Anlage 5: GW-Gleichen Differenzenplan Ausgangssituation gegen hydrogeologische Bauphase 6 (1 : 2.500)

Anlage 6: GW-Gleichen Differenzenplan Ausgangssituation gegen hydrogeologische Bauphase 7 (1 : 2.500)

Anlage 7: GW-Gleichen Differenzenplan hydrogeologischer Endzustand (1 : 2.500)

1 Anlass, Auftrag

Das Baugrundinstitut Dipl.-Ing. Knierim GmbH (BGI), Kassel, wurde von Hessen Mobil beauftragt, ein bestehendes Grundwassermodell zu modifizieren und fortzuführen. Das modifizierte Grundwassermodell wurde 2013 vorgestellt, vom HNLUG geprüft und in der Stellungnahme vom 18.12.2013 sowie vom 21.01.2014 bewertet.

Das Grundwasserströmungsmodell, wie auch die Simulationsergebnisse wurden als plausibel bewertet und für die Abschätzung der hydrogeologischen Beeinflussung durch den Riederwaldtunnel und den Bau der Sammler als geeignet eingestuft.

Vom RP Darmstadt wurde eine Anpassung des Modells als notwendig erachtet, damit das Modell den Schadstofffahnenverlauf der teilweise seit 50 Jahren im Grundwasser vorhandenen CKW-Schäden korrekt abbildet. Das HLNUG wurde angefragt, die Situation und die gewählte Modelltechnik schriftlich zu beurteilen. In der entsprechenden Stellungnahme vom 07.08.2014 stellte das HLNUG klar, dass es keine Notwendigkeit sieht, eine Modellanpassung vorzunehmen.

Im Schreiben vom 19.08.2014 hielt das RP Darmstadt seine Forderung bzgl. der Nachbesserung des Grundwassermodells weiterhin aufrecht. Im Abstimmungsgespräch vom 25.08.2014 wurde mit Hessen Mobil und RP Darmstadt festgelegt, das Modell hinsichtlich der Schadstofffahnen vorwiegend im nordöstlichen Modellbereich anzupassen. Diese Neukalibrierung des Modells wurde vom BGI im Oktober 2014 durchgeführt und im Bericht vom 30.10.2014 (011/12-1 G12rev01) dokumentiert.

Auf Basis dieser Neukalibrierung wurden verschiedene Bauablaufplanungen und die daraus resultierenden hydrogeologischen Bauphasen sowie der Endzustand (Tunnel, Sammler und Leitungsbrücken) berechnet und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das Grundwasser untersucht.

Der Bau des Riederwaldtunnels erfordert die Aufteilung in verschiedene Bauphasen, die im Gesamtterminplan Grundwasser (aktueller Stand vom 06.07.2017) festgelegt sind. Während des mehrjährigen Baus befinden sich die verschiedenen Bauabschnitte im ursprünglichen Zustand, im Bau oder sind fertiggestellt. Jeder dieser Zustände weist unterschiedliche hydraulische Eigenschaften auf. Die hieraus resultierenden Strömungsverhältnisse sind auf Basis der Neukalibrierung modelliert und die Auswirkungen auf die hydrogeologische Gesamtsituation dokumentiert worden.

Die Bauphase 1 befindet sich zur Zeit in der Ausführung. In diesem Bericht werden die Berechnungen der hydrogeologischen Bauphasen 2 bis 7 und die Berechnung der hydrogeologischen Verhältnisse nach Fertigstellung des Gesamtbauwerkes (Endzustand) dokumentiert.

Ziel dieses Berichtes ist somit die Bewertung der Auswirkungen der während der hydrogeologischen Bauphasen 2 bis 7 vorgesehenen Baugruben auf das Grundwasser sowie die Berechnung des Endzustandes. Im Zuge dessen sollten auch die Strömungsbahnen für die hydrogeologischen Bauphasen 2 bis 7 sowie den Endzustand im Hinblick auf die Altlasten im Bereich des Anstroms des Riederwaldtunnels gemäß Forderung des RP Darmstadt ermittelt und bewertet werden.

Die Zusammenstellung dieses Berichtes soll anhand der Berechnungsergebnisse den Nachweis erbringen, dass die Baumaßnahme zu keinen negativen Beeinflussungen der natürlichen Grundwasserfließverhältnisse führt und somit zur Herstellung des wasserrechtlichen Einvernehmens gemäß Wasserhaushaltsgesetz dienen.

Die einzelnen Baugruben sind in jeder der hydrogeologische Bauphasen über nahezu die gesamte Tunnellänge und die Trogbauwerke verteilt. Die Verteilung der einzelnen Bauphasen zeigt die nachfolgende Grafik des Gesamtterminplanes Grundwasser vom 06.07.2017.

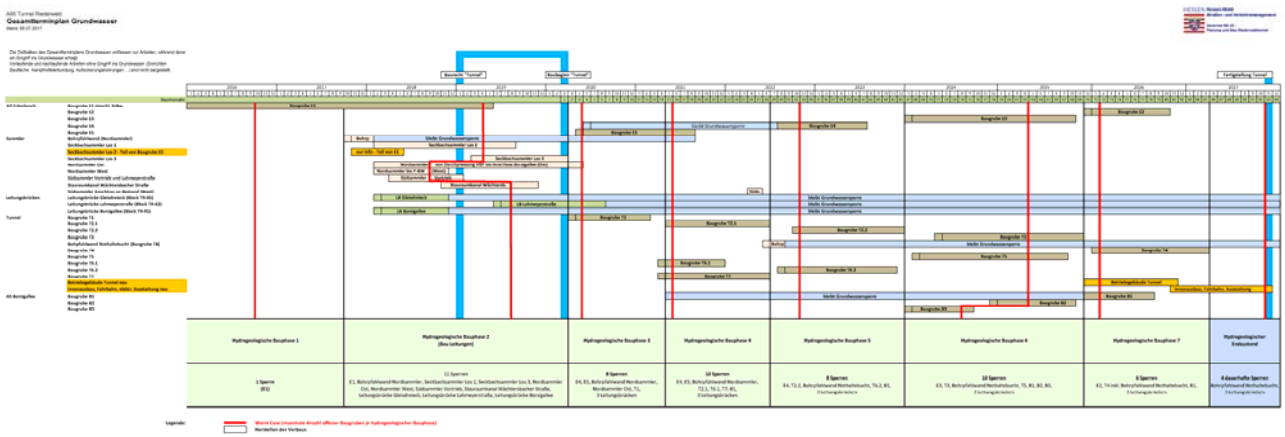


Abbildung 1: Gesamtterminplan Grundwasser, Stand: 06.07.2017 (Hessen Mobil)

Modelltechnisch sind die einzelnen Bauzustände anhand folgender Annahmen umgesetzt worden.

Baugrube geschlossen, Bauwerk von Filter umgeben

Dies stellt den endgültigen Zustand des Bauwerks da. Der Flächenfilter ist komplett aufgebaut und hydraulisch voll funktionstüchtig.

Keine Bautätigkeit

In diesen Bereichen liegt der ursprüngliche geologische, hydrogeologische Zustand vor.

Baugrube geöffnet

Der Bauabschnitt befindet sich im Bau, die Baugrube ist mit einer hydraulisch wirksamen Bohrpfahlwand oder einer Spundwand umgeben, der Wasserstand wird ca. 0,5 m unter Baugrubensohle abgesenkt, die Entspannungsbohrungen sind vorhanden und hydraulisch wirksam.

2 Hydrogeologische Ausgangssituation

Die durch das BGI gemessenen Grundwasserstände vom Oktober 2012 wurden interpoliert und in Form eines Grundwassergleichenplans in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

Im mittleren und östlichen Bereich ist eine großräumige Grundwasserströmung von Nordosten in Richtung Süden und Südwesten (Richtung Main => Hauptvorfluter) ermittelt worden. Im Bereich des geplanten Tunnelbauwerks liegen die GW-Stände zumeist im Bereich von 95,9 - 96,1 m NN. Das Grundwasserhoch im Bereich AD Erlenbruch weist einen maximalen Wasserstand von 97,2 m NN auf. Vom Grundwasserhoch strömt das Grundwasser nach Südosten, Süden und Westen ab.

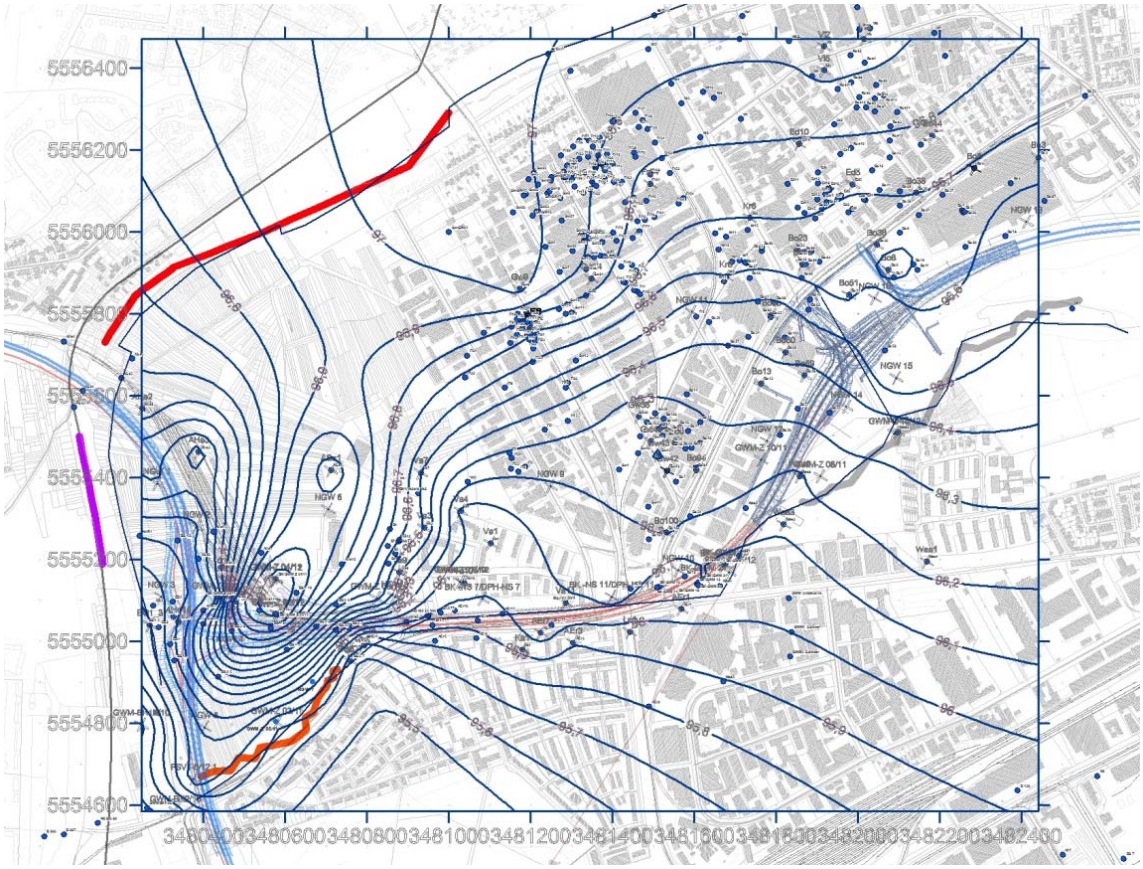


Abbildung 2: Grundwassergleichenplan 17.10.2012

Der geologische Schichtaufbau ist in der nachfolgenden Tabelle im Einzelnen dargestellt.

Tabelle 1: Schichtaufbau Grundwassermodell

Bezeichnung	Lithologie	Hydrogeologie / k_f-Werte	Schicht im Modell BGI	Bez. der Hauptbodenarten (gem. Arcadis und ELE)
Deckschichten / Auffüllungen	Schluff, Sand, Kies, Schotter	einheitlich k_f 1 x 10^{-4} m/s	Schicht 1	Schicht 1
Quartäre Hochflutlehme	Schluff	GW-Geringleiter einheitlich k_f 1 x 10^{-6} m/s	Schicht 2	Schicht 2.1
Quartäre Terrassen	Sand, Kies	GW-Leiter, lokal angepasste k_f-Werte k_f 1 x 10^{-6} – 5 x 10^{-3} m/s	Schicht 3	Schicht 2.3
Tertiär	Schleichsand	GW- Geringleiter k_f 3,2 x 10^{-6} m/s	Schicht 4	Schicht 3.1b
Tertiär	Rupelton, Cyrenenmergel	GW-Nichtleiter k_f 5 x 10^{-9} m/s	Schicht 5	Schicht 3.2 Schicht 3.1a

Im Untersuchungsgebiet sind die Porengrundwasserleiter des Quartärs die relevanten hydrogeologischen Schichten. Im Liegenden der quartären Schichten folgen gering leitende Schleichsande, sowie die nicht oder nur sehr gering durchlässigen Rupeltone, bzw. Cyrenenmergel.

Die quartären Deckschichten sind sehr heterogen aufgebaut. Über den größtenteils gut durchlässigen Sanden und Kiesen, liegen oftmals gering durchlässige Lehme, Schluffe, Feinsande. Im Bereich der Altmainarme sind teilweise Anmoore und humose Schichten ausgebildet.

Den Geländeabschluss bilden die hydraulisch sehr heterogen ausgebildeten, oftmals anthropogen überprägten Deckschichten.

Grundwasserneubildung

Aufgrund der hohen Oberflächenversiegelung für das Untersuchungsgebiet ist von einer vergleichsweisen geringen bis mittleren Grundwasserneubildung von 4 l/s pro km^2 (125 mm/a) auszugehen.

In stark versiegelten, städtischen Gebieten ist die GW-Neubildungsrate auf 2 l/s pro km^2 zu reduzieren. Laut HNLUG zeigen ATKIS- oder CORINE- Landnutzungsdaten mittlere Grundwasserneubildungsraten von 40, bzw. 50 mm/a.

Grundwassergleichenpläne

Auf der Grundlage der Stichtagsmessungen vom 17.10.2012 ist für die Kalibrierung des Modells ein rechnergestützter Isolinienplan über den gesamten Überwachungsbereich erstellt worden. Weiterhin wurden die neuen Grundwassergleichenpläne vom Juni und Juli 2014 von ARCADIS mit berücksichtigt.

In allen aktuelleren Grundwasserstichtagsmessungen wurde das Hoch im Bereich des VGF-Betriebshofes bestätigt (siehe nachfolgende Grafik ARCADIS, Grundwassergleichen Juli 2016).

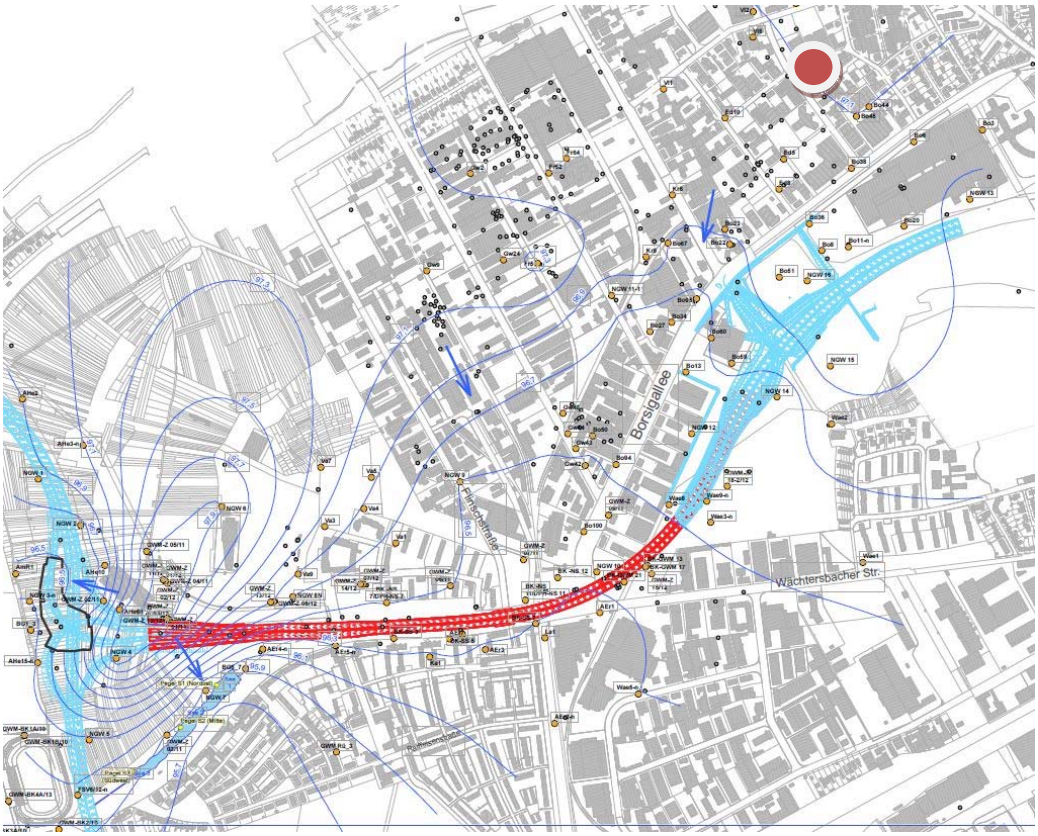


Abbildung 3: Grundwassergleichen Arcadis Juli 2016 mit ungefährer Lage der ehem. Sitzmöbelfabrik Röder (roter Kreis)

Der Grundwassergleichenplan zeigt im nordöstlichen Teilbereich einen nach Südwesten gerichteten Grundwasserabstrom. Diese Abstromrichtung entspricht weitestgehend der Erstreckung der in diesem Bereich vom Gelände der Altlast „ehemalige Röder Sitzmöbelfabrik“ ausgehenden Schadstofffahne.

3 Hydrogeologisches Strukturmodell

Für das hydrogeologische Strukturmodell wurden im Rahmen der Neukalibrierung folgende Anpassungen vorgenommen.

3.1 Modellraum

Das im Modell betrachtete Areal ist identisch mit dem Modellgebiet von Arcadis. Die nachfolgende Grafik zeigt das modellierte Areal.

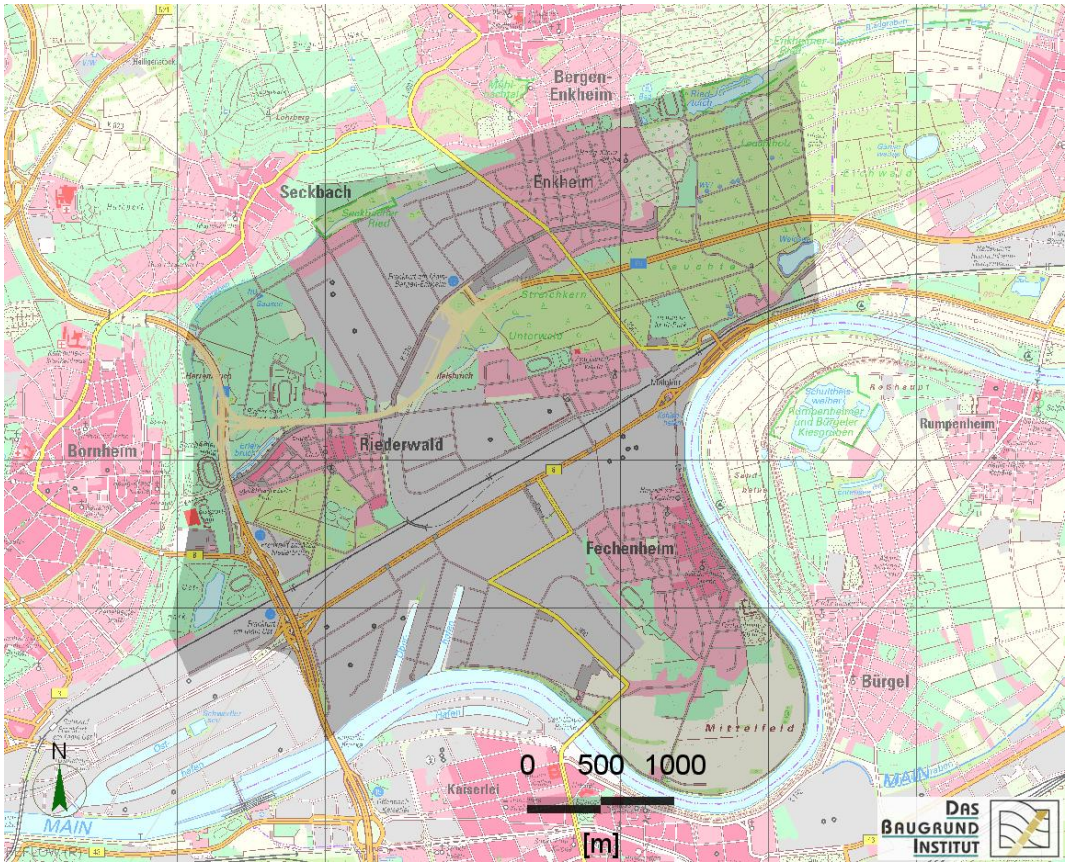


Abbildung 4: Darstellung des Modellgebietes

Änderungen bei der Nachkalibrierung wurden nicht vorgenommen.

3.2 Oberflächengewässer

Der Hauptvorfluter Main wird im südwestlichen Bereich gestaut, so dass die Mainwasserstände nur gering schwanken. Oberstromig der Staustufe steigt der Mainwasserpegel von 95,30 m NN bei der Kaiserleibrücke (km 39) auf 95,46 m NN Höhe Mainkur (km 47) an. Durch den Main findet eine Exfiltration des Grundwassers statt. Der Austausch des Grundwassers mit den Oberflächengewässern wird im Modell über einen so genannten Leakage-Faktor definiert.

Südlich des geplanten Tunnelbauwerkes endet der Graben am Teufelsbruch an der Borsigallee. Der Graben hat die Funktion einer Versickerungsmulde.

Südwestlich des AD Erlenbruchs befinden sich die Teiche am Erlenbruch, ebenfalls entlang eines Altmainarms.

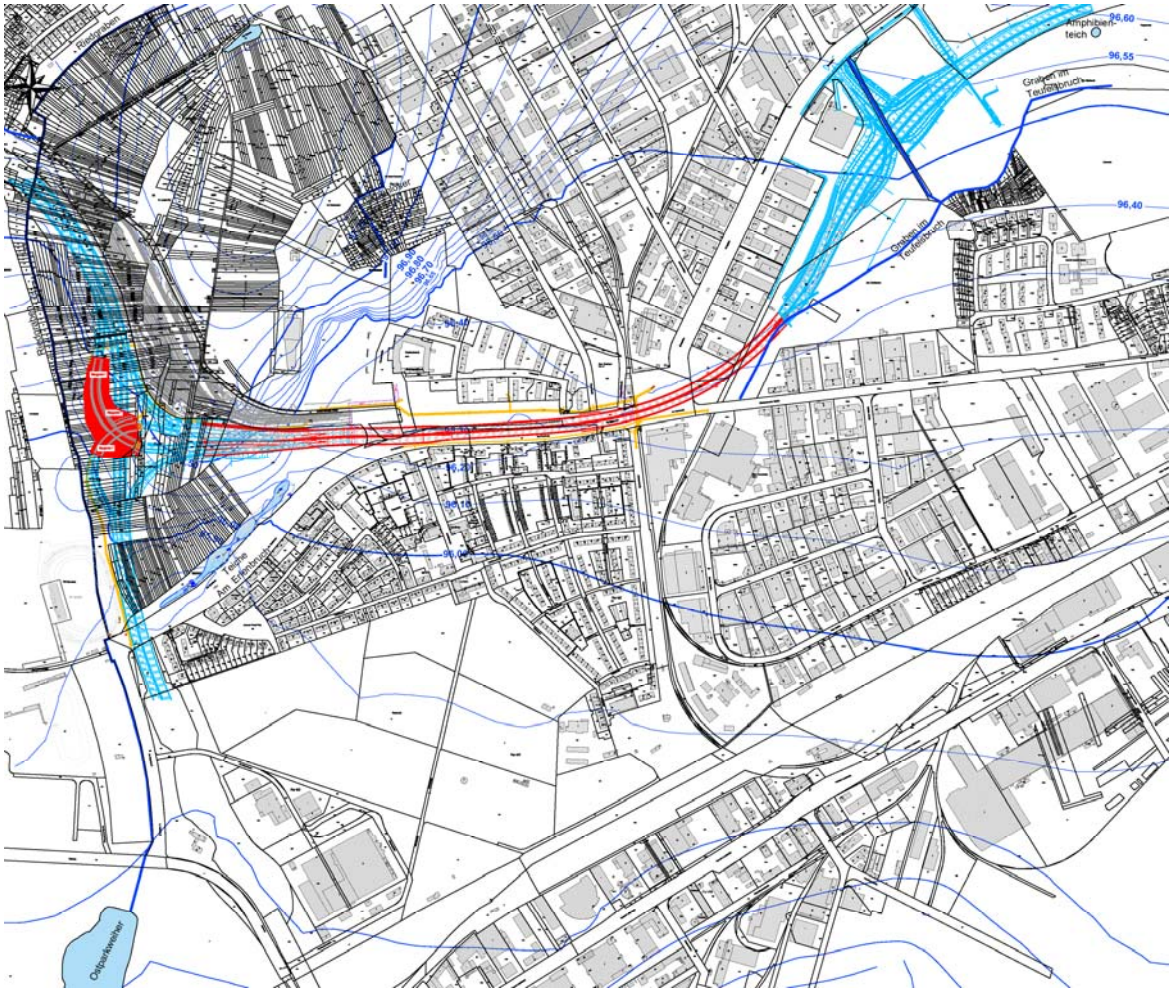


Abbildung 5: Darstellung der Oberflächengewässer

Nahezu parallel zum westlichen Tunnelbauabschnitt verläuft nördlich der Riedgraben. Südwestlich des Ortsteils Seckbach knickt dieser Graben nach Süden ab und verläuft dann ca. Nord – Süd. Der Riedgraben entwässert das vorwiegend durch Kleingartenanlagen, Sportplätze und den Betriebshof der VGF geprägte Areal nördlich des Erlenbruchs. Teilweise ist der Riedgraben ebenfalls kanalisiert, südlich des FSV-Stadions tritt er wieder an die Oberfläche und mündet in den Ostparkweiher (siehe Abbildung 5).

Änderungen bei der Nachkalibrierung wurden nicht vorgenommen.

3.3 Grundwasserneubildung

Wie schon beschrieben, ist der Nordwesten vorwiegend unbefestigt und wird durch Kleingartenanlagen geprägt. Südlich des AD Erlenbruchs liegen die Flächen teilweise brach. Aufgrund der geringen Versiegelung sind hier für den Betrachtungszeitraum Oktober 2012 Grundwasserneubildungsraten von 60-80 mm/a angesetzt worden. Gleiches gilt für den ackerbaulich genutzten Bereich südlich Fechenheim. In den Waldgebieten sind aufgrund der größeren Verdunstung über die Bäume GW-Neubildungsraten von 40-60 mm/a angenommen worden. In den Wohnsiedlungsbereichen sind Grundwasserneubildungsraten von 20-40 mm/a angesetzt worden. Den nahezu komplett versiegelten Industriearealen sind Raten von 20 mm/a zugeordnet worden

Auch hier wurden keine Änderungen bei der Nachkalibrierung vorgenommen.

3.4 Grundwasserentnahmen / Grundwasserinfiltration

Gemäß Modelldokumentation / Kalibrierung Strömungsmodell Riederwaldtunnel (011/12-1 G2 vom 05.04.2013) wurden für die Grundwasserentnahmen im Modellgebiet die von Arcadis angesetzten Entnahmeraten für die Sanierungsbrunnen der Allessa-Chemie und Brenntag übernommen. Die Trinkwassergewinnungsanlage Bergen-Enkheim wurde nach Aussage von Hessen Mobil außer Betrieb genommen, entsprechend wurden die Modelldaten aktualisiert.

Die angesetzten Entnahmeraten 2012 betragen:

- Wasserwerk Bergen-Enkheim im Nordosten: laut Auskunft von Hessen-Mobil stillgelegt
- Sanierung Allessa-Chemie: 343 m³/d (Osten), 9 Brunnen
- Sanierung Brenntag: ca. 36 m³/d (Süden), 1 Brunnen.

Insgesamt entnehmen im Modellgebiet 10 Brunnen täglich ca. 380 m³ Grundwasser aus dem quartären Aquifer.

Die von Arcadis für die Stichtagsmessungen im Oktober und November 2010 erstellten Grundwassergleichenpläne zeigen im Bereich der Sanierung auf dem Gelände der Allessa Chemie sehr große Wasserstandsdifferenzen. Es handelt sich hierbei unseres Erachtens um Wasserstände, die durch die Wiederversickerung von Wasser, wahrscheinlich des gereinigten Grundwassers der Entnahmebrunnen, verursacht werden. Aus diesem Grund wurden in den Grundwasserhochbereichen 320 m^3/d Wasser modelltechnisch wieder versickert.

Über die Wiederversickerung des in diesem Bereich entnommenen Grundwassers konnten im Modell die von Arcadis gemessenen Wasserstände sehr gut nachgebildet werden. Da mögliche Auswirkungen auf die Grundwassersituation im Bereich des Tunnelbauwerks aufgrund der räumlichen Distanz als gering angesehen werden, wurde die Modellannahme der Wiederversickerung beibehalten.

Die im Bereich des VGF Betriebsgebäudes betriebene Versickerung des auf den Dach- und Vorfeldflächen anfallenden Niederschlages wurde mit 10 m^3 pro Tag abgeschätzt. Exakte Versickerungsdaten wurden trotz Nachfrage von Hessen Mobil von der VGF nicht mitgeteilt. Basis für diese Schätzung sind die gemittelten Niederschlagsmengen, die Flächen der Dächer und der befestigten Areale, sowie ein entsprechender Abflussfaktor. Es wurde eine zu versickernde Gesamtmenge von 3650 m^3/a angesetzt. Die modelltechnische Versickerung erfolgt über 10 Einzelpunkte (1 m^3/d) die in einer Rigole im nordöstlichen Bereich des VGF Geländes versickert werden.

Nach Auskunft der Unteren Wasserbehörde gibt es noch weitere Grundwasserentnahme und -infiltrationen lokaler Sanierungsmaßnahmen, diese belaufen sich jedoch auf geringe Entnahme- und Infiltrationsraten und sind nur von lokaler Auswirkung.

Änderungen an diesen Annahmen wurden bei der Nachkalibrierung nicht vorgenommen.

3.5 Randbedingungen / Oberflächenentwässerung

Die Randbedingungen (hydraulische Höhen, Randwasserstände) wurden im Rahmen der Nachkalibrierung im nördlichen Zustrom angepasst. Hierzu wurden die so genannten „Hydraulic Head Boundary Conditions“ im nördlichen Randbereich geringfügig (ca. 0,2 m) angehoben.

Abbildung 6: Darstellung der geänderten Randbedingungen im nördlichen Bereich (gelbe Linien = Darstellung Schadstofffahnenachsen, roter Punkte ehem. Sitzmöbelfabrik Röder, blaue Punkte Wasserstandsrandbedingungen „Hydraulic Head Boundary Conditions“)

Hier kennzeichnen die gelben Linien die für die Neukalibrierung maßgeblich Schadstofffahnenachsen. Die östliche Linie stellt die Schadstofffahnenachse ausgehend von der ehem. Röder Sitzmöbelfabrik dar, die westliche gelbe Linie repräsentiert die vom Betrieb Landis und Gyr ausgehende Schadstofffahne.

4 Prüfung der hydrogeologischen Strukturvorstellung

Auf der Grundlage der Grundwassergleichen vom 17.10.2012 (BGI) und der Grundwassergleichen vom Juni und Juli 2014 (ARCADIS) sowie der Schadstofffahnensituation im nordöstlichen Bereich wurde das Grundwasserströmungsmodell hinsichtlich der Gesteinsdurchlässigkeit (k_f-Werte) in den quartären Kiesen und Sanden angepasst. Im nordöstlichen Bereich ergibt sich durch die Anpassung des Grundwasserströmungsmodells eine mehr nach Südwesten verlaufende Grundwasserströmung.

5 Aufbau, Kalibrierung und Ergebnisse des Grundwasserströmungsmodells

5.1 Änderungen im Modellgebiet

Das Grundwasser-Strömungsmodell ist anhand der übergebenen Unterlagen entsprechend der neuen Aufgabenstellungen modifiziert worden. Für die stationären Strömungsberechnungen ist analog das 3-dimensionale Finite-Elemente-Programm FEFLOW der WASY GmbH benutzt worden.

Folgende Anpassungen wurden vorgenommen:

- Anpassungen der Randbedingungen
- Einarbeitung weiterer durch Pumpversuche gewonnenen hydraulischen Kenndaten
- Änderungen der hydraulischen Kennwerte vorwiegend im nordöstlichen Bereich.

Die im Rahmen von Pumpversuchen ermittelten hydraulischen und im Modell verwendeten Kenndaten sind auf der nachfolgenden Abbildung 7 dargestellt.

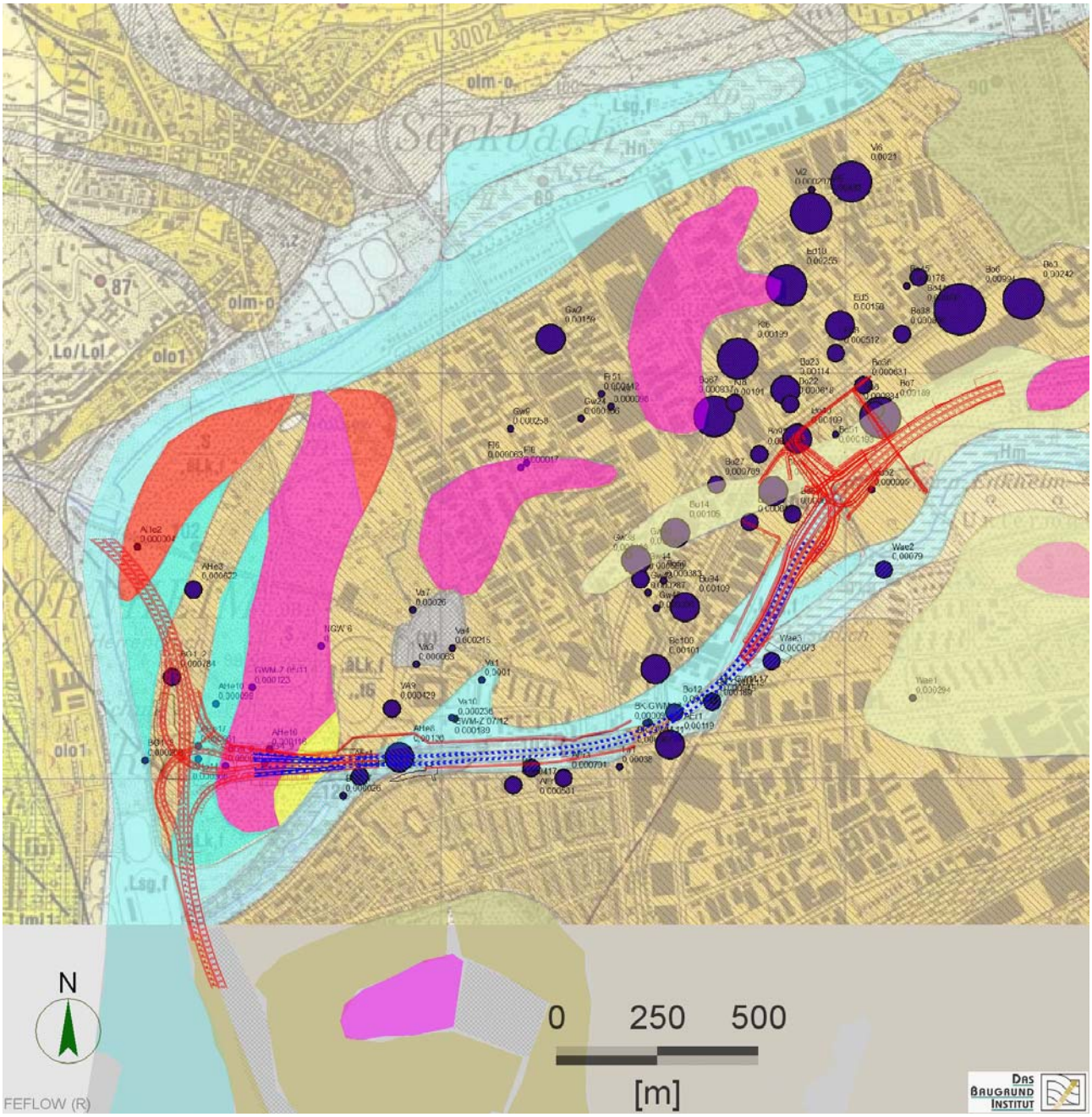


Abbildung 7: Darstellung geologische Bereiche / Ergebnisse PV-Auswertung

5.2 Modellanpassungen

Die anhand der geologischen Gegebenheiten vordefinierten hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerte wurden in der jetzt durchgeführten Modellanpassung dahingehend modifiziert, dass eine gute Anpassung der berechneten Strömungslinien an die Lage und Erstreckung der relevanten Schadstofffahnenachsen erfolgte.

5.3 Ergebnisse des modifizierten Grundwassermodells

Die nachfolgende Abbildung 8 zeigt die berechneten Grundwassergleichen im Ursprungsmodell (Hauptaquifer, Schicht 3, Terrassenkiese / -sande). Die generelle Grundwasserfließrichtung im Nordosten ist nach Südsüdwesten gerichtet. Im Bereich der ehem. Sitzmöbelfabrik Röder liegt ein nach Süden gerichteter Grundwasserabstrom vor.

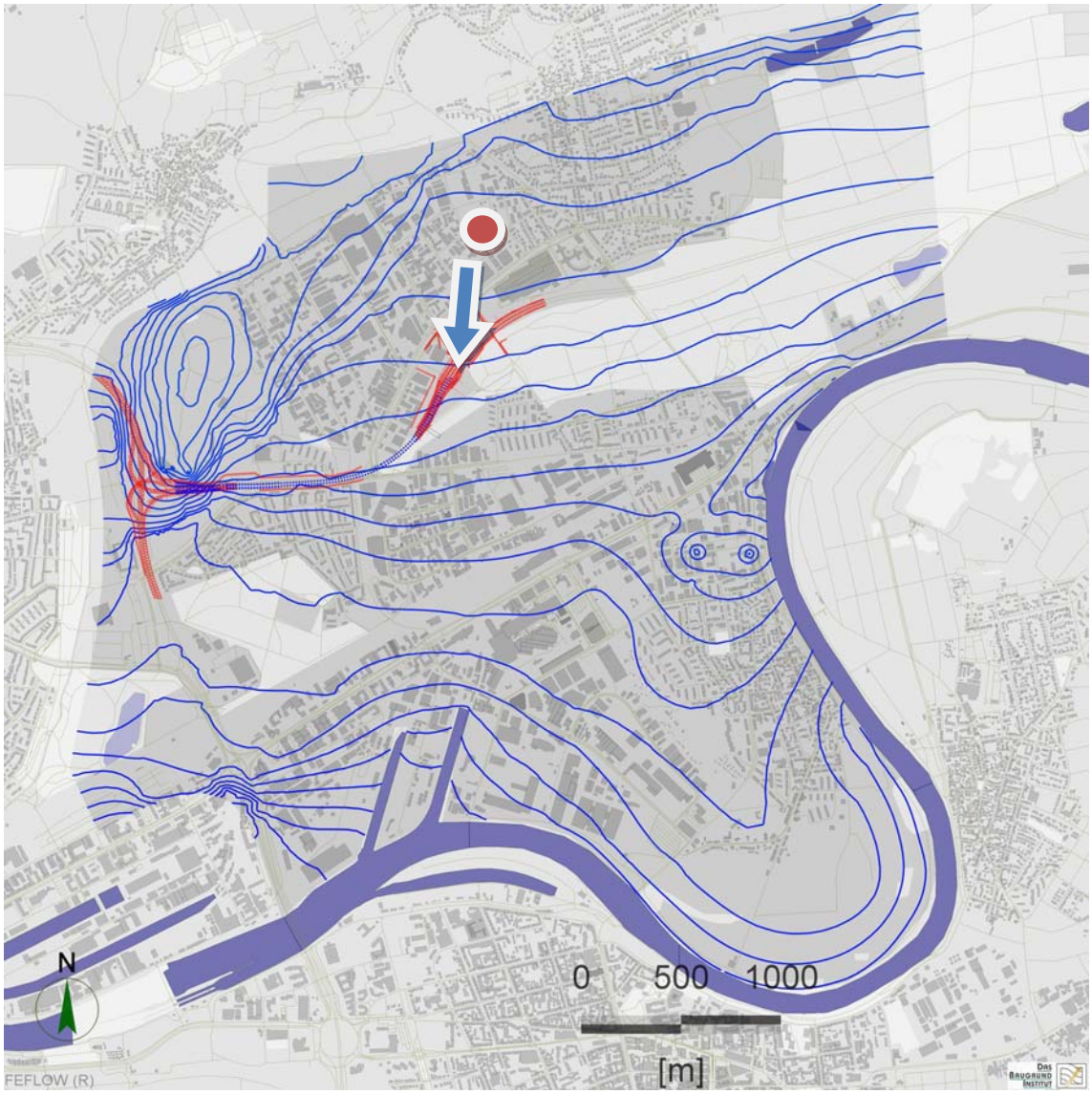


Abbildung 8: Grundwassergleichen Ursprungsmodell (Oktober 2012) mit Darstellung ehem. Sitzmöbelfabrik Röder (roter Punkt) und davon ausgehender GW-Fließrichtung.

Die nachfolgende Abbildung 9 zeigt die modifizierte Grundwassermodellrechnung. Im Nordosten ist die GW-Fließrichtung jetzt deutlich nach Südwesten gerichtet.

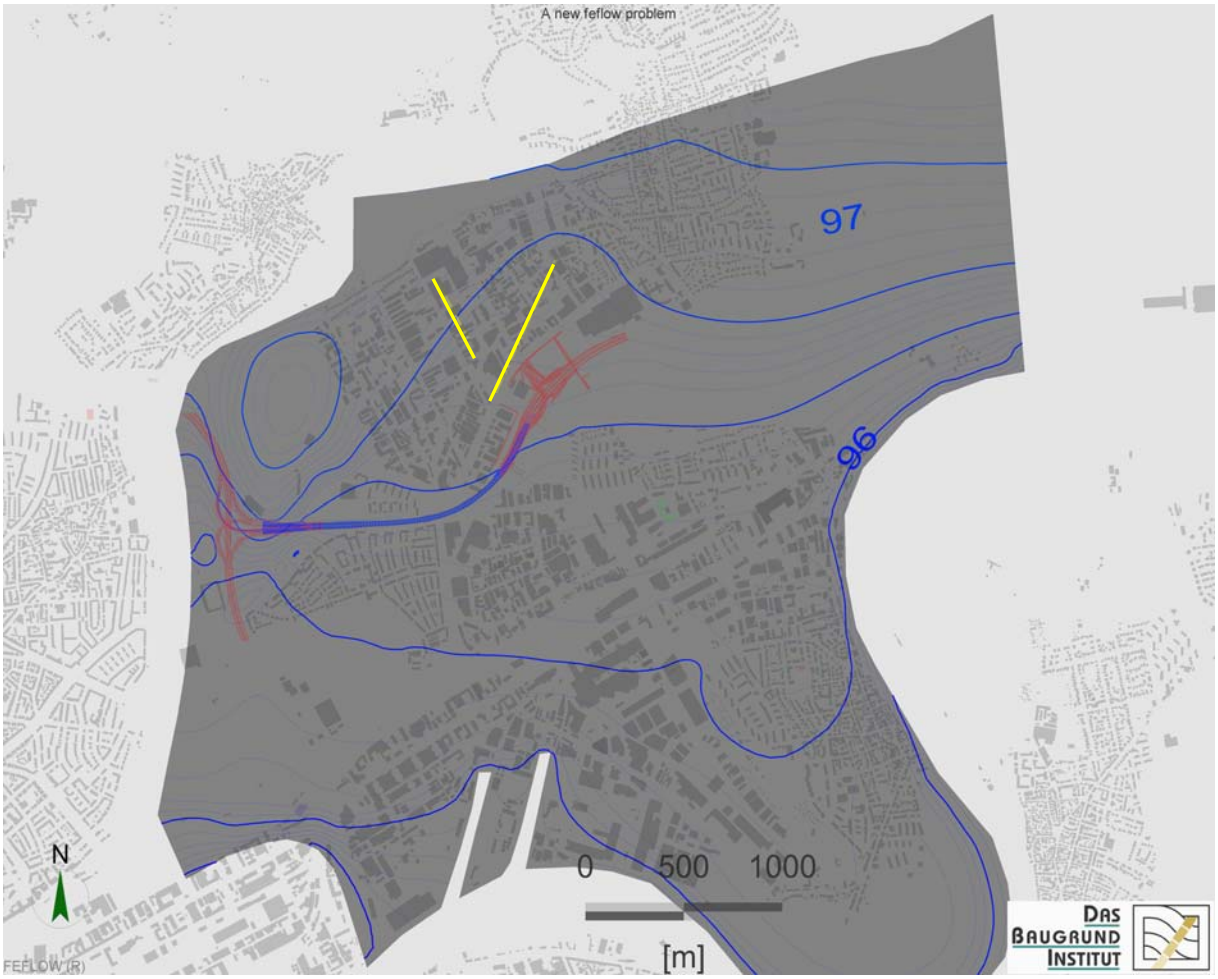


Abbildung 9 Grundwassergleichen modifiziertes Modell (September 2014) mit Darstellung ehem. Sitzmöbelfabrik Röder (roter Punkt) und davon ausgehender Schadstofffahnenachse (östl. gelbe Linie).

Auf der nachfolgenden Abbildung 10 (Ausschnitt von Abbildung 9) sind die Strömungsbahnen ausgehend von zwei relevanten Schadensherden eingeblendet.

Abbildung 10: Darstellung der Grundwassergleichen im Nordbereich, Darstellung der Fahnenachsen (gelbe Linien) und Darstellung der Strömungsbahnen (rote Linien)

Die Schadstofffahnenachsen (gelbe Linien) und die Strömungsbahnen (rote Linien) zeigen eine deutlich bessere Anpassung der Strömungsrichtung an die Fahnenachsen als das Ursprungsmodell.

Auf der nachfolgenden Abbildung 11 sind die Durchlässigkeitsbeiwert-Bereiche des Ursprungmodells dargestellt.

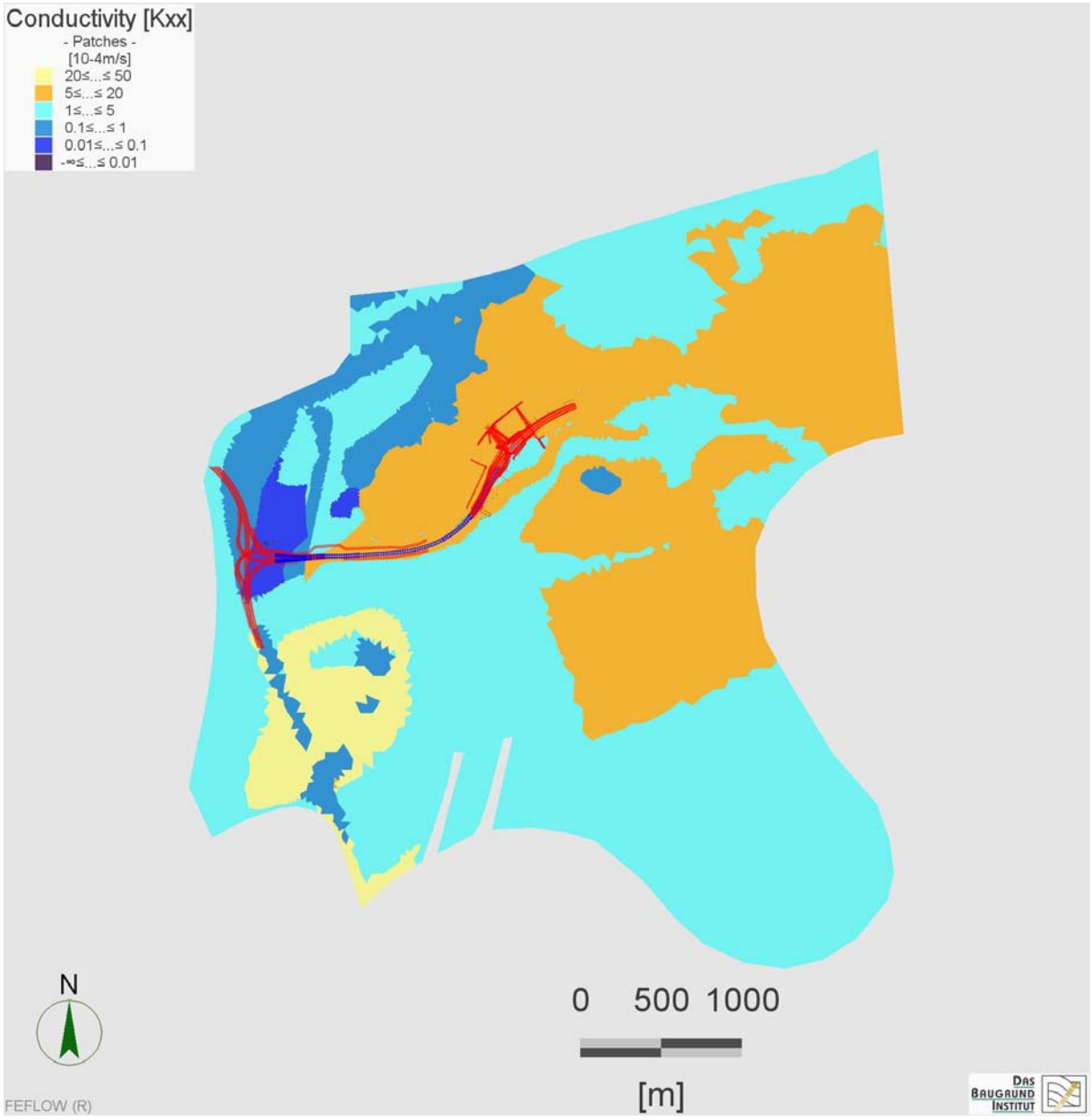


Abbildung 11: Darstellung k_f-Wert-Bereiche Ursprungsmodell

Die Bandbreite der kalibrierten hydraulischen Durchlässigkeitswerte k_f [m/s] für die Modellanpassung ist in der nachfolgenden Abbildung 12 dargestellt. Im Mittel liegen im Bereich des Tunnelbauwerkes die Durchlässigkeitswerte im Bereich von 5 x 10^{-4} m/s.

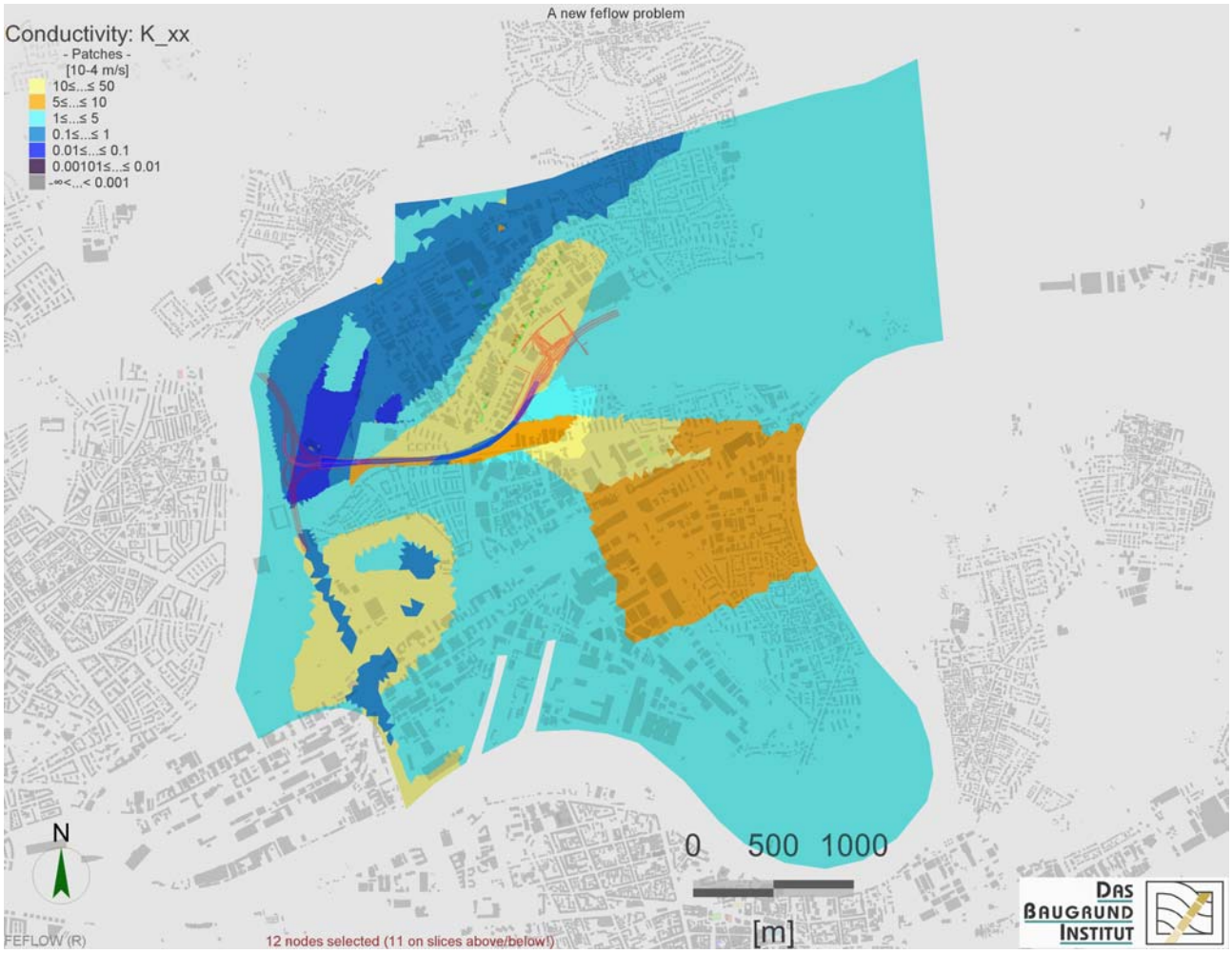


Abbildung 12: Darstellung k_f-Wert-Bereiche nach Modifizierung

Die Neukalibrierung des Modells berücksichtigt nun nicht nur den allgemeinen geologischen und hydrogeologischen Aufbau, die mittels Pumpversuche gewonnenen k_f-Werte und die hydrogeologischen Besonderheiten, sondern auch den Verlauf der maßgeblichen Schadstofffahnen im Untersuchungsgebiet.

6 Grundwassermodellierung

6.1 Vorbemerkungen Modellberechnungen

Die Modellkalibrierung zeigt vorwiegend in südliche Richtungen abfließendes Grundwasser. Im Bereich der südöstlichen Mainschleife fließt das Grundwasser teilweise nach Südosten ab. Der Bereich nördlich des AD Erlenbruchs wird vorwiegend durch die Grundwasserneubildung gespeist. Entwässert wird dieser Bereich über den nördlich und westlich verlaufenden Riedgraben und südlich durch die Teiche im Erlenbruch.

Im Bereich Erlenbruch ist das Grundwasserhoch, welches durch das Zusammenwirken verschiedener Faktoren, wie relative oberflächennahe Tertiäroberfläche, Versickerung von Niederschlagswasser und geologischem Aufbau geprägt wird, modelltechnisch umgesetzt.

Die Modellberechnungen der hydrogeologischen Bauphase 2-7 zeigen, welche Differenzen in den Grundwasserständen zwischen den unterschiedlichen Bauzuständen und dem Ausgangszustand (Modellkalibrierung auf Basis GW-Gleichen 17.10.2012) existieren. Hierzu wurden die berechneten Ergebnisse der hydrogeologischen Bauphasen 2-7 in Form von Datentabellen für Datenpunkte in dem Hauptaquifer (Quartäre Kiese) ausgegeben. Die Daten sind dann in sogenannte „Grids“ gewandelt und vom hydrogeologischen Ausgangszustand subtrahiert worden. Die hieraus resultierenden Daten sind grafisch in farbige Isokonzenpläne für die sich ergebenden Differenzen umgesetzt worden und in Lageplänen übertragen worden.

Die nachfolgende Abbildung 13 zeigt beispielhaft das Aussehen solcher Pläne. Neben den Kataster- und Infrastrukturdaten, sind das geplante Bauwerk und der Zustand der einzelnen Baugruben verzeichnet. Neben den Grundwassergleichen (blaue Linien) sind die von den Schadensarealen ausgehenden Strömungsbahnen eingezeichnet. Die roten Linien repräsentieren hierbei die Strömungsbahnen der Ausgangssituation (Neukalibrierung), die grünen Linien der jeweiligen hydrogeologischen Bauphase. Die auf den Strömungsbahnen der Bauphasen verzeichneten Punkte (Tigs) repräsentieren die von Wasserpartikeln zurückgelegte Strecke von 0-5 Jahre (jeweils 0,5 Jahre). Dargestellt ist ebenfalls die nach 25 Jahren vom Grundwasser zurückgelegte Fließstrecke.

Die Differenzen zwischen Ausgangssituation und der jeweiligen hydrogeologischen Bauphase sind in Isokonzen mit einer Differenz von 0,05 m eingetragen und farbig hinterlegt worden. Eine Gelbgrüne Farbgebung repräsentiert Absenkungsbeträge innerhalb der hydrogeologischen Bauphase gegenüber dem Ausgangszustand, violette Bereich repräsentieren einen Aufstau.

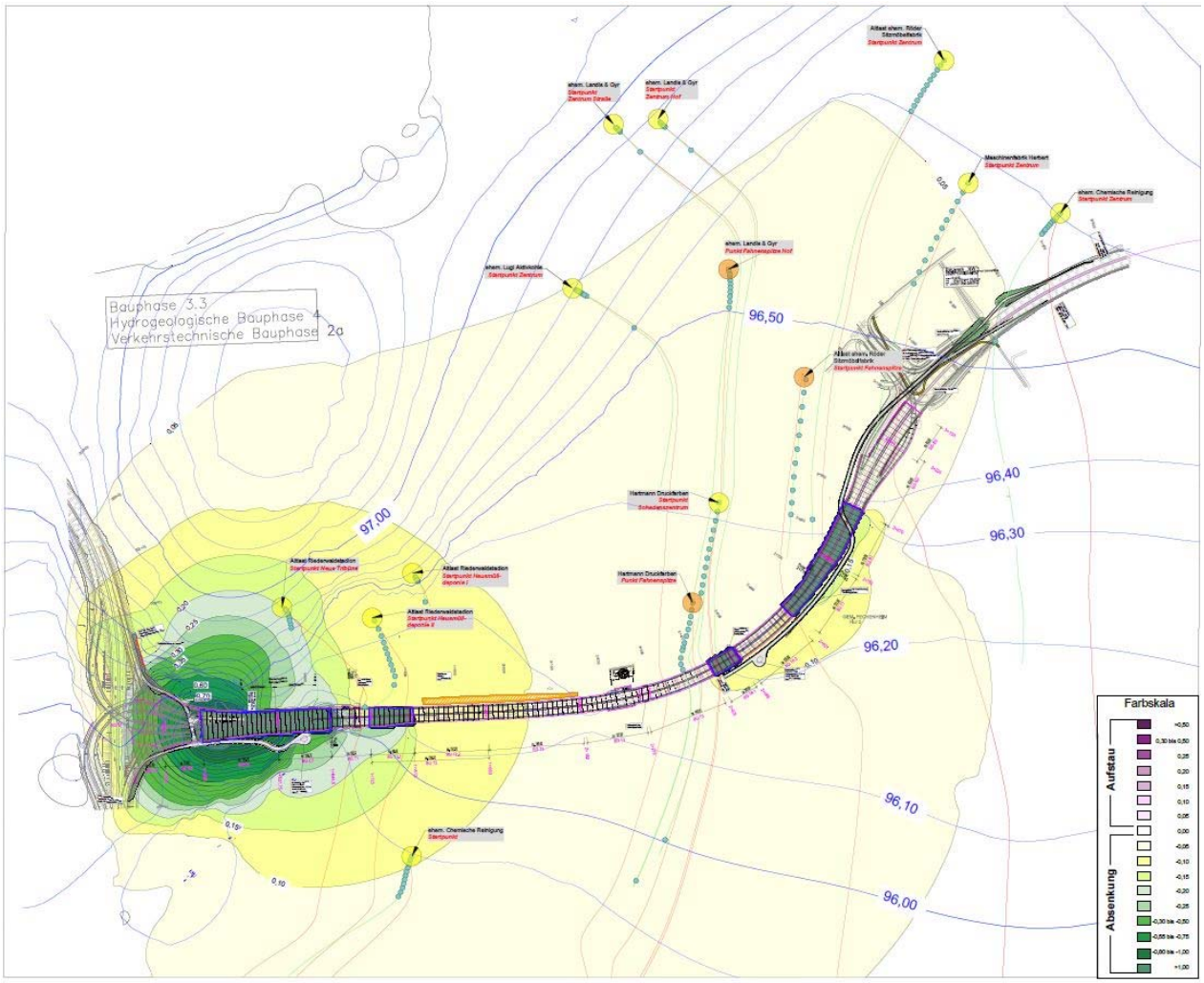


Abbildung 13: Beispielhafte Darstellung Differenzenplan der hydrogeologischen Bauphase 4

6.2 Hydrogeologische Bauphase 1

Die Berechnungen zur schon genehmigten und schon durchgeführten hydrogeologischen Bauphase 1 sind in einem gesonderten Bericht vom 26.06.2013 (011/12-3 G6 Rev 01) dokumentiert worden und sind hier nicht mehr Bestandteil der Betrachtungen.

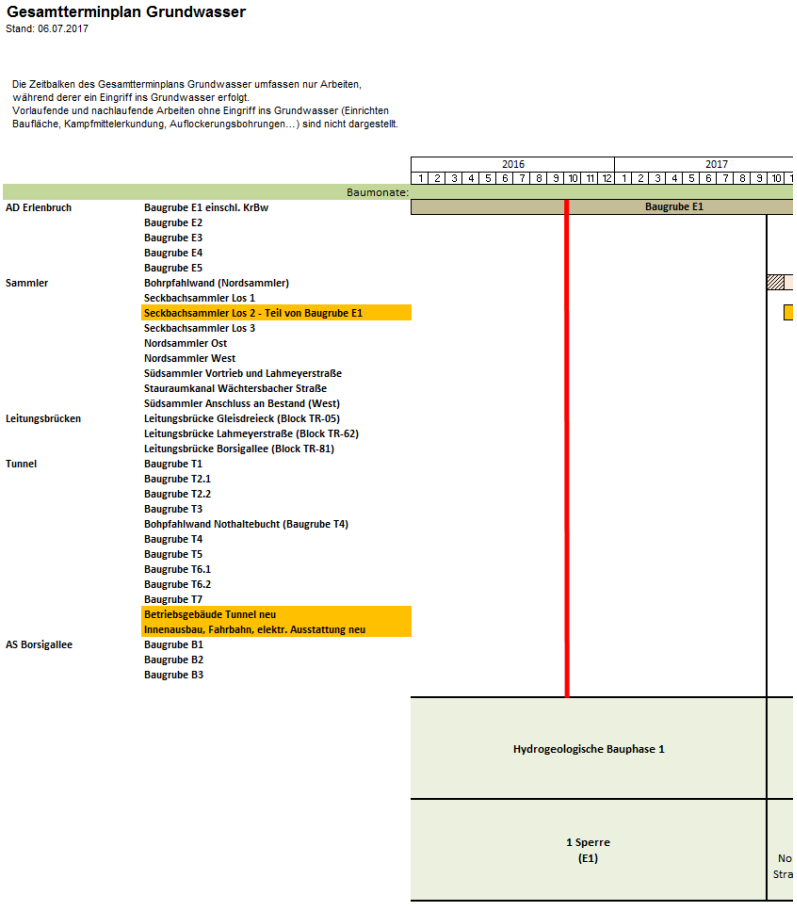


Abbildung 14: Hydrogeologische Bauphase 1

6.3 Hydrogeologische Bauphase 2

Hydraulisch wirksame Bauwerke hydrogeologische Bauphase 2: Baugruben: BG E1, BPFW Nordsammler (Bohrpfahlwand als nördlicher Baugrubenverbau BG E4 u. E5), Seckbachsammler Los 1 und Los 3, Nordsammler (Ost + West), Südsammler Vortrieb und Lahmeyerstraße, Stauraumkanal Wächtersbacher Straße, Leitungsbrücke (LB) Gleisdreieck, LB Lahmeyerstr., LB Borsigallee

Die hydrogeologische Bauphase 2 kennzeichnet einen hydrogeologischen Bauabschnitt, in dem die Baugrube BG E1 weiterhin hydraulisch wirksam ist. Die Bohrpfahlwand (BPFW, Nordsammler) ist Teil des Baugrubenverbaus der Baugruben BG E4 u. E5. Sie ist in der Bauphase 2 schon errichtet und damit als nicht durchlässige Barriere wirksam. Der Seckbachsammler wird in dieser Phase in den Losen 1 und 3 gebaut. Ebenfalls im Bau befinden sich der Nordsammler (Ost + West), der Vortriebbereich des Südsammlers und der Abschnitt Lahmeyerstraße des Südsammlers. Ebenfalls hydraulisch wirksam ist der Stauraumkanal Wächtersbacher Straße. Bei den Leitungsbrücken LB Gleisdreieck, LB Lahmeyerstr. und LB Borsigallee handelt es sich um schmale Bereiche mit Bohrpfählen, die hydraulisch als Sperre wirken.

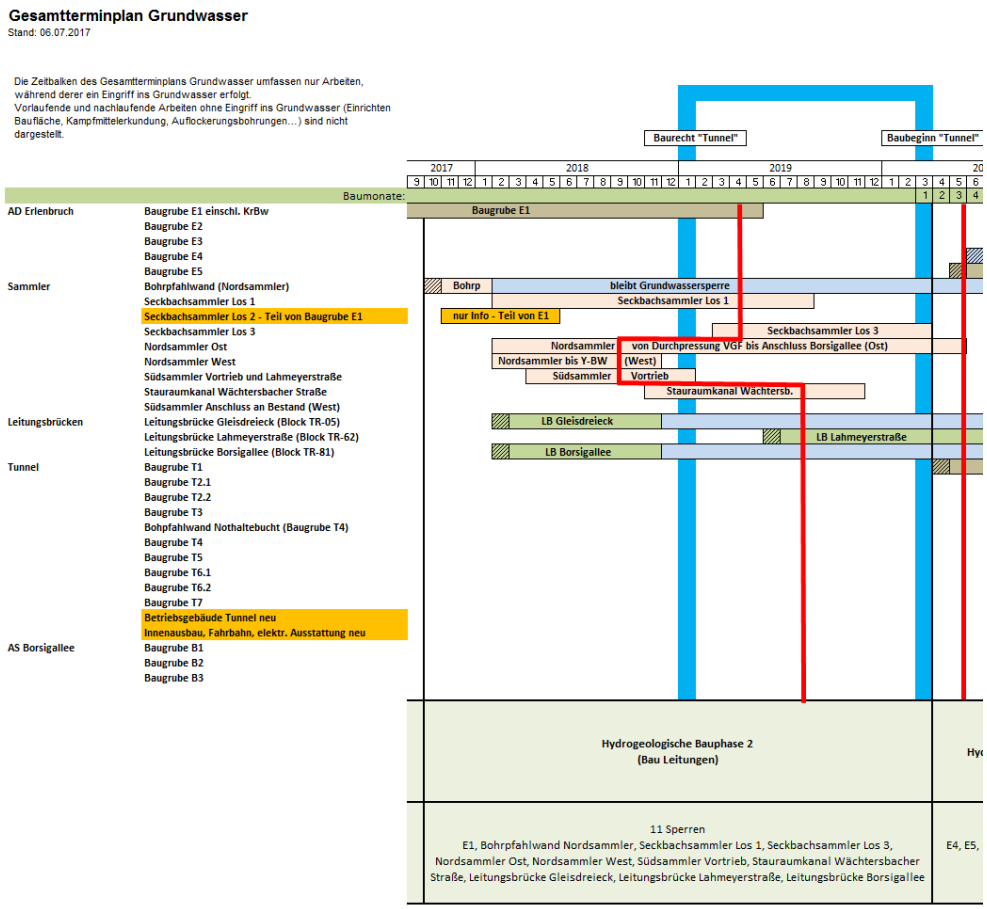


Abbildung 15: Gesamtterminplan hydrogeologische Bauphase 2

Die sich anhand dieser Modellvorgaben errechneten Grundwassergleichen sind in der Anlage 1 dargestellt. Die nachfolgende Grafik (Abb. 16) zeigt diese Ergebnisse unmaßstäblich. Es zeigt sich um die Baugrube E1 ein Absenkungsbetrag mit Maximalbeträgen von 0,3 m. Im Bereich der Bohrpfahlwand kommt es zu einem Aufstau von 0,25 m.

Die Teilbaugruben zur Verlegung der Sammler (Länge bis zu 50 m, Dauer der Wasserhaltung jeweils ca. 10 Tage) haben aufgrund ihrer geringen Einbindetiefe (Kanalsohle an tiefster Stelle z. B. Seckbachsammler bei 94,80 m NN) einen begrenzten Einfluss auf die GW-Verhältnisse, sodass sie bei den Berechnungen kaum in Erscheinung treten und auf den GW-Differenzenplänen nicht als Absenkbereiche auszumachen sind (Aufstau, bzw. Absunk +/- 0,05 m). Auch der Bau der Leitungsbrücken zeigt in den Differenzenplänen keine relevante Beeinflussung des Grundwasserregimes (+/- 0,05 m).

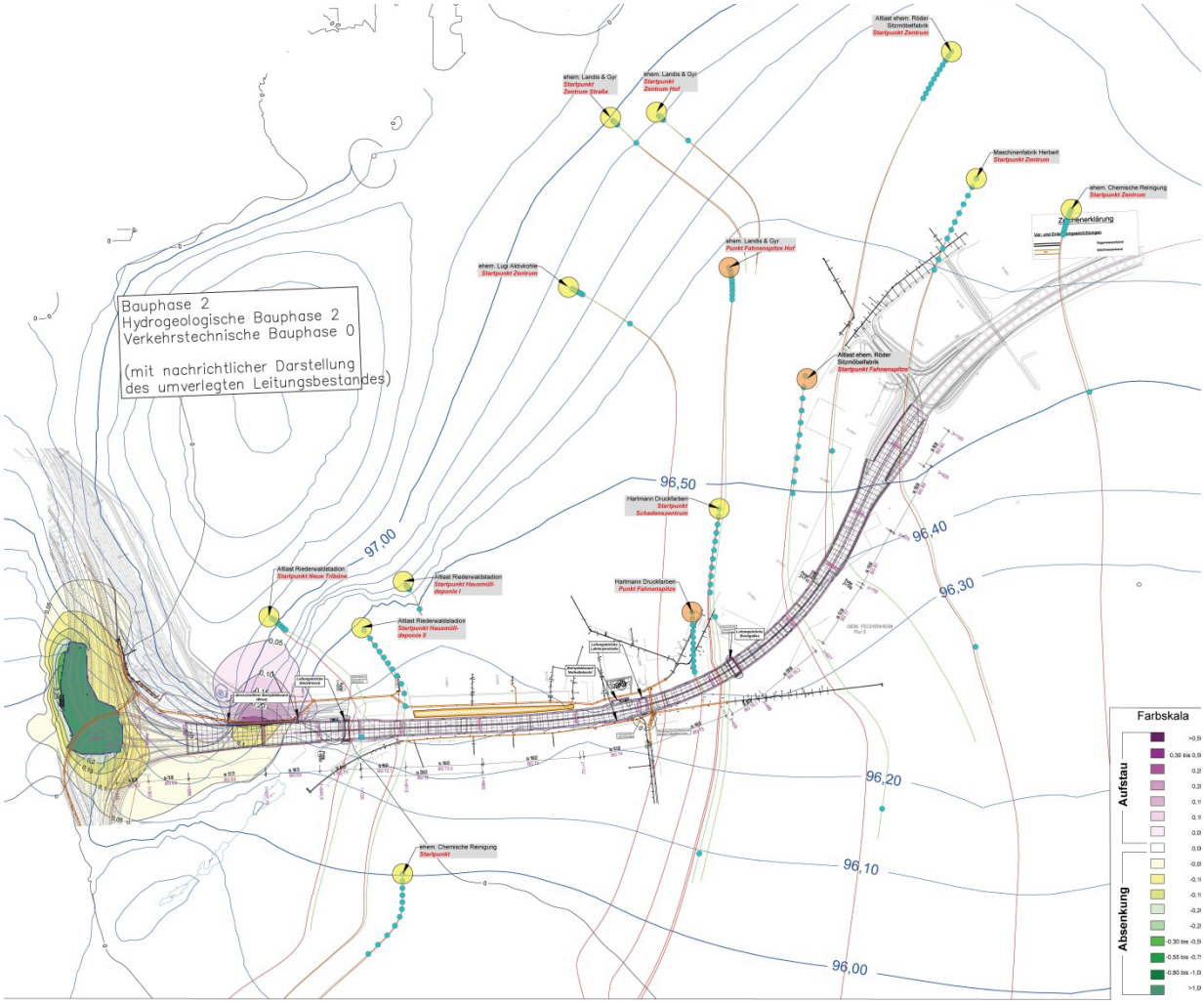


Abbildung 16: Hydrogeologische Bauphase 2 GW-Gleichen, Differenzenplan, Strömungslinien

In der Baugrube E1 ergeben sich Wasserhaltungsmengen in einer Größenordnung von 64 m^3/d. Über den gesamten hydrogeologischen Zeitraum der hydrogeologischen Bauphase 2 ergeben sich Gesamtentnahmemengen (BG E1) von 38.000 m^3. Die Grundwasserentnahmen im Zuge des Sammlerbaus ergeben eine Gesamtmenge von ca. 102.000 m^3. Damit liegt die Gesamtentnahmemenge während der hydrogeologischen Bauphase 2 bei **140.000 m³.**

Die nachfolgende Abbildung 17 zeigt für den Bereich West / Erlenbruch die Differenzen der Strömungsbahnen zwischen der Berechnung Ausgangssituation und der Berechnung hydrogeologische Bauphase 2.

Im Bereich AD Erlenbruch ergeben sich, vorwiegend bedingt durch den Aufstau vor der Bohrpfahlwand, max. 2 m Abweichungen in den Strömungsbahnen. Im mittleren Tunnelabschnitt und im Osten sind die Abweichungen nicht messbar und somit auch nicht relevant.

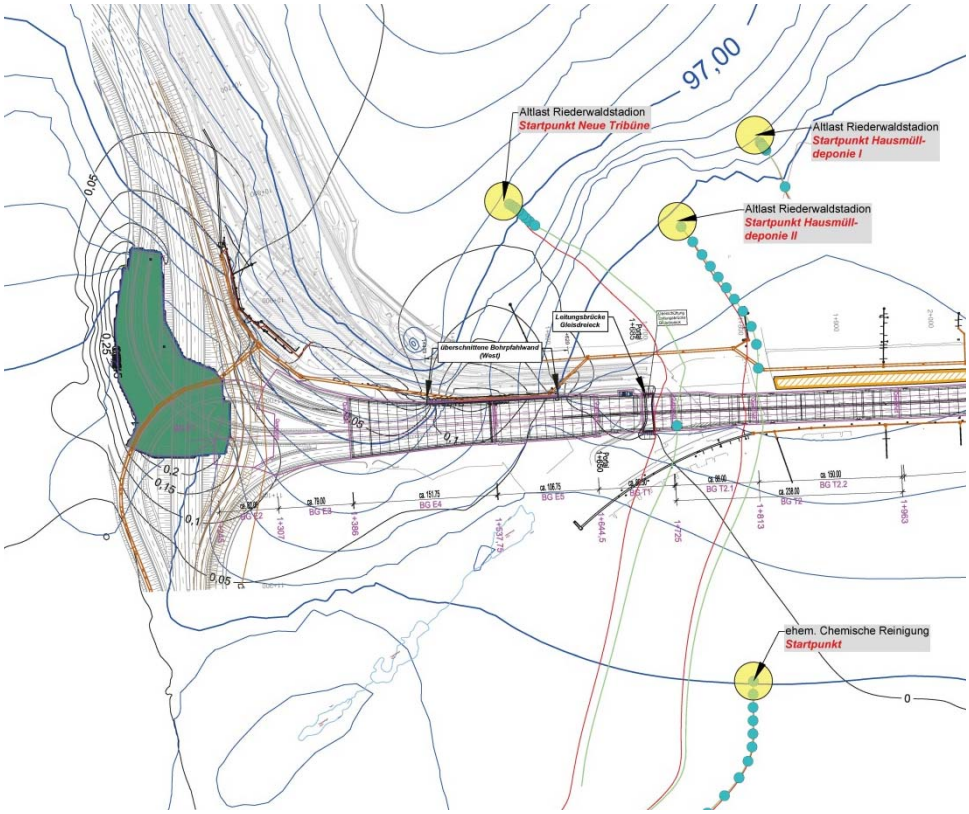


Abbildung 17: Detailplan hydrogeologische Bauphase 2 (die Farben für Flächen gleicher GW-Absenkung /-Aufstau wurden in dieser Grafik zu besseren Deutlichkeit der Strömungsbahnen ausgeblendet)

6.4 Hydrogeologische Bauphase 3

Hydraulisch wirksame Bauwerke: BG E4, BG E5, „BPFW Nordsammler“ (Baugrubenverbau BG E4 u. E5), Nordsammler Ost, LB Gleisdreieck, LB Lahmeyerstr., LB Borsigallee, BG T1.

Die hydrogeologische Bauphase 3 wird kennzeichnet durch die zusammenhängenden Baugruben E4, E5, die die Zufahrt zu dem im Bau befindlichen Bauabschnitt T1 ermöglichen. Die Bohrpfahlwand ist jetzt Bestandteil des Baugrubenverbaus BG E4 und BG E5.

Lediglich der Nordsammler Ost befindet sich noch im Bau. Die Leitungsbrücken LB Gleisdreieck, LB Lahmeyerstr. und LB Borsigallee wirken in allen hydrogeologischen Bauphasen als hydraulische Sperren.

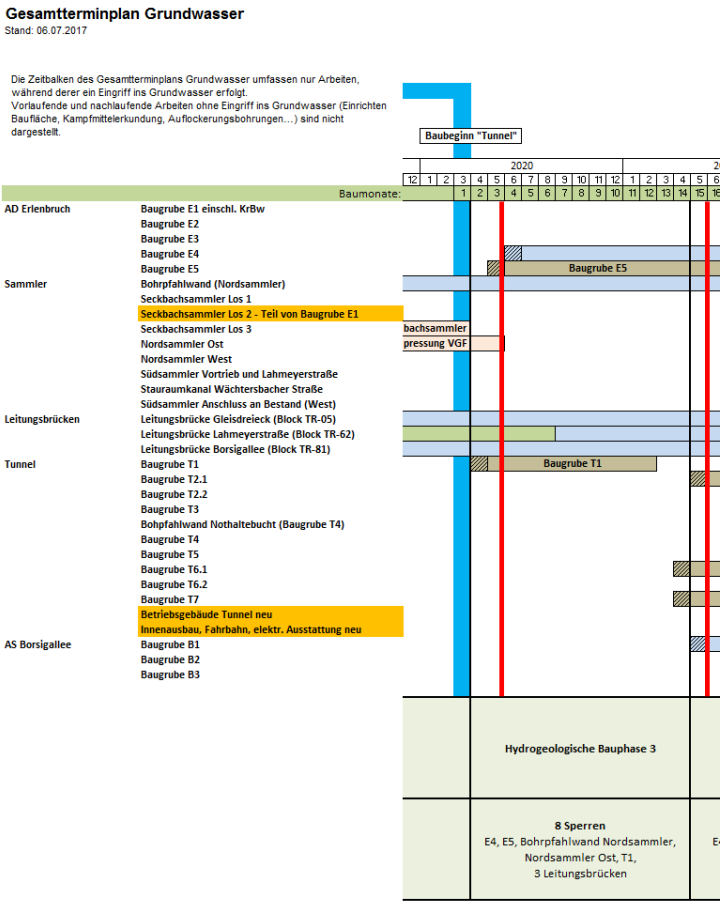


Abbildung 18: Gesamtterminplan hydrogeologische Bauphase 3

Die Grundwassergleichen der hydrogeologischen Bauphase 3 sind in der Anlage 2 dargestellt. Der Differenzenplan zeigt im Bereich der Baugruben BG E4, E5, BGT1 eine Absenkung mit Maximalbeträgen von 1 m im Nahbereich der Spundwände. Die Absenkungstrichter der drei zeitgleich ge-

öffneten, westlichen Baugruben überlagern sich hier. Im Bereich der Bohrpfahlwand kommt es zu keinem Aufstau mehr. Die kleinräumigen Einzelbaumaßnahmen und die Leitungsbrücken zeigen keine relevanten Beeinflussungen des Grundwasserregimes (+/- 0,05 m). Die Abbildung 19 zeigt diese Ergebnisse unmaßstäblich.

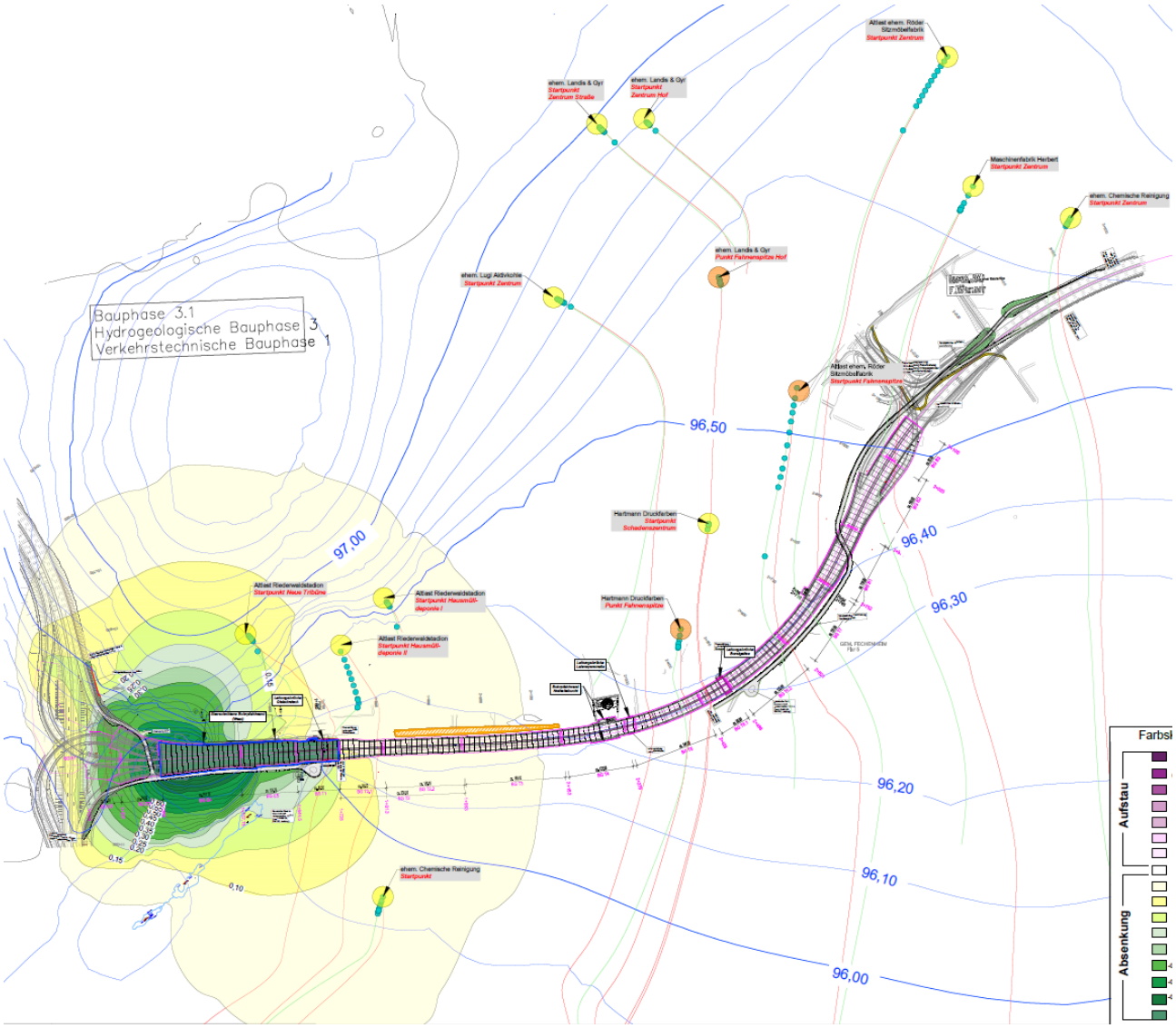


Abbildung 19: Hydrogeologische Bauphase 3 GW-Gleichen, Differenzenplan, Strömungslinien

Die Berechnungen erbringen Grundwasserentnahmemengen in folgender Höhe:

BG E4: 21 m^3/d
BG E5: 21 m^3/d
BG T1: 21 m^3/d

Die gesamten GW-Entnahmen für die hydrogeologische Bauphase 3 betragen 19.500 m^3.

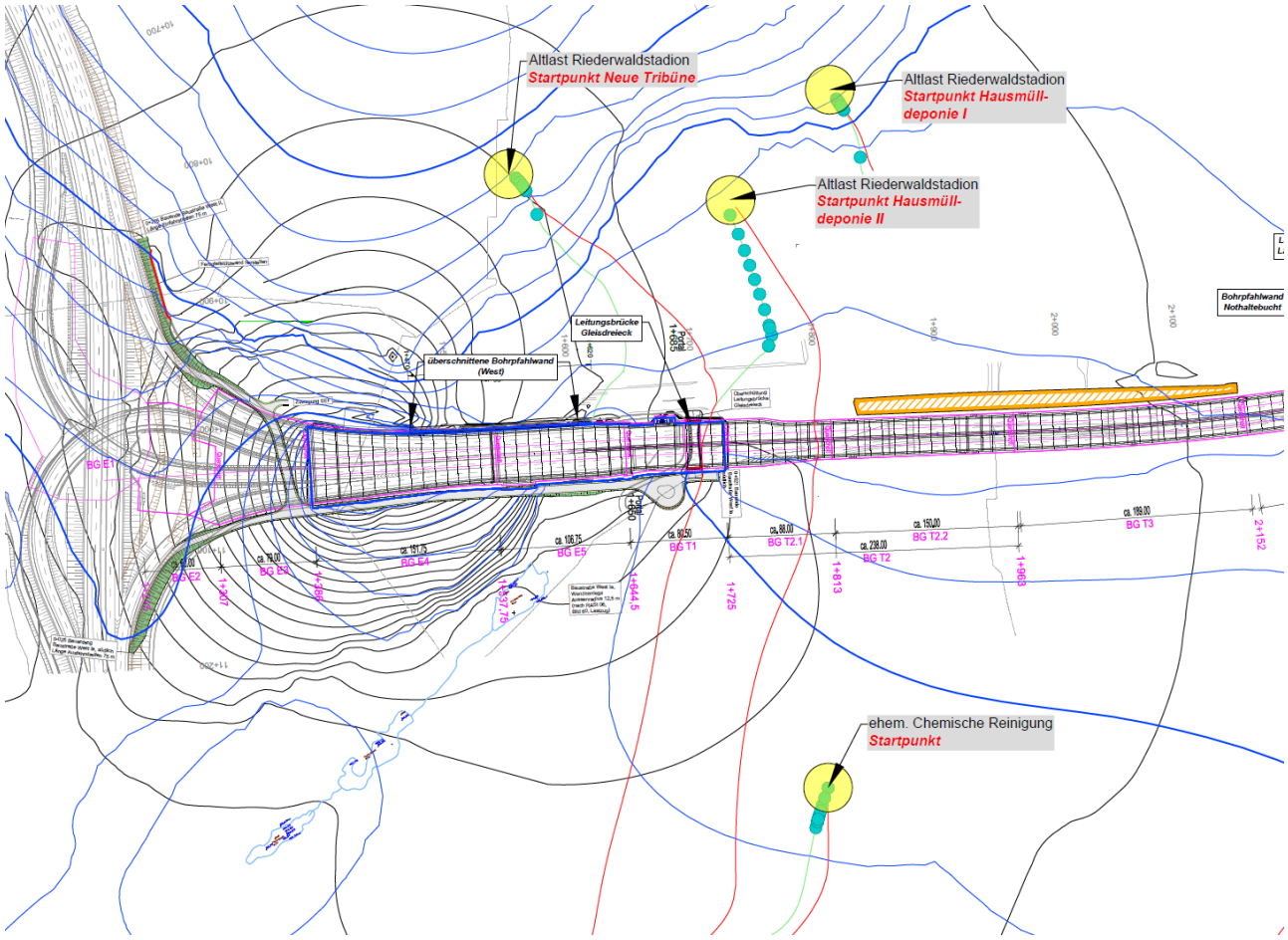


Abbildung 20: Detailplan West, hydrogeologische Bauphase 3 GW-Gleichen, Differenzenplan (ohne Farbe), Strömungslinien

Abbildung 20 zeigt für den Bereich West / Erlenbruch die wiederum die unterschiedlichen Strömungsbahnen der Berechnung Ausgangssituation und der Berechnung hydrogeologische Bauphase 3.

Im Bereich AD Erlenbruch ergeben sich, bedingt durch die größere Absenkung in den Baugruben BG E4, E5 und T1, Abweichungen der Strömungsbahnen nach Westen. Aufgrund der geringen Durchlässigkeiten in den Bereichen Altlast Riederwaldstadion, Neue Tribüne und Hausmülldeponie I sind die Abweichungen sehr klein und nicht relevant. Ebenso sieht es im Bereich der südlich des Tunnels gelegenen ehem. chemischen Reinigung aus. Im Bereich der Altlast Riederwaldstadion, Hausmülldeponie II und sind die Abweichungen größer, sie belaufen sich in der 13 Monate dauernden hydrogeologische Bauphase 3 auf maximal ca. 8 m.

Die Abweichungen im mittleren und östlichen Tunnelbereich sind aufgrund der baubedingten geringen hydraulischen Änderungen ebenfalls gering, bzw. größtenteils nicht messbar und u. E. nicht relevant. Lediglich bei den Strömungen im Bereich der Fahnenspitz Hartmann Druckfarben zeigt sich eine Abweichung von max. 2,5 m.

6.5 Hydrogeologische Bauphase 4

Hydraulisch wirksame Bauwerke: BG E4, BG E5, BPFW Nordsammler, Leitungsbrücken, BG T2.1, BG T6.1, BG T7, BG B1

Die hydrogeologische Bauphase 4 wird wiederum kennzeichnet durch die zusammenhängenden Baugruben E4, E5 mit der BPFW Nordsammler. Sie ermöglichen weiterhin die Zufahrt zum Tunnel. Neben der Baugrube BG T2.1 im Westen sind im östlichen Bereich die Baugruben BG T6.1, BG T7 im Bau und BG B1 als Verkehrsrampe (Grundwassersperre).

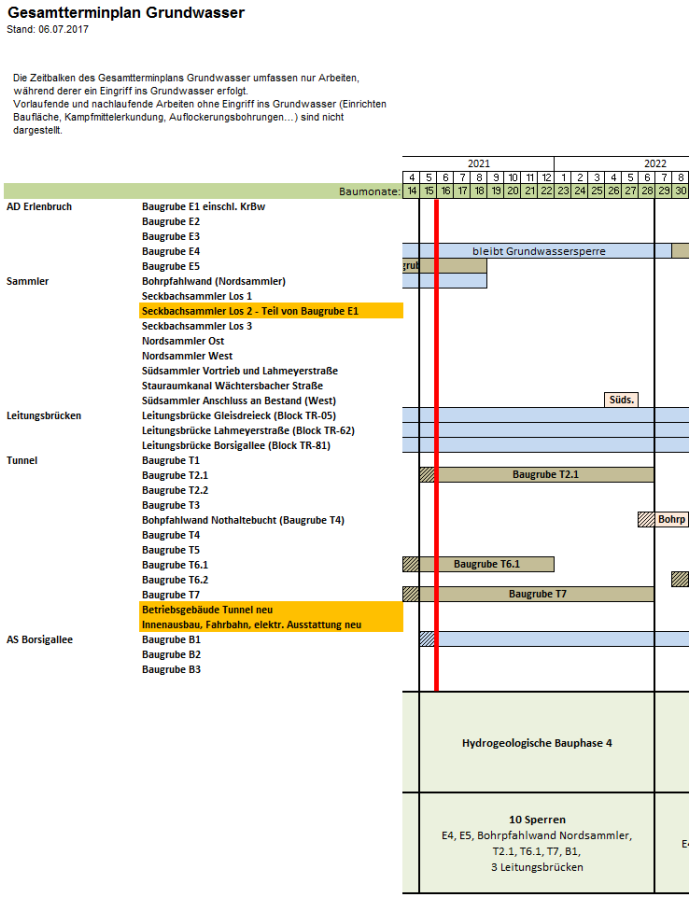


Abbildung 21: Gesamtterminplan hydrogeologische Bauphase 4

Anlage 3 stellt die Grundwassergleichen der hydrogeologischen Bauphase 4 dar. Der Differenzenplan in der Abbildung 22 zeigt im Bereich der Baugruben BG E4, E5 weiterhin eine Absenkung mit Maximalbeträgen von ca. 1,0 m im Nahbereich der Spundwände. Im Bereich der Baugrube BG T2.1 liegt eine Absenkung mit Maximalbeträgen von max. 0,25 m vor. Die östlichen Baugrube BG T6.1, BG T7 und BG B1 zeigen im Abstrom max. Absenkungen von 0,1 bzw. 0,15 m.

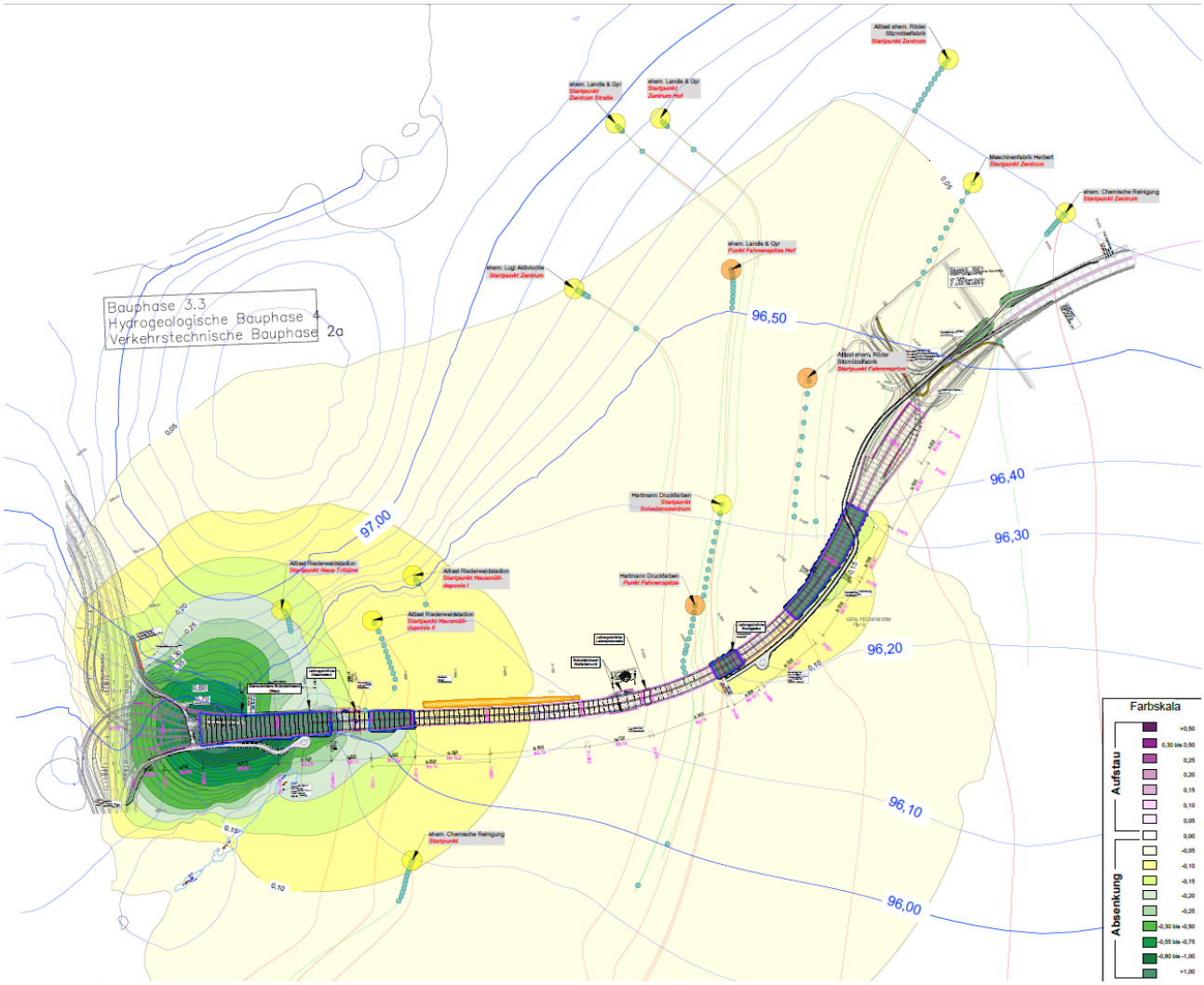


Abbildung 22: Hydrogeologische Bauphase 4, GW-Gleichen, Differenzenplan, Strömungslinien

Die berechneten Abweichungen der Strömungsbahnen während der 14 Monate dauernden hydrogeologischen Bauphase 4 gegenüber der Ausgangssituation, sind weitestgehend sehr gering und nicht messbar. Die maximalen Abweichungen ergeben sich in der Schadstofffahne Maschinenfabrik Herbert (3,5 m) und Fahnenspitze Hartmann Druckfarben (4 m).

Die Berechnungen erbringen Grundwasserentnahmemengen in folgender Höhe:

BG E4: 35,9 m^3/d
BG E5: 24,7 m^3/d
BG T2.1: 5,5 m^3/d
BG 6.1: 2,0 m^3/d
BG T7: 25,8 m^3/d
BG B1: 34,0 m^3/d

Die gesamten GW-Entnahmen für die hydrogeologische Bauphase 4 betragen 44.800 m^3.

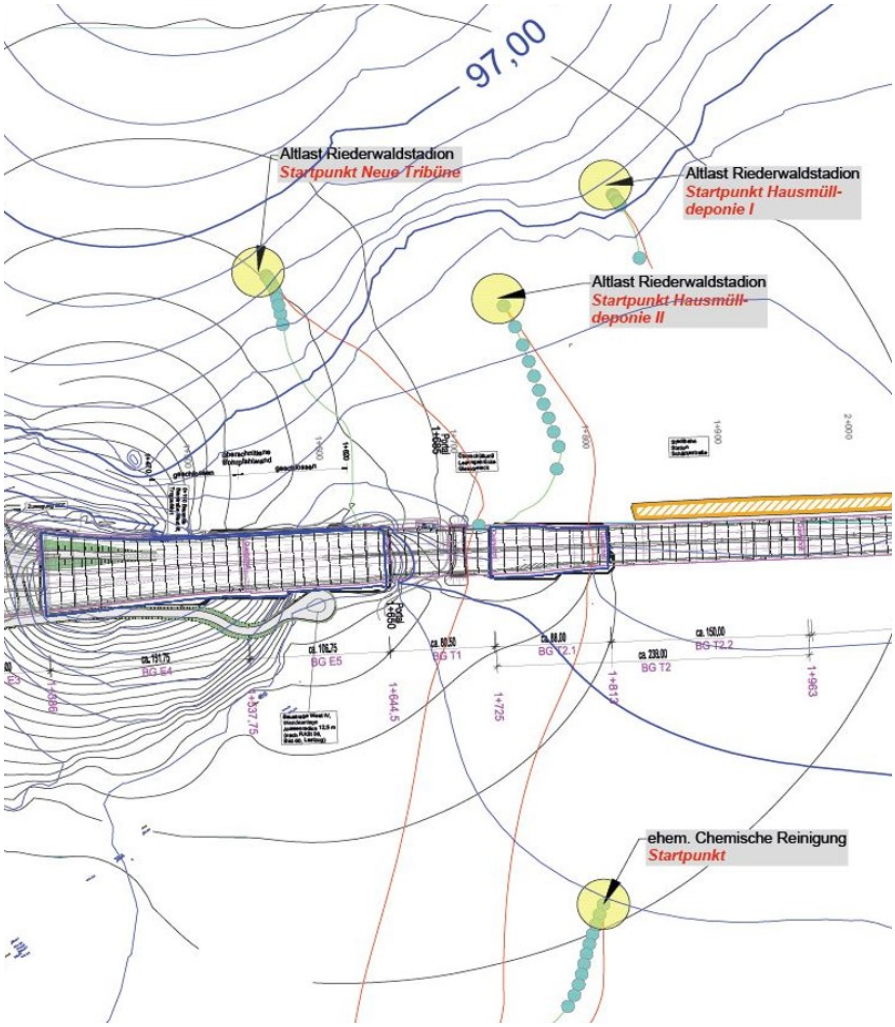


Abbildung 23: Hydrogeologische Bauphase 4 GW-Gleichen Westbereich, Differenzenplan (ohne Farbe), Strömungslinien

Die unterschiedlichen Strömungsbahnen der Berechnung Ausgangssituation und der hydrogeologischen Bauphase 4 für den Bereich West zeigt Abbildung 23. Vorwiegend bedingt durch die größere Absenkung in den Baugruben BG E4, E5 und T2.1 ergeben sich Abweichungen der Strömungsbahnen nach Westen. Wie schon in der hydrogeologischen Bauphase 3 ergeben sich für die Bereiche Altlast Riederwaldstadion, Neue Tribüne und Hausmülldeponie I sehr kleine, nicht relevante Abweichungen der Strömungslinien. Im Bereich der Altlast Riederwaldstadion, Hausmülldeponie II und im Bereich der südlich des Tunnels gelegenen ehem. chemischen Reinigung sind die Abweichungen größer, sie belaufen sich auf maximal 8,5 m (berechnet chemische Reinigung) in den 14 Monaten der hydrogeologischen Bauphase 4.

6.6 Hydrogeologische Bauphase 5

Baugruben: BG E4, Leitungsbrücken, BG T2.2, „BPFW Nothaltebucht“, BG T6.2, BG B1

In der hydrogeologischen Bauphase 5 ist die Baugruben E4 weiterhin offen und ermöglicht so weiterhin die Zufahrt zum Tunnel. Neben der Baugrube E4 ist jetzt auch die Baugrube BG T2.2 hergestellt, die „BPFW Nothaltebucht“ (im Bereich BG T4) werden hergestellt und verbleiben als dauerhafte Sperren im Untergrund. Im östlichen Bereich befinden sich die Baugruben BG T6.2 im Bau und BG B1 weiterhin als Grundwassersperre.

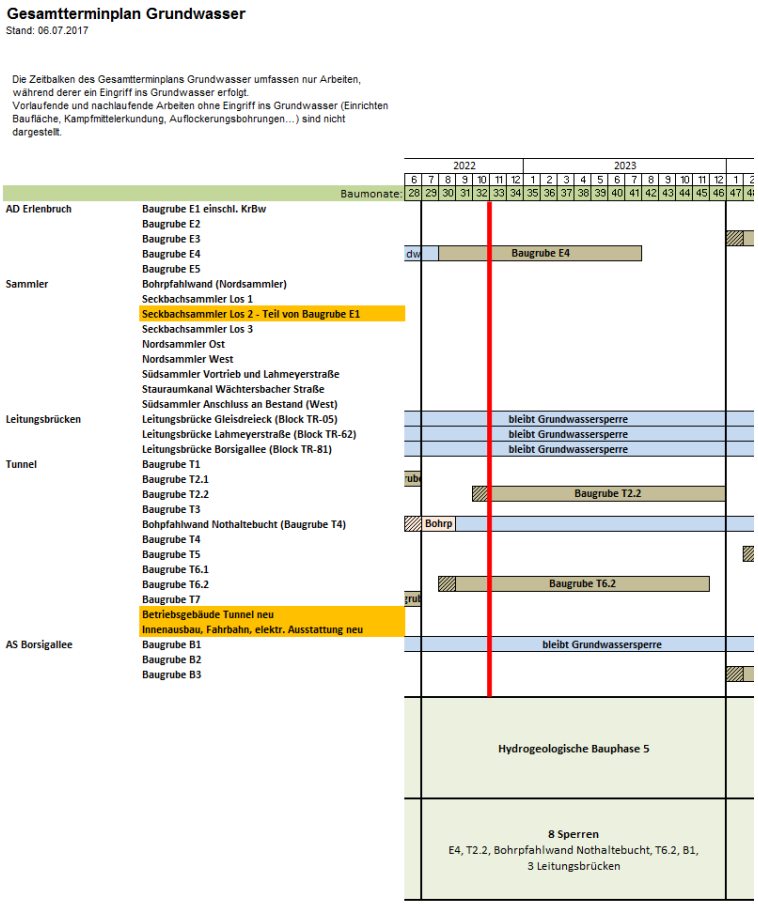


Abbildung 24: Gesamtterminplan hydrogeologische Bauphase 5

Die Grundwassergleichen der hydrogeologischen Bauphase 5 sind in Anlage 4 dargestellt. Der Differenzenplan in der unmaßstäblichen Abbildung 25 zeigt im Bereich der Baugruben BG E4 eine Absenkung mit Maximalbeträgen von ca. 1,1 m im Nahbereich der Spundwände. Im Bereich der Baugrube BG T 2.2 betragen die Absenkungen max. 0,3 m. Im Bereich der östlichen Baugruben BG T6.2 und BG B1 wird das Grundwasser maximal 0,1 m abgesenkt, die Herstellung der „Bohrpfahlwände Nothaltebucht“ verursacht keine relevante Beeinflussung des Grundwasserregimes (+/- 0,05 m).

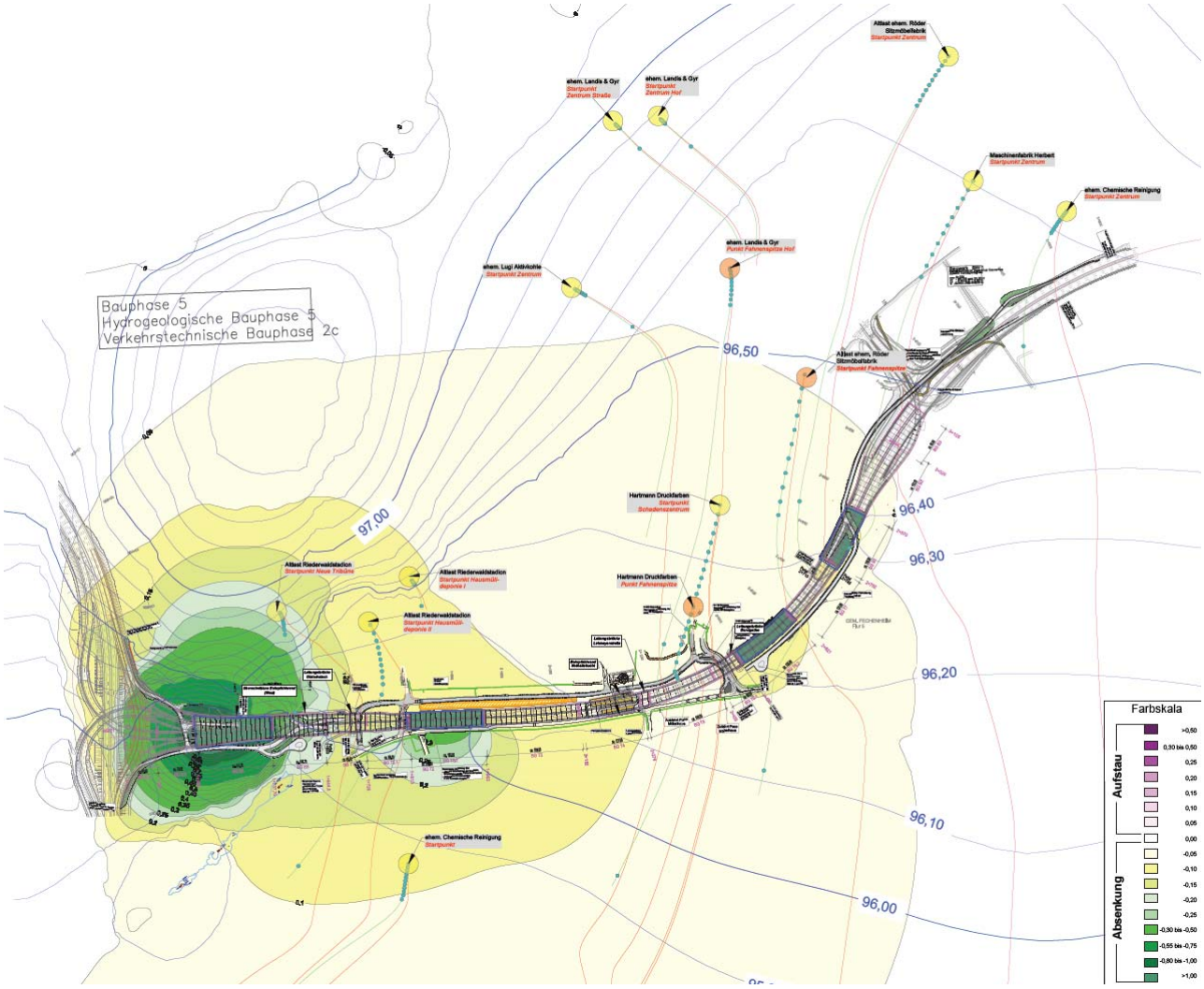


Abbildung 25: Hydrogeologische Bauphase 5, GW-Gleichen, Differenzenplan, Strömungslinien

Die Berechnungen erbringen Grundwasserentnahmemengen in folgender Höhe:

BG E4: 43,4 m³/d
BG T2.2: 30,9 m³/d
BG T6.2: 9,4 m³/d
BG B1: 26,2 m³/d

Gesamtentnahme von 48.500 m³

Die berechneten Grundwasserströmungslinien zeigen im mittleren und östlichen Tunnelbereich gegenüber der Ausgangssituation Veränderungen. Im Bereich der Schadstofffahnen der ehemaligen Röder Sitzmöbelfabrik, der Maschinenfabrik Herbert und der chemischen Reinigung liegen die

Abweichungen zwischen 4 und 7,5 m. Im Bereich der Fahnenspitze Hartmann Druckfarben betragen die maximalen, berechneten Abweichungen 17 m.

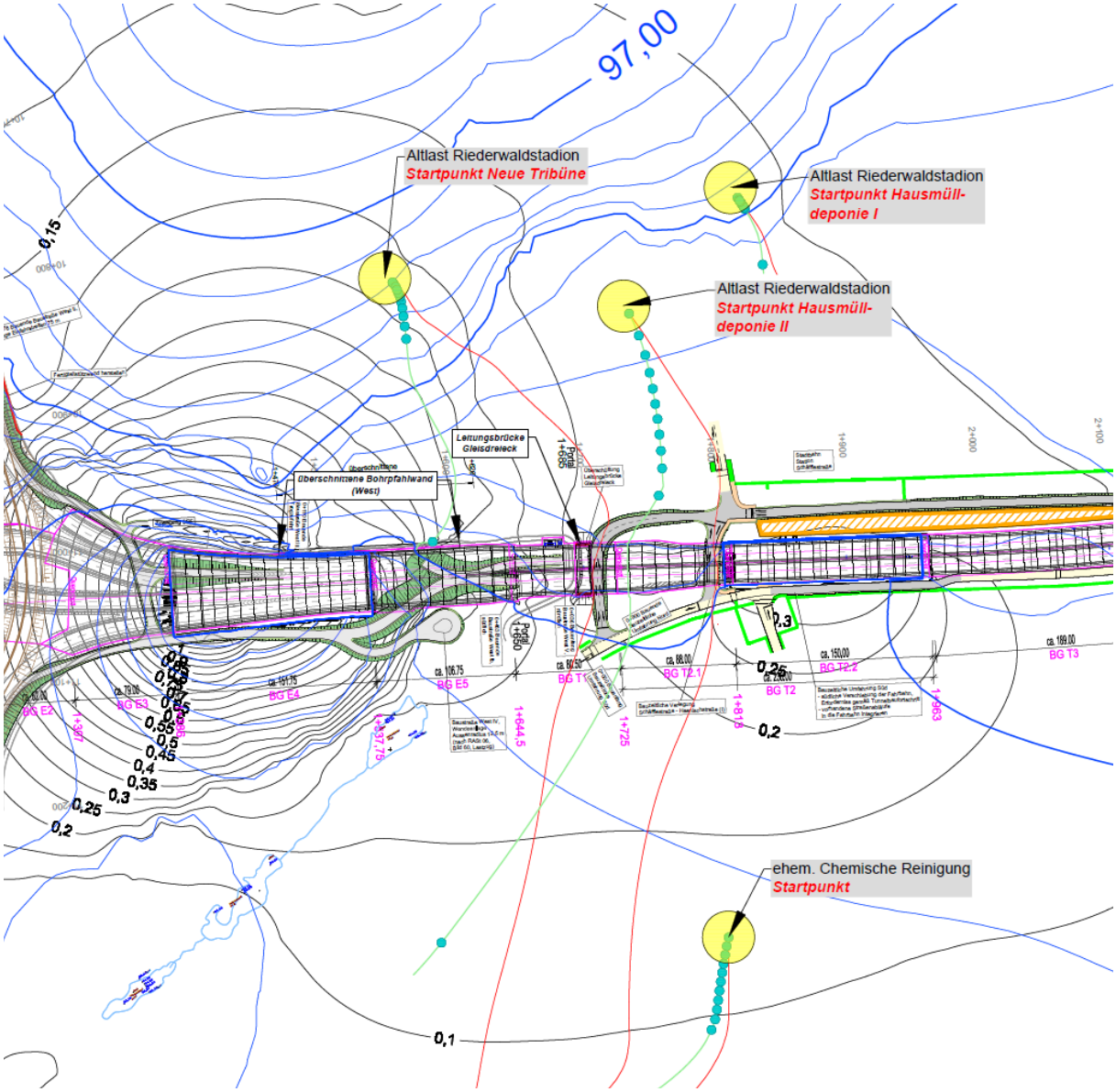


Abbildung 26: Hydrogeologische Bauphase 5 Westbereich, GW-Gleichen, Differenzenplan (ohne Farbe), Strömungslinien

Weiterhin bedingt durch die Absenkung in den Baugruben BG E4, aber auch die die Entnahme BG T2.2 ergeben sich Abweichungen der Strömungsbahnen nach Westen. Wie schon in der hydrogeologischen Bauphase 4 ergeben sich für die Bereiche Altlast Riederwaldstadion Hausmülldeponie I sehr kleine, nicht relevante Abweichungen der Strömungslinien. Im Bereich der Altlast Riederwaldstadion, Neue Tribüne und Hausmülldeponie II und im Bereich der südlich des Tunnels ge-

legenen ehem. chemischen Reinigung sind die Abweichungen wiederum etwas größer, aber auch hier belaufen sie sich auf maximal 16 m (gemessen Altlast Riederwaldstadion, Hausmülldeponie II) in den 18 Monate dauernden hydrogeologischen Bauphase 5.

6.7 Hydrogeologische Bauphase 6

Hydrogeologische Bauphase 6:
Baugruben: Baugruben: BG E3, Leitungsbrücken, BG T3, „BPFW Nothaltebucht“, BG T5, BG B1, BG B2, BG B3

In der hydrogeologischen Bauphase 6 ist auch der Bauabschnitt BG E4 fertiggestellt und ermöglicht so weiterhin die Zufahrt zum Tunnel. Neben der Baugrube BG T3 ist auch die Baugrube BG T5 im Bau. Im östlichen Bereich sind die Baugruben BG B2 und BG B3 im Bau, BG B1 ist temporäre Grundwassersperre und die BPFW Nothaltebucht, dauerhafte Grundwassersperre.

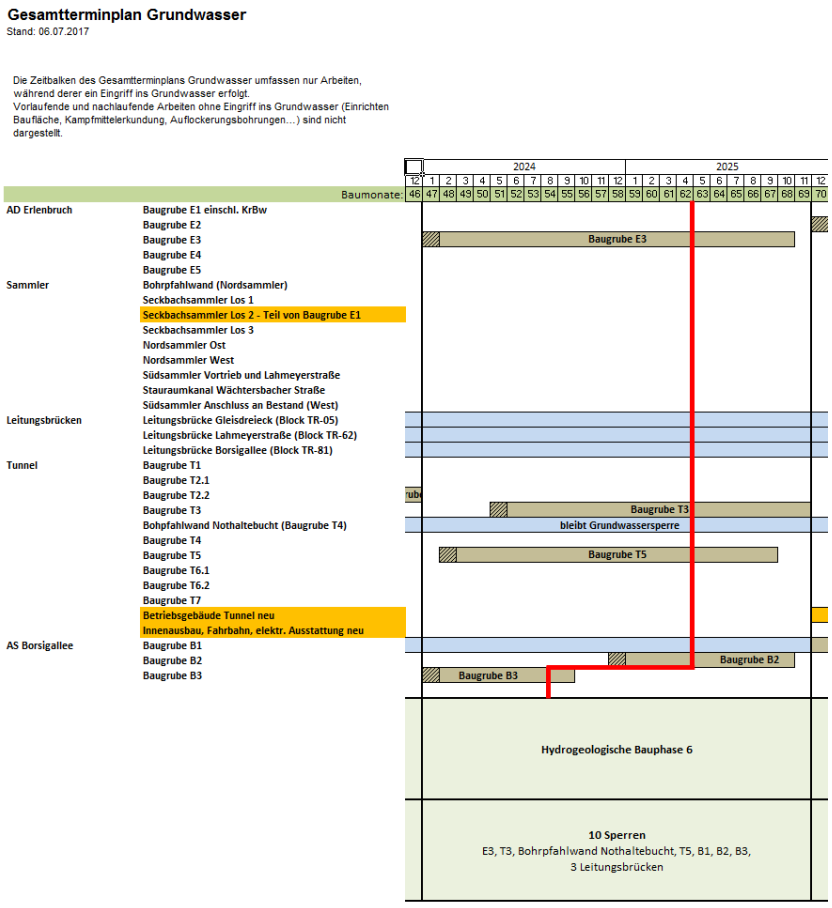


Abbildung 27: Gesamtterminplan hydrogeologische Bauphase 6

Anlage 5 zeigt die Grundwassergleichen und die Differenzpläne der hydrogeologischen Bauphase 6. Der Differenzenplan in der unmaßstäblichen Abbildung 28 zeigt im Bereich der Baugruben BG E3 eine max. Absenkung mit von ca. 0,3 m. Im Bereich der Baugrube BG T3 und T 5 betragen die Absenkungen max. 0,1 m. BG B1, BG B2 und BG B3 zeigen mit max. 0,1 m ebenfalls nur sehr geringe Beeinflussungen des Grundwasserregimes.

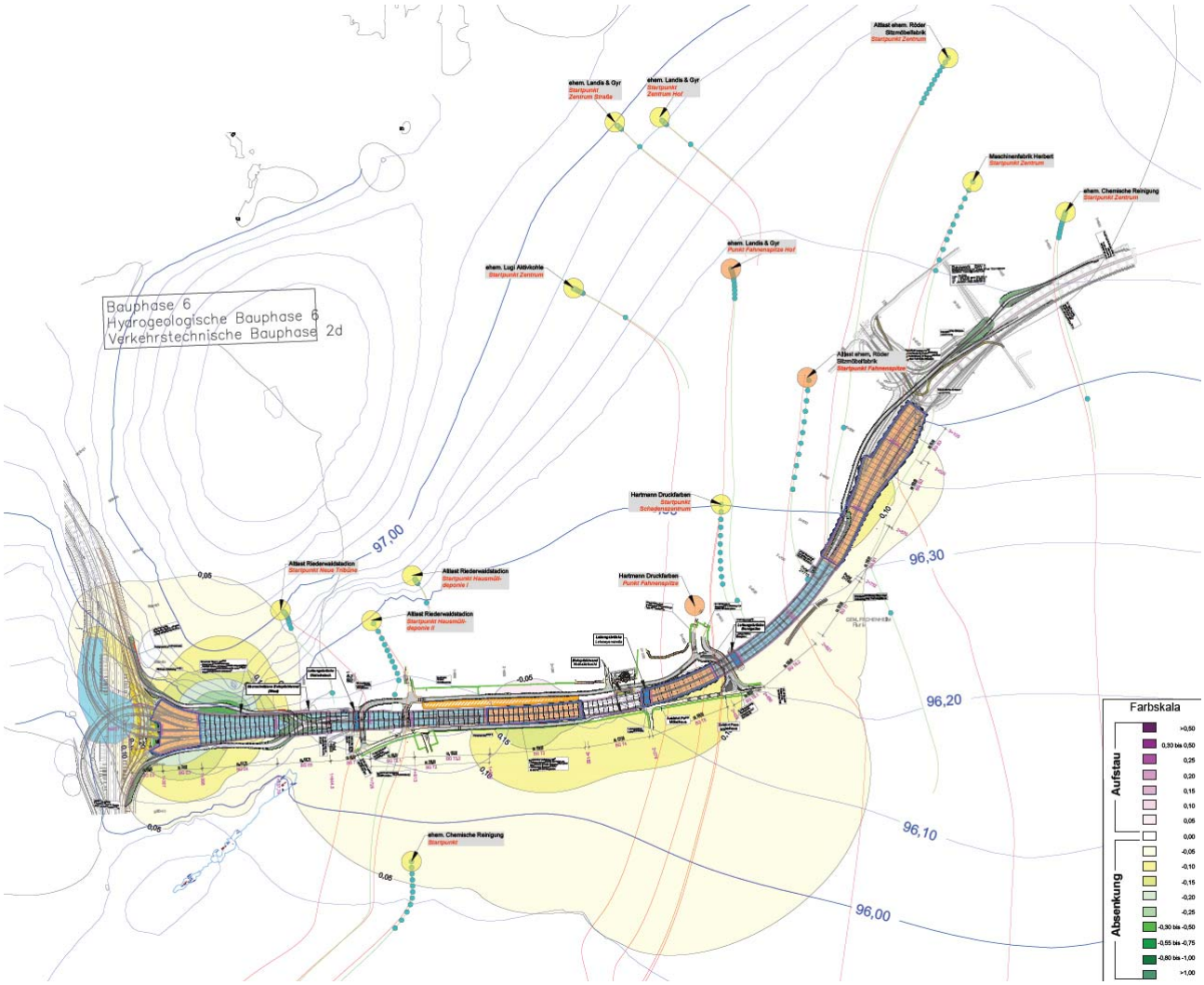


Abbildung 28: Hydrogeologische Bauphase 6 Gesamtbereich, GW-Gleichen, Differenzenplan, Strömungslinien

Die Berechnungen erbringen Grundwasserentnahmemengen in folgender Höhe:

BG E3: 6,4 m^3/d
BG T3: 5,2 m^3/d
BG T5: 16,2 m^3/d

BG B1: 23,4 m³/d
BG B2: 10,6 m³/d
BG B3: 5,7 m³/d

Gesamtentnahme von 37.000 m³

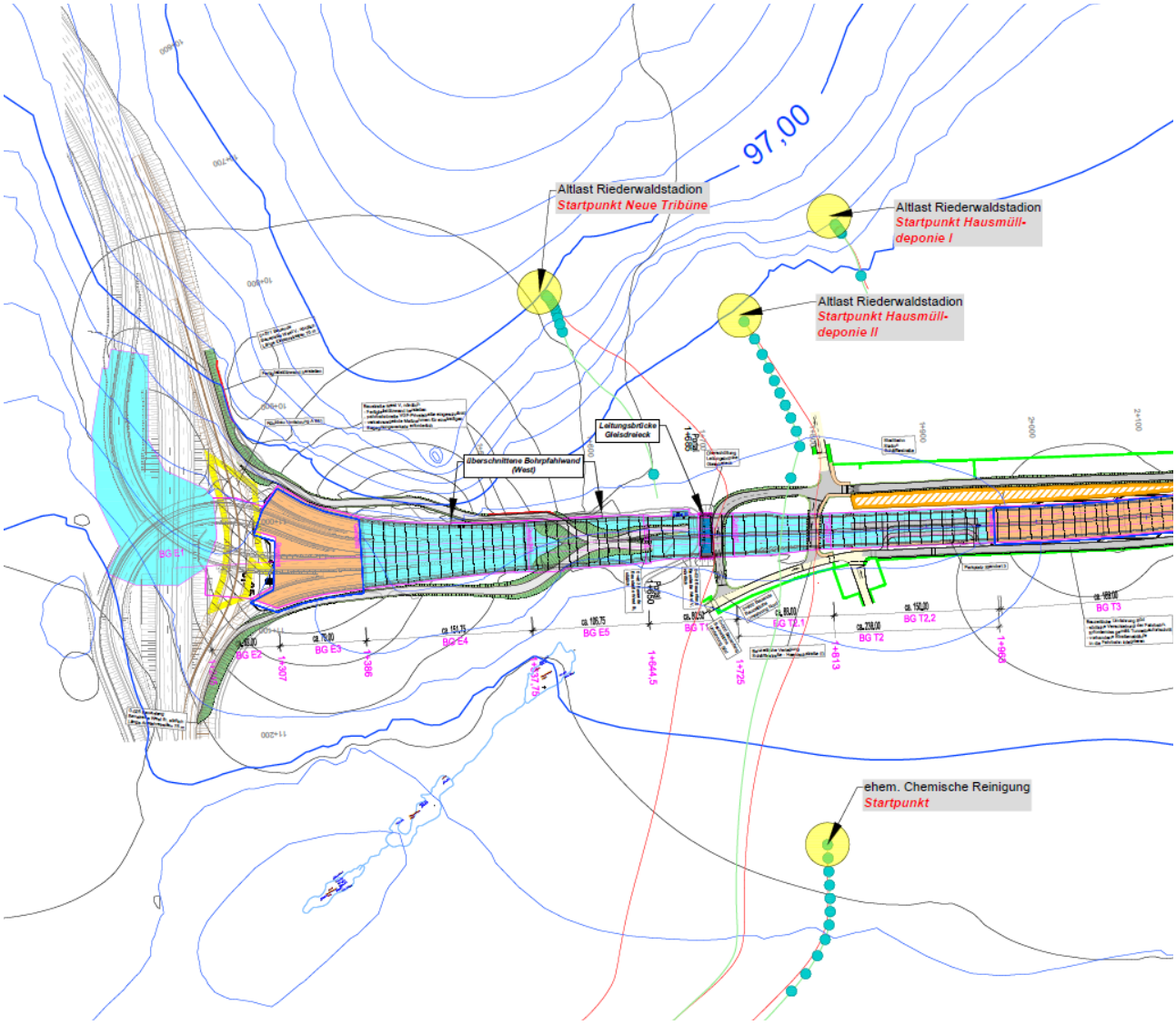


Abbildung 29: Hydrogeologische Bauphase 6 Westbereich, GW-Gleichen, Differenzenplan (ohne Farbe), Strömungslinien

Im Vergleich mit der hydrogeologischen Bauphase 5 ergeben sich durch die räumliche Distanz der Baugruben BG E3 und BG T3 in der hydrogeologischen Bauphase 6 für die Bereiche Altlast Riederwaldstadion Hausmülldeponie I+II und Neue Tribüne und im Bereich der ehem. chemischen

Reinigung eher geringe Abweichungen bei den Strömungslinien (Riederwaldstadion, HMD II max. 6 m).

Die Differenzen der Strömungsbahnen Ausgangszustand / Endzustand im östlichen Bereich sind weitestgehend gering (nicht messbar bis max. 2 m). Lediglich im Bereich der Hartmann Druckfarben zeigen sich Abweichungen (Fahnenspitze max. 18 m) in der 23 monatigen hydrogeologischen Bauphase.

6.8 Hydrogeologische Bauphase 7

Hydrogeologische Bauphase 7:
Baugruben: BG E2, Leitungsbrücken, BG T4 (inkl. BPFW), BG B1

In der hydrogeologischen Bauphase 7 ist im Bereich des Grundwasserhochs nur der Bauabschnitt BG E2 im Bau. Neben der Baugrube BG T4 ist im östlichen Bereich die Baugruben BG B1 noch in der Ausführung.

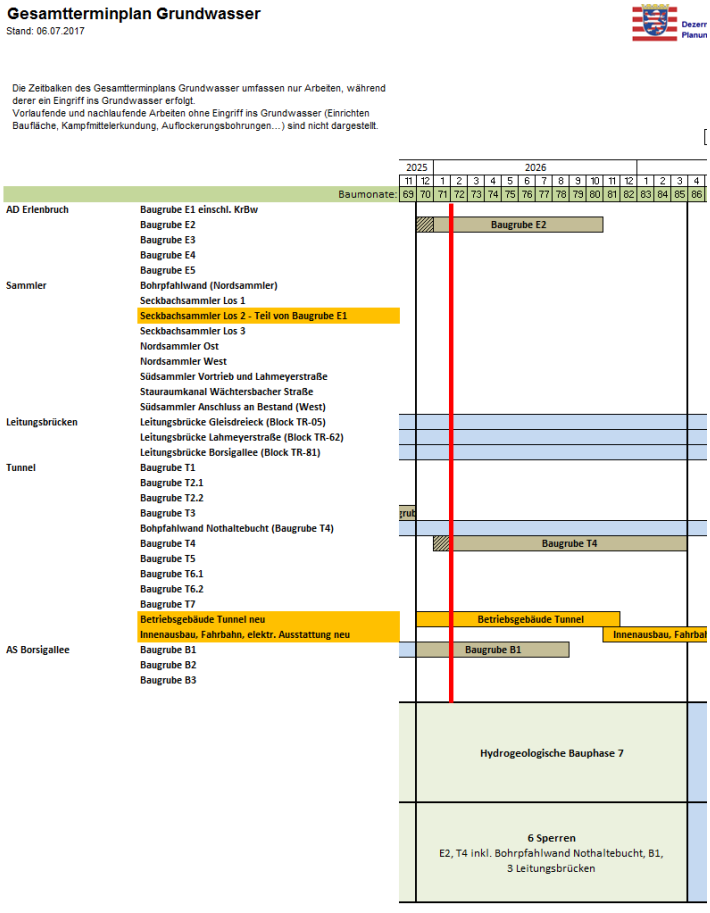


Abbildung 30: Gesamtterminplan hydrogeologische Bauphase 7

Anlage 6 zeigt die Grundwassergleichen und Differenzenpläne der hydrogeologischen Bauphase 7. Der Differenzenplan in der unmaßstäblichen Abbildung 31 zeigt im Bereich der Baugruben BG E2 eine max. Absenkung mit von ca. 0,75 m. Im Bereich der Baugrube BG T4 betragen die Absenkungen max. 0,2 m. BG B1 zeigt mit max. 0,1 m nur sehr geringe Beeinflussungen des Grundwassers.

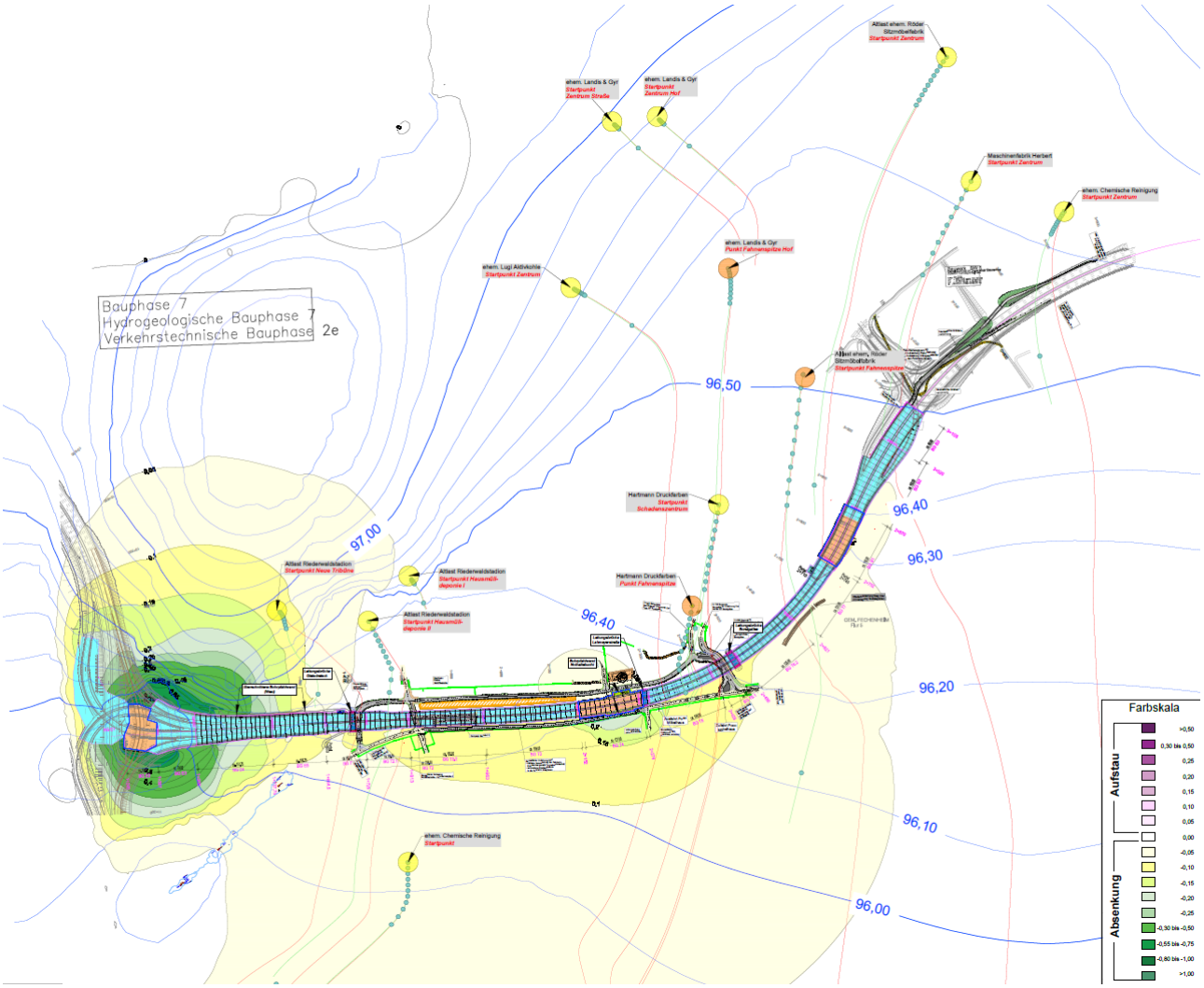


Abbildung 31: Hydrogeol. Bauphase 7 Gesamtareal, GW-Gleichen, Differenzen, Strömungslinien

Die Berechnungen erbringen Grundwasserentnahmemengen in folgender Höhe:

BG E2: 28,3 m^3/d
BG T4: 31,6 m^3/d
BG B1: 35,5 m^3/d

Gesamtentnahme von 31.500 m^3

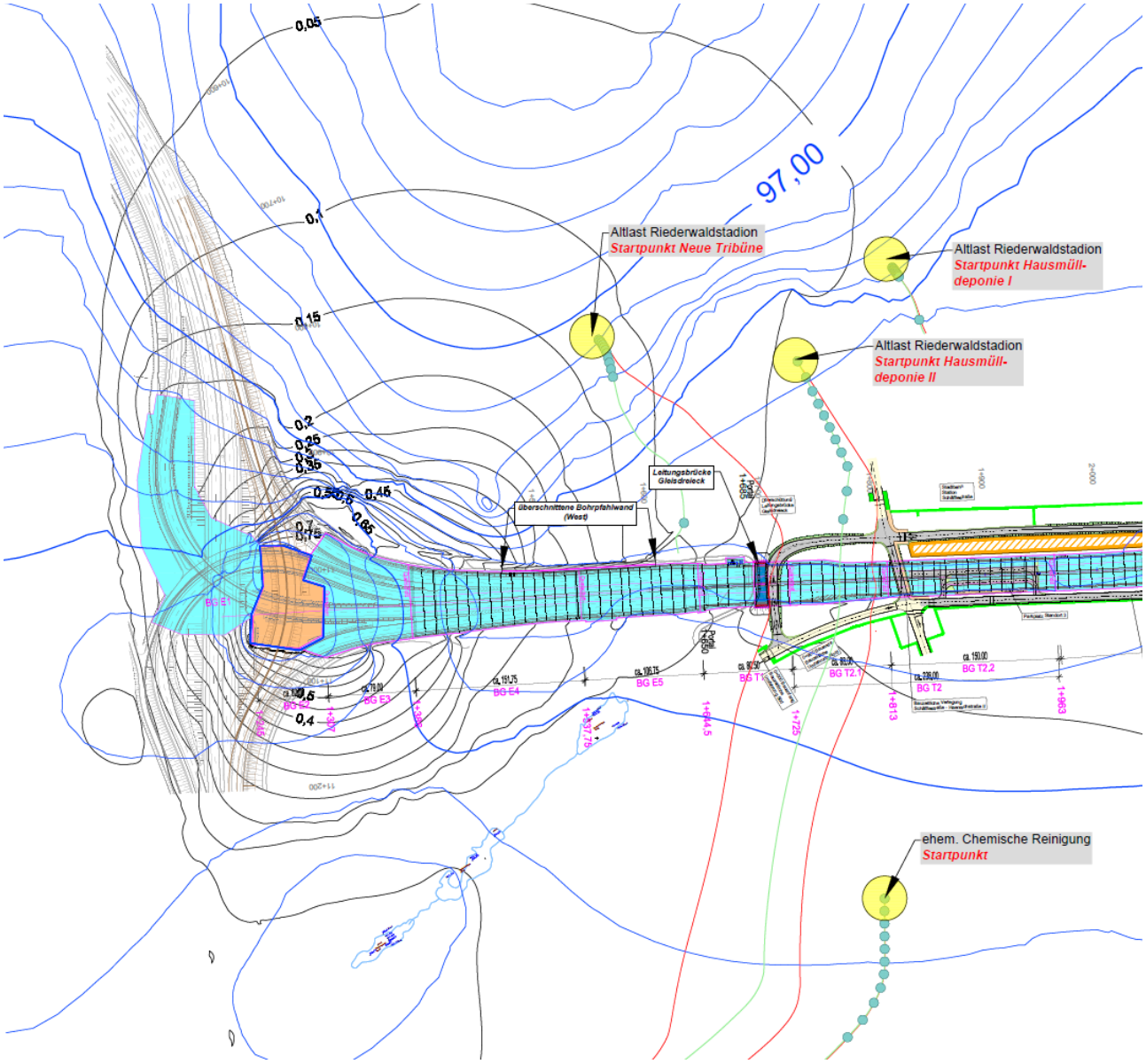


Abbildung 32: Hydrogeologische Bauphase 7 GW-Gleichen, Differenzenplan (ohne Farbe), Strömungslinien

Durch die Baugruben BG E2 und die BG T4 ergeben sich für die Bereiche Altlast Riederwaldstadion Neue Tribüne und Hausmülldeponie II max. Abweichungen von 2,5, bzw. 4,5 m. Im Bereich der Hausmülldeponie I und der ehem. chemischen Reinigung sind keine Abweichungen bei den Strömungslinien berechnet worden.

Die Differenzen der Strömungsbahnen Ausgangszustand / hydrogeologische Bauphase 7 im mittleren und östlichen Bereich sind nicht messbar oder gering (max. 2,5 m). Lediglich die Strömungslinien im Bereich der Hartmann Druckfarben zeigen max. 6 m Abweichung.

6.9 Hydrogeologischer Endzustand

Hydrogeologische Bauphase Endzustand:
Hydraulisch wirksame Bauwerke: Trogbauwerke, Tunnel, Leitungsbrücken, BPFW Nothaltebucht, Nordsammler (bereichsweise bei Einbindung in Rupelton)

Im Endzustand stellen das Kreuzungsbauwerk AD Erlenbruch, der Trog-West, das Tunnelbauwerk, der Trog-Ost und bereichsweise der Nordsammler hydraulisch wirksame Bauwerke dar. Die Bauwerke sind von dem vertikalen und horizontalen Flächenfilter umgeben, der gewährleistet, dass der nach Süden verlaufende Grundwasserabstrom nicht maßgeblich beeinflusst wird.

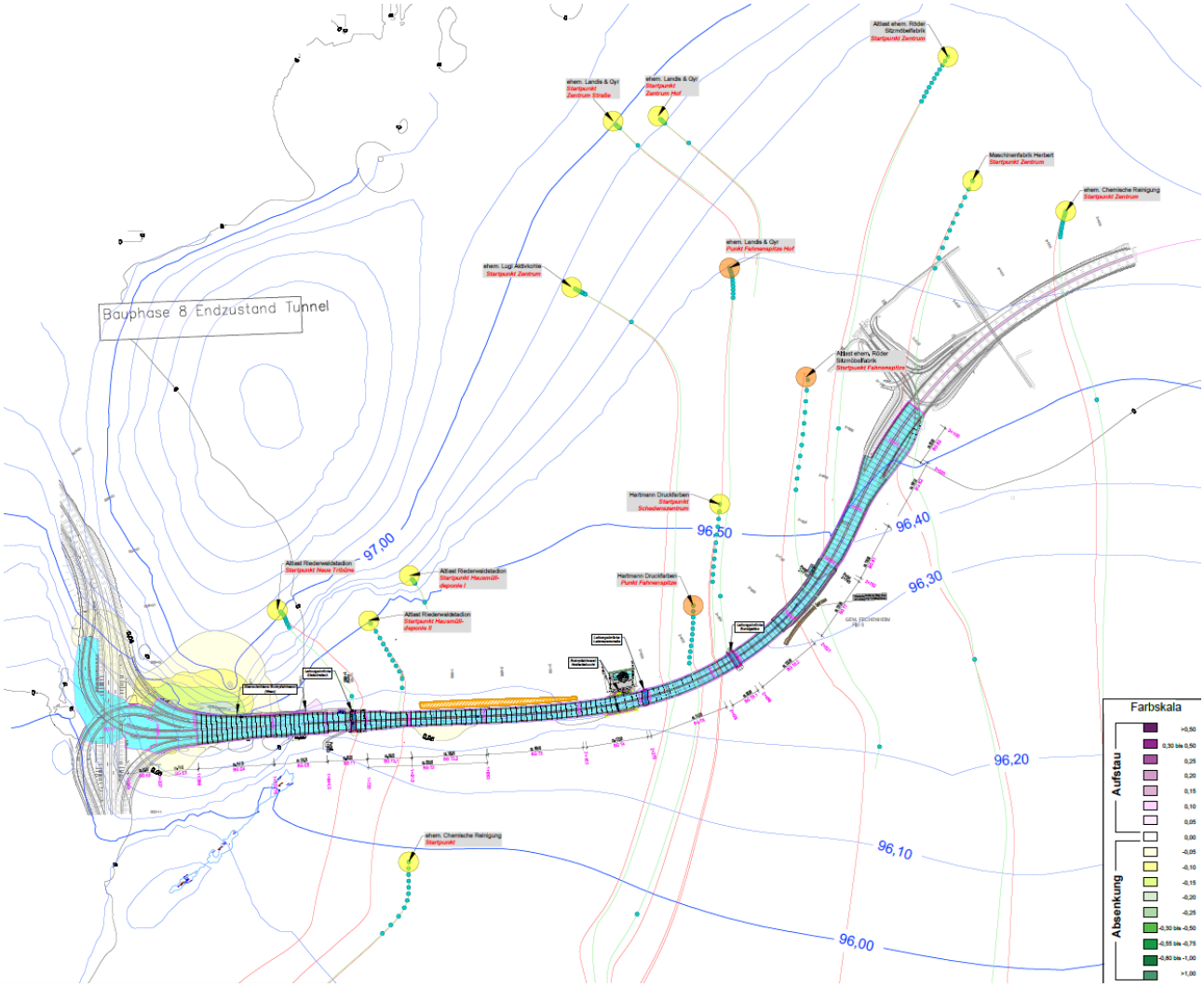


Abbildung 33: Hydrogeologischer Endzustand, GW-Gleichen, Differenzenpläne, Strömungslinien

Anlage 7 und die Abbildung 33 zeigen die Grundwassergleichen nach Fertigstellung des Riederwaldtunnels. Im gesamten mittleren und östlichen Bereich des Riederwaldtunnels liegen die max. Beeinflussungen des Grundwassers durch Absenkungen oder Aufstau im nicht relevanten Bereich von < +/- 0,05 m.

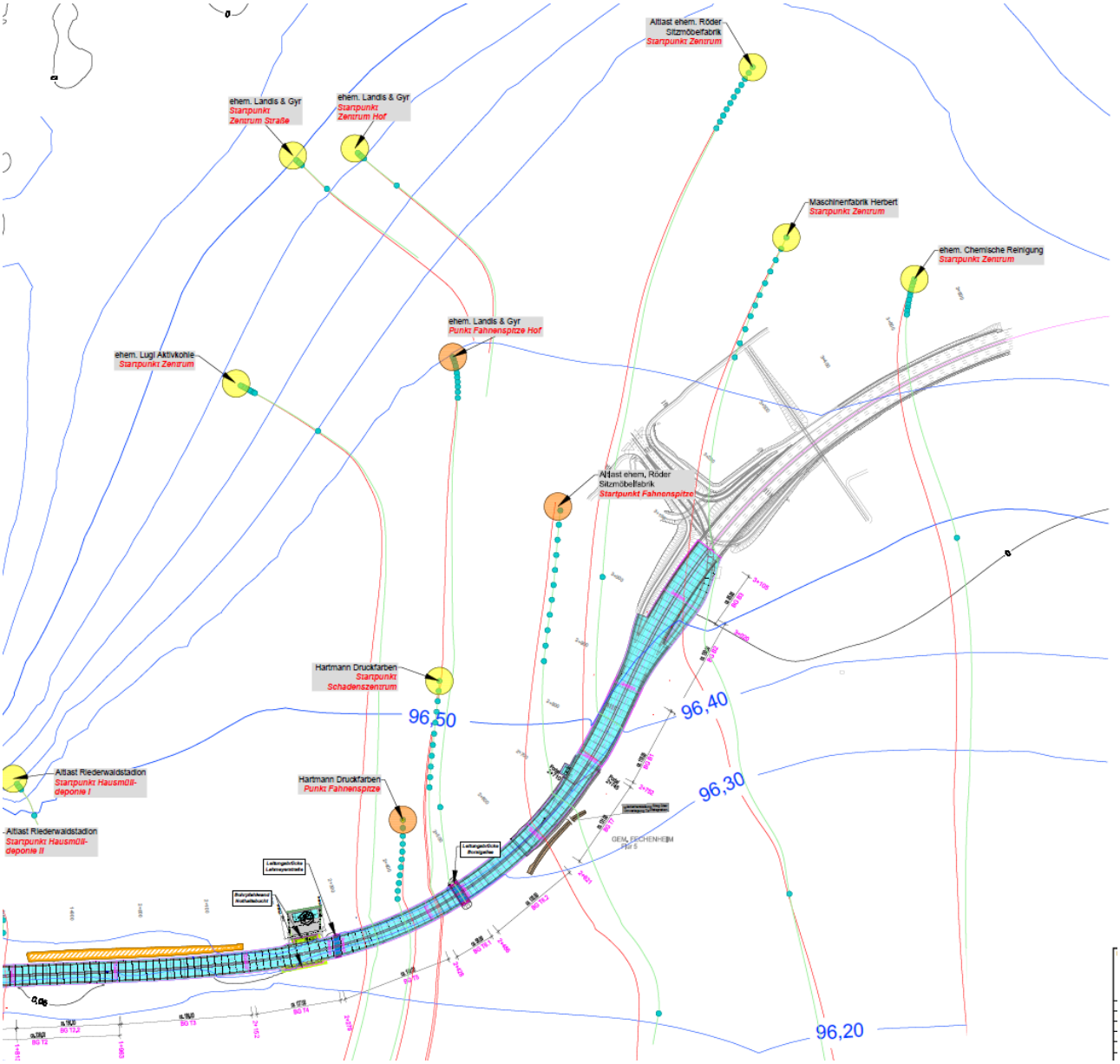


Abbildung 34: Hydrogeologischer Endzustand, Strömungsbahnen Ost

Die von der ehemaligen Sitzmöbelfabrik Röder und von der östlichen chemischen Reinigung ausgehenden Strömungslinien im Ausgangs- und Endzustand zeigen nach 25 Jahren Strömungsdauer eine Abweichung von max. ca. 27 bzw. 25 m. Diese berechneten Abweichungen beziehen sich

jedoch lediglich auf das Grundwasser. Da die Ausbreitungsgeschwindigkeit von gelösten Schadstoffen durch die Retardierung (Rückhaltung) noch deutlich geringer ausfällt, sind damit auch mögliche Abweichungen der Schadstofffahnen deutlich geringer.

Bei einer Retardierung um den Faktor zwei, kann somit für einen Zeitraum von angenommen 25 Jahren eine max. Abweichung von ca. 13,5 m angenommen werden. Diese Annahme geht von unbeeinflussten Strömungsverhältnissen und keinen Abbauprozessen der Schadstoffe aus.

Alle weiteren Strömungslinien, die aus den mehr nordwestlich und nordöstlich gelegenen Schadensbereichen ausgehen, zeigen nahezu einen identischen Verlauf zwischen hydrogeologischem Ursprungszustand und Endzustand.

Die in der Abbildung 35 dargestellten Differenzen zeigen im Bereich des Grundwasserhochs im Endzustand gegenüber der Ausgangssituation eine max. Absenkung von ca. 0,2 m. Die vermutlich auf Querströmungen zurückzuführenden Absenkungen bedingen, dass die Strömungsbahnen im Altlastenbereich der Neuen Tribüne Riederwaldstadion nach 25 Jahren maximal 18 m abweichen.

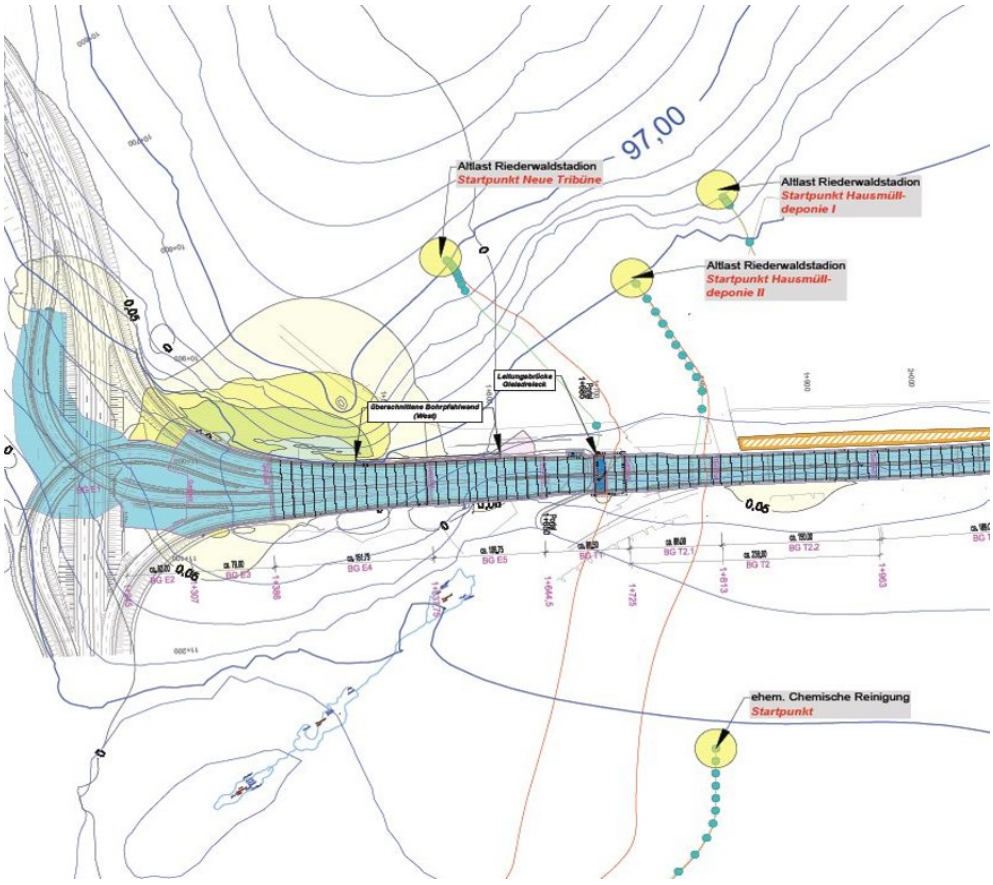


Abbildung 35: Hydrogeologischer Endzustand, Strömungsbahnen West, Differenzenplan

7 Bewertung der hydrogeologischen Verhältnisse Ausgangszustand / Endzustand

Im nachfolgenden Abschnitt sollen mögliche Auswirkungen, die das Bauwerk Riederwaldtunnel auf die zukünftigen hydrogeologischen Verhältnisse haben kann, betrachtet werden. Hierzu sind anhand von drei geologischen Schnitten und der Auswertung von Datenlogger verschiedene Aspekte betrachtet worden. Die nachfolgende Abbildung 36 zeigt die Lage der ausgewerteten Datenlogger und der Schnitte.

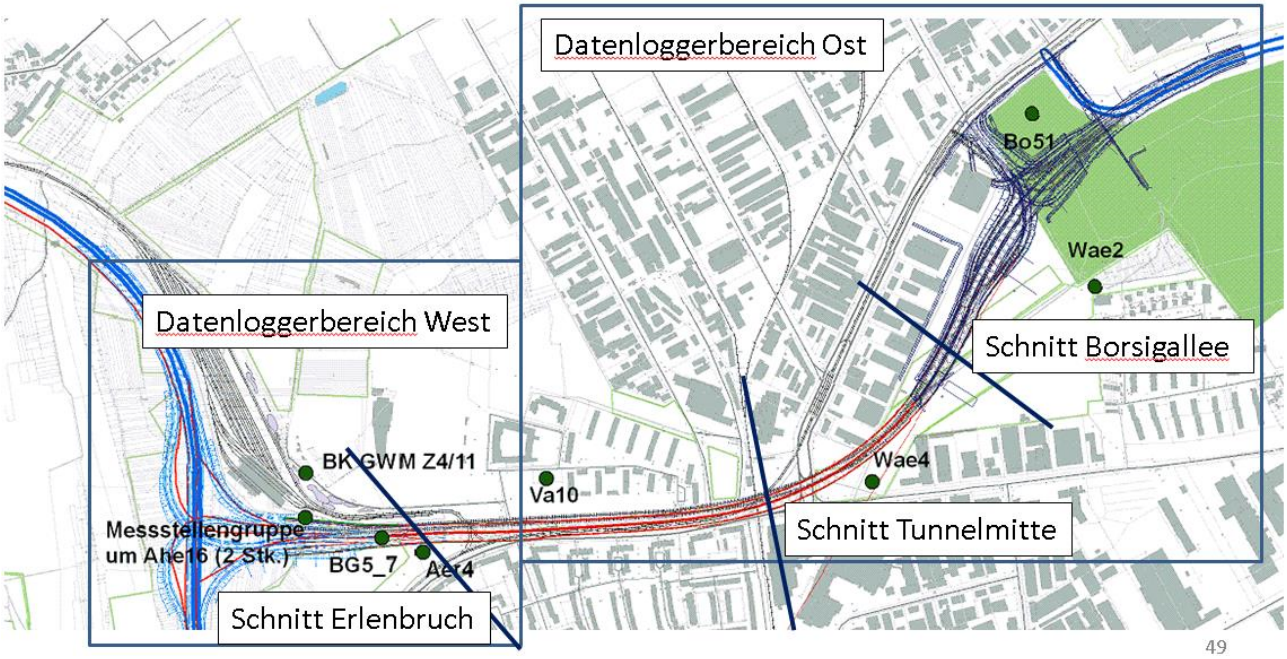


Abbildung 36: Lage geologische Schnitte, Datenlogger

Der Vergleich der hydrogeologischen Ausgangssituation mit dem Endzustand hat gezeigt, dass durch den Bau des Tunnelbauwerks und seiner Trogbauwerke das vorwiegend nach Süden abfließende Grundwasser nicht nachhaltig beeinflusst wird. Der an der Nord- und Südseite des Tunnels verbaute Vertikalfilter und der horizontale gut durchlässige Flächenfilter unterhalb des Bauwerks führen auf Basis der jetzt durchgeführten Grundwasserströmungsmodellierungen zu einem nahezu störungsfreien Umfließen des Bauwerks.

Die Abbildung 37 zeigt nochmals die Differenzen der Grundwasserstände zwischen dem Ausgangszustand und dem Endzustand. Im gesamten mittleren und östlichen Teil sind die Differenzen kleiner +/- 5 Zentimetern.

Die Modellrechnung sind auf einen mittleren Grundwasserstand (Okt. 2012) kalibriert und stationär berechnet worden. Da Grundwasserschwankungen bei stationären Berechnungen nicht berück-

sichtigt werden, sollte anhand von Schnitten und der Auswertung von aktuellen Datenloggern geprüft werden, ob sich bei anderen Wasserständen Änderungen an diesen Aussagen ergeben.

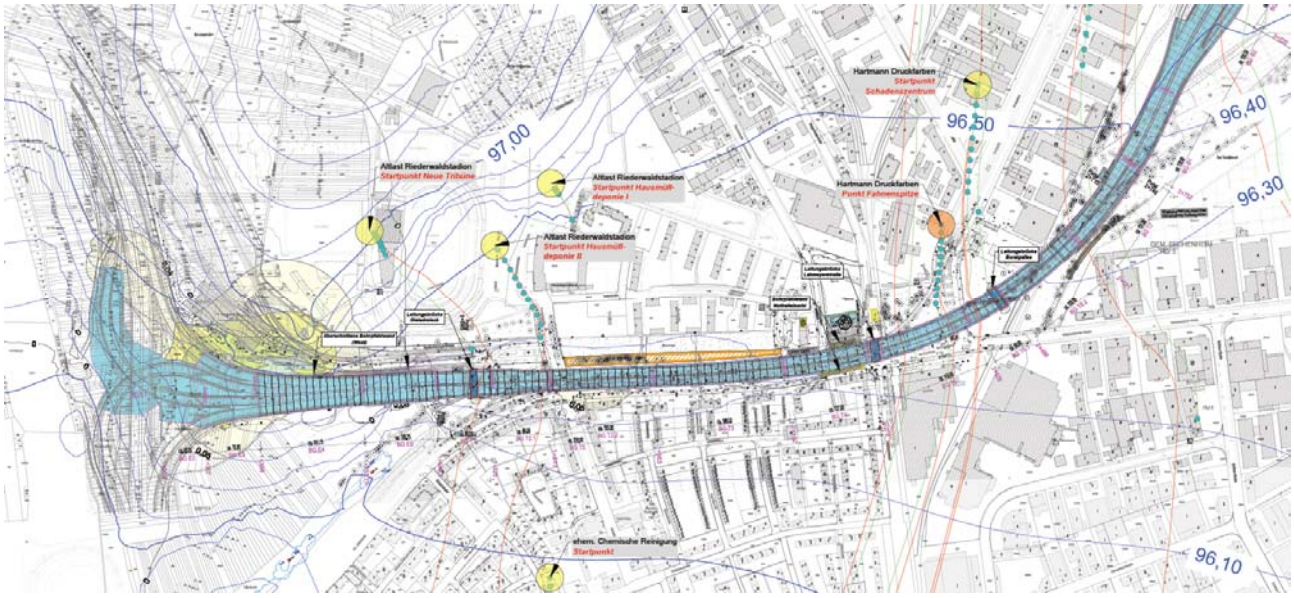


Abbildung 37: Grundwassergleichen hydrogeologischer Endzustand, Differenzen, Strömungslinien

Die Abbildung 38 zeigt die Ganglinien der Messstellen Va 10 und Wae 4 aus dem mittleren Tunnelbereich. Die Wae4 zeigt seit Mitte 2012 hierbei Schwankungen von maximal 0,2 m, die noch vom Grundwasserhoch im Westen beeinflusste GWM Va 10 zeigt Schwankungen von 0,6 m.

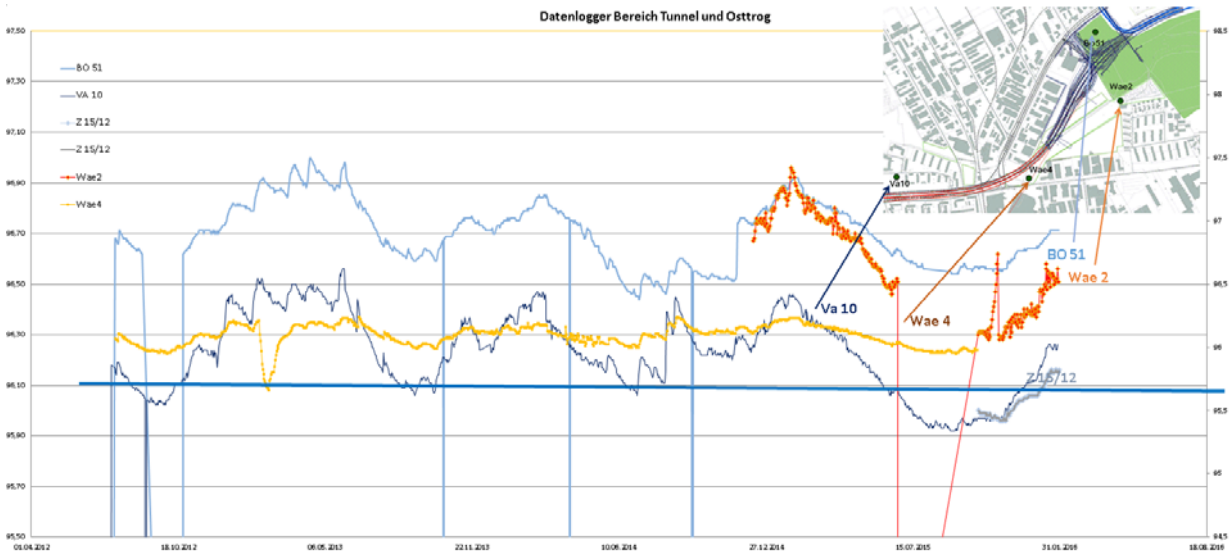


Abbildung 38: Grundwasserganglinien GWM Va 10, Wae 4, Wae2 und Bo 51

Die Abbildung 39 zeigt den Modellschnitt (Schnitt Tunnelmitte, Lage siehe Abbildung 36, Nord-Süd) mit den Wasserständen der Ausgangs- und des Endzustandes. Es zeigt sich, dass es vor

dem Tunnel zu einem Aufstau kommt, der trotz der 20-fachen Überhöhung im Schnitt kaum wahrnehmbar ist. Berechnungen dieses Schnittes mit Wasserständen, die den Schwankungen im mittleren Tunnelabschnitt entsprechen zeigen ein ähnliches Bild, es kommt nicht zur einer Verstärkung des Aufstaus oder zu deutlicheren Absenkungen im Abstrom des Tunnels.

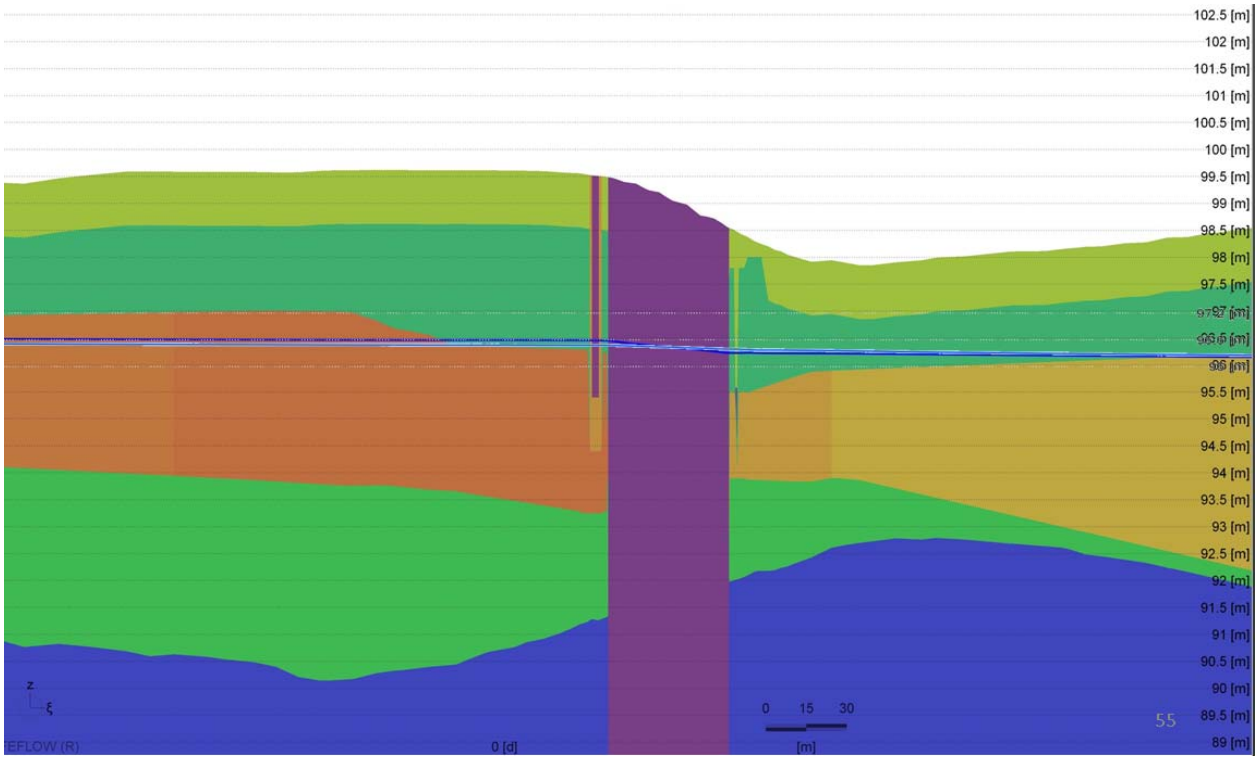


Abbildung 39: 20-fach überhöhter geologischer Schnitt Tunnelmitte (von oben nach unten: hellgrün = Deckschichten, dunkelgrün = Auelehme, orange = Sande / Kiese, Filterkiese, froschgrün = Schleichsande, blau = Rupelton / Cyrenenmergel, violett = Tunnelbauwerk, hellblaue Linie = Wasserstand Ausgangszustand, dunkelblaue Linie = Wasserstand Endzustand)

Die Abbildung 40 zeigt den Modellschnitt (Schnitt Borsigallee, Lage siehe Abbildung 36, Nordwest-Südost) ebenfalls mit den Wasserständen der Ausgangs- und des Endzustandes. Es zeigt sich, dass es auf der Nordwestseite des Tunnels zu keinem Aufstau und auf der südöstlichen Seite zu keinem Absunk kommt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im östlichen Abschnitt der Tunnel eine nordöstliche - südwestliche Erstreckung besitzt und damit nahezu parallel zur Grundfließrichtung verläuft. Die hydrogeologischen Auswirkungen werden basierend auf dieser Anordnung deutlich verringert. Berechnungen dieses Schnittes mit Wasserständen, die den Schwankungen im östlichen Tunnelabschnitt entsprechen, zeigen keine Veränderungen. Es kommt nicht zu einem Aufstau oder zu einer Absenkung im Bereich des Tunnels.

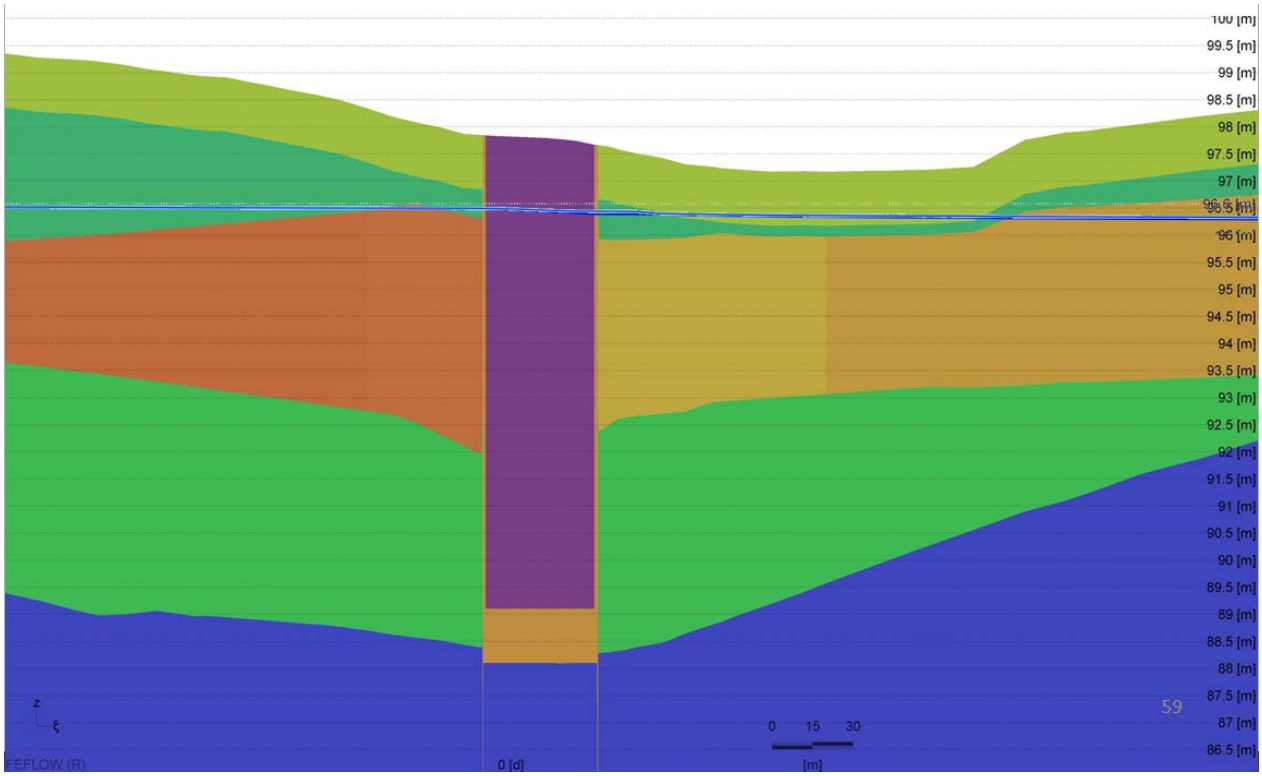


Abbildung 40: 20-fach überhöhter geologischer Schnitt Borsigallee (von oben nach unten: hellgrün = Deckschichten, dunkelgrün = Auelehme, orange = Sande / Kiese, Filterkiese, froschgrün = Schleichsande, blau = Cyrenenmergel, violett = Tunnelbauwerk, hellblaue Linie = Wasserstand Ausgangszustand, dunkelblaue Linie = Wasserstand Endzustand)

Die Abbildung 41 zeigt die Ganglinien der Messstellen GWM Z 04/11, Z 03/12, Z 12/12, Aer 4 aus dem westlichen Tunnelbereich. Das hier ausgebildete Grundwasserhoch zeigt deutlich größere Amplituden im jahreszeitlichen Gang des Grundwassers. Die im Bereich des VGF Gebäudes befindlichen Messstellen zeigen seit Mitte 2012 Wasserspiegelschwankungen zwischen 96,75 mNN im Herbst 2015 und 98,50 mNN im Juli 2016. Die Trockenperiode 2015 und die daraus resultierenden Niedrigwasserstände, sowie die Starkregenereignisse im Juni/Juli 2016 und die resultierenden Grundwasserhochstände stellen unseres Erachtens Extrembedingungen dar. Die durchschnittlichen Grundwasserschwankungen dieses Bereiches liegen bei ca. 1,2 m.

Abbildung 41: Grundwasserganglinien GWM Z 04/11, Z 03/12, Z 12/12, AEr 4

Die Abbildung 42 zeigt den Modellschnitt (Schnitt Erlenbruch, Lage siehe Abbildung 36, Nordwest-Südost) mit den Wasserständen der Ausgangs- und des Endzustandes. Es zeigt sich, dass es im Endzustand vor dem Tunnel zu einem Absunk kommt, der in dem 20-fachen überhöhten Schnitt auch sichtbar wird.

Im Vergleich mit den Wasserständen des Ausgangszustands ergeben sich hier Differenzen in einer Größenordnung von max. 0,25 m. Berechnungen dieses Schnittes mit höheren Wasserständen zeigen ein ähnliches Bild, es kommt jedoch nicht zur einer Verstärkung dieses Effektes.

Die durch den Tunnelbau verursachten dauerhaften Grundwasserabsenkungen werden durch Verteilungseffekte im Flächenfilter hervorgerufen. Im Bereich des GW-Hochs stehen relativ gering durchlässige Schichten an. Die Grundwassergradienten sind in diesem Bereich deutlich steiler ausgebildet. Werden diese Schichten im Bereich des Tunnels durch den gut durchlässigen Flächenfilter ersetzt, kommt es zu einer Ausbreitung und Verteilung der Wassermassen in den Filterkiesen. Diesem Effekt wird mit den geplanten, undurchlässigen Querriegeln entgegen gewirkt, er lässt sich jedoch nicht vollständig unterbinden.

Es ist zu beurteilen, welche Auswirkungen der dauerhafte Absunk in diesem Bereich haben könnte. Mögliche betroffene Bereiche sind das VGF Gebäude auf der Nordseite des Tunnels oder die Teiche am Erlenbruch südlich des Tunnels.

Absenkungen des Wasserspiegels durch den Tunnel könnten im VGF Gebäude zu möglichen Setzungen führen. Anhand der vorliegenden Unterlagen zur Gründung des VGF Gebäudes, sind diesbezüglich jedoch keine negativen Auswirkungen auf die Bebauung zu erwarten.

Die Teiche im Erlenbruch sind vorwiegend grundwassergespeist. Ein dauerhaftes Absinken der Grundwasserstände in diesem Bereich könnte zu nachhaltigen Veränderungen in den Teichen führen.

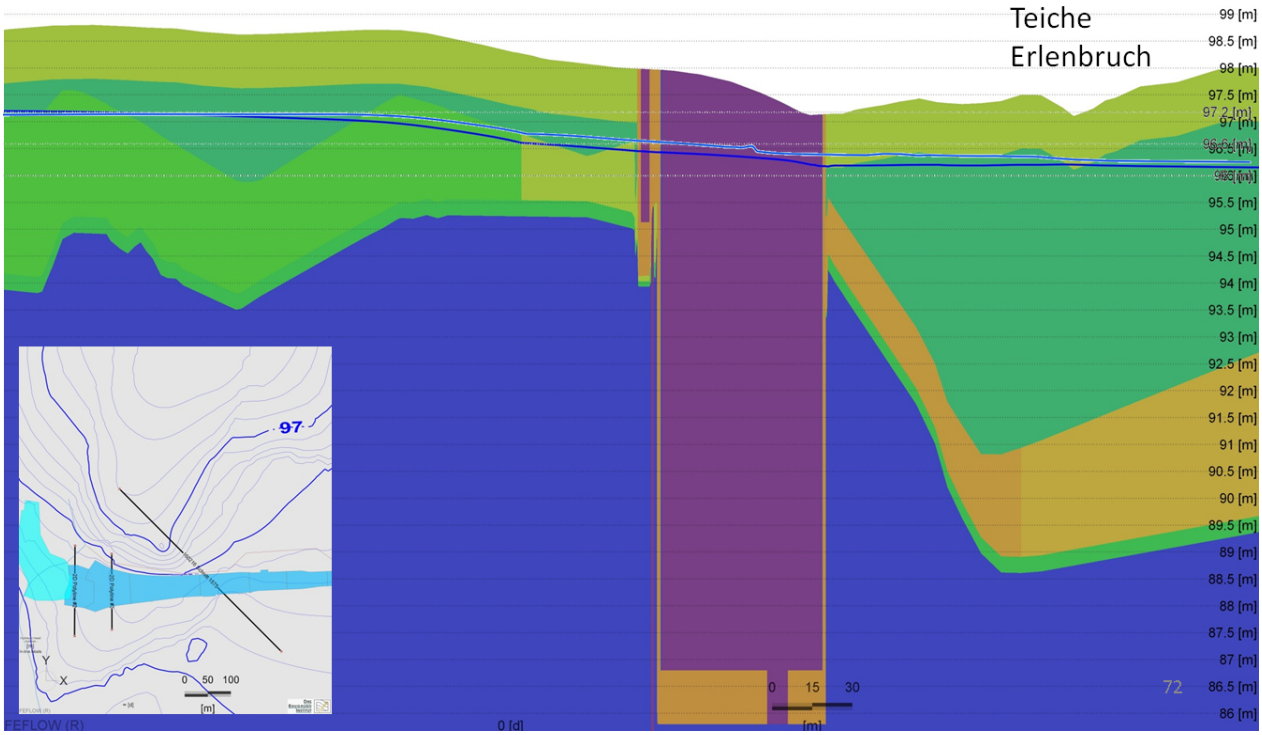


Abbildung 42: stark überhöhter geologischer Schnitt Erlenbruch (von oben nach unten: hellgrün = Deckschichten, dunkelgrün = Auelehme, orange = Sande / Kiese, Filterkiese, froschgrün = Schleichsande, blau = Rupelton, violett = Tunnelbauwerk, hellblaue Linie = Wasserstand Ausgangszustand, dunkelblaue Linie = Wasserstand Endzustand)

Die Teiche stellen ein drainierendes und nivellierendes System im Abstrombereich des Grundwasserhochs dar. Der am Westende der Teiche vorhandene Überlauf hält die Wasserstände in den Teichen in der Regel auf einem Niveau von ca. 95,75 mNN. In den trockenen Sommermonaten 2015 führten die natürlichen Schwankungen des Grundwassers zu einem Absinken des Seewasserspiegels auf Werte von ca. 95,15 mNN, also 0,6 m unter Normalwasserstand. Zu nachhaltigen Änderungen in den Teichen führte dies jedoch nicht.

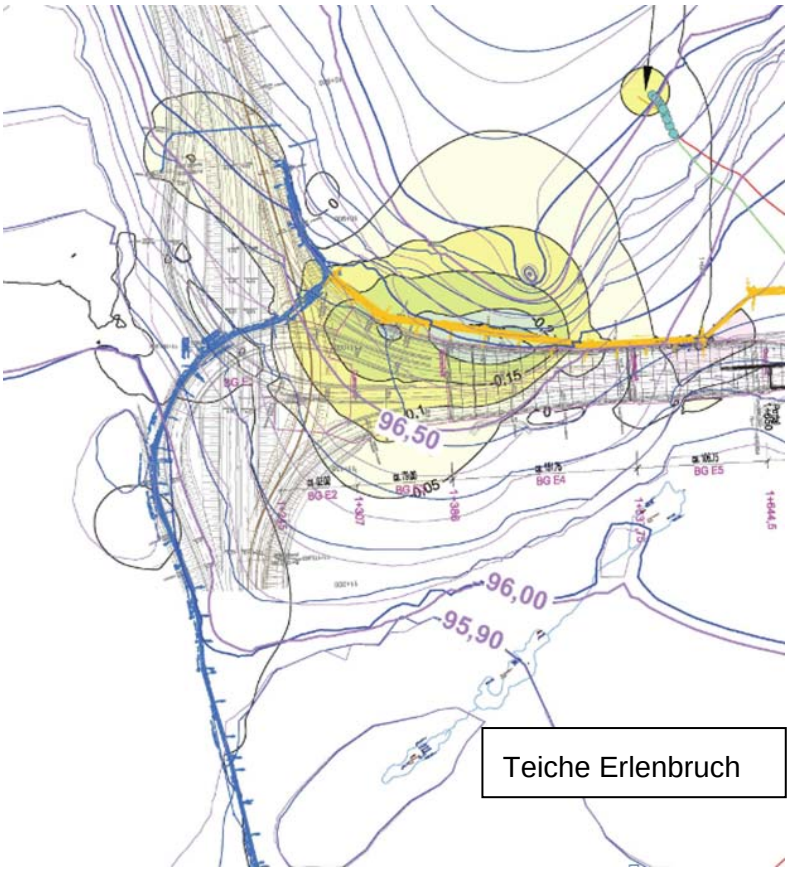


Abbildung 43: Differenzen Ausgangszustand / Endzustand, Absunkbereich Erlenbruch

Wie die Abbildung 43 zeigt, reichen die Absenkungsbereiche nicht in das Areal der Teiche, sondern liegen deutlich nördlich davon.

Aufgrund dieser beiden Sachverhalte sehen wir keine negative Beeinflussung der Teiche Erlenbruch durch die resultierenden GW-Absenkungen.

8 Baubegleitende Maßnahmen / Empfehlungen

Die Neukalibrierung des Systems hat die allgemeinen Modellbedingungen an die vorhandene Schadstoffsituation und die daraus resultierenden Fahnen angepasst. Die in diesem Zusammenhang durchgeführte Auswertung der Monitoringberichte, der halbjährlichen GW-Gleichenpläne und der hydrogeologischen Daten aus dem Bereich der Baugrube E1 und aus dem Bereich der Teiche am Erlenbruch haben zu einem besseren allgemeine Prozessverständnis geführt und die Prognosefähigkeit des Modells kontinuierlich verbessert.

Zur weiteren Verbesserung des Grundwassermodells und dessen Prognosefähigkeit wird aus hydrogeologischer Sicht eine Weiterführung und Anpassung der Grundwassermodellierung für erforderlich gehalten. Die nachfolgend aufgeführten Punkte sollten im Hinblick auf die aktuellen Modelle und die getroffenen Modellvorstellungen durchgeführt werden:

- Auswertung der Stichtagsmessungen (großräumig im Modellgebiet und kleinräumig im Bereich der Baugruben) mit Fokus auf die GW-Fließrichtungen.
- Auswertung und Berücksichtigung der Jahresberichte zu den einzelnen Schadensbereichen im Hinblick auf mögliche Veränderungen der Fahnensituation.
- Auswertung aller vorhandenen und evtl. neu installierten Datenlogger im Hinblick auf die Modellbetrachtungen.
- Auswertung der Wasserstandsdaten der Teiche Erlenbruch und deren Zuflüsse, zur Optimierung der Prognosefähigkeit hinsichtlich der Interaktion Grundwasser / Teichwasserstände
- Auswertungen der Monitoringdaten aus den einzelnen Bauabschnitten zur kontinuierlichen Anpassung und Verbesserung der jetzigen Modellannahmen.
- Auswertung und Einarbeitung aller geologischen, hydrogeologischen Zusatzinformationen, die im Rahmen der weiteren Bauabschnitte gewonnen werden.
- Überprüfungen der Vor-Ort Situation im Hinblick auf die Aussagefähigkeit der Modellannahmen im direkten Vergleich mit den tatsächlichen Verhältnissen.
- Die bisherigen Berechnungsergebnisse sind anhand der o. g. Auswertungen durch stationäre / instationäre Modellberechnungen zu verifizieren.

Die Ergebnisse sind in einem jährlichen Statusbericht zu erfassen, der die oben genannten Auswerteschritte zusammenfasst und Modelländerungen und Verbesserungen dokumentiert.

9 Zusammenfassung

Durch den Bau des Riederwaldtunnels und der erforderlichen Verlegung der bestehenden Sammler werden temporäre und dauerhafte Eingriffe in das Grundwasser erforderlich. Ziel dieses Berichtes ist die Herstellung des wasserrechtlichen Einvernehmens gemäß Wasserhaushaltsgesetz durch den Nachweis, dass die Baumaßnahme zu keinen negativen Beeinflussungen der natürlichen Grundwasserfließverhältnisse führt.

Zur Darstellung der durch die Bautätigkeit resultierenden Auswirkungen wurde zunächst ein Grundwassermodell für die Ausgangssituation erstellt. Nach Anerkennung des Modells durch die Fachbehörde wurden die Grundwasserveränderungen (Differenzenpläne), Entnahmemengen sowie Strömungsbahnen für jede hydrogeologische Bauphase sowie den Endzustand berechnet.

Aus den Berechnungen resultiert während der Bauzeit als maximale Absenkung am Spundwandverbau ein Betrag von 1,20 m (hydrogeologische Bauphase 4), in 90 m Entfernung noch ca. 0,5 m. Als maximaler Aufstau wurde nördlich der Bohrpfahlwand ein Wert von 0,20 m (hydrogeologische Bauphase 2) ermittelt.

Die baubedingten Änderungen stellen unseres Erachtens keine relevanten Beeinflussungen der Grundwassersituation dar.

Für den Endzustand ist (bei einem 1-m mächtigen Flächenfilter mit einer Durchlässigkeit von 1 x 10^{-3} m/s) eine maximale Grundwasserveränderung von 0,25 m Absenkung südöstlich des VGF-Geländes zu erwarten. Der berechnete maximale Aufstau beträgt 0,05 m. Die für die Bauwasserhaltung kalkulierte **Gesamtentnahmemenge** beträgt (inkl. Sammlerbau) **ca. 522.200 m³**.

Die durch den Tunnelbau bedingten Änderungen im Grundwasserregime stellen keine relevanten Beeinflussungen dar.

Eine Verschleppung der Schadstofffahnen ist nach den Berechnungsergebnissen aufgrund der geringen Abweichung der Strömungsbahnen innerhalb des relevanten Bauzeitraumes von 10 Jahren nicht zu erwarten.

Kassel, den 10.07.2017

Dipl.-Geol. Deichmann Dipl.-Geol. Kropp

Bauphase 2
hydrogeologische Bauphase 2
Verkehrstechnische Bauphase 0

ehem. Landis & Gyr
Startpunkt Zentrum Straße

ehem. Landis & Gyr
Startpunkt Zentrum Hof

Altlast ehem. Röder Sitzmöbelfabrik
Startpunkt Zentrum

Maschinenfabrik Herbert
Startpunkt Zentrum

ehem. Chemische Reinigung
Startpunkt Zentrum

ehem. Landis & Gyr
Punkt Fahnenspitze Hof

ehem. Lugi Aktivkohle
Startpunkt Zentrum

Altlast ehem. Röder Sitzmöbelfabrik
Startpunkt Fahnenspitze

Hartmann Druckfarben
Startpunkt Schadenszentrum

Hartmann Druckfarben
Punkt Fahnenspitze

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Neue Tribüne

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Hausmüll-deponie I

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Hausmüll-deponie II

ehem. Chemische Reinigung
Startpunkt

Leitungsbrücke Gleisdreieck

Leitungsbrücke Lahmeyerstraße

Leitungsbrücke Borsigallee

Bohrpfahlwand Nothalbucht

Überschnittene Bohrpfahlwand (West)

GEM. FECHENHEIM Flur 5

96,50 97,00 96,40 96,30 96,20 96,10 96,00

Zeichenerklärung

- Tabuzone (Leitstruktur)
- Baugrube offen / Bauwerk im Bau
- Baugrube geschlossen
- Leitungsbrücke im Bau
- Leitungsbrücke fertiggestellt
- dauerhafte Grundwassersperre
- Baugrube Planung
- Quermauer / Stützwand
- neue Fahrbahn für bauzeitliche Verkehrsführung
- Baustraßen
- Nachnutzung Bestandsstraßen für bauzeitliche Verkehrsführung
- Nachnutzung Rad-/Gehwege für bauzeitliche Verkehrsführung
- Stadtbahn
- Wassergebundene Bauweise - Parkstellplätze | Rad-/Gehwege
- Bankett Rad-/Gehweg
- Einschnittsböschung
- Dammböschung
- Brücke mit Widerlager
- Gebäudeabbruch

Planunterlage: gemäß Schüssler Plan (übergabe 28.11.2016)
Plate_RVT_15_441_04_Phase_02_3_Za_M044_BL2000.91.dwg

Gesamtterminplan Grundwasser [Stand 06.07.2017]

hydrogeologische *Bauphase 2*:

aktive Grundwassersperren: **11 Sperren**
- E1
- *Bohrpfahlwand Nordsammler*
- *Nordsammler Ost und West*
- *Südsammler Vortrieb*
- *Stauraumkanal Wächtersbacher Straße*
- *Seckbachsammler Los1 und Los 3*
- Leitungsbrücke Gleisdreieck,
- Leitungsbrücke Lahmeyerstraße
- Leitungsbrücke Borsigallee

97,10 / 97,00 - GW-Gleichen

- Schadenzentren gem. RP (gelb= Zentrum, orange= Fahnenspitze)
- Strömungsbahnen nach Modifizierung
- Strömungsbahnen
- 0,5-Jahres-Zeitscheiben (0-5 Jahre, Endpunkt 25 Jahre)

Farbskala

Aufstau
- >0,50
- 0,30 bis 0,50
- 0,25
- 0,20
- 0,15
- 0,10
- 0,05

Absenkung
- 0,00
- -0,05
- -0,10
- -0,15
- -0,20
- -0,25
- -0,30 bis -0,50
- -0,55 bis -0,75
- -0,80 bis -1,00
- >1,00

Bearbeitet:
DAS BAUGRUND INSTITUT
Dipl.-Ing. Knierim GmbH
Wolfhager Straße 427 , 34128 Kassel-Harleshausen
Tel.: 0561/96994-0; Fax: 0561/96994-55, E-Mail: kassel@dasbaugrundinstitut.de

Projekt-Nr.: 011/12

	Datum	
Bearb.:	25.11.16	Kr
Gez.:	27.11.16	ahe
Gepr.:	30.11.16	Kr

Geändert	Datum	Gez.:	Geprüft
a			
b			
c			
d			

Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement
Frankfurt am Main

HESSEN

Unterlage Nr.: A5
Blatt Nr.: 1
Hessen ID: 03712

Bauwerk:
Riederwaldtunnel **BAB A 66 / A 661**
Frankfurt am Main - Hanau

Maßnahme: *Berechnung der hydrogeologischen Bauphasen (gemäß Gesamtterminplan Grundwasser vom 06.07.2017)* **-Bauphase 2-**

	Datum	Zeichen
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

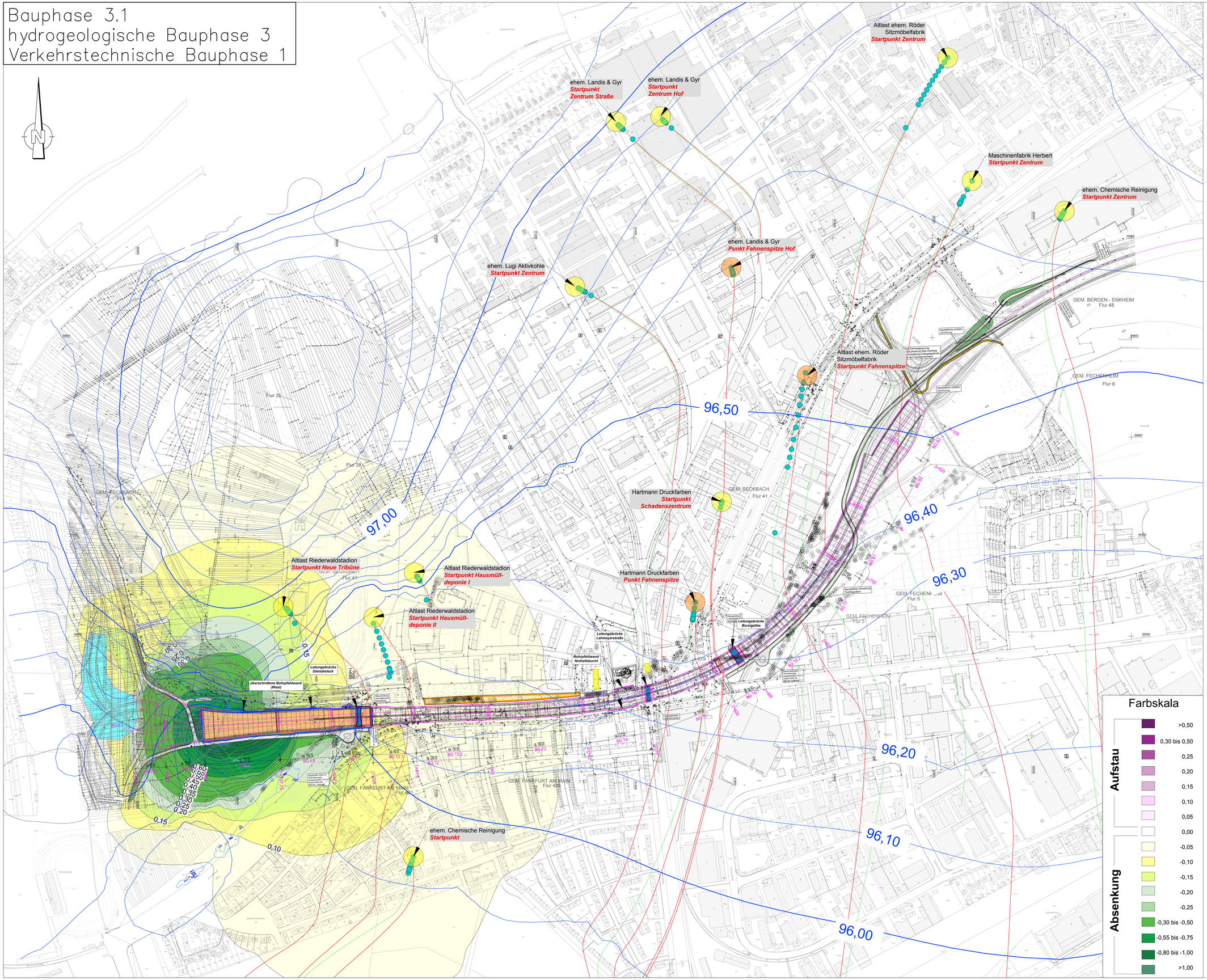
Darstellung:
GW-Gleichen Differenzenplan Ausgangssituation gegen Bauphase 2

Maßstab: 1 : 2.500

Anlage 1
zu Anlage A.5
Dokumentation zur Neuberechnung der hydrogeologischen Bauphasen 2 - 7

K:\2012\011_12 Riederwaldtunnel Grundwassermodell\A-5\5 Wassermodellsetup\01_Planerkl\Anlage A.5.1 Rev01 Bauphase 2.dwg

Bauphase 3.1
hydrogeologische Bauphase 3
Verkehrstechnische Bauphase 1


Altlast ehem. Röder Sitzmöbelfabrik
Startpunkt Zentrum
ehem. Landis & Gyr
Startpunkt Zentrum Straße
ehem. Landis & Gyr
Startpunkt Zentrum Hof
Maschinenfabrik Herbert
Startpunkt Zentrum
ehem. Chemische Reinigung
Startpunkt Zentrum
ehem. Landis & Gyr
Punkt Fahnenspitze Hof
ehem. Lugi Aktivkohle
Startpunkt Zentrum
Altlast ehem. Röder Sitzmöbelfabrik
Startpunkt Fahnenspitze
GEM. BERGEN - ENKHEIM
Flur 48
GEM. FECHENHEIM
Flur 6
GEM. FECHENHEIM
Flur 5
96,50
96,40
96,30
96,20
96,10
96,00
97,00
Hartmann Druckfarben
Startpunkt Schadenszentrum
Hartmann Druckfarben
Punkt Fahnenspitze
GEM. SECKBACH
Flur 41
GEM. SECKBACH
Flur 36
Flur 35
Flur 38
Flur 44
Flur 42
Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Neue Tribüne
Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Hausmüll-deponie I
Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Hausmüll-deponie II
Leitungsbrücke Gleisdreieck
überschnittene Bohrpfahlwand (West)
Leitungsbrücke Lahmeyerstraße
Bohrpfahlwand Nothaltebucht
Leitungsbrücke Borsigallee
GEM. FRANKFURT AM MAIN
Flur 451
GEM. FRANKFURT AM MAIN
Flur 429
ehem. Chemische Reinigung
Startpunkt
BG E5
BG T1
BG T2
BG T2.2
BG T3
BG T4
BG T5
BG T6
BG T7
BG T8
BG T9
BG T10
BG T11
BG T12
BG T13
BG T14
BG T15
BG T16
BG T17
BG T18
BG T19
BG T20
BG T21
BG T22
BG

Bauphase 3.3
hydrogeologische Bauphase 4
Verkehrstechnische Bauphase 2a

ehem. Landis & Gyr
Startpunkt Zentrum Straße

ehem. Landis & Gyr
Startpunkt Zentrum Hof

Altlast ehem. Röder Sitzmöbelfabrik
Startpunkt Zentrum

Maschinenfabrik Herbert
Startpunkt Zentrum

ehem. Chemische Reinigung
Startpunkt Zentrum

ehem. Landis & Gyr
Punkt Fahnenspitze Hof

ehem. Lugi Aktivkohle
Startpunkt Zentrum

96,50

Altlast ehem. Röder Sitzmöbelfabrik
Startpunkt Fahnenspitze

96,40

96,30

Hartmann Druckfarben
Startpunkt Schadenszentrum

Hartmann Druckfarben
Punkt Fahnenspitze

96,20

97,00

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Neue Tribüne

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Hausmüll-deponie I

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Hausmüll-deponie II

96,10

96,00

ehem. Chemische Reinigung
Startpunkt

0,05
0,10
0,15
0,20
0,25
0,30
0,35
0,60
0,70

Leitungsbrücke Gleisdreieck
Leitungsbrücke Lahmeyerstraße
Leitungsbrücke Borsigallee
Bohrpfahlwand Nothaltebucht
überschnittene Bohrpfahlwand (West)
Bauwerk BW 1
Gleisdreieck Ost
Gleisdreieck West
Gleisdreieck Nord
Gleisdreieck Süd
Rad-/Gehweg Rad-/Gehweg Anbindung Ostpromenade an den Fahnenspitzpark

Bauphase 5
hydrogeologische Bauphase 5
Verkehrstechnische Bauphase 2c

ehem. Landis & Gyr
Startpunkt Zentrum Straße

ehem. Landis & Gyr
Startpunkt Zentrum Hof

Altlast ehem. Röder Sitzmöbelfabrik
Startpunkt Zentrum

Maschinenfabrik Herbert
Startpunkt Zentrum

ehem. Chemische Reinigung
Startpunkt Zentrum

ehem. Landis & Gyr
Punkt Fahnenspitze Hof

ehem. Lugi Aktivkohle
Startpunkt Zentrum

Altlast ehem. Röder Sitzmöbelfabrik
Startpunkt Fahnenspitze

Hartmann Druckfarben
Startpunkt Schadenszentrum

Hartmann Druckfarben
Punkt Fahnenspitze

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Neue Tribüne

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Hausmüll-deponie I

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Hausmüll-deponie II

ehem. Chemische Reinigung
Startpunkt

Leitungsbrücke Gleisdreieck

Leitungsbrücke Lahmeyerstraße

Leitungsbrücke Borsigallee

Bohrpfahlwand Nothaltebucht

überschnittene Bohrpfahlwand (West)

96,50 | 96,40 | 96,30 | 96,20 | 96,10 | 96,00 | 97,00

Zeichenerklärung

- Tabuzone (Leitstruktur)
- Baugrube offen / Bauwerk im Bau
- Baugrube geschlossen
- Leitungsbrücke im Bau
- Leitungsbrücke fertiggestellt
- dauerhafte Grundwassersperre
- Baugrube Planung
- Quermauer / Stützwand
- neue Fahrbahn für bauzeitliche Verkehrsführung
- Baustraßen
- Nachnutzung Bestandsstraßen für bauzeitliche Verkehrsführung
- Nachnutzung Rad-/Gehwege für bauzeitliche Verkehrsführung
- Stadtbahn
- Wassergebundene Bauweise - Parkstellplätze | Rad-/Gehwege
- Bankett Rad-/Gehweg
- Einschnittsböschung
- Dammböschung
- Brücke mit Widerlager
- Gebäudeabbruch

Planunterlage: gemäß Schüssler Plan (Übergabe 28.11.2016)
Plafe_RWT_15_441_07_Phase_5_5_2b_M036.dwg

Gesamtterminplan Grundwasser [Stand 06.07.2017]

hydrogeologische *Bauphase 5*:

aktive Grundwassersperren: **8 Sperren**
- E4
- T2.2
- T6.2
- B1

- *Bohrpfahlwand Nothaltebucht*

dauerhafte Grundwassersperren: 3 Sperren
- Leitungsbrücke Gleisdreieck,
- Leitungsbrücke Lahmeyerstraße
- Leitungsbrücke Borsigallee

97,10 / 97,00 - GW-Gleichen

- Schadenzentren gem. RP (gelb= Zentrum, orange= Fahnenspitze)
- Strömungsbahnen nach Modifizierung
- Strömungsbahnen
- 0,5-Jahres-Zeitscheiben (0-5 Jahre, Endpunkt 25 Jahre)

Farbskala

Aufstau
- >0,50
- 0,30 bis 0,50
- 0,25
- 0,20
- 0,15
- 0,10
- 0,05

Absenkung
- 0,00
- -0,05
- -0,10
- -0,15
- -0,20
- -0,25
- -0,30 bis -0,50
- -0,55 bis -0,75
- -0,80 bis -1,00
- >1,00

Bearbeitet:
DAS BAUGRUND INSTITUT
Dipl.-Ing. Knierim GmbH
Wolfhager Straße 427 , 34128 Kassel-Harleshausen
Tel.: 0561/96994-0; Fax: 0561/96994-55, E-Mail: kassel@dasbaugrundinstitut.de

Projekt-Nr.: 011/12

	Datum	
Bearb.:	25.11.16	Kr
Gez.:	27.11.16	ahe
Gepr.:	30.11.16	Kr

Geändert	Datum	Gez.:	Gepr/ft
a			
b			
c			
d			

Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement
Frankfurt am Main

HESSEN

Unterlage Nr.: A5
Blatt Nr.: 4
Hessen ID: 03712

Bauwerk:
Riederwaldtunnel **BAB A 66 / A 661**
Frankfurt am Main - Hanau

Maßnahme: *Berechnung der hydrogeologischen Bauphasen (gemäß Gesamtterminplan Grundwasser vom 06.07.2017)* **-Bauphase 5-**

	Datum	Zeichen
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

Darstellung:
GW-Gleichen Differenzenplan
Ausgangssituation gegen Bauphase 5

Maßstab: 1 : 2.500

Anlage 4
zu Anlage A.5
Dokumentation zur Neuberechnung der hydrogeologischen Bauphasen 2 - 7

K:\2012\011_13 Riederwaldtunnel Grundwassermodell\A-55 Wasserhaushaltsgleichung\1_Planen\Anlage A.5.4 Rev07 Bauphase 5.dwg 1

Bauphase 6
hydrogeologische Bauphase 6
Verkehrstechnische Bauphase 2d

Altlast ehem. Röder Sitzmöbelfabrik
Startpunkt Zentrum

ehem. Landis & Gyr
Startpunkt Zentrum Straße

ehem. Landis & Gyr
Startpunkt Zentrum Hof

Maschinenfabrik Herbert
Startpunkt Zentrum

ehem. Chemische Reinigung
Startpunkt Zentrum

ehem. Landis & Gyr
Punkt Fahnenspitze Hof

ehem. Lugi Aktivkohle
Startpunkt Zentrum

Altlast ehem. Röder Sitzmöbelfabrik
Startpunkt Fahnenspitze

Hartmann Druckfarben
Startpunkt Schadenszentrum

Hartmann Druckfarben
Punkt Fahnenspitze

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Neue Tribüne

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Hausmüll-deponie I

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Hausmüll-deponie II

ehem. Chemische Reinigung
Startpunkt

97,00

96,30

96,20

96,10

96,00

0,05

0,10

0,15

0,20

0,25

0,30

0,40

0,50

Zeichenerklärung

- Tabuzone (Leitstruktur)
- Baugrube offen / Bauwerk im Bau
- Baugrube geschlossen
- Leitungsbrücke im Bau
- Leitungsbrücke fertiggestellt
- dauerhafte Grundwassersperre
- Baugrube Planung
- Quermauer / Stützwand
- neue Fahrbahn für bauzeitliche Verkehrsführung
- Baustraßen
- Nachnutzung Bestandsstraßen für bauzeitliche Verkehrsführung
- Nachnutzung Rad-/Gehwege für bauzeitliche Verkehrsführung
- Stadtbahn
- Wassergebundene Bauweise - Parkstellplätze | Rad-/Gehwege
- Bankett Rad-/Gehweg
- Einschnittsböschung
- Dammböschung
- Brücke mit Widerlager
- Gebäudeabbruch

Planunterlage: gemäß Schüssler Plan (Übergabe 28.11.2016)
Plafe_RWT_15_441_08_Phase_6_6_2d_M037.dwg

Gesamtterminplan Grundwasser [Stand 06.07.2017]

hydrogeologische *Bauphase 6*:

aktive Grundwassersperren: 10 Sperren
- E3
- T3
- T5
- B1
- B2
- B3

- *Bohrpfahlwand Nothaltebucht*

dauerhafte Grundwassersperren: 3 Sperren
- Leitungsbrücke Gleisdreieck,
- Leitungsbrücke Lahmeyerstraße
- Leitungsbrücke Borsigallee

- 97,10 / 97,00 - GW-Gleichen
- - Schadenzentren gem. RP (gelb= Zentrum, orange= Fahnenspitze)
- - Strömungsbahnen nach Modifizierung
- - Strömungsbahnen
- - 0,5-Jahres-Zeitscheiben (0-5 Jahre, Endpunkt 25 Jahre)

Farbskala

Aufstau
- >0,50
- 0,30 bis 0,50
- 0,25
- 0,20
- 0,15
- 0,10
- 0,05

Absenkung
- 0,00
- -0,05
- -0,10
- -0,15
- -0,20
- -0,25
- -0,30 bis -0,50
- -0,55 bis -0,75
- -0,80 bis -1,00
- >1,00

Bearbeitet:
DAS BAUGRUND INSTITUT
Dipl.-Ing. Knierim GmbH
Wolfhager Straße 427 , 34128 Kassel-Harleshausen
Tel.: 0561/96994-0; Fax: 0561/96994-55; E-Mail: kassel@dasbaugrundinstitut.de

Projekt-Nr.: 011/12	Datum	
Bearb.:	25.11.16	Kr
Gez.:	27.11.16	ahe
Gepr.:	30.11.16	Kr

Geändert	Datum	Gez.:	Geprüft
a			
b			
c			
d			

Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement
Frankfurt am Main

HESSEN

Unterlage Nr.: A5
Blatt Nr.: 5
Hessen ID: 03712

Bauwerk:
Riederwaldtunnel **BAB A 66 / A 661**
Frankfurt am Main - Hanau
Maßnahme: *Berechnung der hydrogeologischen Bauphasen (gemäß Gesamtterminplan Grundwasser vom 06.07.2017)* **-Bauphase 6-**

	Datum	Zeichen
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

Darstellung:
GW-Gleichen Differenzenplan
Ausgangssituation gegen Bauphase 6
Maßstab: 1 : 2.500

Anlage 5
zu Anlage A.5
Dokumentation zur Neuberechnung der hydrogeologischen Bauphasen 2 - 7

K:\2012\011_12 Riederwaldtunnel Grundwassermodell\A-5\5 Wasserhaltekampagne\01_Planen\Anlage A.5.5 Rev07 Bauphase 6.dwg /

Bauphase 7
hydrogeologische Bauphase 7
Verkehrstechnische Bauphase 2e

ehem. Landis & Gyr
Startpunkt Zentrum Straße

ehem. Landis & Gyr
Startpunkt Zentrum Hof

Altlast ehem. Röder Sitzmöbelfabrik
Startpunkt Zentrum

Maschinenfabrik Herbert
Startpunkt Zentrum

ehem. Chemische Reinigung
Startpunkt Zentrum

ehem. Landis & Gyr
Punkt Fahnenspitze Hof

ehem. Lugi Aktivkohle
Startpunkt Zentrum

Altlast ehem. Röder Sitzmöbelfabrik
Startpunkt Fahnenspitze

Hartmann Druckfarben
Startpunkt Schadenszentrum

Hartmann Druckfarben
Punkt Fahnenspitze

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Neue Tribüne

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Hausmüll-deponie I

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Hausmüll-deponie II

ehem. Chemische Reinigung
Startpunkt

Leitungsbrücke Gleisdreieck

Leitungsbrücke Lahmeyerstraße

Leitungsbrücke Borsigallee

Bohrpfahlwand Nothaltebucht

überschnittene Bohrpfahlwand (West)

Bauwerk BW 1
Leitungsbrücke Gleisdreieck

Austahrt Poco Möbelhaus

Zufahrt Poco Möbelhaus

96,50
96,40
96,30
96,20
96,10
96,00
97,00

Zeichenerklärung

- Tabuzone (Leitstruktur)
- Baugrube offen / Bauwerk im Bau
- Baugrube geschlossen
- Leitungsbrücke im Bau
- Leitungsbrücke fertiggestellt
- dauerhafte Grundwassersperre
- Baugrube Planung
- Quermauer / Stützwand
- neue Fahrbahn für bauzeitliche Verkehrsführung
- Baustraßen
- Nachnutzung Bestandsstraßen für bauzeitliche Verkehrsführung
- Nachnutzung Rad-/Gehwege für bauzeitliche Verkehrsführung
- Stadtbahn
- Wassergebundene Bauweise - Parkstellplätze | Rad-/Gehwege
- Bankett Rad-/Gehweg
- Einschnittsböschung
- Dammböschung
- Brücke mit Widerlager
- Gebäudeabbruch

Planunterlage: gemäß Schüssler Plan (Übergabe 28.11.2016)
Plaits_RWT_15_441_09_Phase_7_7_2e_MI39_BL.2000.91.dwg

Gesamtterminplan Grundwasser [Stand 06.07.2017]

hydrogeologische *Bauphase 7*:

aktive Grundwassersperren: **6 Sperren**
- E2
- T4
- B1

- *Bohrpfahlwand Nothaltebucht*

dauerhafte Grundwassersperren: 3 Sperren
- Leitungsbrücke Gleisdreieck,
- Leitungsbrücke Lahmeyerstraße
- Leitungsbrücke Borsigallee

97,10 / 97,00 - GW-Gleichen
- Schadenzentren gem. RP (gelb= Zentrum, orange= Fahnenspitze)
- Strömungsbahnen nach Modifizierung
- Strömungsbahnen
- 0,5-Jahres-Zeitscheiben (0-5 Jahre, Endpunkt 25 Jahre)

Farbskala

Aufstau
- >0,50
- 0,30 bis 0,50
- 0,25
- 0,20
- 0,15
- 0,10
- 0,05
- 0,00

Absenkung
- -0,05
- -0,10
- -0,15
- -0,20
- -0,25
- -0,30 bis -0,50
- -0,55 bis -0,75
- -0,80 bis -1,00
- >1,00

Bearbeitet:
DAS BAUGRUND INSTITUT
Dipl.-Ing. Knierim GmbH
Wolfhager Straße 427 , 34128 Kassel-Harleshausen
Tel.: 0561/96994-0, Fax: 0561/96994-55, E-Mail: kassel@baugrundinstitut.de

Projekt-Nr.: 011/12

	Datum	
Bearb.:	25.11.16	Kr
Gez.:	27.11.16	ahe
Gepr.:	30.11.16	Kr

Geändert

	Datum	Gez.:	Geprüft
a			
b			
c			
d			

Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement
Frankfurt am Main

HESSEN

Unterlage Nr.: A5
Blatt Nr.: 6
Hessen ID: 03712

Bauwerk:
Riederwaldtunnel **BAB A 66 / A 661**
Frankfurt am Main - Hanau

Maßnahme: *Berechnung der hydrogeologischen Bauphasen (gemäß Gesamtterminplan Grundwasser vom 06.07.2017)* **-Bauphase 7-**

	Datum	Zeichen
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

Darstellung:
GW-Gleichen Differenzenplan Ausgangssituation gegen Bauphase 7

Maßstab: 1 : 2.500

Anlage 6
zu Anlage A.5
Dokumentation zur Neuberechnung der hydrogeologischen Bauphasen 2 - 7

K:\2012\011_12 Riederwaldtunnel Grundwassermodell\A-05 Wasserhaltekonzept\01_Planen\Anlage A.5.6 Rev07 Bauphase 7.dwg /

Bauphase 8
Endzustand Tunnel

ehem. Landis & Gyr
Startpunkt Zentrum Straße

ehem. Landis & Gyr
Startpunkt Zentrum Hof

Altlast ehem. Röder Sitzmöbelfabrik
Startpunkt Zentrum

Maschinenfabrik Herbert
Startpunkt Zentrum

ehem. Chemische Reinigung
Startpunkt Zentrum

ehem. Landis & Gyr
Punkt Fahnenspitze Hof

ehem. Lugi Aktivkohle
Startpunkt Zentrum

Altlast ehem. Röder Sitzmöbelfabrik
Startpunkt Fahnenspitze

Hartmann Druckfarben
Startpunkt Schadenszentrum

Hartmann Druckfarben
Punkt Fahnenspitze

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Neue Tribüne

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Hausmüll-deponie I

Altlast Riederwaldstadion
Startpunkt Hausmüll-deponie II

ehem. Chemische Reinigung
Startpunkt

Leitungsbrücke Gleisdreieck

überschnittene Bohrpfahlwand (West)

Leitungsbrücke Lahmeyerstraße

Bohrpfahlwand Nothaltebucht

Leitungsbrücke Borsigallee

Weiterbehandlung Sing.Anl. Lösemittelhalt. Tröpfchen

GEM. FECHENHEIM
Flur 5

97,00 | 96,50 | 96,40 | 96,30 | 96,20 | 96,10 | 96,00

Zeichenerklärung

- Tabuzone (Leitstruktur)
- Baugrube offen / Bauwerk im Bau
- Baugrube geschlossen
- Leitungsbrücke im Bau
- Leitungsbrücke fertiggestellt
- dauerhafte Grundwassersperre
- Baugrube Planung
- Quermauer / Stützwand
- neue Fahrbahn für bauzeitliche Verkehrsführung
- Baustraßen
- Nachnutzung Bestandsstraßen für bauzeitliche Verkehrsführung
- Nachnutzung Rad-/Gehwege für bauzeitliche Verkehrsführung
- Stadtbahn
- Wassergebundene Bauweise - Parkstellplätze | Rad-/Gehwege
- Bankett Rad-/Gehweg
- Einschnittsböschung
- Dammböschung
- Brücke mit Widerlager
- Gebäudeabbruch

Planunterlage: gemäß Schüssler Plan (Übergabe 28.11.2016)
Platte_RWT_15_441_10_Phase_8_Endzustand_M045.dwg

Gesamtterminplan Grundwasser

[Stand 06.07.2017]

hydrogeologischer Endzustand:

dauerhafte Grundwassersperren: 4 Sperren
- Leitungsbrücke Gleisdreieck,
- Leitungsbrücke Lahmeyerstraße
- Leitungsbrücke Borsigallee
- Bohrpfahlwand Nothaltebucht

Farbskala

Aufstau
- >0,50
- 0,30 bis 0,50
- 0,25
- 0,20
- 0,15
- 0,10
- 0,05
- 0,00

Absenkung
- -0,05
- -0,10
- -0,15
- -0,20
- -0,25
- -0,30 bis -0,50
- -0,55 bis -0,75
- -0,80 bis -1,00
- >1,00

- 97,10 / 97,00 - GW-Gleichen
- - Schadenzentren gem. RP (gelb= Zentrum, orange= Fahnenspitze)
- - Strömungsbahnen nach Modifizierung
- - Strömungsbahnen
- - 0,5-Jahres-Zeitscheiben (0-5 Jahre, Endpunkt 25 Jahre)

Bearbeitet:
DAS BAUGRUND INSTITUT
Dipl.-Ing. Knierim GmbH
Wolfhager Straße 427 , 34128 Kassel-Harleshausen
Tel.: 0561/96994-0, Fax: 0561/96994-55, E-Mail: kassel@baugrundinstitut.de

Projekt-Nr.: 011/12

Geändert	Datum	Gez.:	Geprüft
a			
b			
c			
d			

	Datum	Kr
Bearb.:	25.11.16	Kr
Gez.:	27.11.16	ahe
Gepr.:	30.11.16	Kr

Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement
Frankfurt am Main

HESSEN

Unterlage Nr.: A5
Blatt Nr.: 7
Hessen ID: 03712

Bauwerk:
Riederwaldtunnel BAB A 66 / A 661
Frankfurt am Main - Hanau

Maßnahme: *Berechnung der hydrogeologischen Bauphasen (gemäß Gesamtterminplan Grundwasser vom 06.07.2017)* **-Endzustand-**

	Datum	Zeichen
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

Darstellung:
GW-Gleichen Differenzenplan
Ausgangssituation gegen Endzustand
Maßstab: 1 : 2.500

Anlage 7
zu Anlage A.5
Dokumentation zur Neuberechnung der hydrogeologischen Bauphasen 2 - 7

K:\2012\011_12 Riederwaldtunnel Grundwassermodell\A-05 Wasserwirtschaftliches\01 Planen\Anlage A.5.7 Rev07 Bauphase 8 Endzustand.dwg /