

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

Bauherr:

Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement

HESSEN

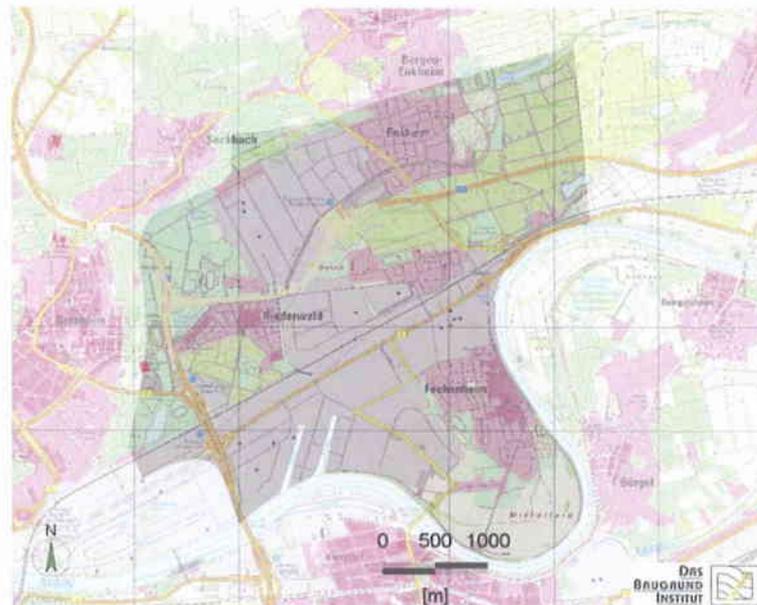


Projekt:

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



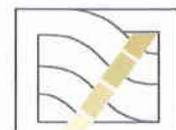
Dokumentation der Grundwassermodellberechnungen Bauphasenberechnungen November 2016

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

HESSEN



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

Nachrichtlich Planfestgestellte
Unterlage Nr. 18

zum
Planfeststellungsbeschluss

vom 18.12.2019

Gz. VII-1 – 61-k-04 # 2.054g

Wiesbaden, den 19.12.2019

Hessisches Ministerium
für Wirtschaft, Energie, Verkehr
und Wohnen
Im Auftrag



Vincenzi
Vincenzi, Baudirektor



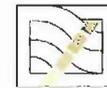
INHALTSVERZEICHNIS

	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 hydrogeologischen 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.

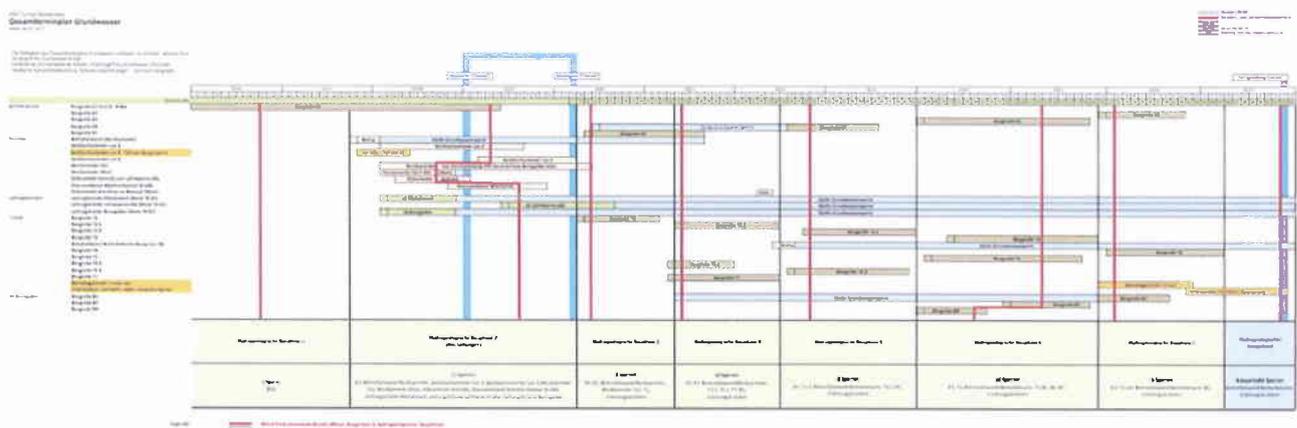


Abbildung 1: Gesamtterminplan Grundwasser, Stand: 06.07.2017 (Hessen Mobil)

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.

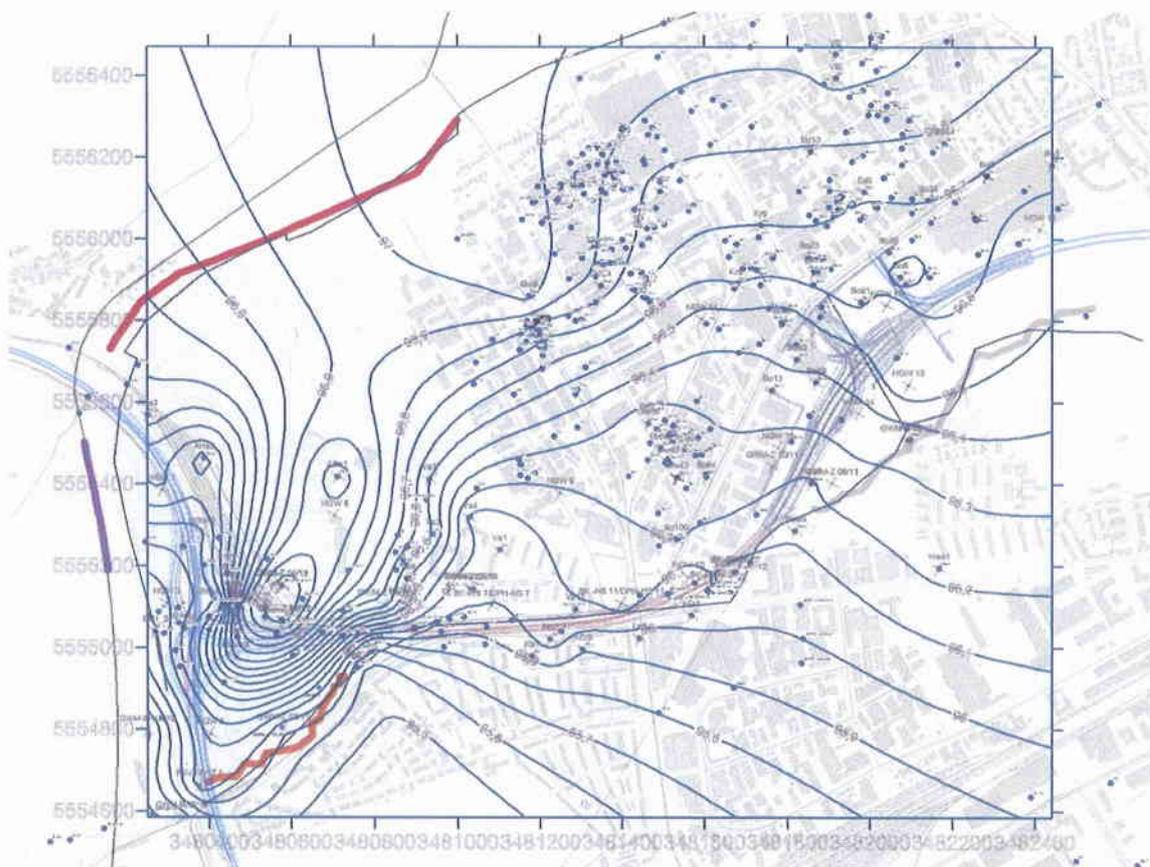
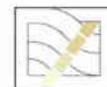


Abbildung 2: Grundwassergleichenplan 17.10.2012



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 Haupt- bodenarten (gem. Arcadis und ELE)
Deckschichten / Auffüllungen	Schluff, Sand, Kies, Schotter	einheitlich k_f 1×10^{-4} m/s	Schicht 1	Schicht 1
Quartäre Hochflutlehme	Schluff	GW-Geringleiter einheitlich k_f 1×10^{-6} m/s	Schicht 2	Schicht 2.1
Quartäre Terrassen	Sand, Kies	GW-Leiter, lokal ange- passte k_f -Werte k_f $1 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-3}$ m/s	Schicht 3	Schicht 2.3
Tertiär	Schleichsand	GW- Geringleiter k_f $3,2 \times 10^{-6}$ m/s	Schicht 4	Schicht 3.1b
Tertiär	Rupelton, Cyrenenmergel	GW-Nichtleiter k_f 5×10^{-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 vergleichsweise geringen bis mittleren Grundwasserneubildung von 4 l/s pro km² (125 mm/a) auszugehen.

In stark versiegelten, städtischen Gebieten ist die GW-Neubildungsrate auf 2 l/s pro km² 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 Isolinenplan 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).

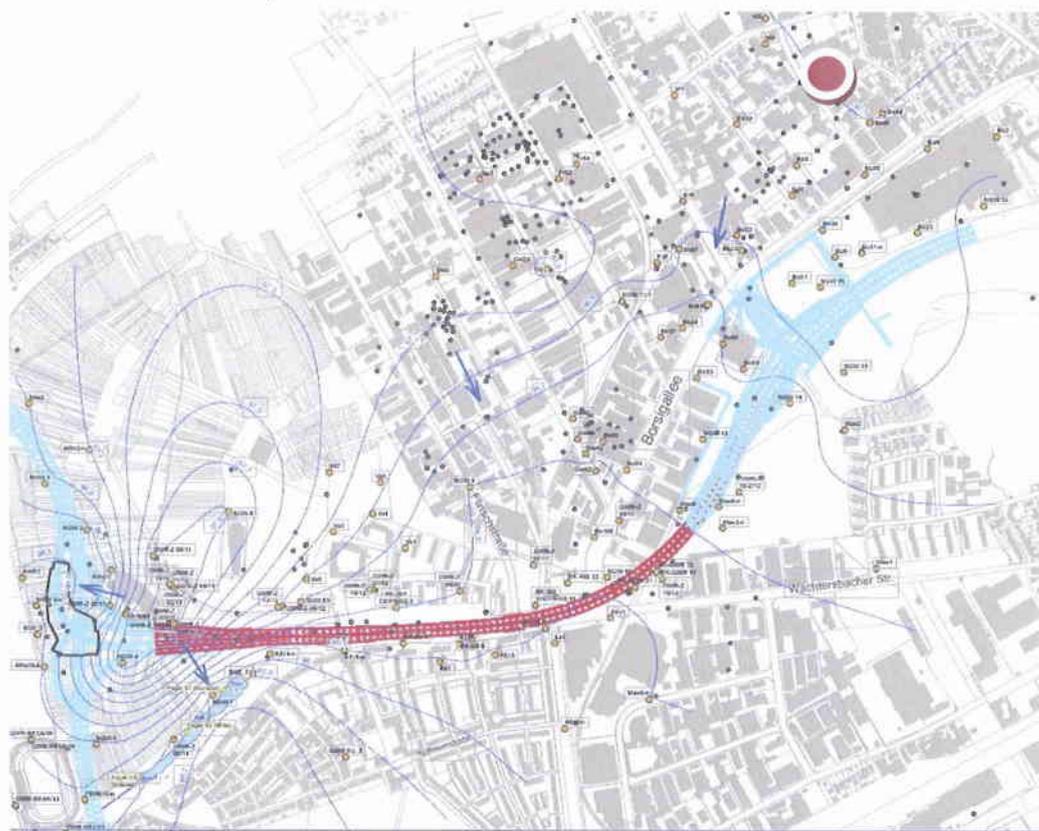


Abbildung 3: Grundwassergleichen Arcadis Juli 2016 mit ungefährender Lage der ehem. Sitzmöbelfabrik Röder (roter Kreis)



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.

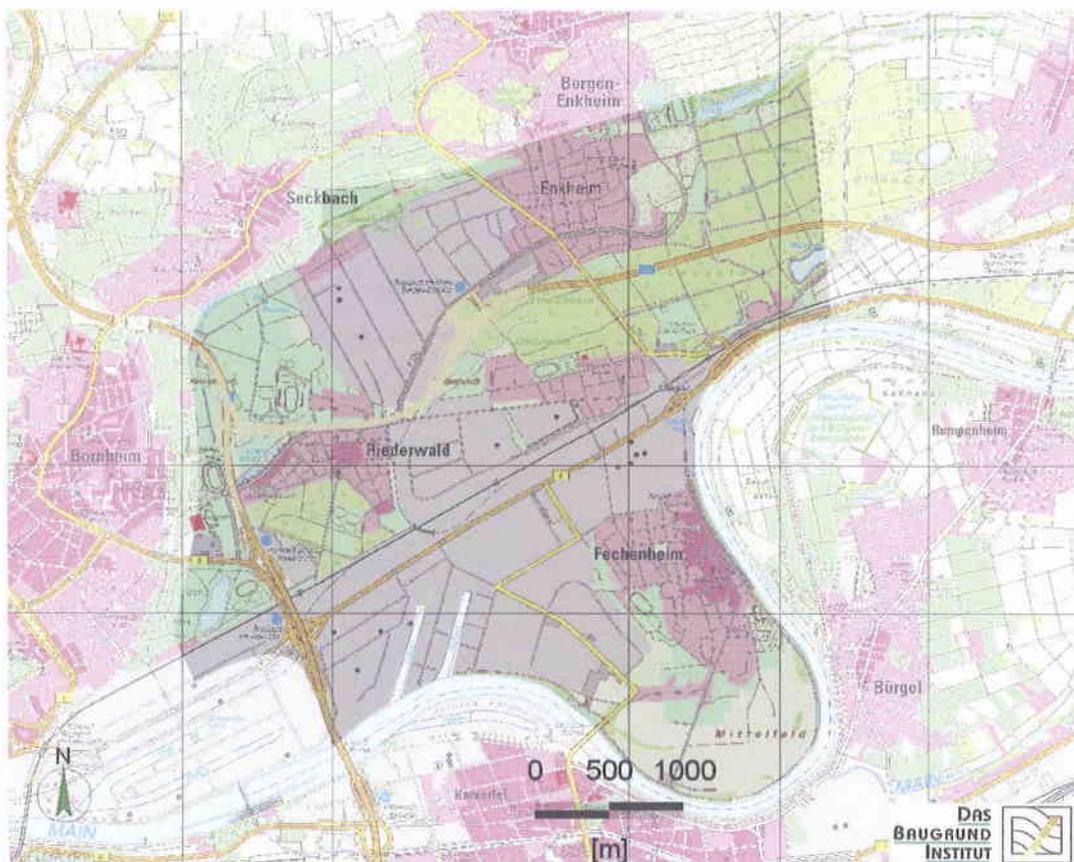


Abbildung 4: Darstellung des Modellgebietes

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 Betriebs-hof der VGF geprägte Areal nördlich des Erlenbruchs. Teilweise ist der Riedgraben ebenfalls kana-lisiert, südlich des FSV-Stadions tritt er wieder an die Oberfläche und mündet in den Ostparkwei-her (siehe Abbildung 5).

Änderungen bei der Nachkalibrierung wurden nicht vorgenommen.

3.3 Grundwasserneubildung

Wie schon beschrieben, ist der Nordwesten vorwiegend unbefestigt und wird durch Kleingartenan-lagen geprägt. Südlich des AD Erlenbruchs liegen die Flächen teilweise brach. Aufgrund der gerin-gen Versiegelung sind hier für den Betrachtungszeitraum Oktober 2012 Grundwasserneubildungs-raten von 60-80 mm/a angesetzt worden. Gleiches gilt für den ackerbaulich genutzten Bereich süd-lich 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 ver-siegelten 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 m³/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 m³ 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 m³/a angesetzt. Die modelltechnische Versickerung erfolgt über 10 Einzelpunkte (1 m³/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.

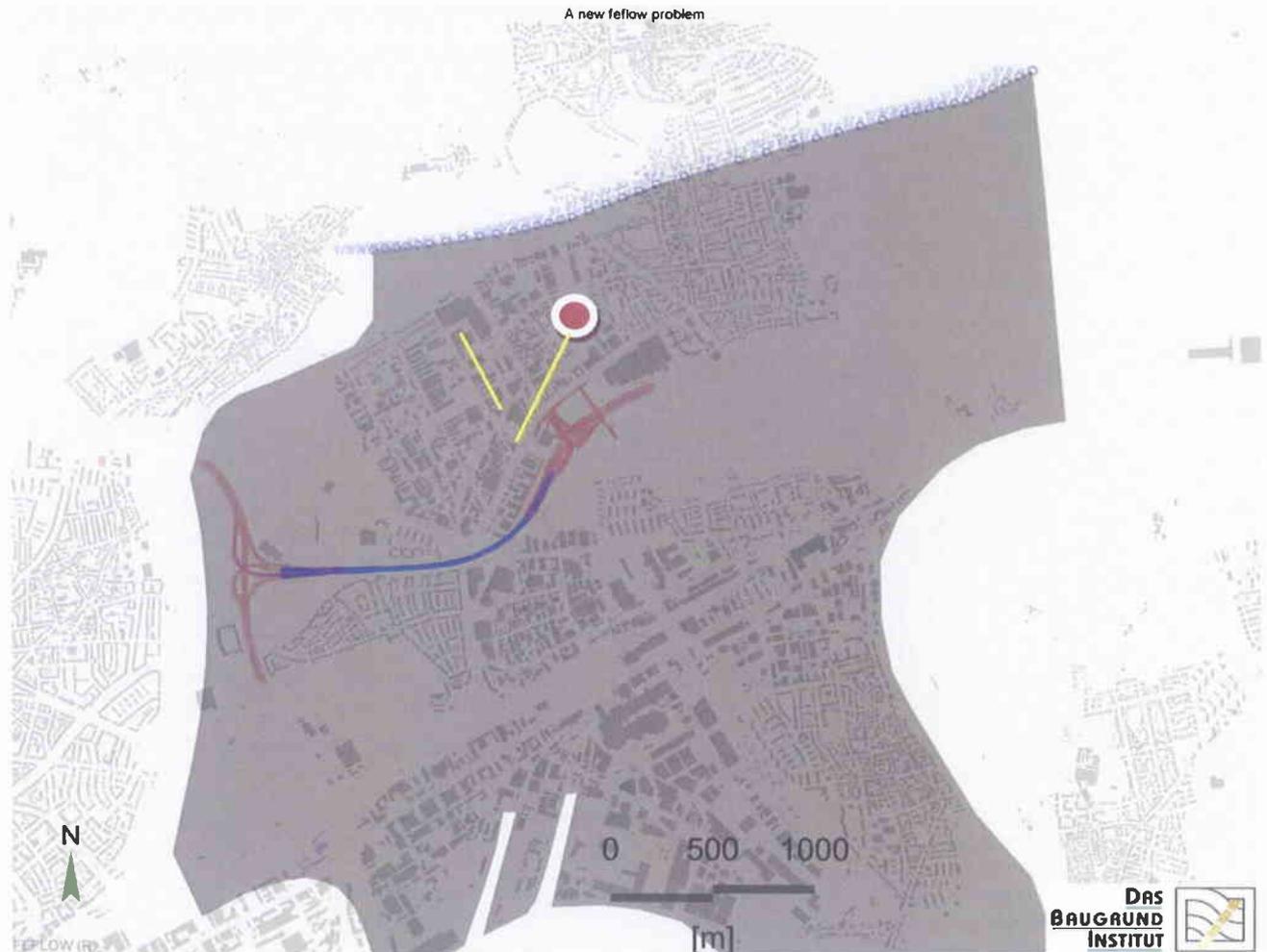


Abbildung 6: Darstellung der geänderten Randbedingungen im nördlichen Bereich (gelbe Linien = Darstellung Schadstofffahnenachsen, roter Punkte ehem. Sitzmöbelfabrik Röder, blaue Punkte Wasserstandsrandbedingungen „Hydraulic Head Boundary Conditions“)

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 Schadstofffahnenensituation 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.

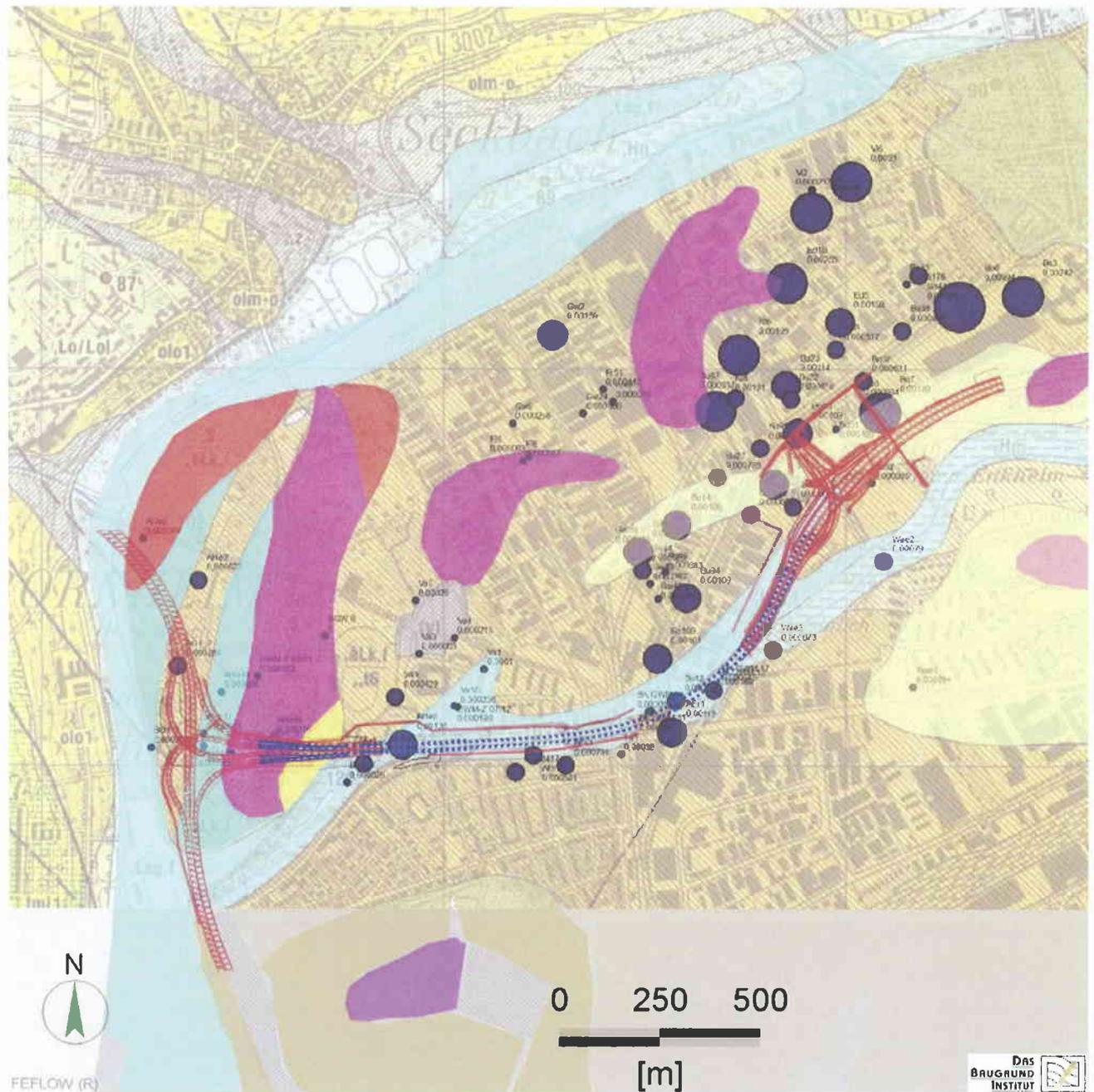


Abbildung 7: Darstellung geologische Bereiche / Ergebnisse PV-Auswertung



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.

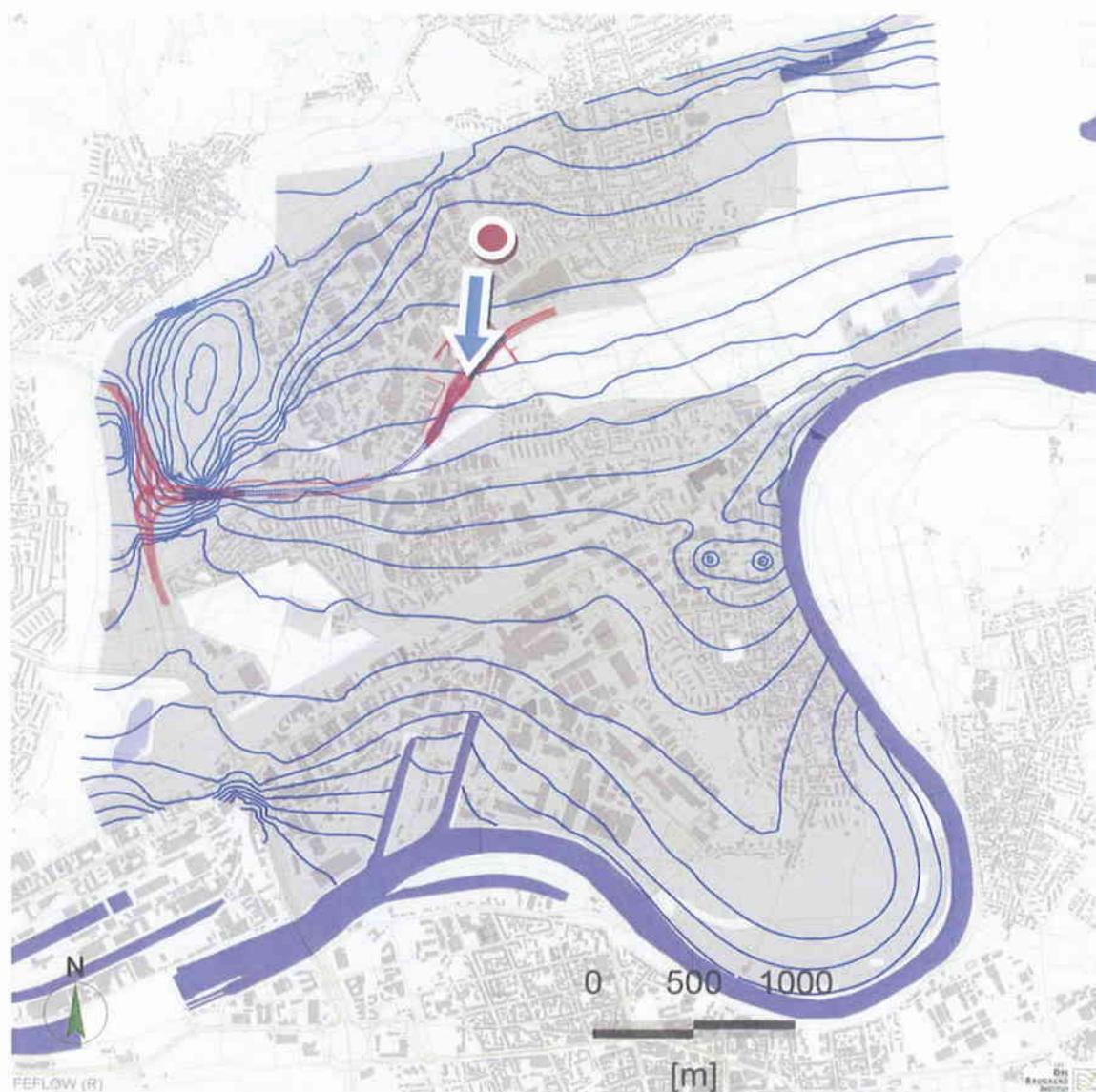


Abbildung 8: Grundwassergleichen Ursprungsmodell (Oktober 2012) mit Darstellung ehem. Sitzmöbelfabrik Röder (roter Punkt) und davon ausgehender GW-Fließrichtung.

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

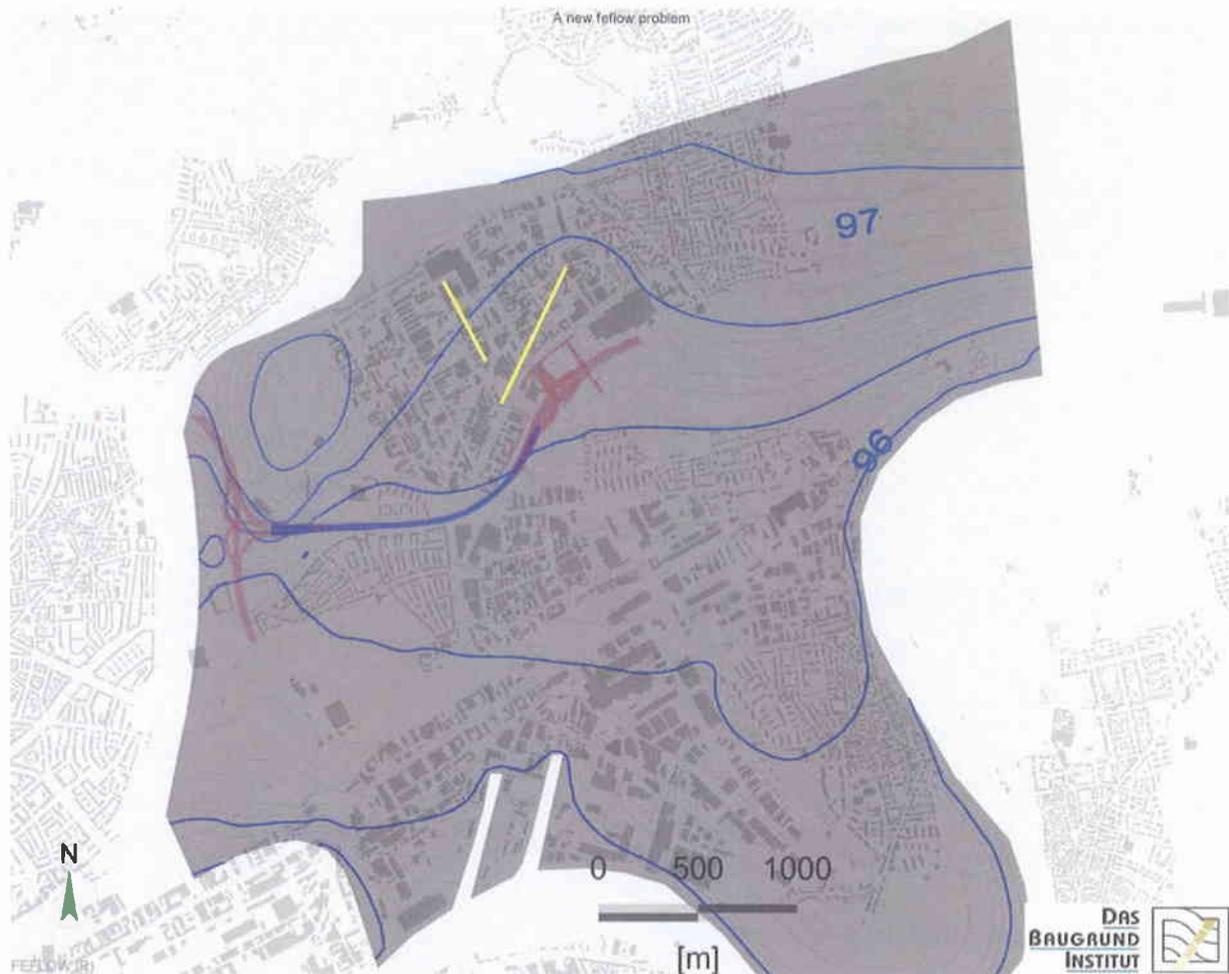


Abbildung 9 Grundwassergleichen modifiziertes Modell (September 2014) mit Darstellung ehem. Sitzmöbelfabrik Röder (roter Punkt) und davon ausgehender Schadstofffahnenachse (östl. gelbe Linie).

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

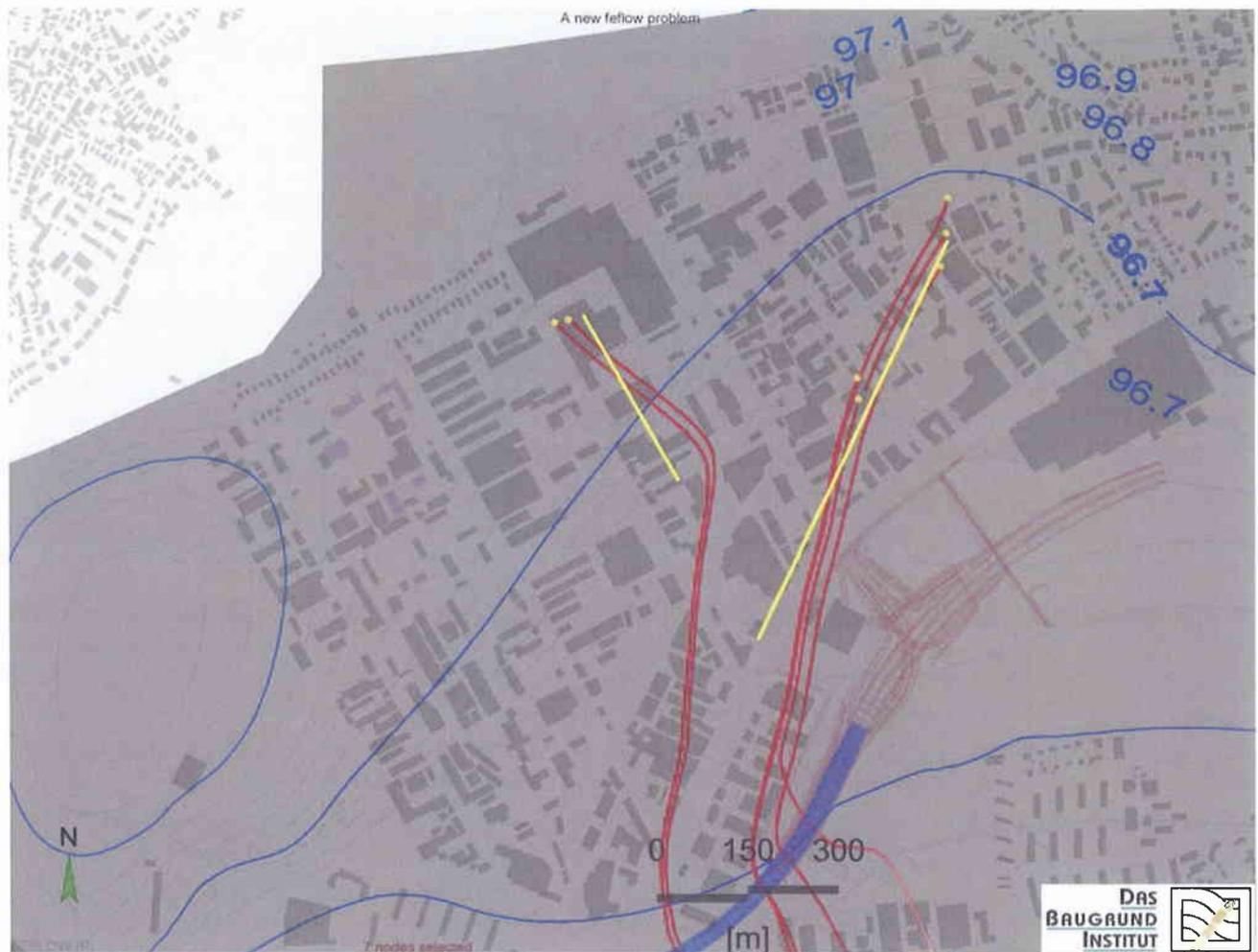


Abbildung 10: Darstellung der Grundwassergleichen im Nordbereich, Darstellung der Fahnenachsen (gelbe Linien) und Darstellung der Strömungsbahnen (rote Linien)

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

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



Conductivity [Kxx]

- Patches -
[10.4m/s]
- 20 ≤ ≤ 50
- 5 ≤ ≤ 20
- 1 ≤ ≤ 5
- 0.1 ≤ ≤ 1
- 0.01 ≤ ≤ 0.1
- ∞ ≤ ≤ 0.01



FEFLOW (R)

0 500 1000



[m]



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 5×10^{-4} m/s.

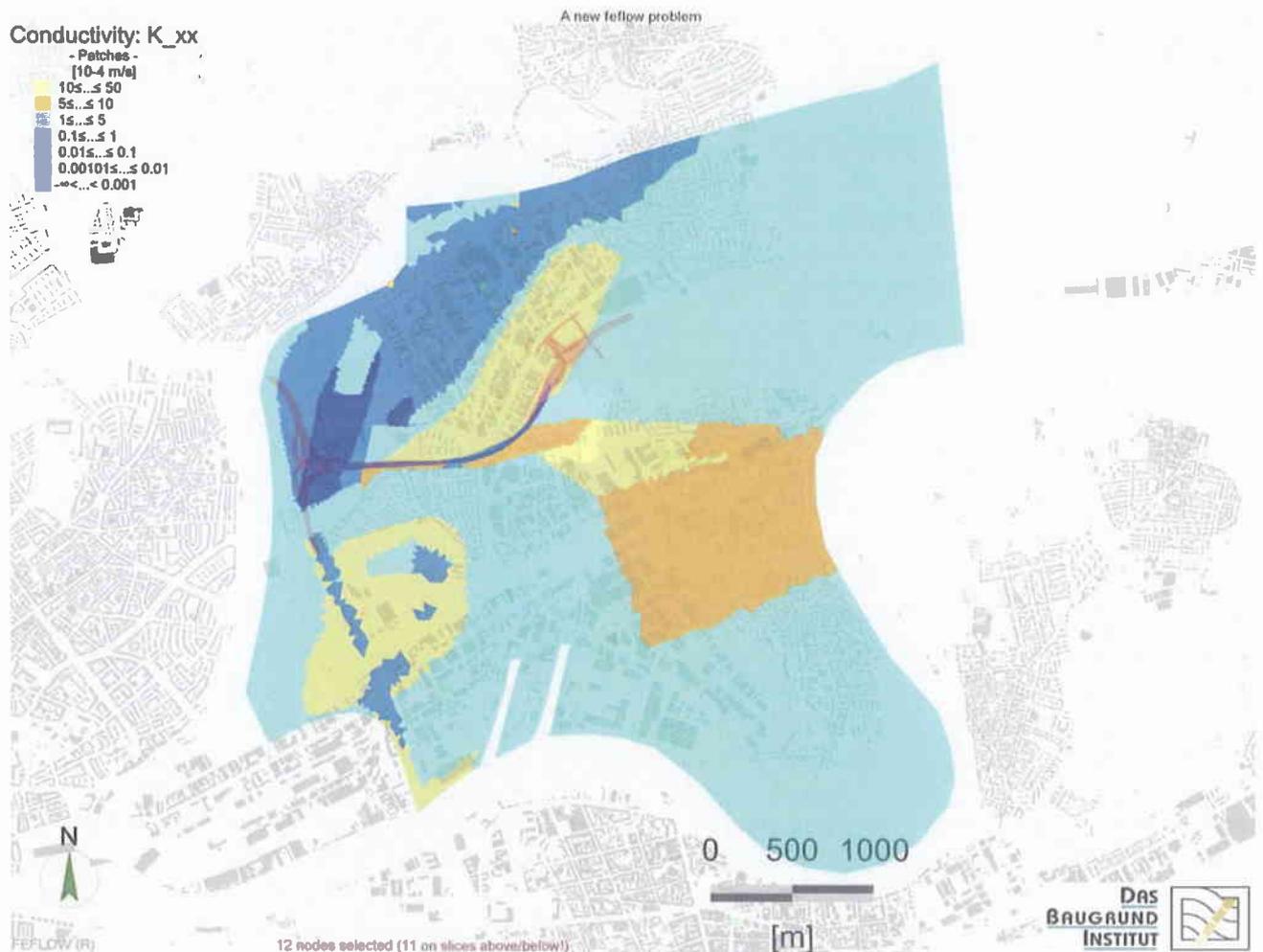


Abbildung 12: Darstellung k_f -Wert-Bereiche nach Modifizierung

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 Schadstoffbahnen im Untersuchungsgebiet.



6 Grundwassermodellierung

6.1 Vorbemerkungen Modellberechnungen

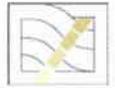
Die Modellkalibrierung zeigt vorwiegend in südliche Richtungen abfließendes Grundwasser. Im Bereich der südöstlichen Mainschleife fließt das Grundwasser teilweise nach Südosten ab. Der Bereich nördlich des AD Erlenbruchs wird vorwiegend durch die Grundwasserneubildung gespeist. Entwässert wird dieser 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 farblich hinterlegt worden. Eine Gelbgrüne Farbgebung repräsentiert Absenkungsbeträge innerhalb der hydrogeologischen Bauphase gegenüber dem Ausgangszustand, violette Bereiche repräsentieren einen Aufstau.



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.

Gesamtterminplan Grundwasser

Stand 06.07.2017

Die Zeitbalken des Gesamtterminplans Grundwasser umfassen nur Arbeiten, während derer ein Eingriff ins Grundwasser erfolgt. Vorlaufende und nachlaufende Arbeiten ohne Eingriff ins Grundwasser (Einrichten Baufäche, Kampfmittelerkundung, Auflockerungsabbrungen) sind nicht dargestellt.

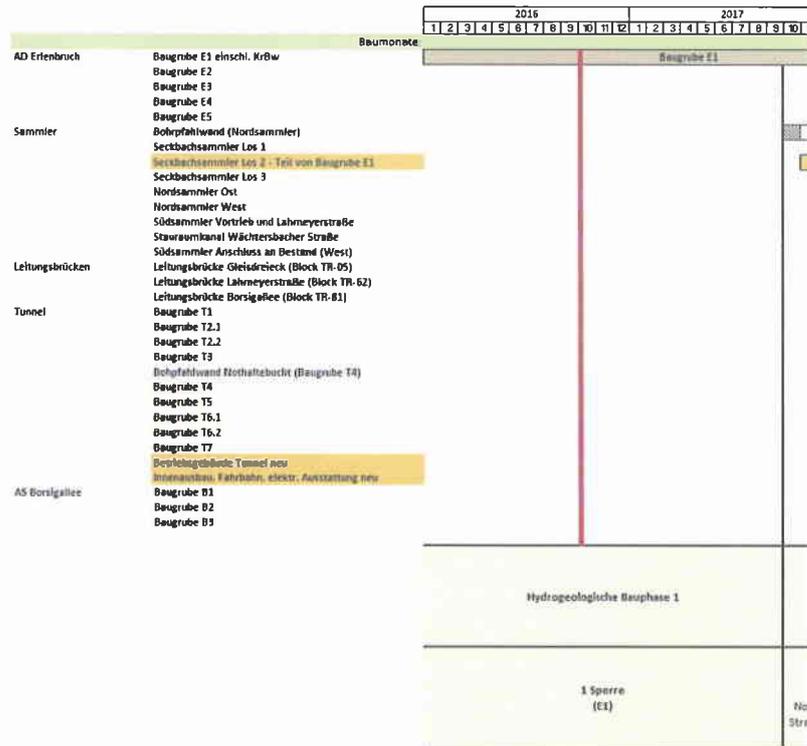


Abbildung 14: Hydrogeologische Bauphase 1

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 Baugrubenverbau 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.

Gesamtterminplan Grundwasser
Stand: 06.07.2017

Die Zeitblöcke des Gesamtterminplans Grundwasser umfassen nur Arbeiten, während derer ein Eingriff ins Grundwasser erfolgt. Vorlaufende und nachlaufende Arbeiten ohne Eingriff ins Grundwasser (Einrichten Baufläche, Kampfmittelentladung, Auflockerungsbohrungen...) sind nicht dargestellt.

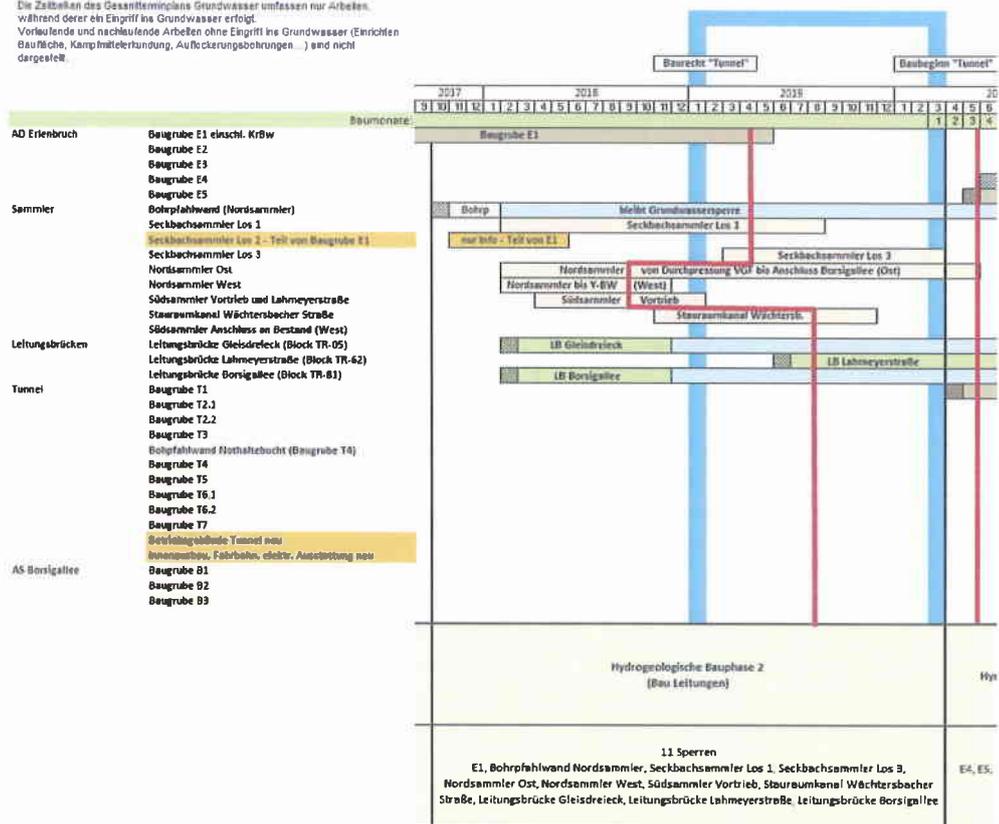


Abbildung 15: Gesamtterminplan hydrogeologische Bauphase 2

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 (Kanalsole 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. Absenk +/- 0,05 m). Auch der Bau der Leitungsbrücken zeigt in den Differenzenplänen keine relevante Beeinflussung des Grundwasserregimes (+/- 0,05 m).

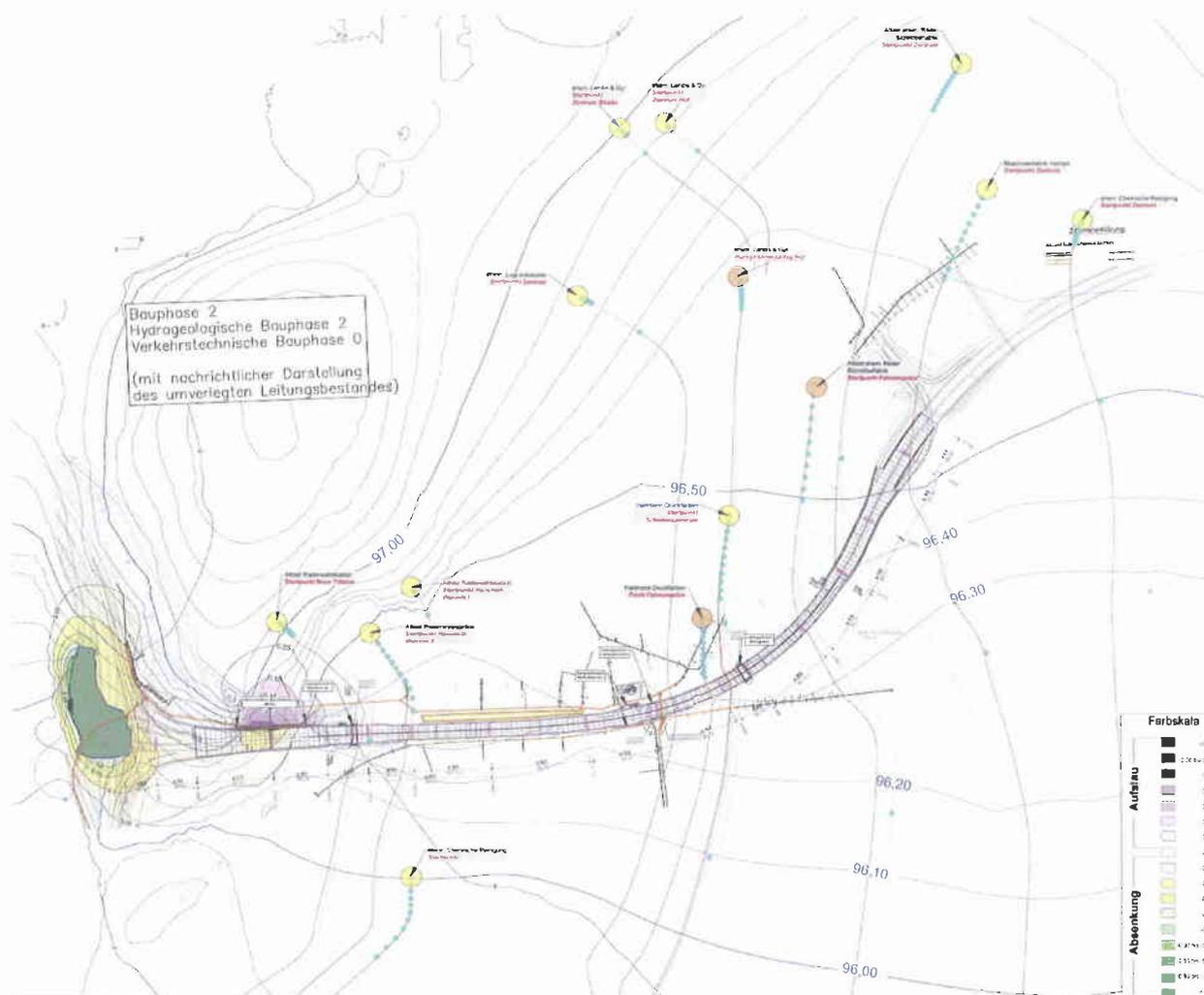
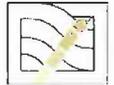


Abbildung 16: Hydrogeologische Bauphase 2 GW-Gleichen, Differenzenplan, Strömungslinien

In der Baugrube E1 ergeben sich Wasserhaltungsmengen in einer Größenordnung von $64 \text{ m}^3/\text{d}$. 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 m^3** .



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.

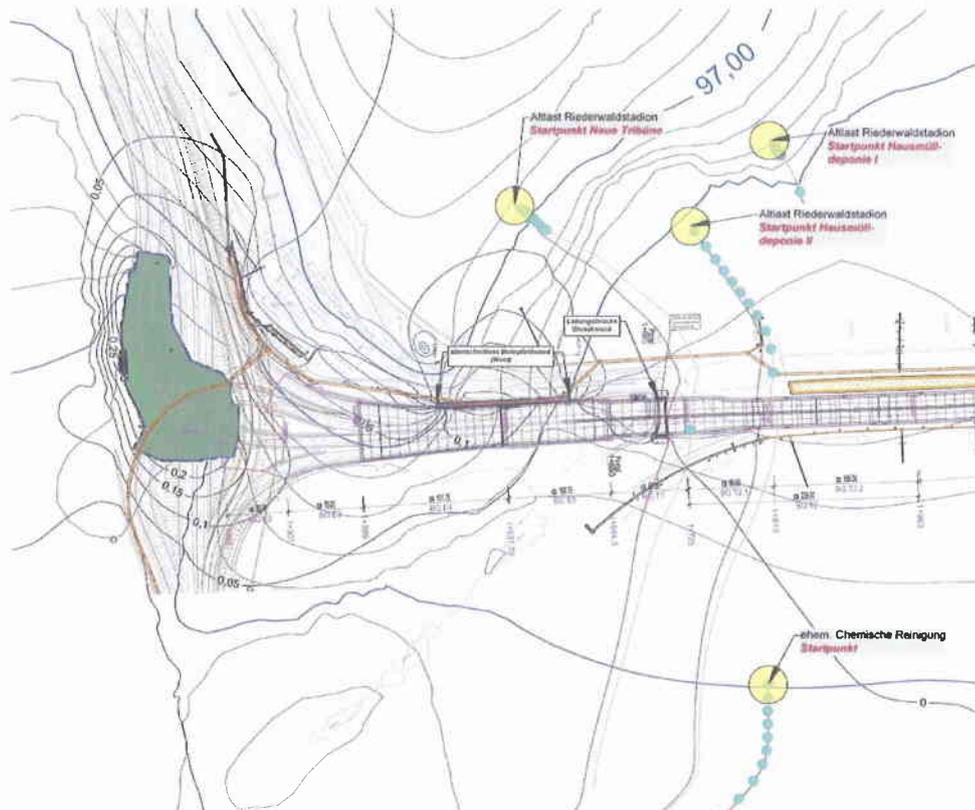


Abbildung 17: Detailplan hydrogeologische Bauphase 2 (die Farben für Flächen gleicher GW-Absenkung /-Aufstau wurden in dieser Grafik zu besserer Deutlichkeit der Strömungsbahnen ausgeblendet)



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 gekennzeichnet 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 Sperrn.

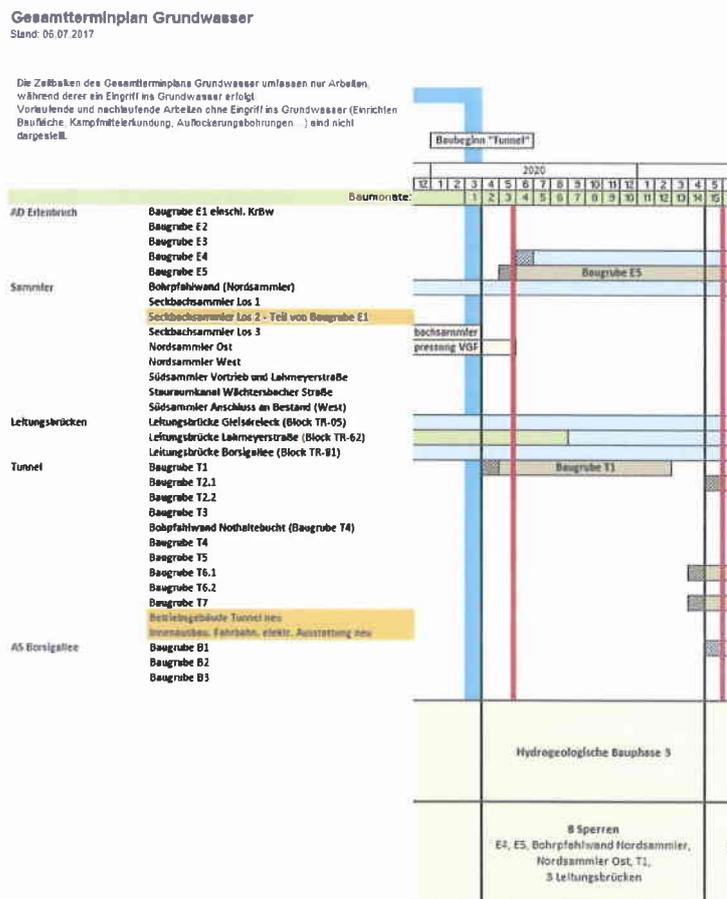


Abbildung 18: Gesamtterminplan hydrogeologische Bauphase 3

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 Bohrpfehlwand kommt es zu keinem Aufstau mehr. Die kleinräumigen Einzelbaumaßnahmen und die Leitungsbrücken zeigen keine relevanten Beeinflussungen des Grundwasserregimes ($\pm 0,05$ m). Die Abbildung 19 zeigt diese Ergebnisse unmaßstäblich.

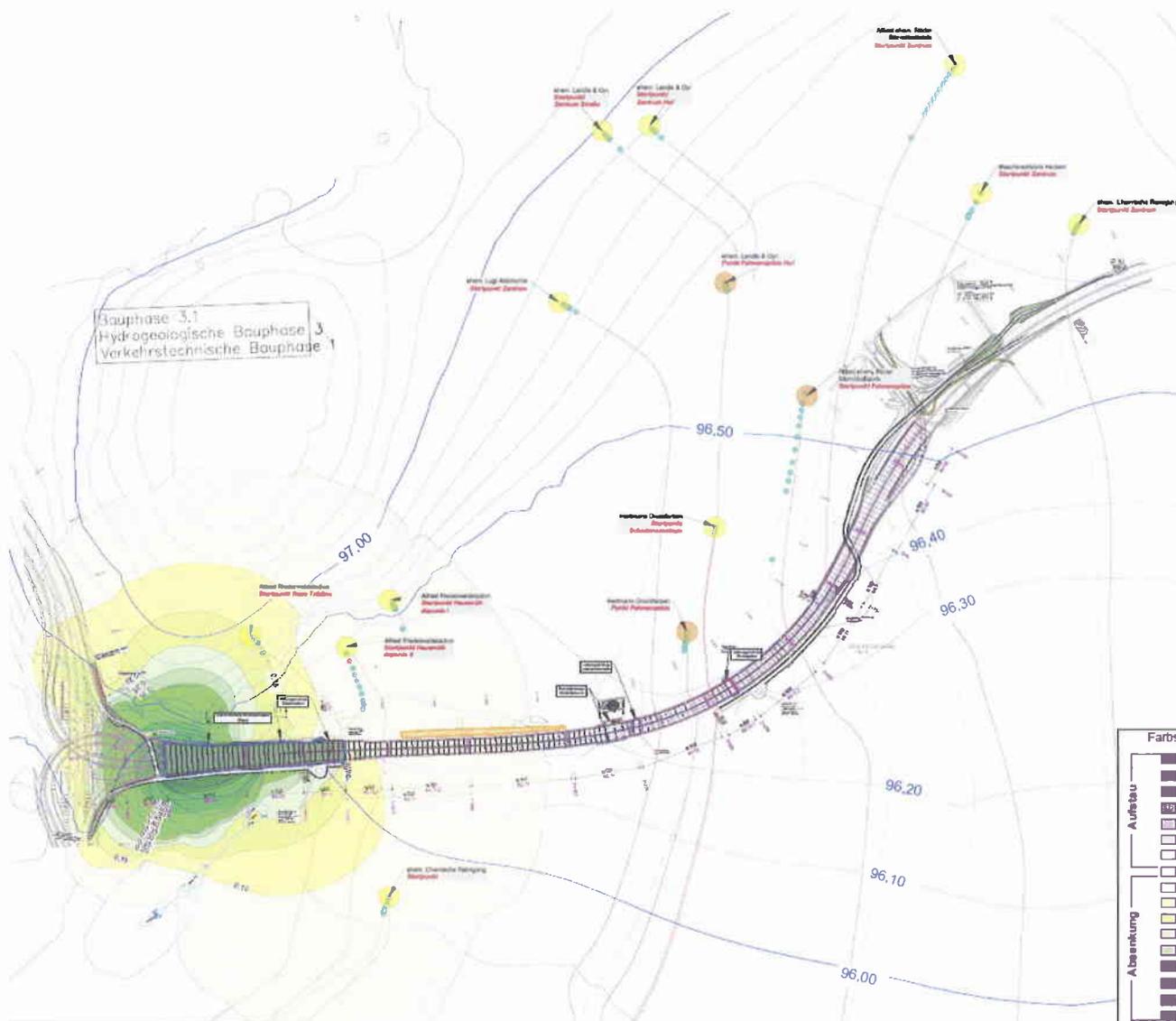


Abbildung 19: Hydrogeologische Bauphase 3 GW-Gleichen, Differenzenplan, Strömungslinien

Die Berechnungen erbringen Grundwasserentnahmemengen in folgender Höhe:

- BG E4: 21 m³/d
- BG E5: 21 m³/d
- BG T1: 21 m³/d

Die gesamten GW-Entnahmen für die hydrogeologische Bauphase 3 betragen 19.500 m³.

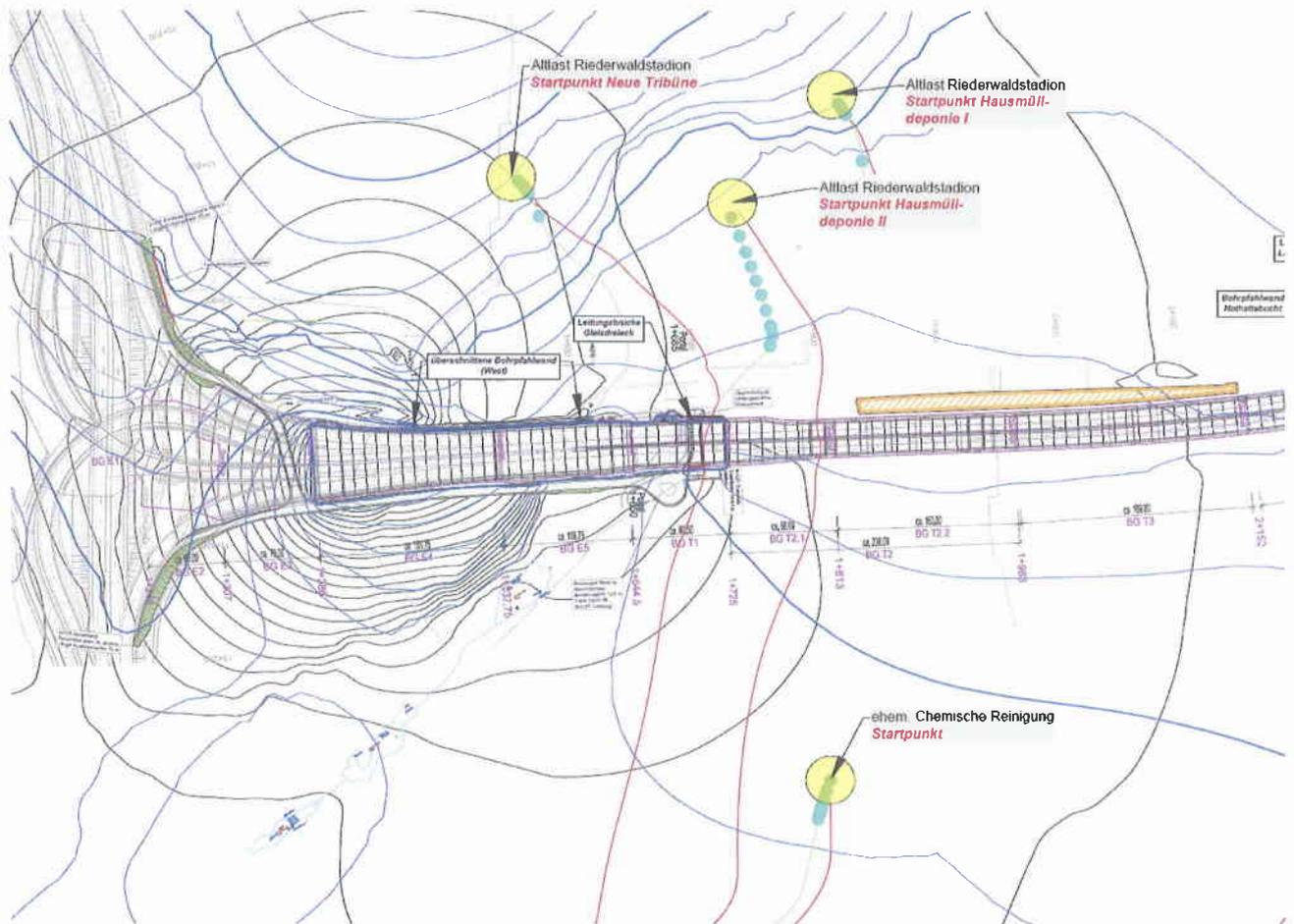
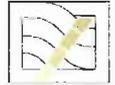


Abbildung 20: Detailplan West, hydrogeologische Bauphase 3 GW-Gleichen, Differenzenplan (ohne Farbe), Strömungslinien

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 Alllast 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 Alllast 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 Fahnenstutz 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).

Gesamtterminplan Grundwasser
Stand: 06.07.2017

Die Zeilen des Gesamtterminplans Grundwasser umfassen nur Arbeiten, während derer ein Eingriff ins Grundwasser erfolgt. Vorlaufende und nachlaufende Arbeiten ohne Eingriff ins Grundwasser (Einrichten Baufäche, Kampfmittelerkundung, Auflockerungsbohrungen ...) sind nicht dargestellt.

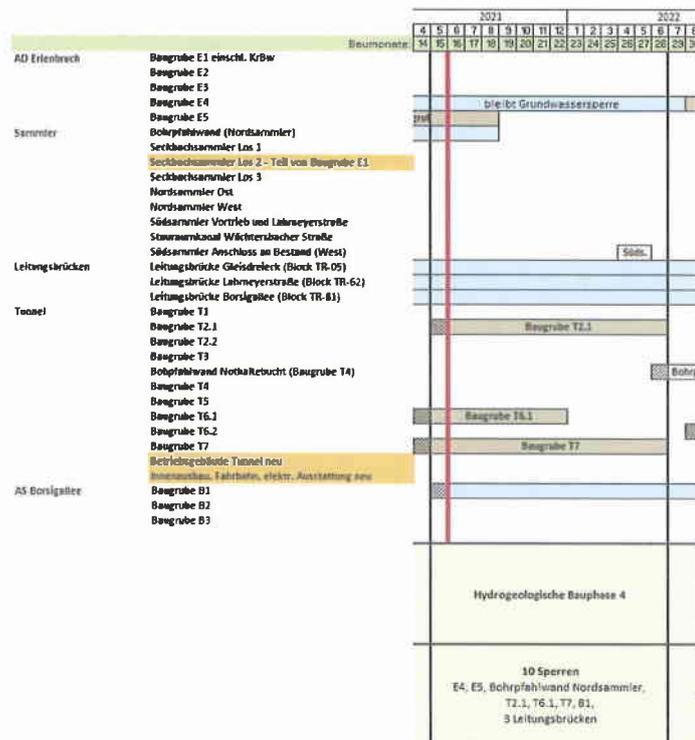


Abbildung 21: Gesamtterminplan hydrogeologische Bauphase 4



Anlage 3 stellt die Grundwassergleichen der hydrogeologischen Bauphase 4 dar. Der Differenzplan 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.

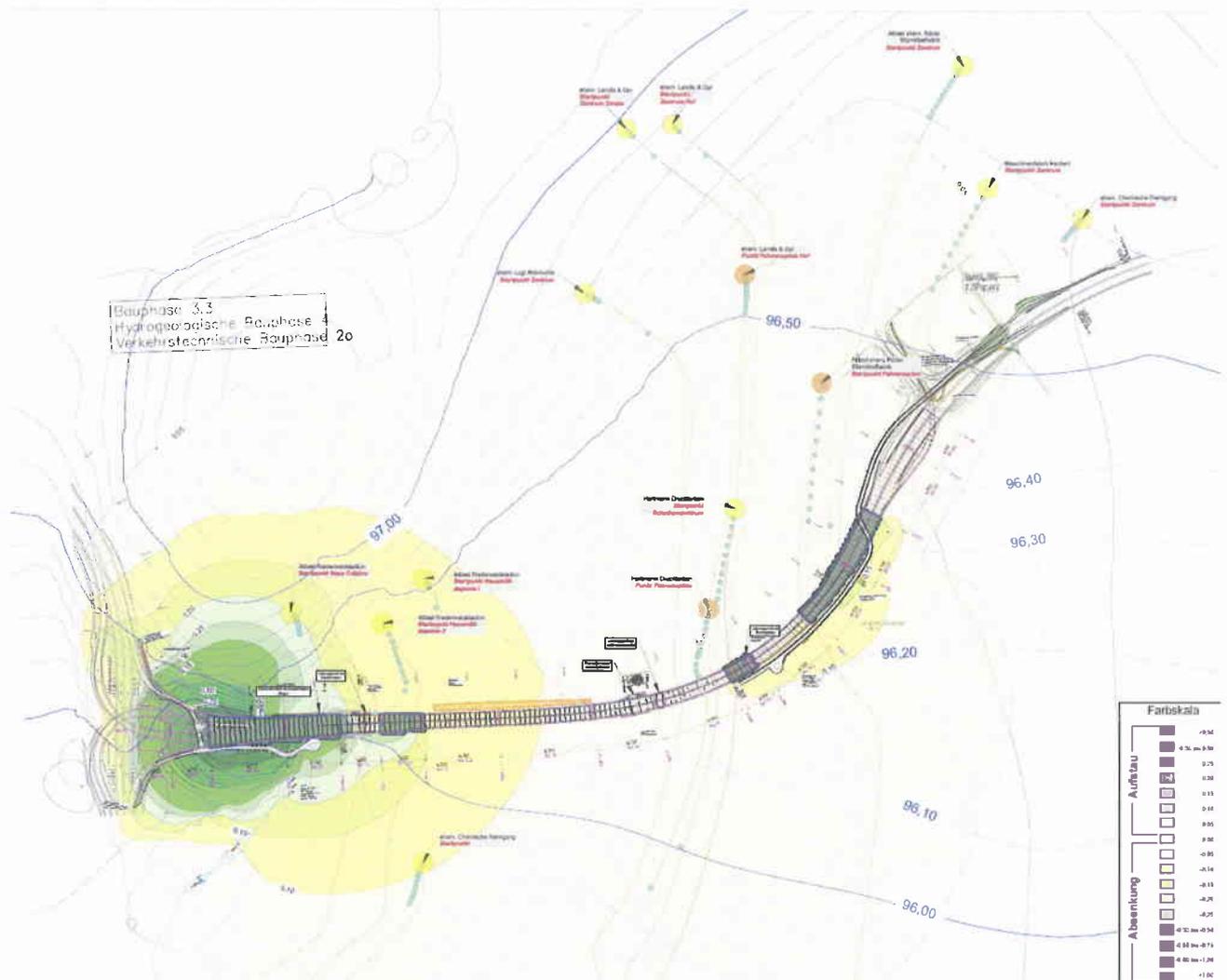


Abbildung 22: Hydrogeologische Bauphase 4, GW-Gleichen, Differenzplan, Strömungslinien

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 Fahnen Spitze 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 m³.

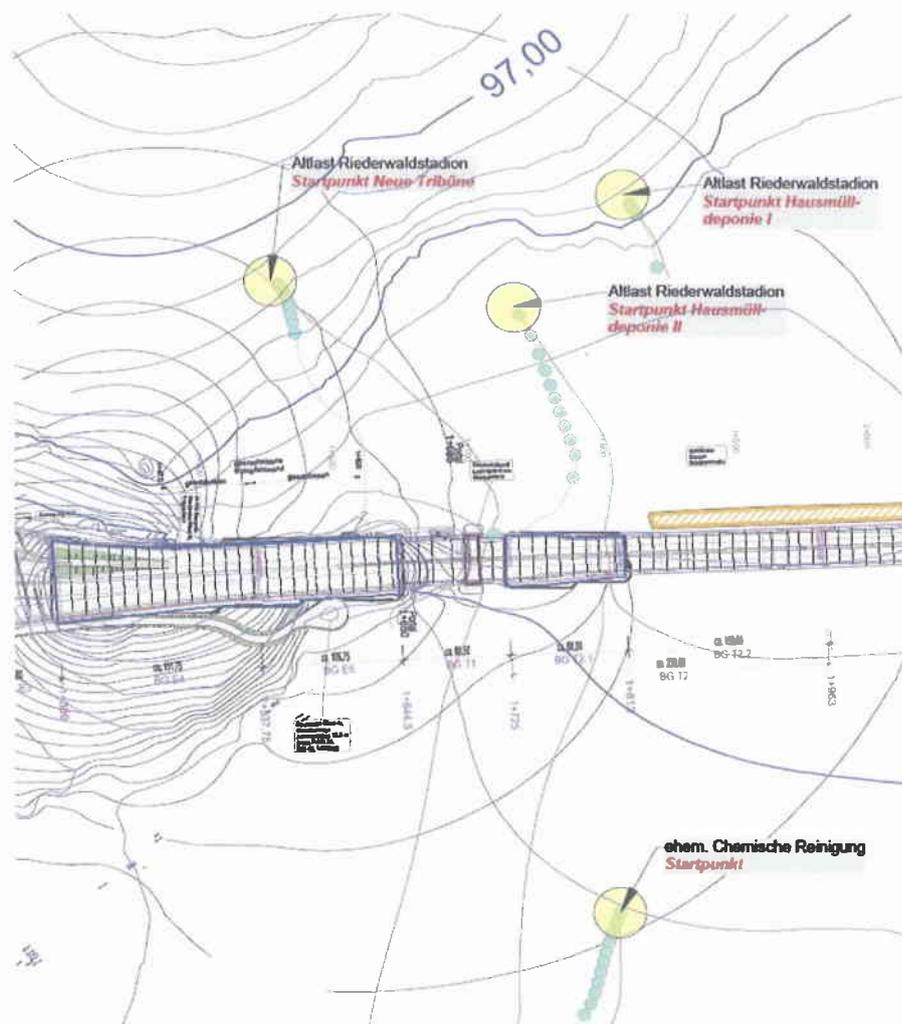


Abbildung 23: Hydrogeologische Bauphase 4 GW-Gleichen Westbereich, Differenzplan (ohne Farbe), Strömungslinien



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.



Gesamterminplan Grundwasser

Stand: 06.07.2017

Die Zeitbalken des Gesamtterminplans Grundwasser umfassen nur Arbeiten, während derer ein Eingriff ins Grundwasser erfolgt. **Vorkaufende** und **nachlaufende** Arbeiten ohne Eingriff ins Grundwasser (Einrichten Baufläche, Kampfmittelerkundung, Auflockerungsbohrungen ...) sind nicht dargestellt.

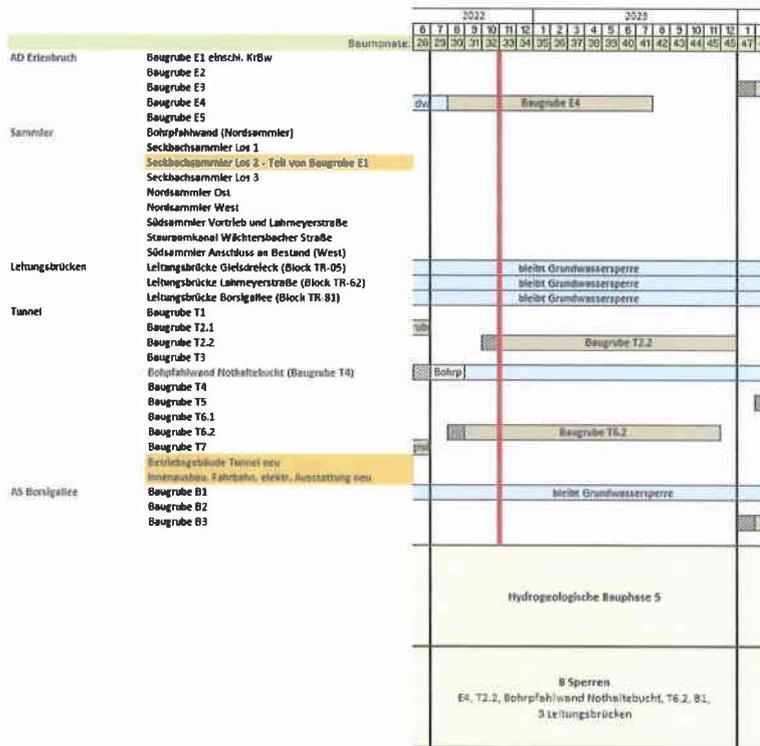


Abbildung 24: Gesamtterminplan hydrogeologische Bauphase 5

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).



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

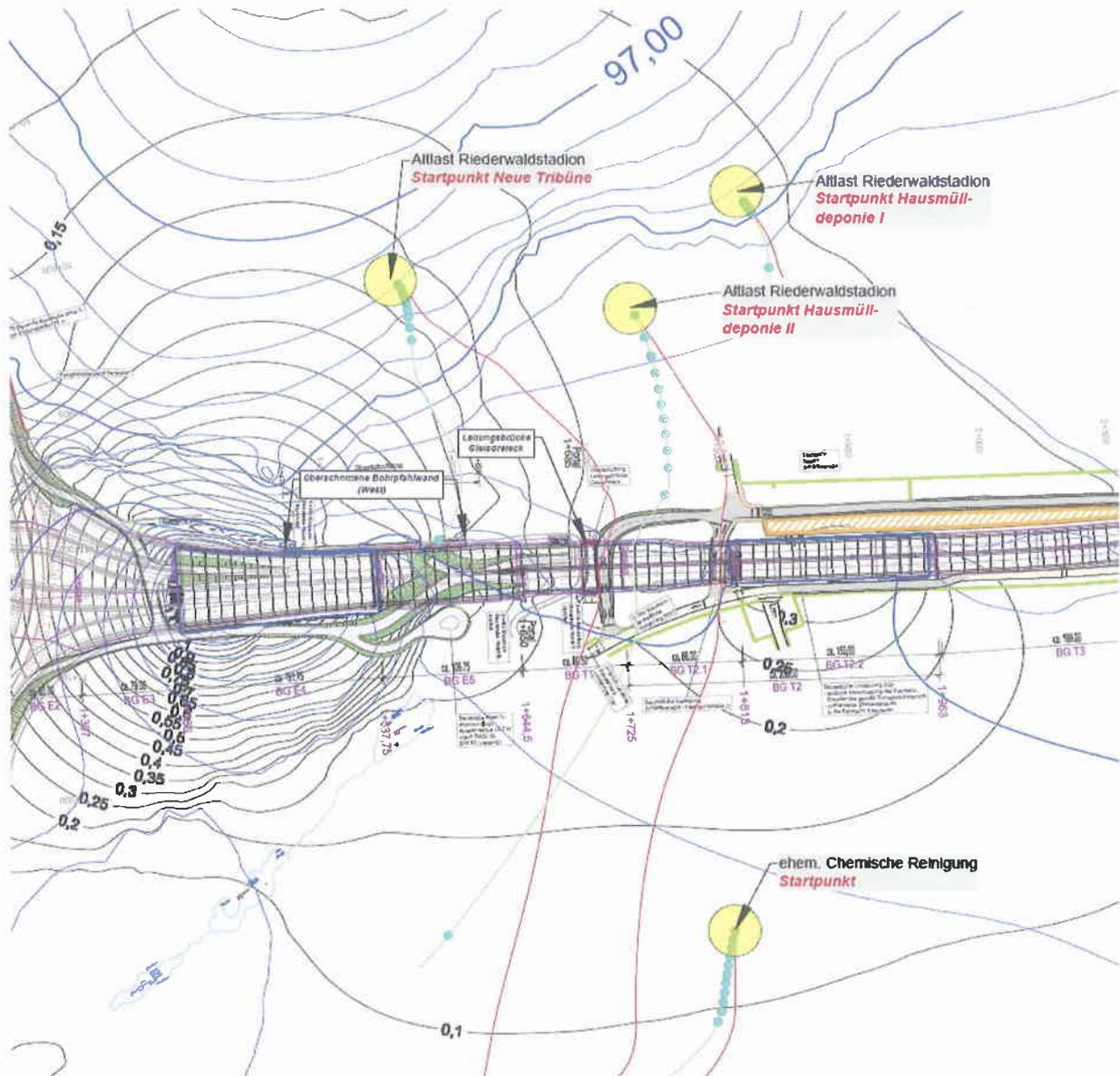


Abbildung 26: Hydrogeologische Bauphase 5 Westbereich, GW-Gleichen, Differenzenplan (ohne Farbe), Strömungslinien

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-



legenem 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.

Gesamtermplan Grundwasser
Stand: 06.07.2017

Die Zeilen des Gesamttermplans Grundwasser umfassen nur Arbeiten, während derer ein Eingriff ins Grundwasser erfolgt. Vorlaufende und nachlaufende Arbeiten ohne Eingriff ins Grundwasser (Einrichten Baufäche, Kampfmittelerkundung, Auflockerungsbohrungen ...) sind nicht dargestellt.

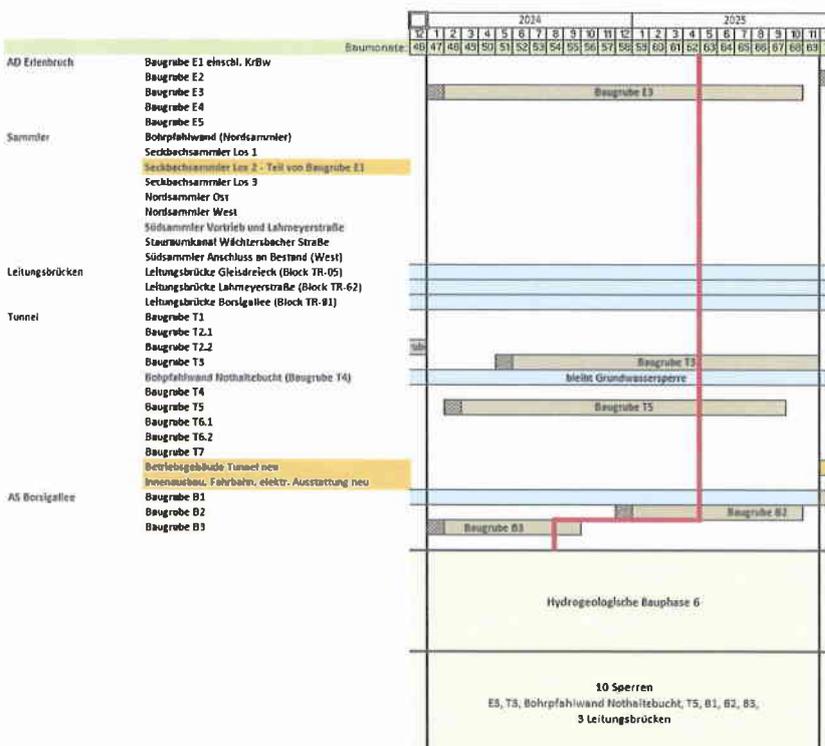


Abbildung 27: Gesamtterminplan hydrogeologische Bauphase 6



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

Gesamtentnahme von 37.000 m³

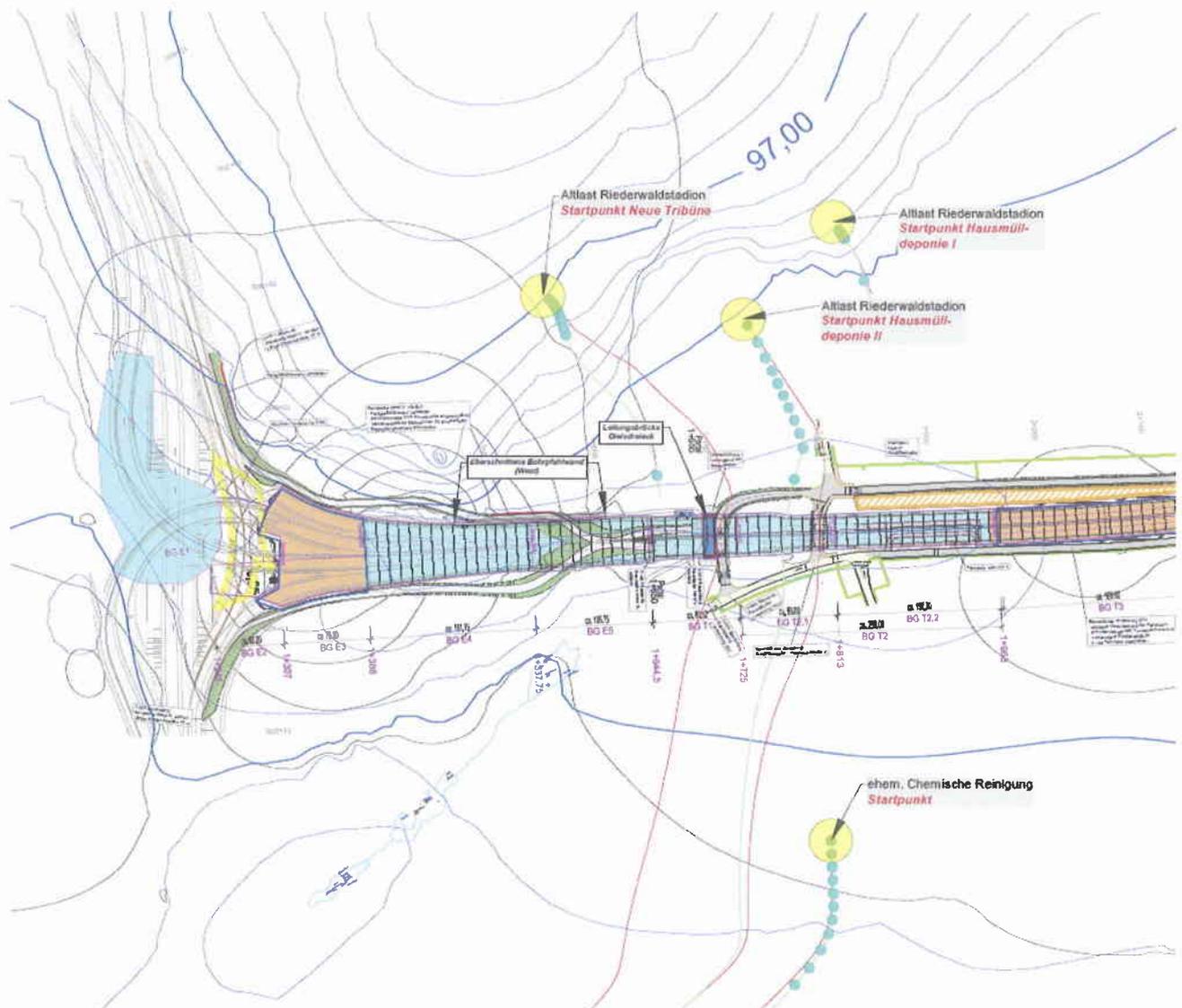


Abbildung 29: Hydrogeologische Bauphase 6 Westbereich, GW-Gleichen, Differenzenplan (ohne Farbe), Strömungslinien

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 (Fahnen Spitze 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.

Gesamtterminplan Grundwasser

Stand: 06.07.2017



Die Zeitbalken des Gesamtterminplans Grundwasser umfassen nur Arbeiten, während derer ein Eingriff in Grundwasser erfolgt. Vorlaufende und nachlaufende Arbeiten ohne Eingriff in Grundwasser (Erreichen Baufläche, Kampfmittelbindung, Auflockerungsbohrungen ...) sind nicht dargestellt.

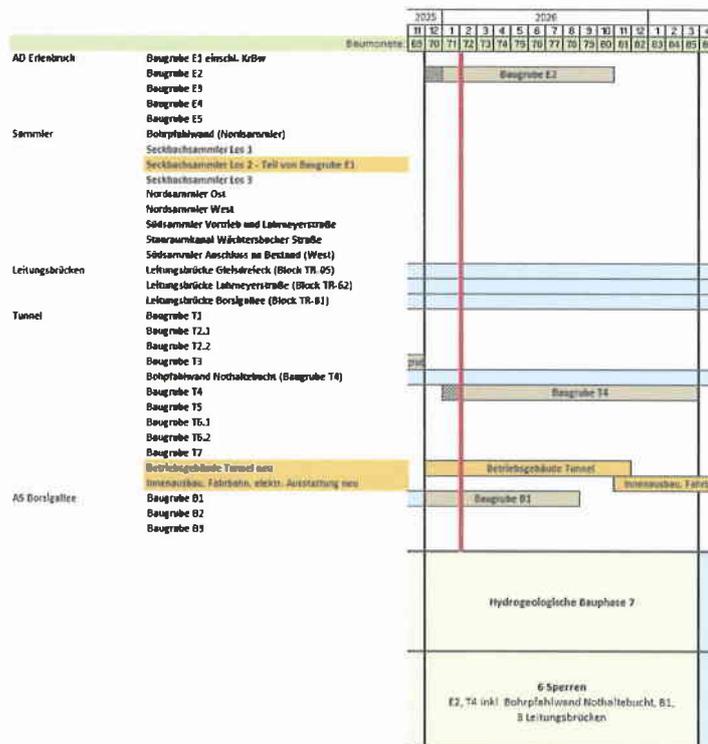


Abbildung 30: Gesamtterminplan hydrogeologische Bauphase 7



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.

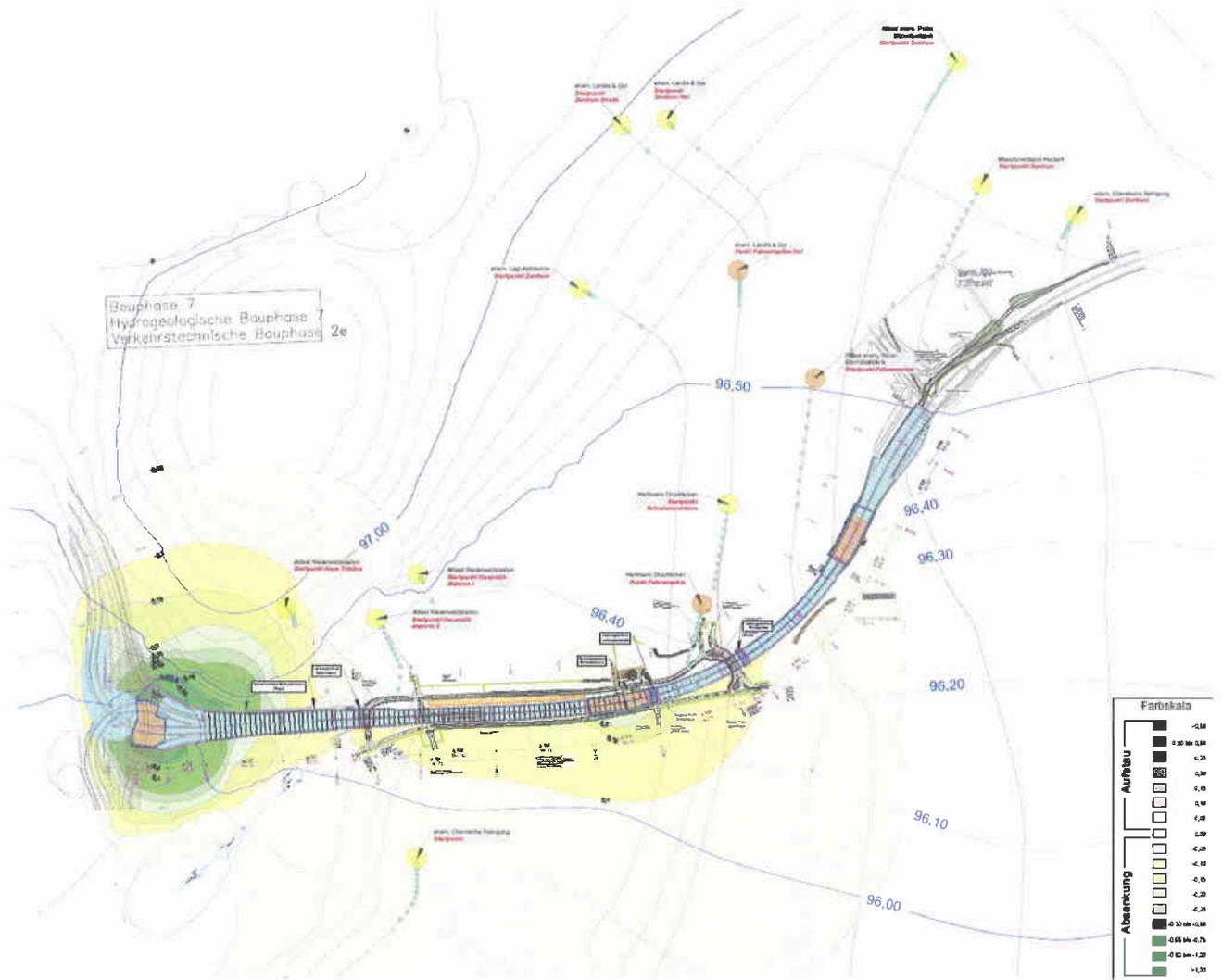


Abbildung 31: Hydrogeol. Bauphase 7 Gesamtareal, GW-Gleichen, Differenzen, Strömungslinien

Die Berechnungen erbringen Grundwasserentnahmemengen in folgender Höhe:

- BG E2: 28,3 m³/d
- BG T4: 31,6 m³/d
- BG B1: 35,5 m³/d

Gesamtentnahme von 31.500 m³

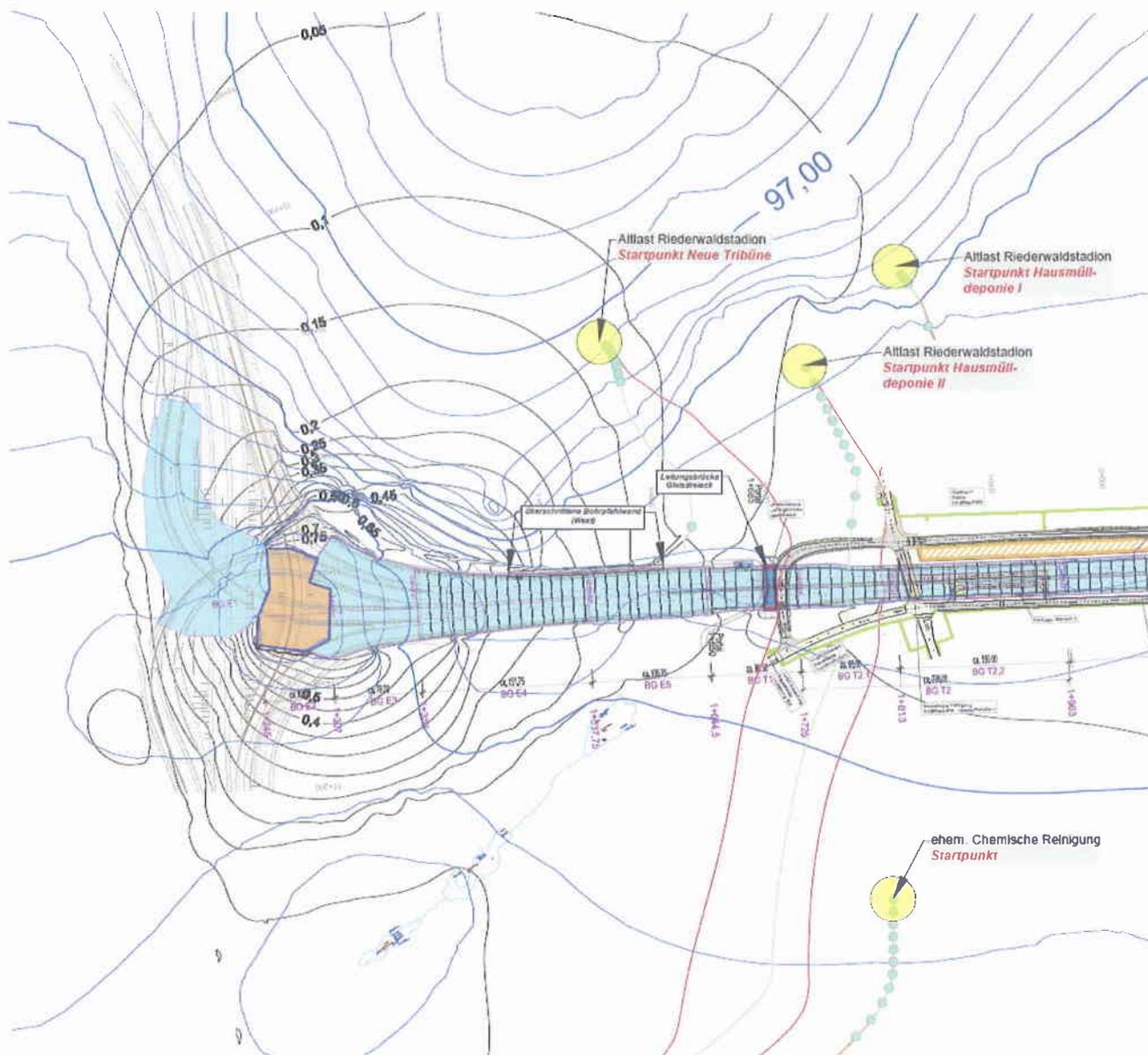
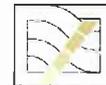


Abbildung 32: Hydrogeologische Bauphase 7 GW-Gleichen, Differenzenplan (ohne Farbe), Strömungslinien

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.

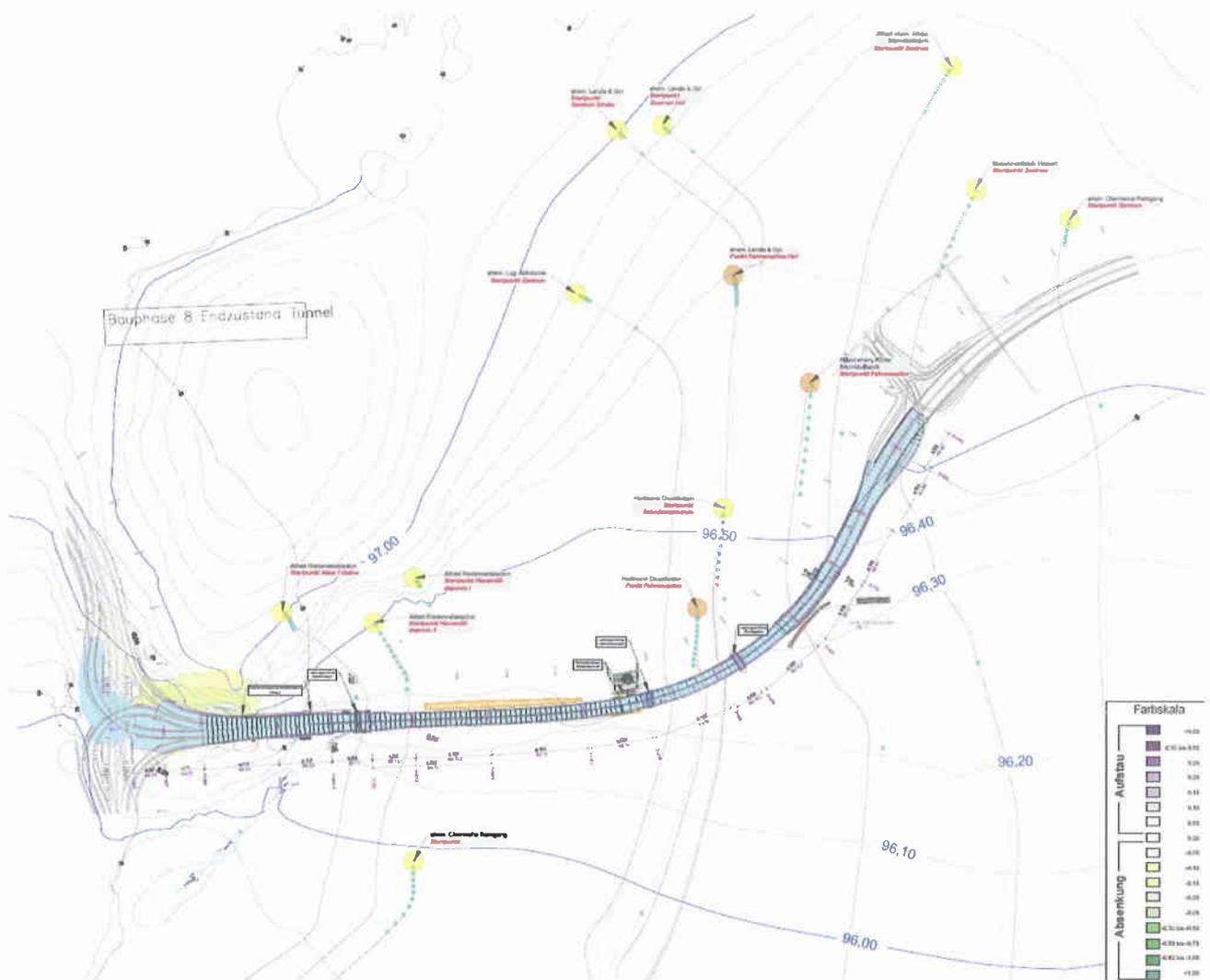
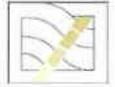


Abbildung 33: Hydrogeologischer Endzustand, GW-Gleichen, Differenzpläne, Strömungslinien



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 Schadstoffbahnen 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.

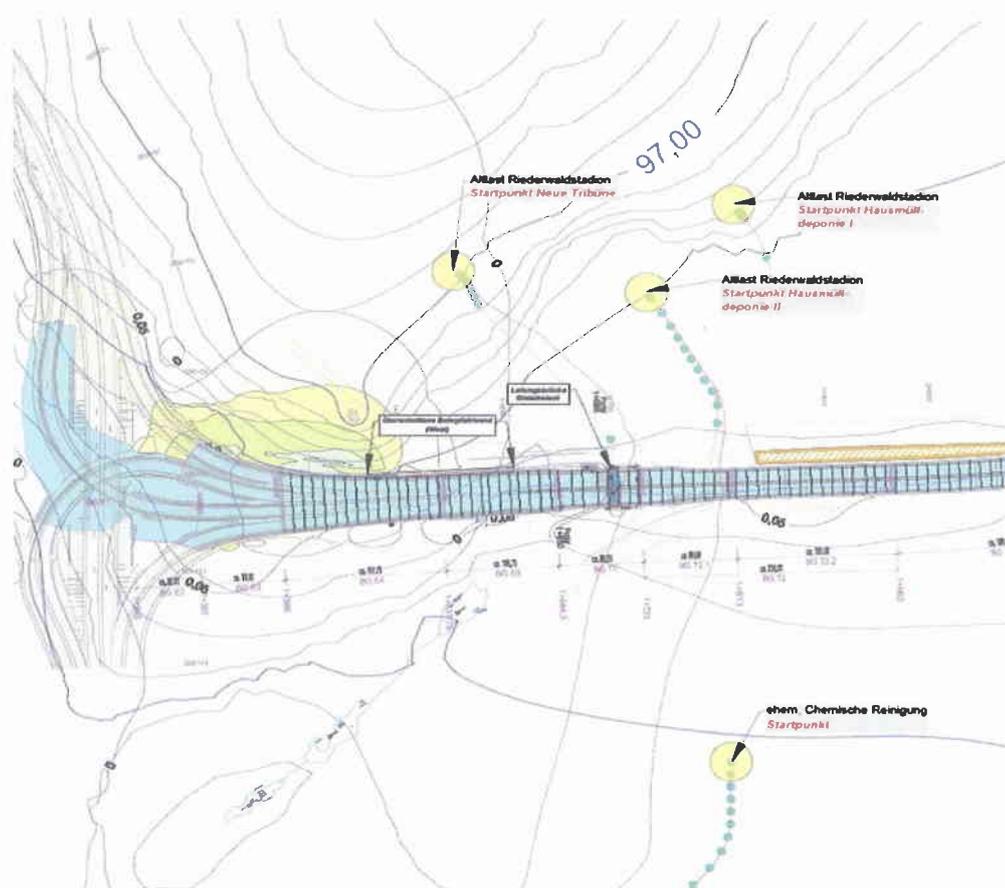
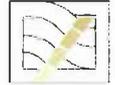


Abbildung 35: Hydrogeologischer Endzustand, Strömungsbahnen West, Differenzenplan



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.

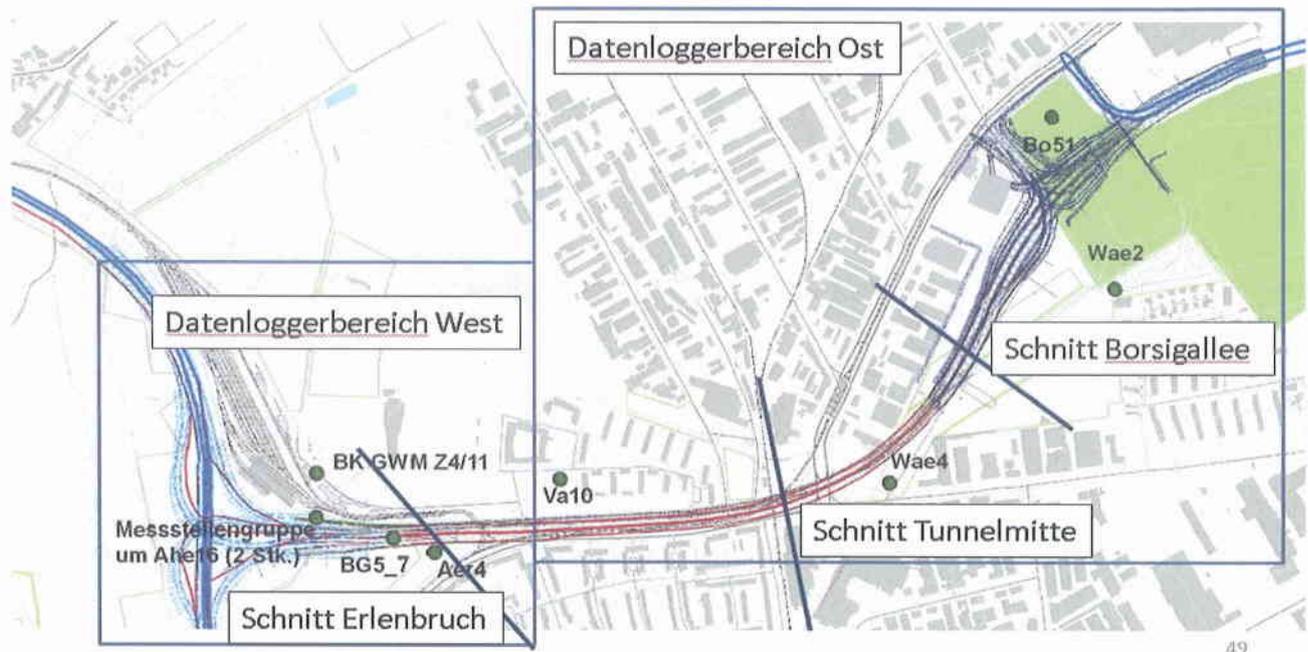
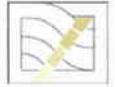


Abbildung 36: Lage geologische Schnitte, Datenlogger

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 berücksichtig



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.

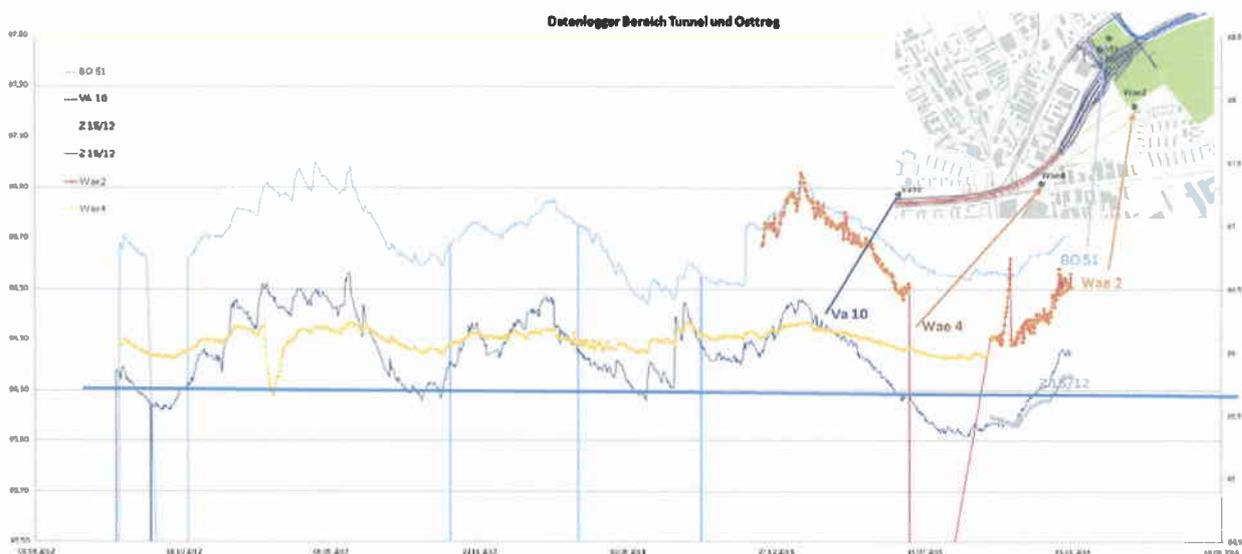


Abbildung 38: Grundwasserganglinien GWM Va 10, Wae 4, Wae2 und Bo 51

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.

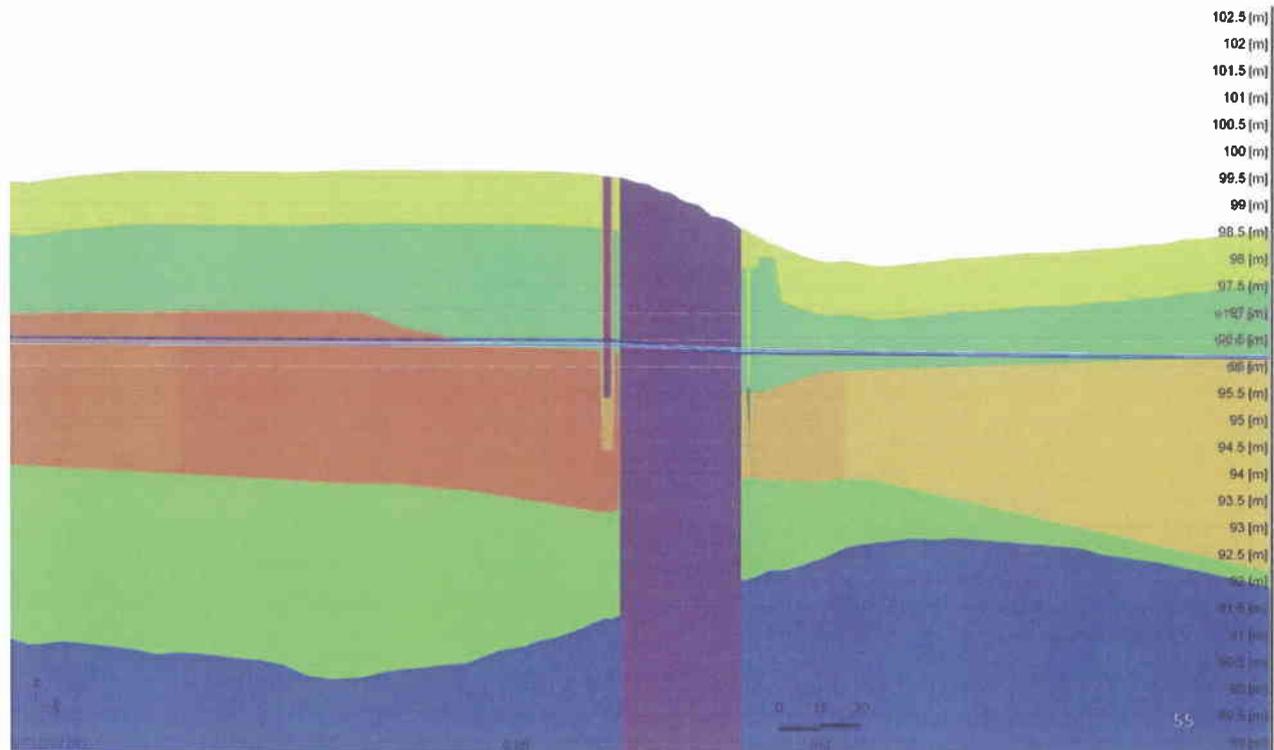


Abbildung 39: 20-fach überhöhter geologischer Schnitt Tunnelmitte (von oben nach unten: hellgrün = Deckschichten, dunkelgrün = Auelehme, orange = Sande / Kiese, Filterkiese, frochgrün = Schleichsande, blau = Rupelton / Cyrenenmergel, violett = Tunnelbauwerk, hellblaue Linie = Wasserstand Ausgangszustand,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

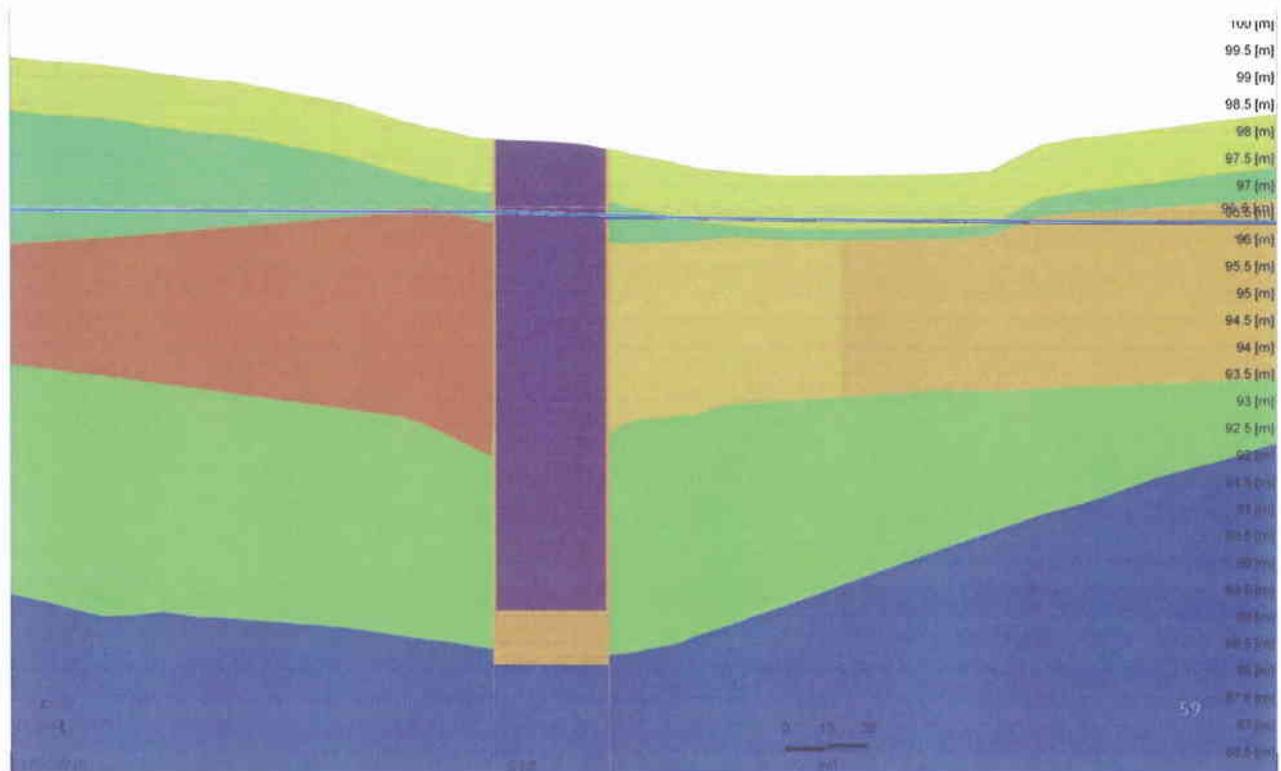


Abbildung 40: 20-fach überhöhter geologischer Schnitt Borsigallee (von oben nach unten: hellgrün = Deckschichten, dunkelgrün = Auelehme, orange = Sande / Kiese, Filterkiese, froschgrün = Schleichsande, blau = Cyrenenmergel, violett = Tunnelbauwerk, hellblaue Linie = Wasserstand Ausgangszustand, dunkelblaue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

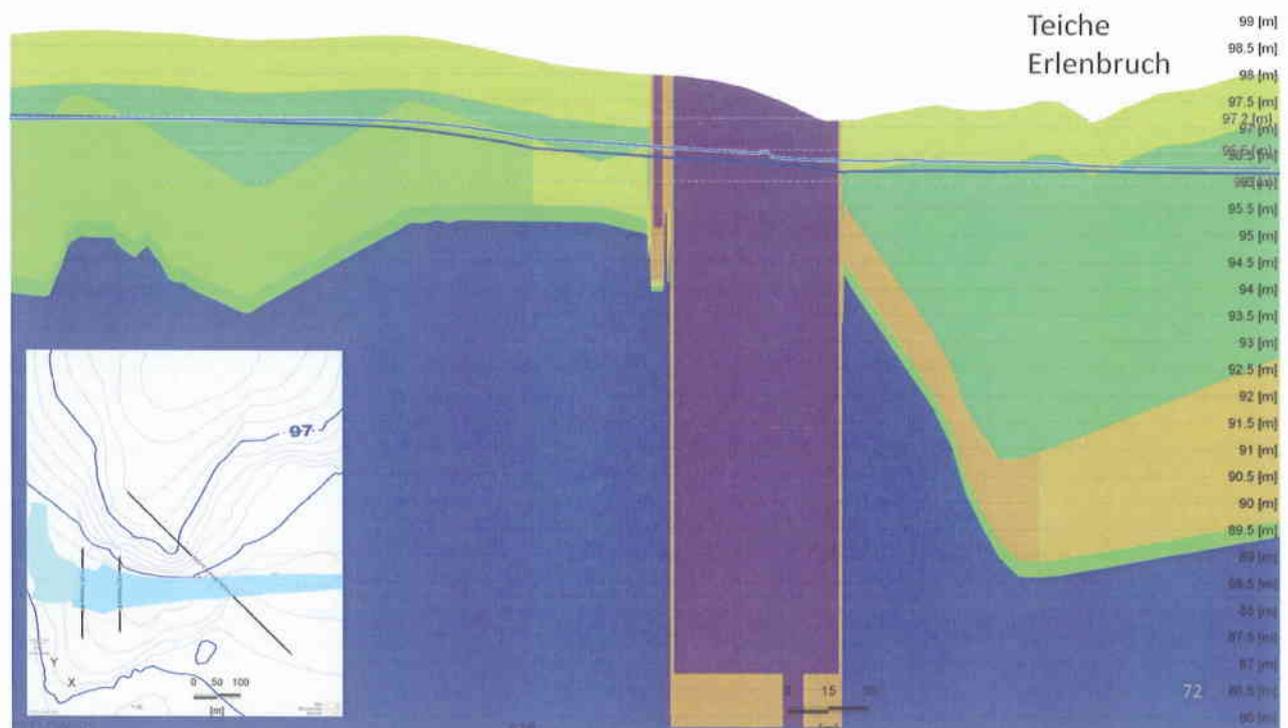


Abbildung 42: stark überhöhter geologischer Schnitt Erlenbruch (von oben nach unten: hellgrün = Deckschichten, dunkelgrün = Auelehme, orange = Sande / Kiese, Filterkiese, froschgrün = Schleichsande, blau = Rupelton, violett = Tunnelbauwerk, hellblaue Linie = Wasserstand Ausgangszustand, dunkelblaue Linie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

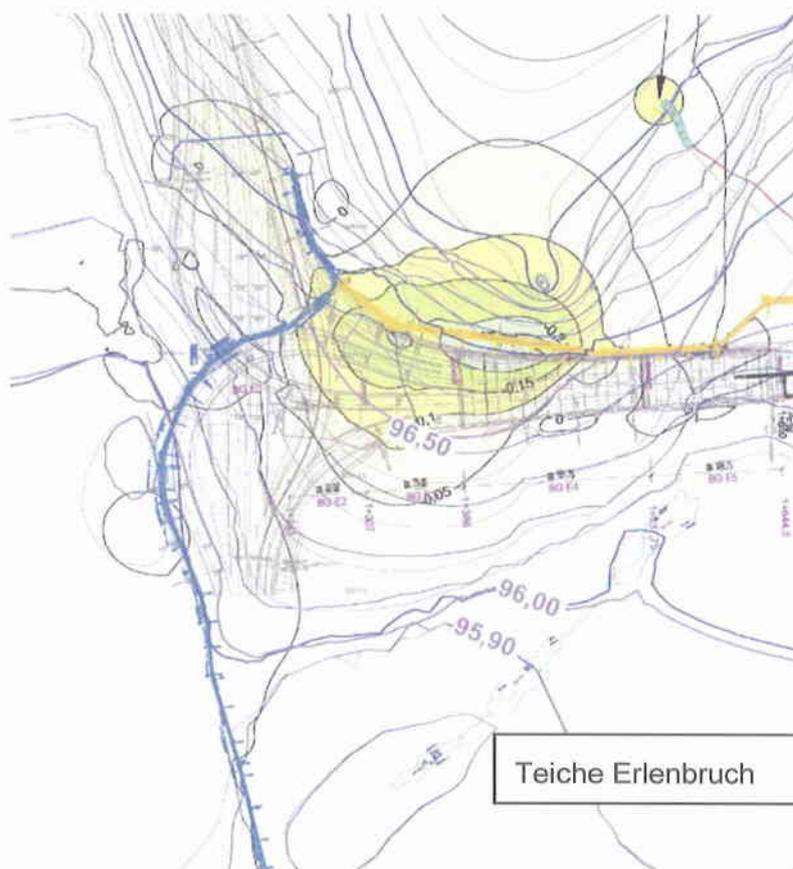


Abbildung 43: Differenzen Ausgangszustand / Endzustand, Absinkbereich Erlenbruch

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.



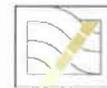
8 Baubegleitende Maßnahmen / Empfehlungen

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 Fahnen-situation.
- 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 Bohrfahlwand 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 1×10^{-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.

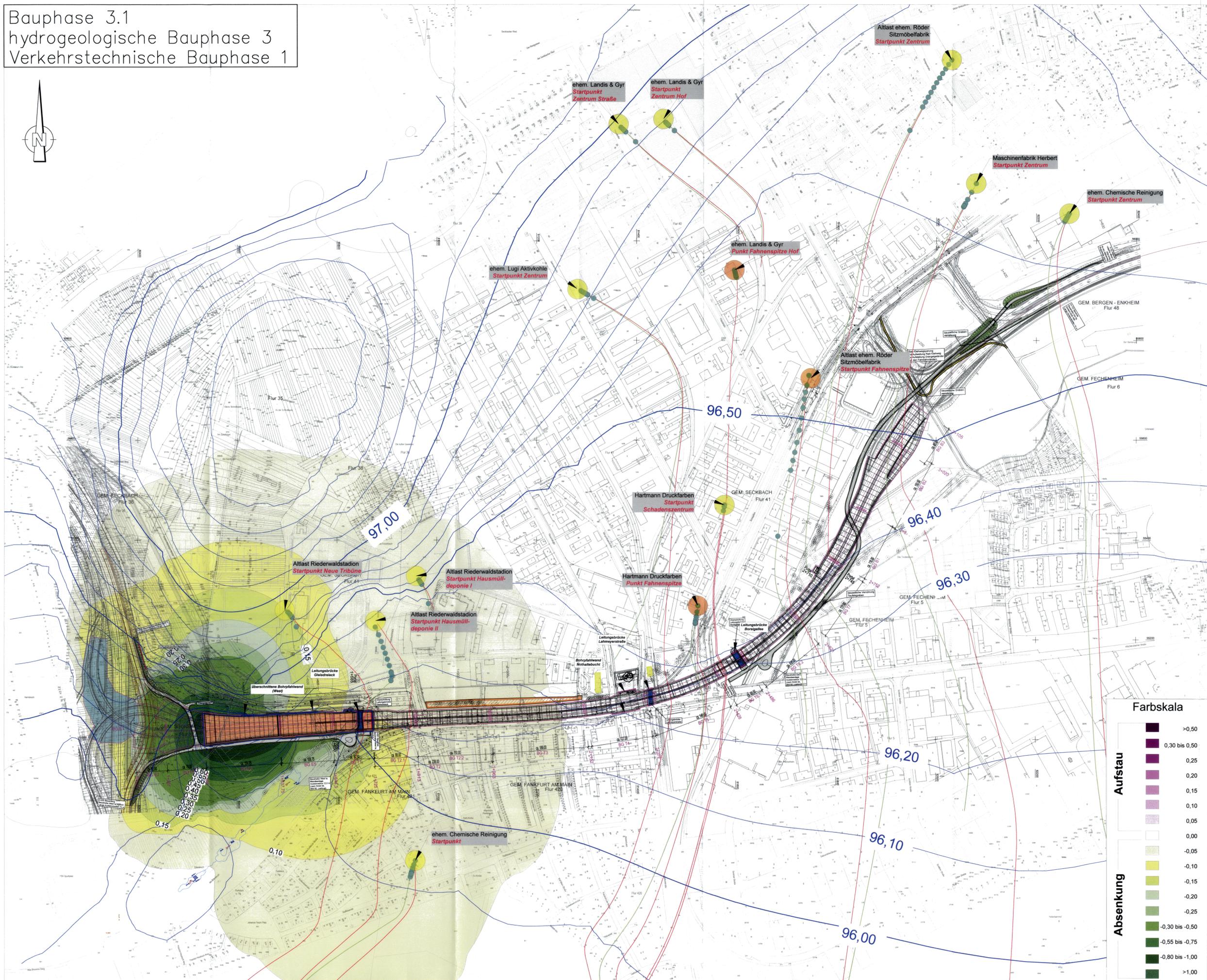
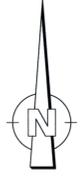
Eine Verschleppung der Schadstofffahnen ist nach den Berechnungsergebnissen aufgrund der geringen Abweichung der Strömungsbahnen innerhalb des relevanten Bauzeitraumes von 10 Jahren nicht zu erwarten.

Kassel, den 10.07.2017

Dipl.-Geol. Deichmann

Dipl.-Geol. Kropp

Bauphase 3.1
hydrogeologische Bauphase 3
Verkehrstechnische Bauphase 1



Zeichenerklärung

- Tabuzone (Leitstruktur)
- Baugrube offen / Bauwerk im Bau
- Baugrube geschlossen
- Leitungsbriücke im Bau
- Leitungsbriücke fertiggestellt
- dauerhafte Grundwassersperrung
- 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
- Einschnittböschung
- Dammböschung
- Brücke mit Widerlager
- Gebäudeabruch

Planunterlagen: gemäß Schüssler Plan (Energie) 28.11.2016
Plan_RWT_15_441_04_Phase_3_2a_M044_BI_2000.91.dwg

Gesamtermplan Grundwasser (Stand 06.07.2017)

hydrogeologische Bauphase 3:

aktive Grundwassersperrungen: 8 Sperren

- E4
- E5
- T1

- Bohrpfahlwand Nordsammler
- Nordsammler Ost

dauerhafte Grundwassersperrungen: 3 Sperren

- Leitungsbriücke Gleisdreieck
- Leitungsbriücke Lahmeyerstraße
- Leitungsbriücke Borsigallee

- GW-Gleichen
- Schadenszentren (gem. RP (gelb= Zentrum, orange= Fahnen Spitze))
- Strömungsbahnen nach Modifizierung
- Strömungsbahnen
- 0,5-Jahres-Zeitscheiben (0,5 Jahre, Endpunkt 25 Jahre)

Farbskala

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

DAS BAUGRUND INSTITUT
Dipl.-Ing. Knierim GmbH
Wolfgang Straße 427, 34128 Kassel-Harleshausen
Tel.: 0561/96994-0, Fax: 0561/96994-50, E-Mail: kassel@baugrundinstitut.de

Planfeststellungsbeschluss
vom 18.12.2019
Gz. V1/1 - 61-04 # 2 206
Weisbach, am 18.12.2019
Hessisches Ministerium
für Verkehr und Wohnen
mit folgendem
Vizepräsident, Baudirektor

Riederwaldtunnel BAB A 66 / A 661
Frankfurt am Main - Hanau
Maßnahme: Berechnung der hydrogeologischen Bauphasen (gemäß Gesamttermplan Grundwasser vom 06.07.2017) -Bauphase 3-

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

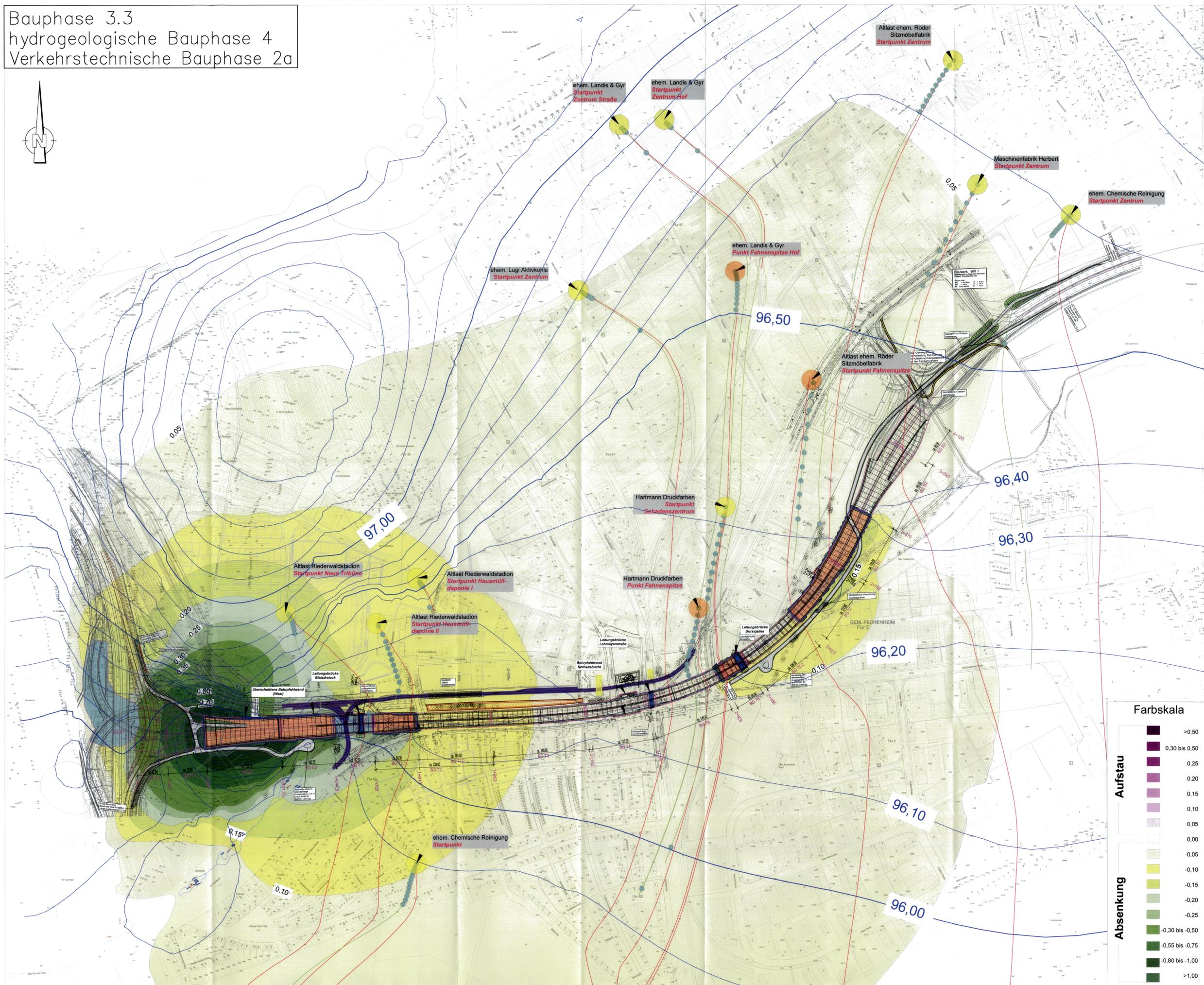
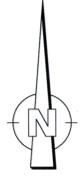
Projekt-Nr.: 011/12
Datum
Bearb.: 25.11.16 Kr
Gez.: 27.11.16 ahe
Gepr.: 30.11.16 Kr
Datum Gez.: Geprft

Unterlage Nr.: A5
Blatt Nr.: 2
Hessen ID: 03712
Datum Zeichen

Maßstab: 1 : 2.500

K:\2019\12_Riederwaldtunnel_Grundwassermodell\GIS_Wasserschicht\GIS_Plan\Anlage A.2_Plan07_Bauphase_3.dwg

Bauphase 3.3
hydrogeologische Bauphase 4
Verkehrstechnische Bauphase 2a



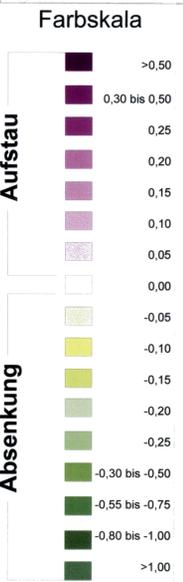
Zeichenerklärung

- 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 - Parkplätze | Rad-/Gehwege
- Bankett Rad-/Gehweg
- Einschnittsboschung
- Dammböschung
- Brücke mit Widerlager
- Gebäudeabruch

Planunterlagen: gemäß Schüsler Plan (Übergabe 28.11.2016)
Plan: RW1_15_441_05_Plan_33_4_2a_0001.dwg

- ### Gesamterminplan Grundwasser
- (Stand 06.07.2017)
- hydrogeologische Bauphase 4:
- aktive Grundwassersperren: 10 Sperren
- E4
 - E5
 - T2.1
 - T6.1
 - T7
 - B1
 - Bohrpfeilwand Nordsammler
- dauerhafte Grundwassersperren: 3 Sperren
- Leitungsbrücke Gleisdreieck
 - Leitungsbrücke Lahmeyerstraße
 - Leitungsbrücke Borsigallee

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



Bearbeitet: **DAS BAUGRUND INSTITUT**
Dipl.-Ing. Klierim GmbH
Vollhege Straße 427, 34128 Kassel-Harleshausen
Tel.: 0561/95994-0, Fax: 0561/95994-55, E-Mail: kassel@dasbaugrundinstitut.de

Projekt-Nr.: 011/12
Datum: 25.11.16
Bearb.: 27.11.16
Gez.: 30.11.16
Datum: 30.11.16
Geprüft:

Nachrichtlich Planfestgestellte Unterlage Nr. 18
Planfeststellungsbeschluss vom 18.12.2019
Gz. Vll-1 - 614-04 # 2.054g
Wesbaden, den 19.12.2019
Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen
Frankfurt am Main
Vincent, Baudirektor

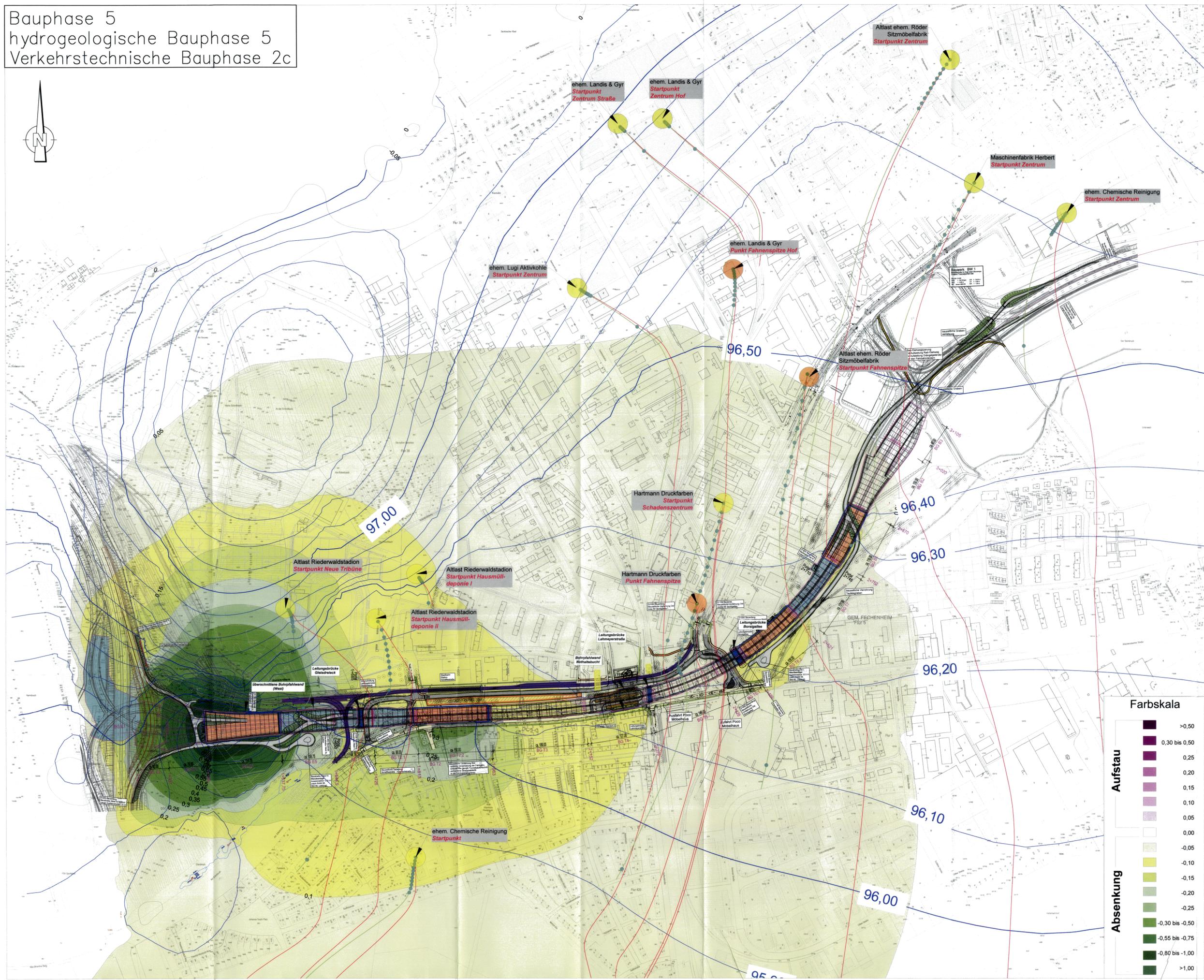
Unterlage Nr.: AS
Blatt Nr.: 3
Hessen ID: 03712
Datum: 25.11.16
Zeichen:

Bauwerk: **Riederwaldtunnel** BAB A 66 / A 661
Frankfurt am Main - Hanau
Maßnahme: Berechnung der hydrogeologischen Bauphasen (gemäß Gesamtterminplan Grundwasser) vom 06.07.2017
-Bauphase 4-
bearbeitet: gezeichnet: geprüft:
Darstellung: GW-Gleichen Differenzplan Ausgangssituation gegen Bauphase 4
Maßstab: 1 : 2.500

Anlage 3
zu Anlage A.5
Dokumentation zur Neuberechnung der hydrogeologischen Bauphasen 2 - 7

K:\3012011_12_Riederwaldtunnel_Großbaustufe\4.05_Wasserwirtschaftsplanung\2_Planunterlagen\A.5_Rev07_Bauphase_4_RWP_7

Bauphase 5
hydrogeologische Bauphase 5
Verkehrstechnische Bauphase 2c



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
	Gebäudeabruch

Planunterlagen: gemäß Schüssler Plan (DinA4 28.11.2016)
Plan_RWT_15_441_07_Phase_5_2c_M036.dwg

Gesamtermplan Grundwasser (Stand 06.07.2017)

hydrogeologische Bauphase 5:

aktive Grundwassersperren: 8 Sperren

- E4
- T2.2
- T6.2
- B1

- Bohrpflanzung Nothaltebecht

dauerhafte Grundwassersperren: 3 Sperren

- Leitungsbrücke Gleisdreieck
- Leitungsbrücke Lähmeyerstraße
- Leitungsbrücke Borsigallee

Farbskala

97.10	- GW-Gleichen
97.00	- Schadenzentren gem RP (gelb= Zentrum, orange= Fahnen Spitze)
	- Strömungsbahnen nach Modifizierung
	- Strömungsbahnen
	- 0,5-Jahres-Zeitscheiben (0-5 Jahre, Endpunkt 25 Jahre)

DAS BAUGRUND INSTITUT
Dipl.-Ing. Knerim GmbH
Wolfrager Straße 427, 34128 Kassel-Harleshausen
Tel.: 0561/9994-0 Fax: 0561/9994-55, E-Mail: kassel@baugrundinstitut.de

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

Geändert: a, b, c, d

Nachrichtlich Planfestgestellte Unterlage zum **Planfeststellungsbeschluss** vom 18.12.2016 (V-Nr. 613-04 # 2.254g) Wiesbaden, den 18.12.2019 Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen im Auftrag
Vincenti, Baudirektor

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

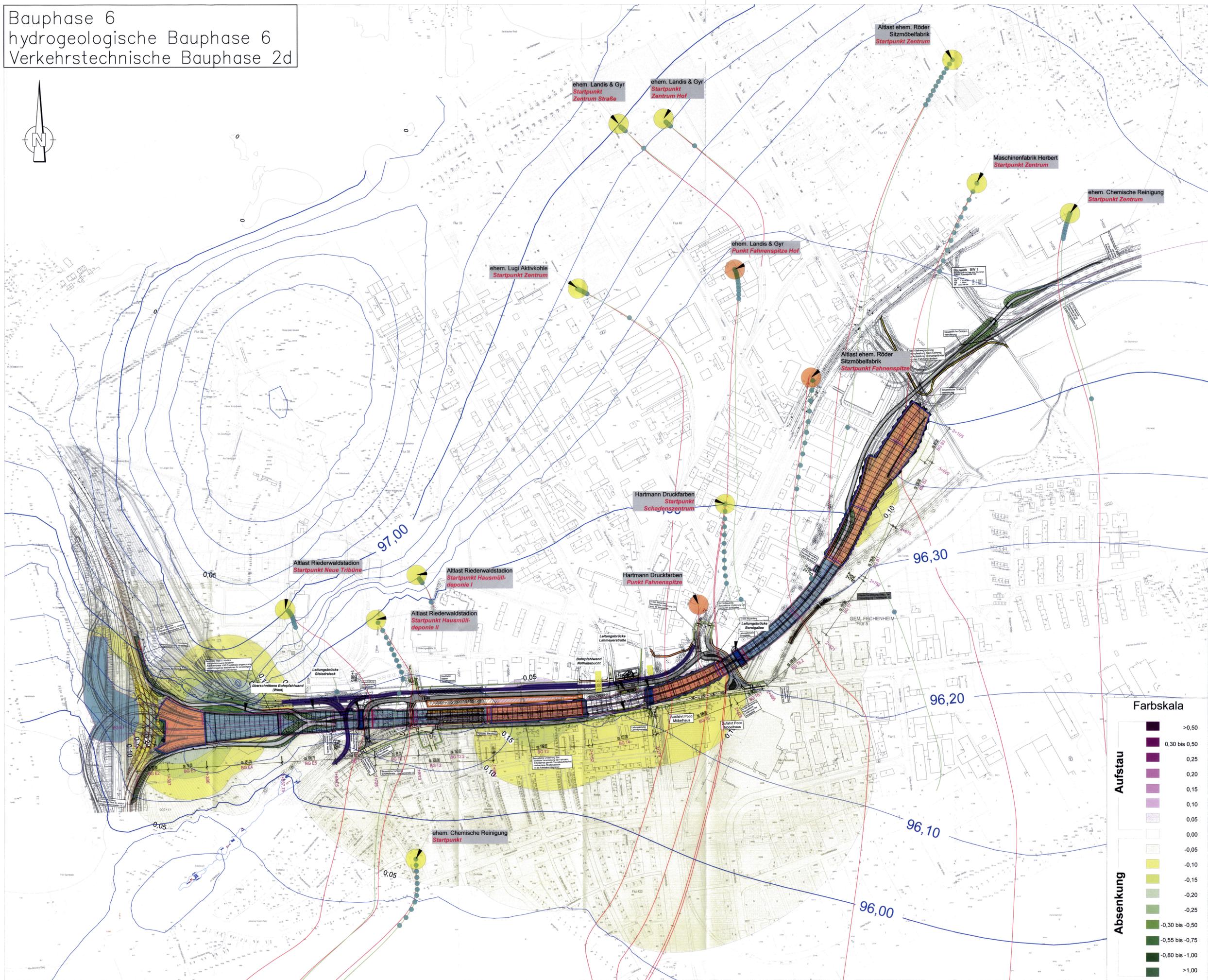
Bauwerk: **Riederwaldtunnel** BAB A 66 / A 661
Frankfurt am Main - Hanau
Maßnahme: **Berechnung der hydrogeologischen Bauphasen** (gemäß Gesamttermplan Grundwasser vom 06.07.2017) **-Bauphase 5-**

bearbeitet: gezeichnet:
geprüft: **Darstellung:** GW-Gleichen Differenzplan Bauphase 5
Maßstab: 1 : 2.500

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

K:\2019\11_12_Riederwaldtunnel\GIS\Wasserbaubau\A.5_Bauphase_5.dwg

Bauphase 6
hydrogeologische Bauphase 6
Verkehrstechnische Bauphase 2d



Zeichenerklärung

- Tabuzone (Leiststruktur)
- Baugrube offen / Bauwerk im Bau
- Baugrube geschlossen
- Leitungsbrücke im Bau
- Leitungsbrücke fertiggestellt
- dauerhafte Grundwassersperr
- 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
- Einschnittböschung
- Dammböschung
- Brücke mit Widerlager
- Gebäudeabruch

Planunterlage: gemäß Schüssler Plan (Übersicht 28.11.2016)
Plan: RW1_15_441_05_Phase_6_25_M307.dwg

Gesamterminplan Grundwasser

(Stand 06.07.2017)

hydrogeologische Bauphase 6:

aktive Grundwassersperrern: **10 Sperren**

- E3
- T3
- T5
- B1
- B2
- B3

- Bohrpfahlwand Nothaltebucht

dauerhafte Grundwassersperrern: **3 Sperren**

- Leitungsbrücke Gleisdreieck
- Leitungsbrücke Lahmeyerstraße
- Leitungsbrücke Borsigallee

- 97.10 - GW-Gleichen
- 97.00 - Schadenszentren gem. RP (gelb= Zentrum, orange= Fahnnenspitze)
- Strömungsbahnen nach Modifizierung
- Strömungsbahnen
- 0.10 - 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
Wolffgasse 427, 34120 Kassel-Harleshausen
Tel.: 0561/99984-0, Fax: 0561/99984-50, E-Mail: kass@dasbaugrundinstitut.de

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

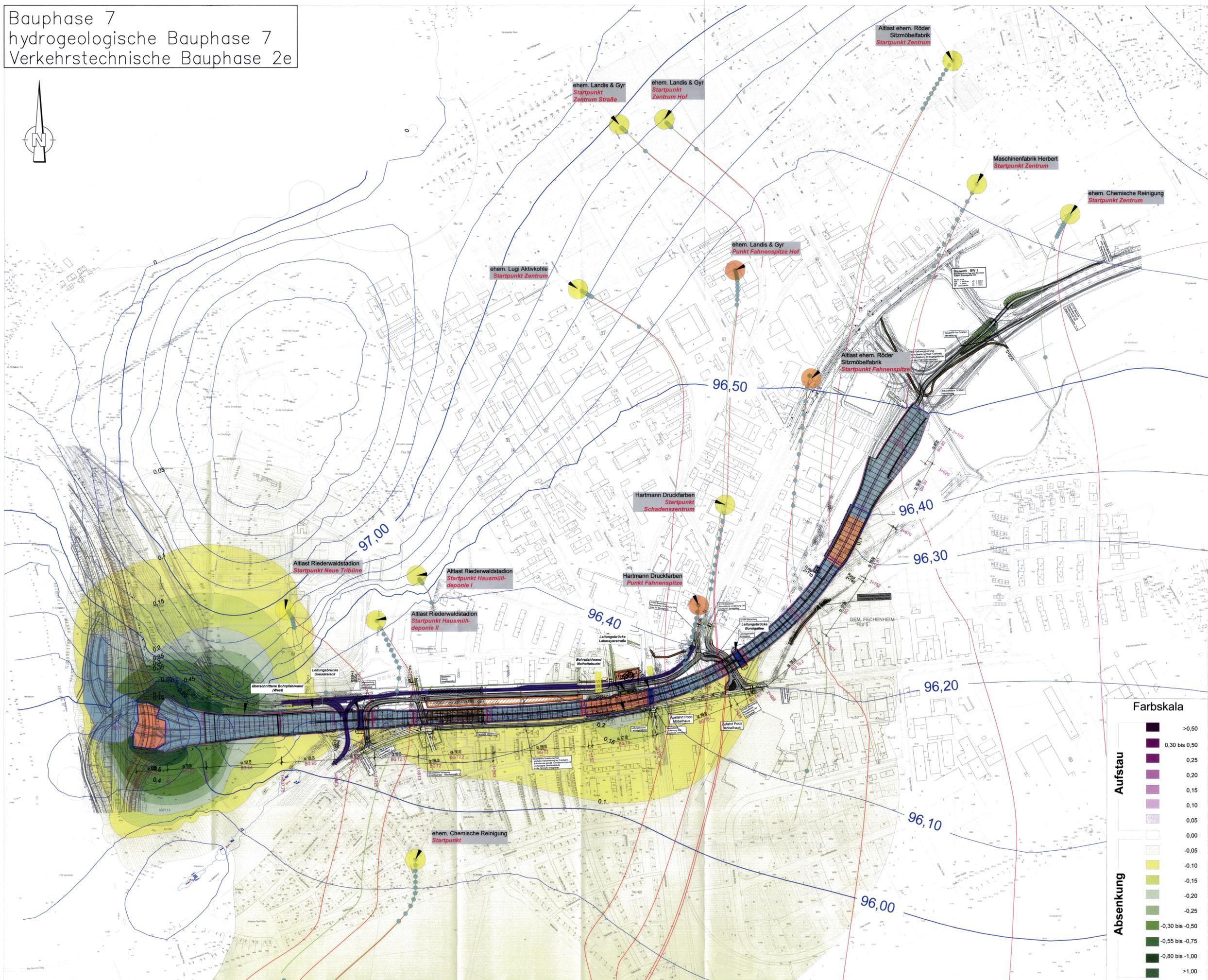
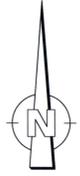
Nachrichtlich Planfestgestellte Unterlage zum **Planfeststellungsbeschluss** vom 18.12.2019
Gz. WI1-614-04 # 2 254g
Beschluss: dem 18.12.2019
Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen
Auftraggeber: **Hessen Mobil**
Straßen- und Verkehrsministerium
Frankfurt am Main

Bauwerk: **Riederwaldtunnel** BAB A 66 / A 661
Maßnahme: **Berechnung der hydrogeologischen Bauphasen gemäß Gesamtterminplan Grundwasser -Bauphase 6-**
vom 06.07.2017

Bearbeitet: **Frankfurt am Main - Hanau**
geprüft:
Darstellung: **GW-Gleichen Differenzplan Ausgangssituation gegen Bauphase 6**
Maßstab: 1 : 2.500

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

Bauphase 7
hydrogeologische Bauphase 7
Verkehrstechnische Bauphase 2e



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 - Parkplätze | Rad-/Gehwege
- Bankett Rad-/Gehwege
- Einschnittsboschung
- Dammböschung
- Brücke mit Widerlager
- Gebäudeabruch

Planunterlagen: gemäß Schlüssel Plan (Übergabe 28.11.2016)
Plan_RWT_15_441_09_Phase_7_2a_M038_BL_2000_91.dwg

Gesamterminplan Grundwasser (Stand 06.07.2017)

hydrogeologische Bauphase 7:

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

dauerhafte Grundwassersperren: 3 Sperren

- Leitungsbrücke Gleisdreieck,
- Leitungsbrücke Lahmeyerstraße
- Leitungsbrücke Borsigallee

- 97,10 - GW-Gleichen
- 97,00 - GW-Gleichen
- Schadenzentren gem. RP (gelb= Zentrum, orange= Fahnen Spitze)
- 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
Wolfgangstraße 427 · 34129 Kassel-Hardenhausen
Tel.: 0561/90994-0 · Fax: 0561/90994-55 · E-Mail: kassel@baugrundinstitut.de

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

Geändert:

Nachrichtlich Planfestgestellte Unterlage zum **Planfeststellungsbeschluss** vom 18.12.2019 (Gz. Nr. 18/14-04 & 2/264) Weisbaden, den 19.12.2019 Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen

Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsministerium
Frankfurt am Main

Unterlage Nr.: A5
Blatt Nr.: 6
Hessen ID: 03712
Datum: 25.11.16
Zeichen:

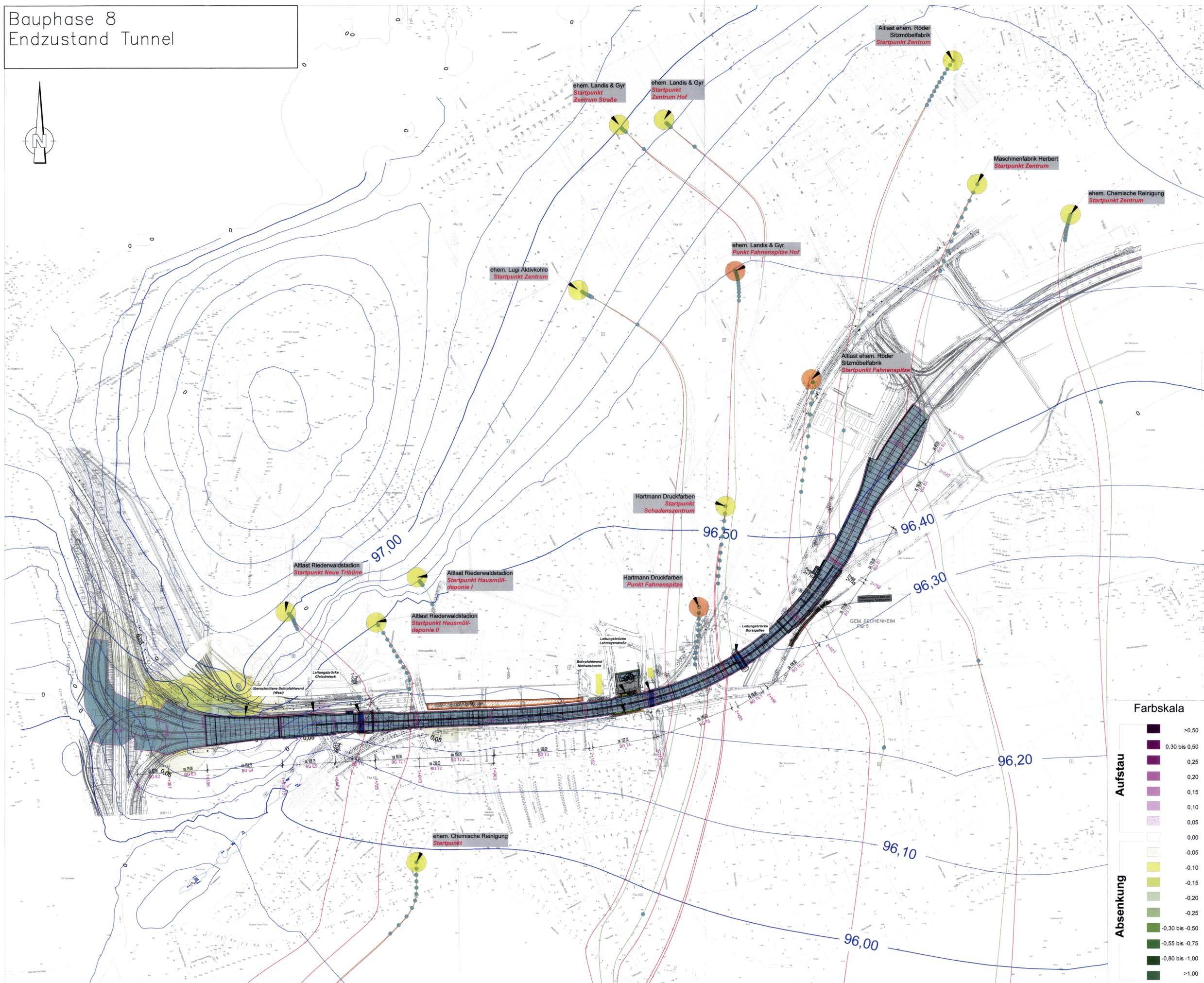
Bauwerk: **Riederwaldtunnel** BAB A 66 / A 661
Frankfurt am Main - Hanau
Maßnahme: **Berechnung der hydrogeologischen Bauphase 7 (gemäß Gesamtterminplan Grundwasser) - Bauphase 7**
vom 06.07.2017

bearbeitet: gezeichnet: gepruft:
Darstellung: **GW-Gleichen Differenzplan Ausgangssituation gegen Bauphase 7**
Maßstab: 1 : 2.500

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

K:\2017\11_12_Riederwaldtunnel_Grundwassermodell\A_05_Wasserbauphase\A_5.6_RWT\Bauphase 7.dwg

Bauphase 8 Endzustand Tunnel



- Tabuzone (Leiststruktur)
- 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 - Parkplätze | Rad-/Gehwege
- Bankett Rad-/Gehweg
- Einschnittsboschung
- Dammböschung
- Brücke mit Widerlager
- Gebäudeabruch

Planunterlagen: gemäss Schüttsler Plan (Bergseite 28.11.2016)
 Platte_RWT_15_441_10_Phase_8_Endzustand_MB45.dwg

Gesamtermplan Grundwasser

[Stand 06.07.2017]

hydrogeologischer Endzustand:

- dauerhafte Grundwassersperren: 4 Sperren**
- Leitungsbrücke Gleisdreieck
 - Leitungsbrücke Lahmeyerstraße
 - Leitungsbrücke Borsigallee
 - Bohrfahrwand Nothaltebucht

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

Farbskala



Bearbeitet: **DAS BAUGRUND INSTITUT**
 Dipl.-Ing. Knierim GmbH
 Wolfhager Straße 427 · 34128 Kassel-Harleshausen
 Tel.: 0561/9594-0 · Fax: 0561/9594-55 · E-Mail: kassel@dasbaugrundinstitut.de

Geändert:

a		
b		
c		
d		

Nachrichtlich Planfestgestellte Unterlage zum Nr. 18
Planfeststellungsbeschluss
 vom 18.12.2019
 Gl. Nr. 10-10-04/4.2.054g
 Wiesbaden, den 19.12.2019
 Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen
 in Auftrag
 Minister, Bauinspektor

Hessen Mobil
 Straßen- und Verkehrsplanung
 Frankfurt am Main

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

Maßnahme: **Berechnung der hydrogeologischen Bauphasen (gemäß Gesamttermplan Grundwasser) -Endzustand-**

Bearbeitet: gezeichnet: geprüf:
 gezeichnet: geprüf:
 Datum: Zeichen:

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

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

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

Maßstab: 1 : 2.500