

GUTACHTEN

- Technischer Erläuterungsbericht zur Grundwasserhaltung -

Bauvorhaben: Redundanter Ausbau der Riedleitung Süd-Teil
Bauwerk 16 bis zum Wasserwerk Allmendfeld

Gegenstand: Beschreibung der Maßnahmen zur Trocken-
haltung der Baugruben

Auftraggeber: ARGE Ausbau Riedleitung Süd-Teil
c/o Dahlem Beratende Ingenieure
GmbH & Co. Wasserwirtschaft KG
Bonsiepen 7, 45136 Essen

Datum: 5. Oktober 2020

Textseiten: 33

Anlagen: 6

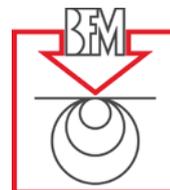
Projektnummer: 15367 (bei Schriftwechsel bitte angeben)

Erd- und Grundbau
Spezialtiefbau
Fels- und Tunnelbau
Deponie- und Dammbau
Straßenbau
Geothermie
Umwelttechnik
Alltlastensanierung
Gebäuderückbau

Bodenmechanisches Labor
Baugrunduntersuchungen
Grundwasseruntersuchungen
Geotechnische Messungen
Alltlastenerkundung
Geotechnische Beratung
Statische Berechnungen
Objektplanung
Bauüberwachung
Bauschadensanalysen



zertifiziert nach DIN EN ISO 9001



INHALTSVERZEICHNIS

1	Vorgang	4
2	Unterlagen	5
2.1	Projektbezogene Unterlagen	5
2.2	Fremdgutachten	5
2.3	Normen, Richtlinien	6
2.4	Literatur	6
2.5	Eigene Unterlagen	6
3	Bauvorhaben und örtliche Verhältnisse	7
3.1	Örtliche Verhältnisse	7
3.2	Geplante Baumaßnahme	8
4	Baugrund, Geologie, Aquifersysteme und Baugrunderkundung	10
4.1	Vorbemerkungen	10
4.2	Geologie	10
4.2.1	Auffüllungen und Ackerboden	11
4.2.2	Quartäre Schluff (Deckschicht)	12
4.2.3	Quartäre Sande (Grundwasserleiter)	13
5	Grundwasser, Wasserbeanspruchung der Bauwerke	13
5.1	Grundwasserleiter	13
5.2	Grundwasserstände	14
5.3	Grundwasserqualität	22
6	Wasserhaltung	24
6.1	Grundlagen	24
6.2	Umweltanalytik	24
6.3	Baubeginn	25
6.4	Baugruben	25
6.5	Absenkung der Grundwasseroberfläche	26
6.6	Grundwasserreinigung	27
6.7	Ausführende Firma und verantwortliche Bauleiter	28
6.8	Wassermenge	28
7	Hydraulische Kontrolle	30
8	Analytische Kontrolle	31
9	Ableitung des zutage geförderteten Grundwassers	31
10	Auswirkungen der beschriebenen Maßnahmen zur Trockenhaltung der Baugruben auf die Bauwerke in der Umgebung	32
11	Beweissicherung	32
12	Antrag	33



ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 Lagepläne

- Anlage 1.1 Lageplanausschnitt Station km 0+000 bis km 2+300
- Anlage 1.2 Lageplanausschnitt Station km 2+100 bis km 3+400
- Anlage 1.3 Lageplanausschnitt Station km 3+200 bis km 4+600
- Anlage 1.4 Lageplanausschnitt Station km 4+500 bis km 6+600
- Anlage 1.5 Lageplanausschnitt Station km 6+100 bis km 8+000
- Anlage 1.6 Lageplanausschnitt Station km 8+000 bis km 10+300
- Anlage 1.7 Lageplanausschnitt Station km 10+100 bis km 11+100
- Anlage 1.8 Lageplanausschnitt Station km 11+100 bis km 13+500
- Anlage 1.9 Lageplanausschnitt Station km 12+500 bis km 15+200
- Anlage 1.10 Lageplanausschnitt Station km 14+500 bis km 16+798.764

Anlage 2 Längsschnitt mit Sondierergebnissen

- Anlage 2.1 Teillängsschnitt Station km 0+000 bis km 5+620
- Anlage 2.2 Teillängsschnitt Station km 5+600 bis km 11+140
- Anlage 2.3 Teillängsschnitt Station km 11+100 bis km 16+798.764

Anlage 3 Tabelle Wasserhaltungsmaßnahmen

Anlage 4 CAL-Untersuchungsberichte

- Anlage 4.1 Untersuchungsbericht Nr. 201910841 vom 24.01.2020
(GFS nach GWS-VwV)
- Anlage 4.2 Untersuchungsbericht Nr. 202006360 vom 21.07.2020
(GFS nach GWS-VwV)
- Anlage 4.3 Untersuchungsbericht Nr. 201910841-A vom 27.01.2020
(TrinkwV + Pestizide)
- Anlage 4.4 Untersuchungsbericht Nr. 202006360-A vom 23.07.2020
(TrinkwV + Pestizide)

Anlage 5 Wassermengenberechnungen

- Anlage 5.1 Absenkung 0,5 m
- Anlage 5.2 Absenkung 1,0 m
- Anlage 5.3 Absenkung 1,5 m
- Anlage 5.4 Absenkung 2,3 m
- Anlage 5.5 Absenkung 3,6 m
- Anlage 5.6 Absenkung 4,0 m

Anlage 6 BFM-Vorgutachten vom 28.08.2020



1 Vorgang

Im Auftrag der Hessenwasser GmbH & Co. KG (Hessenwasser) plant die ARGE Ausbau Riedleitung Süd-Teil den Neubau einer rd. 17 km langen Trinkwasserverbundleitung, die sog. „Redundante Riedleitung Süd“, zwischen dem Bauwerk 16 bei Wolfskehlen im Hessischen Ried bis zum Wasserwerk Allmendfeld bei Gernsheim (WW ALLM).

Die Hessenwasser beabsichtigt eine Gesamtredundanz ihres Trinkwasserverbundnetzes, welche bis zur Druckerhöhungsanlage Haßloch bei Rüsselsheim (DE HASS) reicht. Das Gesamtsystem stellt die Versorgung des Ballungsraumes Frankfurt mit Trinkwasser aus dem Hessischem Ried sicher.

Die Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH (BFM) wurde von der ARGE Ausbau Riedleitung Süd-Teil mit der Baugrunderkundung sowie der Ausarbeitung eines Gutachtens zur Gründung und der abfalltechnischen Vordeklaration beauftragt. Die entsprechenden Ergebnisse sind in unserem Vorgutachten vom 28.08.2020 [21] dokumentiert und bewertet.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung binden Teile der Leitungstrasse sowie die an Kreuzungspunkten erforderlichen Schächte in das Grundwasser ein. Daraus folgt, dass zur Trockenhaltung dieser Leitungsabschnitte sowie der Schachtbaugruben bis zum Erreichen der Auftriebssicherheit der Bauwerke eine Wasserhaltung betrieben werden muss.

Aus hydraulischer Sicht ist dafür Sorge zu tragen, dass die zutage zu fördernde Grundwassermenge im Hinblick auf die Auswirkungen auf die Umgebung auf ein technisch mögliches Mindestmaß begrenzt wird.

Gemäß WHG ist es erforderlich, die wasserrechtliche Erlaubnis einschl. der Genehmigung zur Wiedereinleitung des zutage gefördert Grundwassers zu beantragen. In diesem Zusammenhang wird hier der dazu notwendige technische Erläuterungsbericht einschließlich der Abschätzung des Fördervolumens vorgelegt.



2 Unterlagen

2.1 Projektbezogene Unterlagen

- [1] Detaillagepläne der ARGE Ausbau Riedleitung Süd-Teil, Entwurfsplanung, vom 16.08.2019.
- [2] Längsschnitte der ARGE Ausbau Riedleitung Süd-Teil, Entwurfsplanung, vom 12.07.2019.
- [3] Übersichtsplan redundante Riedleitung Süd mit Schutzgebieten und Überschwemmungsgebieten, Trinkwasserverbundleitung DN 1000 BW16-WWALLM der H. P. Gauff Ingenieure & Co. KG, vom 17.10.2017.
- [4] Absteckungsskizze des Ingenieurbüros Dr.-Ing. Jürgen Riehl, Hochheim am Main, vom 27.09.2019 und 25.10.2019.
- [5] Parameter der Vollanalysen mit Höchstwerten für die Versickerung der Hessenwasser GmbH und Co. KG, TrinkwV, GrwV, GFS-Wert nach GWS-VwV.
- [6] Trassenbeschreibung der H. P. Gauff Ingenieure GmbH & Co. KG, Potsdam. Trinkwasserverbundleitung DN 1000 BW 16 – WWALLM Redundante Riedleitung Süd, erstattet im Auftrag der Hessenwasser GmbH & Co. KG, Groß-Gerau. Datum vom: November 2017.
- [7] Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH: Redundanter Ausbau der Riedleitung Südteil, Kreuzung DB-Strecke 4010, Baugrundvoruntersuchungen und geotechnische Beratung sowie orientierende umwelttechnische Untersuchungen, Vorgutachten vom 20.08.2020.
- [8] Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH: Redundanter Ausbau der Riedleitung Südteil Bauwerk 16 bis Wasserwerk Allmendfeld - Baugrundvoruntersuchungen und geotechnische Beratung sowie orientierende umwelttechnische Untersuchungen, Vorgutachten vom 10.09.2020.
- [9] BGS Umwelt, Bemessungsgrundwasserstände für Bauwerksabdichtungen im Versorgungsgebiet der HSE (Hessisches Ried), Gleichenplan Bemessungsgrundwasserstände (Maßstab 1 : 100.000), Stand September 2004.

2.2 Fremdgutachten

- [10] Bericht der Schnittstelle Boden Ingenieurbüro für Boden- und Grundwasserschutz: Bestandsaufnahme des Bodens für das Vorhaben Errichtung einer Trinkwasserleitung vom Wasserwerk Allmendfeld bis Wolfskehlen, erstattet im Auftrag der Hessenwasser GmbH & Co. KG, Datum vom 04.12.2017.



- [11] Konzept der Hessenwasser GmbH und Co. KG, Groß-Gerau: Grundwasserhaltungen bei Baumaßnahmen der Hessenwasser – Grundlagen und Handlungsoptionen zur qualitativen Überwachung einer Gewässereinleitung, Stand: April 2017.

2.3 Normen, Richtlinien

- [12] Handbuch Eurocode 7 – Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, herausgegeben vom Deutschen Institut für Normung e. V., 1. Auflage, Beuth Verlag Berlin, Wien, Zürich, 2011.
- [13] Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben", EAB. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), 5. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, 2012.
- [14] Regierungspräsidium Darmstadt, Gießen, Kassel, Abt. Staatliche Umweltämter, Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen", Stand 01.09.2018.
- [15] Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009, Teil I, Nr. 22, Bonn, 29.04.2009, Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27.04.2009, sog. DepV.
- [16] Regierungspräsidium Darmstadt, Abt. Arbeitsschutz und Umwelt Darmstadt: Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) - Vorgaben für die Antragsteller für die Erstellung des Fachbeitrags WRRL, Stand: 16.06.2020.

2.4 Literatur

- [17] Geologische Karte von Hessen, Maßstab 1:25.000, hrsg. Vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Messtischblatt 6116, Oppenheim mit Erläuterungen und Beiblättern 1 – 3.
- [18] Geologische Karte von Hessen, Maßstab 1:25.000, hrsg. Vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Messtischblatt 6117, Darmstadt West mit Erläuterungen und Beiblättern 1 – 3.
- [19] Geologische Karte von Hessen, Maßstab 1:25.000, hrsg. Vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung 1972, Messtischblatt 6217, Zwingenberg a. d. Bergstraße mit Erläuterungen und Beiblättern 1 – 3.
- [20] Hydrologische Kartenwerke: Hessische Rhein- und Mainebene. Grundwasserhöhen gleichen für die Jahre 2000 bis 2015. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie 2013.

2.5 Eigene Unterlagen

- [21] Vorgutachten vom 20.08.2020: Redundanter Ausbau der Riedleitung Süd-Teil Kreuzung DB-Strecke 4010 - Baugrundvoruntersuchungen, geotechnische Beratung sowie orientierende umwelttechnische Untersuchungen.



[22] Vorgutachten vom 28.08.2020: Redundanter Ausbau der Riedleitung Süd-Teil Bauwerk 16 bis zum Wasserwerk Allmendfeld – Baugrundvoruntersuchungen, geotechnische Beratung sowie orientierende umwelttechnische Untersuchungen.

3 Bauvorhaben und örtliche Verhältnisse

3.1 Örtliche Verhältnisse

Die geplante rd. 17 km lange Riedleitung Süd verläuft durch das Hessische Ried westlich von Darmstadt, beginnend bei Gernsheim im Süden bis Riedstadt-Wolfskehlen im Norden. Westlich des Projektgebietes fließt der Rhein. Mit dem geplanten Leitungsabschnitt entsteht eine redundante Leitung zum Südabschnitt der bestehenden Riedleitung DN 1000/1300 (TL RIED), welche westlich der Ortslage von Crumstadt und Goddelau verläuft.

Der geplante Neubauabschnitt beginnt beim Wasserwerk Allmendfeld östlich von Gernsheim und führt anschließend linksseitig entlang der BAB A 67 Richtung Norden bis kurz vor Eschollbrücken. Weiter Richtung Nordwesten verlaufend endet die Riedleitung Südwestlich von Riedstadt-Wolfskehlen. Eine etwa 700 m lange Stichleitung sorgt für eine zusätzliche zweite Anbindung des Wasserwerkes Eschollbrücken an die TL RIED. Ebenso wird die Einspeisung des Wasserwerkes Pfungstadt ermöglicht.

Die Geländeoberfläche ist lokal überwiegend eben und weist entlang der Trasse ein leichtes Gefälle von Süd nach Nord bzw. zum Rhein hin auf. Im Süden der Trasse liegt die Geländeoberfläche bei rd. 92 m NHN und im Norden bei 89 m NHN.

Die Leitungstrasse verläuft über weite Teile über unbefestigte Feldwege und Ackerflächen. Etwa 70 % der Strecke liegt im Trinkwasserschutzgebiet der Zonen II und III zwischen Allmendfeld und Eschollbrücken. Der Streckenabschnitt westlich Darmstadt-Griesheim liegt innerhalb des potentiellen Überschwemmungsgebietes bei einem Hochwasser HQ 1000 [3].

Der gesamte Trassenverlauf ist in dem als Anlagen 1.1 bis 1.10 beigefügten Lageplänen eingetragen. Darin sind auch die Trasse tangierenden Wasserschutzgebiete dokumentiert.

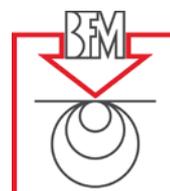


3.2 Geplante Baumaßnahme

Die Riedleitung Süd wird streckenweise in einer Tiefe von rd. 3 m unter GOK verlegt. In Teilbereichen wird die Trasse vorhandene Wege, Straßen und Gewässer kreuzen. Südlich von Wolfkehlen liegt die Bahntrasse (Riedbahn) der Deutschen Bahn, die ebenfalls gequert wird. An diesen etwa 15 Kreuzungspunkten sind jeweils zwei Schachtbauwerke vorgesehen für eine Press- und eine Zielgrube, deren Baugrubensohlen deutlich tiefer unter Gelände liegen als die Riedleitung. Auf der Strecke sind weiterhin mehrere Regelschächte und Zwischenschächte geplant. In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die geplanten Bauwerke mit der jeweiligen Angabe der Tiefe unter GOK aufgelistet.

Tab. 1: Geplante Bauwerke mit Angabe der Baugrubentiefe

Baukilometer [km]	Bauwerksart	Kreuzung	GOK [m NHN]	Tiefe Baugrube [m]
0+025	MID	Anschluss WW-Allmendfeld	90,80	4,0
0+480	HP	Schachtbauwerk	91,30	4,0
0+980	Baugrube	namenloses Gewässer - Startgrube	90,88	7,3
1+008	Schutzrohr	namenloses Gewässer	-	0,00
1+035	TP	namenloses Gewässer - Zielgrube	90,56	7,00
1+111	Streckenbauwerk	Berleweg, A67 - Startgrube	90,32	6,30
1+157	Schutzrohr	Berleweg, A67	-	0,00
1+211	Baugrube	Berleweg, A67 - Zielgrube	90,18	5,80
1+277	Schutzrohr	Graben, namenlos	89,3	0,00
1+569	HP	Fanggraben	90,80	4,00
1+579	TP	Fanggraben - Startgrube	90,90	8,50
1+608	Schutzrohr	Fanggraben - Rohr	-	0,00
1+639	Baugrube	Fanggraben - Zielgrube	90,95	7,20
1+744	Schutzrohr	Graben	89,60	0,00
2+526	HP	Rotgraben	91,39	4,00
2+536	TP	Rotgraben - Startgrube	91,38	8,90
2+555	Schutzrohr	Rotgraben - Rohr	-	0,00
2+572	HP	Rotgraben - Zielgrube	91,41	7,20
2+877	TP	Neuer Gernsheimer Weg - Startgrube	91,15	5,50
2+907	Schutzrohr	Neuer Gernsheimer Weg - Rohr	-	0,00
2+937	Baugrube	Neuer Gernsheimer Weg - Zielgrube	91,10	5,40
4+033	HP	Modau	93,42	4,60
4+043	TP	Modau - Zielgrube	93,70	8,30
4+076	Schutzrohr	Modau - Rohr	-	0,00
4+108	HP	Modau - Startgrube	93,40	6,10
4+785	Baugrube	Rheinstraße, A67 - Startgrube	92,40	5,10



Baukilometer [km]	Bauwerksart	Kreuzung	GOK [m NHN]	Tiefe Baugrube [m]
4+825	Schutzrohr	Rheinstraße, A67 - Rohr	-	0,00
4+864	TP	Rheinstraße, A67 - Zielgrube	92,15	4,80
5+209	HP	Schachtbauwerk	93,70	4,00
6+081	TP	Eicher Straße (K149) - Startgrube	92,65	5,70
6+108	Schutzrohr	Eicher Straße (K149) - Rohr	-	0,00
6+134	HP	Eicher Straße (K149) - Zielgrube	92,90	5,40
6+781	Baugrube	B426 - Startgrube	91,39	6,90
6+810	Schutzrohr	B426 - Rohr	-	0,00
6+840	TP	B426 - Startgrube	91,44	8,30
6+850	HP	B426	91,41	4,00
7+210	Schutzrohr	Graben, namenlos	90,10	0,00
7+377	TP	Schachtbauwerk	91,05	5,40
8+125	HP	Crumstädter Straße (K150)	90,65	4,00
8+135	TP	Crumstädter Straße (K150) - Startgrube	90,61	10,70
8+170	Schutzrohr	Crumstädter Straße (K150) - Rohr	-	0,00
8+204	Baugrube	Crumstädter Straße (K150) - Zielgrube	90,22	8,70
8+330	Schutzrohr	Graben, namenlos	88,82	0,00
9+698	HP	Sandbach	91,05	4,00
9+708	TP	Sandbach - Startgrube	91,17	8,00
9+751	Schutzrohr	Sandbach - Rohr	-	0,00
9+794	HP	Sandbach - Zielgrube	91,06	6,50
10+231	Anschlusschacht	Anschluss WW Eschollbrücken	89,86	5,60
10+815	Schutzrohr	Graben, namenlos	89,38	0,00
11+298	TP	Schachtbauwerk	89,40	5,40
12+636	HP	Schachtbauwerk	89,08	4,00
13+369	TP	Schachtbauwerk	88,75	4,80
13+951	HP	Schachtbauwerk	89,47	4,00
14+599	TP	Starkenburger Str. (K158) - Startgrube	89,27	5,80
14+621	Schutzrohr	Starkenburger Str. (K158) - Rohr	-	0,00
14+642	Baugrube	Starkenburger Str. (K158) - Zielgrube	89,29	5,80
14+911	HP	Schachtbauwerk	89,61	4,00
15+423	Baugrube	Scheidgraben - Zielgrube	86,28	6,30
15+443	Schutzrohr	Scheidgraben - Rohr	-	0,00
15+463	TP	Scheidgraben - Startgrube	86,30	6,40
15+732	HP	DB-Trasse	89,76	4,60
15+742	TP	DB-Trasse - Startgrube	89,78	9,60
15+768	Schutzrohr	DB-Trasse - Rohr	-	0,00
15+795	HP	DB-Trasse - Zielgrube	88,68	6,60
16+665	TP	B44 - Startgrube	87,79	6,20
16+724	Schutzrohr	B44 - Rohr	-	0,00
16+783	Baugrube	B44 - Zielgrube	87,52	5,80



Baukilometer [km]	Bauwerksart	Kreuzung	GOK [m NHN]	Tiefe Bau-grube [m]
16+798	Anschlussbauwerk	Anschluss DN1300 Ried Bestand	87,60	8,90
Anschluss Station 10+231 bis WW Eschollbrücken				
0+000	TP	K17 Landgraben/Küchlergraben	94,41	
1+421	HP	L3303 - Zielgrube	-	6,00
1+436	Schutzrohr	L3303 - Rohr	94,40	0,00

4 Baugrund, Geologie, Aquifersysteme und Baugrunderkundung

4.1 Vorbemerkungen

Die nachfolgenden Angaben sind aus dem Baugrundvorgutachten [21], welches den Antragsunterlagen als Anlage 6 beigelegt ist, zusammengefasst. Weitere Details zu Baugrund, Geologie, Aquifersysteme und Baugrunderkundung können dort nachgeschlagen werden.

4.2 Geologie

Entsprechend der Geologischen Karten [17], [18] und [19] ist aufgrund der Lage in ehemaligen Auen und alten Flussläufen des Neckars und des Rheins im Trassenbereich unterhalb von teils aufgefüllten Böden und Ackerböden mit Auensedimenten (Lehme und Sande) zu rechnen.

Bei Eschollbrücken verläuft die Trasse im Überschwemmungsgebiet von verschiedenen Bächen. Hier finden sich kalkhaltige Tone und Lehme des Rheins und des Neckars. Bei Pfungstadt-Hahn kommen Torflagen im Boden aufgrund von Moorbildungen in den alten Neckarbetten vor. Die Mächtigkeit der holozänen und pleistozänen Sedimente kann mehrere Dezimeter erreichen.

Unterhalb der quartären Auensedimente befindet sich bis in eine Tiefe von rd. 100 m pleistozäne Sande. Von der Genese handelt es sich dabei um jüngere und ältere Flugsande, Sandlöss, Löss und Schuttkegelsande.



4.2.1 Auffüllungen und Ackerboden

Mit den Baugrundaufschlusssondierungen wurden ab der GOK überwiegend **Mutter- bzw. Ackerboden** erbohrt. Dieser weist Dicken zwischen minimal etwa 0,1 m (RKS 10) und maximal etwa 1,2 m (RKS 47) auf.

Der Mutterboden besteht nach Feldansprache der aufgeschlossenen Böden aus schwach sandigen bis sandigen, tonigen, kiesigen Schluffen von steifer Konsistenz. Der Boden wird von Wurzel- und Pflanzenresten durchzogen.

Im Trassenabschnitt zwischen dem Wasserwerk Allmendfeld bis zum Landgraben entlang der BAB 67 (RKS 1 bis RKS 5) folgen unterhalb der Geländeoberfläche (GOK ca. 91 m NHN) **Auffüllungen** mit einer Mächtigkeit von rd. 1,75 m. Diese setzen sich aus sandigen und kiesigen Schluffen in steifer bis halbfester und bereichsweise halbfester Konsistenz sowie aus schluffigen, kiesigen Sanden zusammen. Als Fremdbestandteile wurden in den Auffüllungen Pflanzen- und Wurzelreste, Ziegel-, Schlacke- und Betonbruch sowie Schotter festgestellt.

Nördlich von Pfungstadt-Hahn entlang der B 426 sowie westlich an Pfungstadt-Eich und Pfungstadt-Eschollbrücken vorbei (RKS 29 bis RKS 45) folgen unterhalb der Geländeoberfläche (GOK ca. 90,9 m NHN) Auffüllungen in einer Mächtigkeit von rd. 1,5 m. Die Auffüllungen bestehen aus stark schluffigen, kiesigen Sanden und aus sandigen, kiesigen Schluffen überwiegend von halbfester Konsistenz. Als künstliche Beimengungen wurden neben Pflanzen- und Wurzelresten, Ziegel- und Betonbruch, Schotter, Kohle und Metall festgestellt.

Im Trassenabschnitt zwischen dem Solarpark Griesheim Richtung Goddelau und weiter entlang der Südumgehung B 26 von Wolfskehlen bis zum Bauwerk 16 bei Wolfskehlen (RKS 52 bis RKS 70B) steht unter Gelände (rd. 88 m NHN) bzw. unter einer Asphaltdecke mit Schotterunterbau ebenfalls Auffüllmaterial an. Die Mächtigkeit beträgt bis zu 1 m. Die Auffüllungen bestehen überwiegend aus sandigen, kiesigen Schluffen von steifer bis halbfester Konsistenz. Als Fremdbestandteile wurden Wurzelreste, Ziegel, Beton, Kohle und Schlacke vorgefunden.



4.2.2 Quartäre Schluff (Deckschicht)

Unterhalb der Auffüllungen bzw. dem Ackerboden folgen **quartäre Schluffe** holozänen und pleistozänen Alters, bestehend aus übergeordnet Schluffen sowie untergeordnet Tonen und Sanden, die tw. feingliedrig als Wechsellagerung vorliegen. Die Mächtigkeit der hier erbohrten quartären Deckschicht beträgt minimal etwa 0,7 m und maximal etwa 3,6 m. Die Unterkante liegt auf Höhenkoten zwischen 85,5 m NHN und 90,8 m NHN, bereichsweise auch auf 92,0 m NHN. Häufig ist der Übergang zum im Liegenden folgenden Schichtglied, bestehend aus feinkörnigen Sanden, nicht eindeutig festzustellen.

Granulometrisch wurden die holozänen und pleistozänen Sedimente als sandige, tonige und kiesige Schluffe von steifer, steifer bis halbfester und bereichsweise auch weicher bis steifer Konsistenz anzusprechen. Neben den Schluffen kommen schluffige, sandige und kiesige Tone von steifer, halbfester und lokal auch weicher bis steifer Konsistenz vor. Grobkörnige Sedimente bestehend aus schluffigen, tonigen Sanden wurden ebenfalls angetroffen. Innerhalb der quartären Sedimente, die in Auengebieten, alten Flussläufen, Überschwemmungsgebieten und vereinzelt auch Mooren gebildet wurden, wurden Reste von Wurzelresten, Kohle, Kalkbröckchen, Muschelschalen und Lösskindl angesprochen. Die Sedimente sind kalkhaltig bis stark kalkhaltig.

Im Projektgebiet südlich von Hahn (Moorgebiet gemäß [18] und [19]) und westlich von Eschollbrücken wurden in den Bodenproben organisches Material erbohrt. Hier befinden sich die Modau und der Lohrraingraben, der im ehemaligen Flussbett fließt. Ferner wurde organisches Material im Nahbereich des Scheidgrabens südlich von Wolfskehlen dokumentiert, der entlang des ehemaligen Flusslaufes verläuft.

Die quartären Schluffe sind als baupraktisch gering wasserdurchlässig anzusehen.



4.2.3 Quartäre Sande (Grundwasserleiter)

Unterhalb der quartären Schluffe folgen bis zu den Endteufen bei rd. 80,7 m NHN (RKS 70B) **quartäre Sande**. Das Material liegt homogen vor. Die Mächtigkeit dieser Schicht kann laut Geologischer Karte bis zu 100 m erreichen.

Granulometrisch wurden die quartären Sande als schwach schluffige, schwach kiesige Sande mit einem hohen Kalkgehalt angesprochen. Überwiegend liegen die Sande als Fein- bis Mittelsande vor.

5 Grundwasser, Wasserbeanspruchung der Bauwerke

5.1 Grundwasserleiter

Der Grundwasserleiter im Projektgebiet liegt innerhalb der quartären Sande. Diese werden von gering durchlässigen bis grundwasserstauenden quartären Schluffen (Deckschicht) überlagert, so dass bei hohem Grundwasserstand von gespannten bzw. halbgespannten Grundwasserverhältnissen in den quartären Sanden ausgegangen werden kann. Bei normalem Grundwasserstand des Rheins handelt es sich bei den quartären Sanden dagegen überwiegend um einen freien Grundwasserleiter.

Für die Planung der Grundwasserhaltung im Bereich der Schachtbauwerke und entlang der ins Grundwasser einbindenden Streckenabschnitte wird die Wasserdurchlässigkeit der quartären Sande in einer Bandbreite von etwa

$$6,5 \times 10^{-5} \text{ m/s} \leq k_f \leq 7,3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

in Anlehnung an die Korrelationen aus den Kornverteilungskurven abgeschätzt. Dabei hängt die tatsächliche Wasserdurchlässigkeit des Schichtpakets, z. B. zur Ermittlung des Zulaufs von Pumpensämpfen oder Absenkbrunnen, stark vom lokalen Feinkornanteil des Baugrundes bzw. der örtlichen Feinschichtung ab. Generell kann in Auensedimenten von einer Anisotropie der Schichtdurchlässigkeit ausgegangen werden, d. h. die horizontale Durchläs-



sigkeit kann ein bis zwei 10er Potenzen größer sein als die vertikale Durchlässigkeit, bedingt durch die horizontale Wechsellagerung zwischen gröberen und feineren Sanden.

Für die Berechnung von Förderwassermengen einer bauzeitlichen Grundwasserhaltung wird ein rechnerischer Durchlässigkeitsbeiwert der quartären Sande von

$$k = 5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

angesetzt.

5.2 Grundwasserstände

Nach den unserem Institut vorliegenden Informationen und Unterlagen [20] kann generell davon ausgegangen werden, dass die Grundwasserfließrichtung im oberen Grundwasserleiter etwa nach Westen bzw. zum Rhein gerichtet ist.

Im Rahmen der aktuellen Baugrunderkundung wurden insgesamt 26 temporäre Grundwassermessstellen ausgebaut. In 16 Messstellen konnte im November 2019 Grundwasser gemessen werden, die restlichen Messstellen waren trocken.

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die Wasserstandmessungen direkt nach der Sondierung im Oktober 2019 (angebohrter oder teileingespigelter Grundwasserstand) und nach Ausbau zum GW-Pegel (Ruhewasserstand) aufgeführt. Nach Ausbau der Rammkernsondierungen zu Grundwassermessstellen wurden die Grundwasserstände im November 2019 nochmals gemessen (Ruhewasserstand). Zudem sind in der Tabelle auch die durch die Trassenverschiebung im Jahre 2020 zusätzlich eingerichteten Messstellen aufgelistet.

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die Wasserstandsmessungen der ausgebauten Pegel der Rammkernsondierungen vom November 2019 aufgeführt.



Tab. 2: Grundwassermessungen im Streckenverlauf

Aufschluss (RKS)	Geländehöhe [m NHN]	angebohrter GW-Stand unter GOK	GW-Oberfläche [m NHN]	teileingespiegelter GW-Stand unter POK	GW-Oberfläche [m NHN]	Ruhewasserstand unter POK	GW-Oberfläche [m NHN]
3	91,702	4,00	87,702 30.09.2019			3,82	87,902 06.11.2019
5	91,374	4,05	87,324 01.10.2019			4,79	87,434 06.11.2019
9	90,590	3,42	87,170 02.10.2019			3,45	88,140* ¹⁾ 06.11.2019
15	91,395	3,95	87,445 01.10.2019			4,44	87,555 06.11.2019
17	90,874	3,30	87,574 09.10.2019			4,78	87,644 06.11.2019
31	92,522	5,18	87,342 16.10.2019	5,98	87,342 16.10.2019	5,91	87,412 07.11.2019
34	91,415	4,17	87,245 17.10.2019			5,42	87,295 07.11.2019
35	90,070	2,92	87,150 23.10.2019			-	
37	90,132	3,20	86,932 24.10.2019			3,42	87,212 07.11.2019
38	90,598	3,70	86,898 24.10.2019			4,66	86,938 07.11.2019
38 VA	90,663	3,26	87,403 17.06.2020	4,35	87,403 17.06.2020	3,36	88,393* ²⁾ 14.07.2020
40 V	90,627	3,45	87,177 17.06.2020	4,65	87,177 17.06.2020	4,71	87,117* ²⁾ 14.07.2020
41	90,499					3,72	86,779 07.11.2019
41 V	90,354	3,20	87,154 17.06.2020				
42 V	89,742			2,90	86,842 17.06.2020		
52	89,159	2,62	86,539 27.10.2019			3,59	86,569 07.11.2019
58	89,612	3,72	85,892 29.10.2019	4,30	85,892 29.10.2019	4,24	85,952 07.11.2019
62	89,471	4,05	85,421 29.10.2019	4,41	85,421 29.10.2019	4,35	85,481 08.11.2019
64	86,908	1,53	85,378 28.10.2019	2,03	85,378 28.10.2019	2,01	85,398 08.11.2019
65	86,322	0,60	85,722 20.10.2019				
66	89,726	4,85	84,876 28.10.2019	5,25	84,976 28.10.2019	5,21	85,016 08.11.2019
70B	87,778	3,45	84,328 28.10.2019	3,95	84,328 28.10.2019	3,94	84,338 08.11.2019

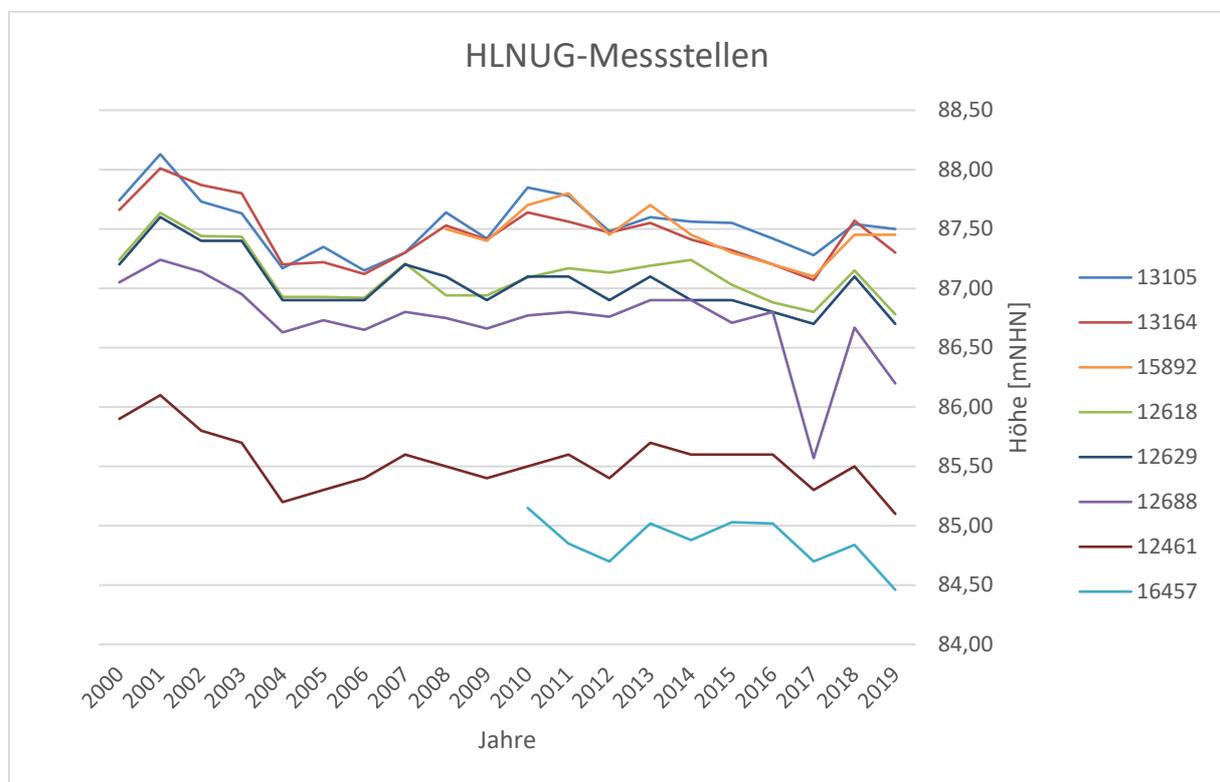
*¹⁾ Messung unplausibel, evtl. Messfehler

*²⁾ Messung im Sommer 2020



Zur Abschätzung der Grundwasserschwankungen wurden die der Trasse am nächsten gelegenen dauerhaften Messstellen, die durch das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) betrieben und verwaltet werden, ausgewertet. Dazu wurden die gemessenen Grundwasserstandwerte der folgenden Messstellen näher betrachtet: 13105, 13164, 15892, 12618, 12629, 12688, 12461 und 16457. Für die Auswertung wurde jeweils der Jahresmittelwert für die Jahre 2000 bis 2019 dargestellt (Abbildung 1).

Abb. 1: Grundwasserstände der Messstellen zwischen 2004 und 2019



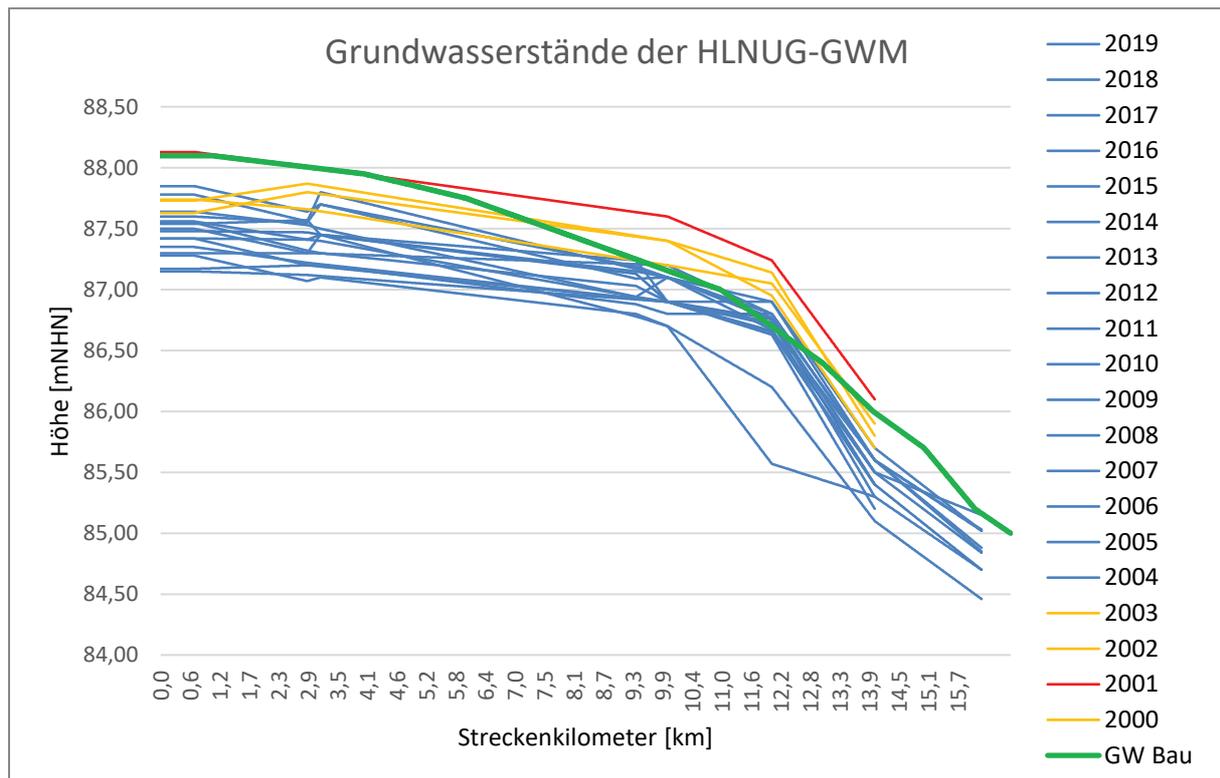
Die von der Jahreszeit abhängige Grundwasserschwankung kann einige Dezimeter bis rd. 0,8 m betragen. In den vergangenen 20 Jahren wurden insbesondere im Jahr 2001 aufgrund hoher Niederschläge und einem damit verbundenen hohen Rhein-Hochwasser hohe Grundwasserstände gemessen. In den vergangenen 5 Jahren war dann die Jahresmittelwerte i. M. 0,8 m niedriger als zu Beginn der 2000er.

Im Hinblick auf die Planung der bauzeitlichen Grundwasserhaltung wurden die Grundwasserstände der HLNUG-Messstellen, die in der Nähe der geplanten Trasse gelegen sind, aus den Jahren 2000 bis 2019 auf die Strecke interpoliert und aufgrund der vorgenannten Mes-



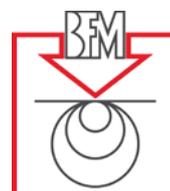
sungen und Auswertungen unter Inkaufnahme eines Restrisikos bzgl. eines Rheinhochwassers in der maßgeblichen Bauzeit ein **bauzeitlicher Grundwasserstand GW_{Bau}** abgeschätzt (Abbildung 2).

Abb. 2: Jahresmittelwerte der HLNUG-Messstellen und GW_{Bau}



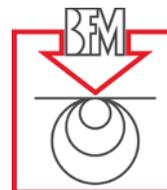
Die langfristig für den Nachweis der Auftriebssicherheit der Schachtbauwerke und die Planung der Bauwerksabdichtung anzunehmenden **Bemessungs-Grundwasserstände GW_{max}** sind gemäß der Karte über die Bemessungsgrundwasserstände im Versorgungsgebiet der HSE (Hessisches Ried) [9] anzusetzen.

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die Bemessungs-Grundwasserstände GW_{max} und die bauzeitlichen Grundwasserstände GW_{Bau} für die jeweiligen Bauwerke dargestellt.



Tab. 3: Bauzeitliche Grundwasserstände an den Bauwerken, Bemessungsgrundwasserstand nach BGS, 2004

Baukilometer [km]	Bauwerksart	Kreuzung	GW _{Bau} [m NHN]	GW _{max} [m NHN]
0+025	MID	Anschluss WW-Allmendfeld	88,1	90,0
0+480	HP	Schachtbauwerk	88,1	90,25
0+980	Baugrube	namenloses Gewässer - Startgrube	88,1	90,3
1+008	Schutzrohr	namenloses Gewässer	88,1	90,3
1+035	TP	namenloses Gewässer - Zielgrube	88,1	90,3
1+111	Streckenbauwerk	Berleweg, A67 - Startgrube	88,1	90,3
1+157	Schutzrohr	Berleweg, A67	88,1	90,3
1+211	Baugrube	Berleweg, A67 - Zielgrube	88,1	90,3
1+277	Schutzrohr	Graben, namenlos	88,1	90,3
1+569	HP	Fanggraben	88,1	90,4
1+579	TP	Fanggraben - Startgrube	88,1	90,4
1+608	Schutzrohr	Fanggraben - Rohr	88,1	90,4
1+639	Baugrube	Fanggraben - Zielgrube	88,1	90,4
1+744	Schutzrohr	Graben	88,1	90,5
2+526	HP	Rotgraben	88,0	90,6
2+536	TP	Rotgraben - Startgrube	88,0	90,6
2+555	Schutzrohr	Rotgraben - Rohr	88,0	90,6
2+572	HP	Rotgraben - Zielgrube	88,0	90,6
2+877	TP	Neuer Gernsheimer Weg - Startgrube	88,0	90,7
2+907	Schutzrohr	Neuer Gernsheimer Weg - Rohr	88,0	90,7
2+937	Baugrube	Neuer Gernsheimer Weg - Zielgrube	88,0	90,7
4+033	HP	Modau	88,0	91,0
4+043	TP	Modau - Zielgrube	88,0	91,0
4+076	Schutzrohr	Modau - Rohr	88,0	91,0
4+108	HP	Modau - Startgrube	88,0	91,0
4+785	Baugrube	Rheinstraße, A67 - Startgrube	87,9	91,5
4+825	Schutzrohr	Rheinstraße, A67 - Rohr	87,9	91,5
4+864	TP	Rheinstraße, A67 - Zielgrube	87,9	91,5
5+209	HP	Schachtbauwerk	87,8	91,6
6+081	TP	Eicher Straße (K149) - Startgrube	87,7	91,1
6+108	Schutzrohr	Eicher Straße (K149) - Rohr	87,7	91,1
6+134	HP	Eicher Straße (K149) - Zielgrube	87,7	91,1
6+781	Baugrube	B426 - Startgrube	87,6	90,1
6+810	Schutzrohr	B426 - Rohr	87,6	91,1
6+840	TP	B426 - Startgrube	87,6	91,1
6+850	HP	B426	87,6	91,1
7+210	Schutzrohr	Graben, namenlos	87,6	90,0
7+377	TP	Schachtbauwerk	87,6	90,0



Baukilometer [km]	Bauwerksart	Kreuzung	GW _{Bau} [m NHN]	GW _{max} [m NHN]
8+125	HP	Crumstädter Straße (K150)	87,4	89,9
8+135	TP	Crumstädter Straße (K150) - Startgrube	87,4	89,9
8+170	Schutzrohr	Crumstädter Straße (K150) - Rohr	87,4	89,9
8+204	Baugrube	Crumstädter Straße (K150) - Zielgrube	87,4	89,9
8+330	Schutzrohr	Graben, namenlos	87,4	89,8
9+698	HP	Sandbach	87,2	90,2
9+708	TP	Sandbach - Startgrube	87,2	90,2
9+751	Schutzrohr	Sandbach - Rohr	87,2	90,2
9+794	HP	Sandbach - Zielgrube	87,2	90,2
10+231	Anschlusschacht	Anschluss WW Eschollbrücken	87,1	89,7
10+815	Schutzrohr	Graben, namenlos	87,0	89,4
11+298	TP	Schachtbauwerk	86,9	89,4
12+636	HP	Schachtbauwerk	86,5	88,4
13+369	TP	Schachtbauwerk	86,3	87,8
13+951	HP	Schachtbauwerk	86,0	87,7
14+599	TP	Starkenburger Str. (K158) - Startgrube	85,8	87,4
14+621	Schutzrohr	Starkenburger Str. (K158) - Rohr	85,8	87,4
14+642	Baugrube	Starkenburger Str. (K158) - Zielgrube	85,8	87,4
14+911	HP	Schachtbauwerk	85,7	87,3
15+423	Baugrube	Scheidgraben - Zielgrube	85,5	87,2
15+443	Schutzrohr	Scheidgraben - Rohr	85,5	87,2
15+463	TP	Scheidgraben - Startgrube	85,5	87,2
15+732	HP	DB-Trasse	85,4	87,1
15+742	TP	DB-Trasse - Startgrube	85,5	87,1
15+768	Schutzrohr	DB-Trasse - Rohr	85,4	87,1
15+795	HP	DB-Trasse - Zielgrube	85,4	87,1
16+665	TP	B44 - Startgrube	85,0	86,8
16+724	Schutzrohr	B44 - Rohr	85,0	86,8
16+783	Baugrube	B44 - Zielgrube	85,0	86,8
16+798	Anschlussbauwerk	Anschluss DN1300 Ried Bestand	85,0	86,7
Anschluss Station 10+231 bis WW Eschollbrücken				
0+000	TP	K17 Landgraben/Küchlergraben	87,2	89,7
1+421	HP	L3303 - Zielgrube	85,7	92,5
1+436	Schutzrohr	L3303 - Rohr	85,7	92,5

Der Verlauf der Trasse und die dazugehörigen Bauwasserstände sind in den als Anlage 2.1 bis 2.3 beigefügten Profilschnitten grafisch dargestellt.



Auf dieser Basis werden die für die Ausführung erforderlichen Grundwasserhaltungsmaßnahmen für die gesamte Trasse in drei Maßnahmenbereiche wie folgt unterteilt:

- Die erforderliche Aushubtiefe liegt $\geq 0,5$ m (Sicherheitszuschlag) über dem Bemessungswasserstand. Daraus folgt, dass in diesen Bereichen keine Maßnahmen hinsichtlich einer Absenkung des Grundwasserspiegels erforderlich sind. Diese Abschnitte sind in den Profilschnitten der Anlagen 2.1 bis 2.3 durch einen grünen Balken gekennzeichnet.
- Die erforderliche Aushubtiefe liegt im Übergangsbereich zur wassergesättigten Zone und umfasst das Tiefenintervall $< 0,5$ m über dem Bemessungswasserstand und maximal $1,0$ m unter dem Bemessungswasserstand. Es ist vorgesehen, die Leitung hier in einem offenen Graben zu verlegen. Die maximal erforderliche Grundwasserabsenkung beträgt in diesen Bereichen $1,5$ m. Diese Abschnitte sind in den Profilschnitten der Anlagen 2.1 bis 2.3 durch einen gelborangen Balken gekennzeichnet.
- Die erforderliche Aushubtiefe liegt $> 1,0$ m unterhalb des bauzeitlichen Bemessungswasserstandes. In diesen Bereichen ist größtenteils eine Verlegung mittels Schutzrohr vorgesehen. Die dazu erforderlichen Schachtbauwerke werden in abgespundeten Gruben mit wasserdichter Sohle errichtet, so dass hier nur das innerhalb der Baugruben vorhandene Grundwasser und die während der Errichtung anfallenden Restwassermengen beseitigt werden müssen. Diese Abschnitte sind in den Profilschnitten der Anlagen 2.1 bis 2.3 durch einen roten Balken gekennzeichnet.

In der Tabelle 4 sind die zuvor beschriebenen Maßnahmenbereiche für die gesamte Trasse zusammengefasst.



Tab. 4: Maßnahmenbereiche für die Grundwasserhaltung

Maßnahmenbereich Haupttrasse	Beginn Bau-Km	Ende Bau-Km	Bemerkungen
Lage des Bemessungswasserstands \geq 0,5 m unter der Grabensohle	2+330 2+570 2+940 4+100 4+860 6+130 6+840 7+920 9+610 9+790 13+670 14+650 15+690 15+800	2+510 2+860 4+030 4+770 6+080 6+780 6+950 8+120* 9+690 10+040 14+580 15+260 15+720 16+130	Keine Wasserhaltung bezüglich des Grundwassers erforderlich
Lage des Bemessungswasserstands zwischen 0,5 m unter der Grabensohle bis 1,0 m über der Grabensohle	0+000 1+280 1+740 2+510 2+570 2+860 2+930 4+030 4+770 6+080 6+950 8+120* 8+230 10+040 12+120 13+360 14+580 14+610 15+260 15+590 15+720 15+790 16+130	0+980 1+560 2+330 2+520 2+580 2+870 2+940 4+100 4+860 6+130 7+920 8+200 9+610 10+850 13+130 13+670 14+590 14+650 15+410 15+690 15+730 15+800 16+660	Offene und/oder geschlossene Wasserhaltung zur Absenkung des Grundwasserspiegels erforderlich
Lage des Bemessungswasserstands ab 1,0 m über der Graben-/Bauwerkssohle	0+980 1+560 2+520 2+870 6+780 8+200 9+690 10+850 13+130 14+590 15+410 15+730 16+660	1+280 1+740 2+570 2+930 6+840 8+230 9+790 12+120 13+360 14+610 15+590 15+790 16+800	Geschlossene Wasserhaltung in überwiegend wasserdichten Baugruben mit Schutzrohrvortrieb, örtlich offene Wasserhaltung erforderlich



Maßnahmenbereich Stichtrasse WW Eschollbrücken	Beginn Bau-Km	Ende Bau-Km	Bemerkungen
Lage des Bemessungswasserstands > 0,5 m unter der Grabensohle	0+360	1+500	Keine Wasserhaltung bezüglich des Grundwassers erforderlich
Lage des Bemessungswasserstands zwischen 0,5 m unter der Grabensohle bis 1,0 m über der Grabensohle	0+000	0+360	Offene und/oder Wasserhaltung zur Absenkung des Grundwasserspiegels erforderlich

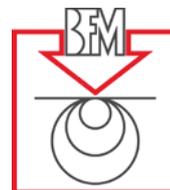
Die tabellarische Zusammenfassung der für die Wasserhaltung relevanten Parameter liegt als Anlage 3 bei. Diese Tabelle enthält ebenfalls den Farbcode für die drei verschiedenen Maßnahmenbereiche.

5.3 Grundwasserqualität

Aufgrund der erforderlichen Grundwasserhaltungsmaßnahmen in Teilen der Strecke und den damit verbundenen Antrag zur wasserrechtlichen Erlaubnis wurden Grundwasseranalysen durchgeführt. Dazu wurden uns vom Auftraggeber eine Liste mit Parametergrenzwerten [5] übergeben, die bei Grundwasserversickerungen in Fließgewässer innerhalb von Wasserschutzgebieten im Hessischen Ried eingehalten werden müssen. Die Parameterliste umfasst die Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (**GWS-VwV**), Stand 17.10.2016, Anlage 1: Geringfügigkeitsschwellenwerte für örtlich begrenzte Grundwasserverunreinigungen. Innerhalb von Trinkwasserschutzgebieten – wie hier der Fall zwischen der Anschlussstelle WWALLM und Bau-km 11+000 – werden ergänzend zur GWS-VwV die Parameter der **TrinkwV** untersucht. Neben den Vor-Ort-Parametern werden auch Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte analysiert.

Die Grundwasserproben aus den Grundwassermessstellen, wo das geplante Bauwerk mindestens 1 m ins Grundwasser hineinreicht, wurden auf den Parameterumfang nach [5] gemäß der Geringfügigkeitsschwellenwerte nach GWS-VwV und dort wo die Riedleitung im Trinkwasserschutzgebiet verläuft, ergänzend um die Parameter der TrinkwV analysiert.

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die untersuchten Parameter aufgelistet, die die jeweiligen Geringfügigkeitsschwellenwerte überschreiten.



Tab. 5: Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwellenwerte der GWS-VwV (GFSW) und der Grenzwerte der TrinkwV

Messstelle	Km	Parameter	Messwert	GFSW/Grenzwert	GW-Absenkung
RKS 5	0+980	Nitrat AOX	110 mg/L 0,076 mg/L	50 mg/L 0,025 mg/L	Restwasser/ Schutzrohr
RKS 9	1+380	Zink Sulfat AOX	0,489 mg/L 264 mg/L 0,058 mg/L	0,058 mg/L 250 mg/L 0,025 mg/L	Offene Wasserhal- tung
RKS 15	2+580	Mangan	0,178 mg/L	0,05 mg/L	Restwasser/ Schutz- rohr
RKS 17	2+940	Mangan AOX	0,454 mg/L 0,045 mg/L	0,05 mg/L 0,025 mg/L	Restwasser/ Schutz- rohr
RKS 34	6+850	Selen Mangan Nitrat Nitrit Uran	0,049 mg/L 0,457 mg/L 89,7 mg/L 1,21 mg/L 0,026 mg/L	0,01 mg/L 0,05 mg/L 50 mg/L 0,5 mg/L 0,01 mg/L	Keine Wasserhaltung
RKS 38	8+151	Selen Nitrat Nitrit Uran AOX	0,024 mg/L 123 mg/L 6,87 mg/L 0,0775 mg/L 0,040 mg/L	0,01 mg/L 50 mg/L 0,5 mg/L 0,01 mg/L 0,025 mg/L	Übergang zwischen "keine" und "offene Wasserhaltung"
RKS 38 V A	7+950	Trübung Färbung Ammonium Mangan Nitrat Uran AOX	169 NTU 4,7 1/m 0,711 mg/L 0,365 mg/L 99,9 mg/L 0,0921 mg/L 0,046 mg/L	1 NTU 0,5 1/m 0,5 mg/L 0,05 mg /L 50 mg/L 0,01 mg/L 0,025 mg/L	Keine Wasserhaltung
RKS 40 V	8+610	Trübung Färbung Mangan Uran	89,4 NTU 2,2 1/m 0,534 mg/L 0,0166 mg/L	1 NTU 0,5 1/m 0,05 mg /L 0,01 mg/L	Offene Wasserhal- tung
RKS 64	15+430	el. Leitfähigkeit bei 25 °C	2920 µS/cm	2790 µS/cm	Restwasser/ Schutz- rohr

Die vollständigen Analysenergebnisse liegen in Form der Untersuchungsberichte des Chemisch Analytischen Laboratoriums CAL – Darmstadt – als Anlage 4.1 bis 4.4 diesem Gutachten bei.



6 Wasserhaltung

6.1 Grundlagen

Bei der hier geplanten Baumaßnahme soll die Wiederversickerung des geförderten Grundwassers über sog. Schluckbrunnen erfolgen. Dabei werden die Förderbrunnen auch als Schluckbrunnen verwendet werden. Eine Einleitung in Oberflächengewässer ist nicht vorgesehen.

Die Reinfiltrierung erfolgt dabei in einem genügend großen Abstand zum jeweiligen Bauabschnitt, um so einen hydraulischen Kurzschluss zu vermeiden. Zur Abschätzung des jeweils erforderlichen Abstands wird die doppelte Reichweite nach Sichard,

$$R = 3000 \times s \times \text{Wurzel}(k_f)$$

unter Zugrundelegung einer rechnerischen Durchlässigkeit von 5×10^{-4} m/s verwendet.

Die Aufnahmeleistung der Schluckbrunnen ist dabei erfahrungsgemäß 2x bis 3x kleiner als die Ergiebigkeit von Förderbrunnen, d. h. bei Infiltration mit Schwerkraft werden etwa 2x bis 3x so viele Brunnen benötigt, wie Förderbrunnen. Für entsprechende bauzeitliche Versickerungsmaßnahmen mittels Schluckbrunnen kann vorläufig auf der sicheren Seite liegend von einer Durchlässigkeit der quartären Sande von

$$k_f = 3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

ausgegangen werden.

6.2 Umweltanalytik

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurden sog. abfalltechnische Deklarationsanalysen durchgeführt, deren Ergebnisse dokumentiert und bewertet sind. Es wird diesbezüglich auf diese Unterlagen verwiesen.



6.3 Baubeginn

Der Baubeginn steht derzeit noch nicht fest. Nach derzeitigem Planungsstand wird von Ende 2022 – Anfang 2023 ausgegangen. Dabei wird von einer Gesamtdauer der Baumaßnahme von rund dreieinhalb Jahren ausgegangen, d. h. das voraussichtliche Bauende wird im Jahre 2025 liegen.

6.4 Baugruben

Wie im Kapitel 5.2 bereits ausgeführt kommen entlang der gesamten Leitungstrasse drei Baugrubentypen vor, von denen zwei eine Grund- bzw. Restwasserhaltung erforderlich machen. Streckenabschnitte, in denen die erforderliche Grundwasserabsenkung 1,5 m nicht überschreitet, werden grundsätzlich in einer offenen geböschten Baugrube abgewickelt. Diese Bereiche sind in den Profilschnitten der Anlage 2 und in der Tabelle der Anlage 3 gelb-orange gekennzeichnet.

Streckenabschnitte, in denen die erforderliche Grundwasserabsenkung $> 1,5$ m beträgt, werden überwiegend in geschlossener Bauweise (gespundete Baugruben mit wasserdichter Sohle) abgewickelt. Dabei handelt es sich überwiegend um Unterquerungen von Gewässern, Straßen und Eisenbahnlinien. Die Unterquerung erfolgt dabei ausgehend von Start- und Zielbauwerken mittels Rohrvortrieb. Eine Ausnahme bilden hier die drei Abschnitte zwischen km 8+200 und km 230, in dem die Absenkung knapp über 1,5 m beträgt, sowie km 10+860 und km 12+120, in dem die erforderliche Absenkung zwischen 1,5 m und rund 2,3 m beträgt, und zwischen km 13+130 und km 13+360; hier beträgt die erforderliche Absenkung bis zu rund 1,6 m. In den Profilschnitten der Anlage 2 und der Tabelle 3 sind diese Abschnitte rot gekennzeichnet.

In den in den Anlagen 2 grün markierten Abschnitten sind keine Grundwasserhaltungsmaßnahmen bzw. "nur" eine Tagwasserhaltung erforderlich.



6.5 Absenkung der Grundwasseroberfläche

Zur Berechnung der zu fördernden Menge wurde die gesamte Trasse in Bauabschnitte von in der Regel 50 m Länge aufgeteilt, die in der tabellarischen Zusammenfassung der Anlage 4 dokumentiert sind.

Nach derzeitigem Planungsstand ist vorgesehen, maximal an vier Abschnitten verteilt auf die Gesamttrasse gleichzeitig zu arbeiten. Diese sind zudem räumlich so weit von einander entfernt, dass eine gegenseitige Beeinflussung durch die Entnahme und Reinfiltration von Grundwasser ausgeschlossen ist.

Exemplarisch wird nachfolgend der Ablauf der Wasserhaltung für den Streckenabschnitt von km 0,0 bis km 0,5 beschrieben. In diesem Bereich liegt die erforderliche Absenkung in der Größenordnung von 0,3 m bis 0,7 m. (Anlage 3) Die Verlegung der Trinkwasserleitung kann somit im Schutze einer offenen oder geschlossenen Wasserhaltung erfolgen.

Der 500 m lange Streckenabschnitt wird dazu in 10 Teilabschnitte (TA) à jeweils 50 m – als TA1 bis TA10 benannt – unterteilt. Pro Teilabschnitt sind hier bei Wahl einer geschlossenen Wasserhaltung i.d.R. drei Entnahmebrunnen erforderlich, die wechselseitig zur Trasse positioniert werden. Die Brunnen haben eine Tiefe von 10 m und einen Durchmesser von 600 mm. Die Filterstrecke liegt in der Regel zwischen 2 m und der Endteufe. Die Brunnen werden unterflurig ausgebaut.

Um das abgepumpte Grundwasser wieder reinfiltrieren zu können, sind wie zuvor beschrieben mindestens sechs Brunnen pro Teilabschnitt erforderlich.

Im ersten Schritt werden daher die für die Grundwasserentnahme auf dem 500 m langen Streckenabschnitt erforderlichen Brunnen eingerichtet. Die Errichtung weiterer Brunnen entlang der Trasse erfolgt dann kontinuierlich im Anschluss, sodass gewährleistet ist, dass immer genügend Brunnen für die Entnahme und die Reinfiltration zu Verfügung stehen.

Nach der Fertigstellung der Brunnen in dem o.g. Streckenabschnitt wird mit der Wasserhaltung im Teilabschnitt TA3 begonnen. Das geförderte Grundwasser wird dabei unter Berück-



sichtigung der Vermeidung eines hydraulischen Kurzschlusses in die Brunnen der Teilabschnitte TA1 und TA5 eingeleitet.

Nach Abschluss der Verlegearbeiten im Teilabschnitt TA3 werden die Arbeiten im Teilabschnitt TA4 fortgesetzt. Das dort entnommene Grundwasser wird in die Brunnen der Teilabschnitte TA2 und TA6 eingeleitet.

Bei den Teilabschnitten TA1 und TA2 erfolgt die Reinfiltration dann in den Teilabschnitten TA3 und TA4 bzw. TA4 und TA5.

Ist die Verlegung der Trinkwasserleitung und der ggf. dazu erforderlichen Bauwerke in dem Streckenabschnitt sowie in den angrenzenden Bereichen der benachbarten Streckenabschnitte abgeschlossen, werden die dort vorhandenen Brunnen wieder vollständig rückgebaut.

6.6 Grundwasserreinigung

Nach derzeitigem Kenntnisstand sind in den bisher entlang der Trasse untersuchten Grundwasserproben lokal erhöhte Gehalte an Nitrat und Nitrit, örtlich auch Ammonium vorhanden, die auf die landwirtschaftliche Nutzung entlang der Trasse zurückzuführen sind (vergl. dazu Tab. 5). Daneben treten örtlich erhöhte Schwermetallgehalte – i.w. Zink, Mangan, Selen und Uran auf. Zudem deuten bereichsweise erhöhte Gehalte an adsorbierbaren organischen Halogenverbindungen (AOX) auf diffuse Hintergrundbelastungen hin.

Grundsätzlich darf die chemische Zusammensetzung eines Grundwasserkörpers nicht verschlechtert werden. Da die Reinfiltration aber jeweils in relativer Nähe zur Entnahme erfolgt, wird dieser Forderung Folge geleistet, da davon ausgegangen werden kann, dass die Konzentrationen dieser auffälligen Parameter in der gleichen Größenordnung bleiben. Infolge der kontinuierlichen Entnahme werden sich ohnehin Mittelwerte der chemischen Zusammensetzung einstellen.

Im Zuge der Herstellung der Entnahmebrunnen werden detaillierte chemische Untersuchungen durchgeführt (siehe dazu Kap. 8). Sollten in diesem Rahmen bisher unbekannt Belastungen durch z.B. Kohlenwasserstoffe, aromatische und polyzyklische aromatische Kohlen-



wasserstoffe etc. nachgewiesen werden, so werden in den betreffenden Bereichen Grundwasserreinigungsanlagen wie Koaleszenzabscheider, Wasseraktivkohleanlagen und ggf. Strippanlagen etc. dem Wiedereinleiten des Grundwassers zur Entfernung dieser Schadstoffe eingesetzt.

6.7 Ausführende Firma und verantwortliche Bauleiter

Die Bauarbeiten sind noch nicht vergeben. Dementsprechend kann auch noch kein verantwortlicher Bauleiter benannt werden. Beide Angaben werden umgehend durch den AG nachgereicht, sobald diese bekannt sind.

6.8 Wassermenge

Die Ermittlung der Wassermengen wurde mit dem Programm "DC-Absenkung" der DC-Software Doster & Christmann GmbH unter Zugrundelegung einer laminaren Filterströmung im stationären Zustand für sechs verschiedene Absenkziele durchgeführt. Dazu wurden folgende Parameter zugrunde gelegt:

- k_f -Wert: 5×10^{-4} m/s,
- Porenanteil n : 0,2,
- Tiefe Stauer: 100 m,
freier Grundwasserspiegel
- Haltungslänge: 50 m.

Die Berechnung erfolgte für die Absenkungsziele:

- 0,5 m,
- 1,0 m,
- 1,5 m,
- 2,3 m,
- 3,6 m,
- 4,0 m.

Die Berechnungen und grafischen Darstellungen liegen als Anlage 5.1 bis 5.6 bei.



Aus der Berechnung ergeben sich jeweils folgende Parameter:

- Erforderliche und maximale Pumpleistung Q und Qmax,
- Anzahl der Brunnen,
- Reichweite der Absenkung nach Sichardt.

Bei der Ermittlung der Wassermengen wurde folgende Faktoren berücksichtigt:

- Haltungslänge: 50 m,
minimal 20 m,
maximal 70 m bei offener Wasserhaltung,
- Erforderliche Pumpmenge: Qmax,
- Haltungsdauer (Vortrieb): 5 m/Tag.

Die Absenkungen und Reichweiten zwischen den explizit geführten Berechnungen wurden interpoliert. Für Bereiche, in denen die Leitungsverlegung mittels Schutzrohr ausgehend von Start- und Zielgruben/-bauwerken erfolgt, wurde die Absenkung und die zu fördernde Wassermenge mit "0" angesetzt. Die Errichtung von Schächten, Bauwerken etc. erfolgt in wasserdichter Bauweise. Hier wird der Zutritt von Restwassermengen mit 1,0 l/s = 3,6 m³/Std und 1000 m² benetzter Fläche angesetzt.

In der als Anlage 3 beigefügten Tabelle sind die auf den o.g. Faktoren beruhenden errechneten Wassermengen pro Haltung und die sich daraus jeweils ergebenden Reichweiten für jede Haltung dokumentiert.

In der nachfolgenden Tabelle 6 sind die berechneten Wassermengen zusammengefasst.

Tab. 6: Zusammenfassung der zu fördernden Wassermengen

Station	Erforderliche Absenkung	Ausführung	Grundwassermenge*
Km 0,0 bis 0,97	~ 0,3 – ~ 1,1 m	Offene u./o. geschlossene Wasserhaltung	955.860 m ³
Km 0,97 bis 1,28	~ 2,4 - ~ 4,1 m	teils geschlossene Wasserhaltung, teils Rohrvortrieb	638.480 m ³
Km 1,28 bis 1,56	~ 0,7 – 1,0 m	offene u./o. geschlossene Wasserhaltung	306.888 m ³
Km 1,56 bis 1,74	~ 1,6 – ~ 4,1 m	teils geschlossene Wasserhaltung, teils Rohrvortrieb	132.700 m ³
Km 1,74 bis 2,33	~ 0,1 - ~ 1,1 m	offene u./o. geschlossene Wasserhaltung	561.372 m ³
Km 2,52 bis 2,57	~ 0,1 - ~ 3,9 m	geschlossene Wasserhaltung, Rohrvortrieb	1.000 m ²
Km 2,87 bis 2,93	~ 0,3 - ~ 2,0 m	geschlossene Wasserhaltung, Rohrvortrieb	600 m ²
Km 4,04 bis 4,10	~ 0,7 - ~ 0,9 m	geschlossene Wasserhaltung, Rohrvortrieb	150 m ³
Km 4,78 bis 4,86	~ 0,2 - ~ 1,2 m	geschlossene Wasserhaltung, Rohrvortrieb	180 m ³



Station	Erforderliche Absenkung	Ausführung	Grundwassermenge*
Km 6,08 bis 6,13	~ 0,4 m	geschlossene Wasserhaltung, Rohrvortrieb	12 m ³
Km 6,78 bis 6,84	~ 2,9 m	geschlossene Wasserhaltung, Rohrvortrieb	80 m ³
Km 6,97 bis 7,91	~ 0,1 - ~ 1,2 m	offene u./o. geschlossene Wasserhaltung	955.188 m ³
Km 8,15 bis 9,61	~ 0,1 - ~ 1,6 m	offene u./o. geschlossene Wasserhaltung	1.609.620 m ³
Km 9,70 bis 9,79	~ 2,1 - ~ 2,4 m	geschlossene Wasserhaltung, Rohrvortrieb	800 m ³
Km 10,05 bis 10,85	~ 0,1 - ~ 1,5 m	offene u./o. geschlossene Wasserhaltung	904.008 m ³
Km 10,85 bis 12,12	~ 1,5 - ~ 2,3 m	offene u./o. geschlossene Wasserhaltung	1.673.400 m ³
Km 12,12 bis 13,13	~ 0,9 - ~ 1,5 m	offene u./o. geschlossene Wasserhaltung	1.154.940 m ³
Km 13,13 bis 13,36	~ 1,5 - ~ 1,6 m	offene u./o. geschlossene Wasserhaltung	288.840 m ³
Km 13,36 bis 13,67	~ 0,1 - ~ 0,4 m	offene u./o. geschlossene Wasserhaltung	278.460 m ³
Km 14,59 bis 14,65	~ 0,1 - ~ 2,0 m	teils geschlossene Wasserhaltung, teils Rohrvortrieb	12.610 m ³
Km 15,27 bis 15,41	~ 0,1 - ~ 1,4 m	offene u./o. geschlossene Wasserhaltung	171.900 m ³
Km 15,41 bis 15,59	~ 1,7 - ~ 5,1 m	teils geschlossene Wasserhaltung, teils Rohrvortrieb	206.480 m ³
Km 15,59 bis 15,69	~ 0,1 m	offene u./o. geschlossene Wasserhaltung	77.122 m ³
Km 15,73 bis 15,80	~ 0,1 - ~ 3,5 m	geschlossene Wasserhaltung, Rohrvortrieb	1.000 m ³
Km 16,14 bis 16,66	~ 0,1 - ~ 0,4 m	offene u./o. geschlossene Wasserhaltung	466.116 m ³
Km 16,66 bis 16,80	~ 2,9 - ~ 3,0 m	teils offene Wasserhaltung, teils Rohrvortrieb	36.000 m ³
		Summe Haupttrasse	10.433.796 m³
Km 0,0 bis 0,36	~ 0,1 - ~ 1,0 m	offene u./o. geschlossene Wasserhaltung	367.164 m ²
		Summe Abzweig WW Eschollbrücken	367.164 m³
		Gesamtsumme	10800.960 m³

*rechnerisch ermittelt

Die pro Haltung mit offener oder geschlossener Wasserhaltung zu fördernden Wassermengen schwanken in Abhängigkeit von der zu erreichenden Absenkung und der Haltungslänge zwischen rund 30.000 m³ (Km 8,15 bis 8,2) und rund 484.000 m³ (Km 1,21 bis 1,28).

7 Hydraulische Kontrolle

Die aus den Haltungen zutage zu fördernde Wassermengen werden mittels geeichter Wasseruhren erfasst und täglich in das von der Bauleitung der ausführenden Firma geführte "Wasserbuch" eingetragen.

Die hydraulische Kontrolle erfolgt über die jeweils in den benachbarten Haltungen liegenden Brunnen.



8 Analytische Kontrolle

Pro Haltung werden mindestens drei Brunnen eingerichtet. Für die analytische Kontrolle ist vorgesehen, vor Beginn der Wasserhaltung aus jeder Haltung einen Brunnen zu beproben und die gewonnenen Pumpproben auf den Parameterumfang der Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV), Anlage 1.1 Geringfügigkeitsschwellenwerte für örtlich begrenzte Grundwasserverunreinigungen, Stand: 17.10.2016 zu untersuchen. Innerhalb von Trinkwasserschutzgebieten werden ergänzend zur GWS-VwV die Parameter der **TrinkwV** untersucht. Neben den Vor-Ort-Parametern werden auch Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte analysiert.

Während der aktiven Absenkung werden wöchentlich Pumpproben aus dem Förderstrom der Wasserenthaltung entnommen und auf die zuvor auffälligen Parameter untersucht.

Im weiteren Verlauf ist dann das Analyseprogramm auf die zuvor ggf. festgestellten Kontaminationen anzupassen.

Werden infolge dann festgestellter Grundwasserkontaminationen Maßnahmen zur Wasserreinigung erforderlich, so werden zu Beginn, nach einem 24-stündigem und 48-stündigem Betrieb der Wasserreinigungsanlage sowie anschließend wöchentlich Wasserproben aus dem Ablauf der Wasserreinigung und deren Analyse auf die zuvor auffälligen Parameter vorgesehen.

9 Ableitung des zutage gefördert Grundwassers

Grundsätzlich ist die Wiedereinspeisung des Grundwassers vor Ort wie in Kapitel 6.4 beschrieben vorgesehen. Eine Einleitung in Oberflächengewässer oder in das öffentliche Kanalnetz ist nicht geplant.



10 Auswirkungen der beschriebenen Maßnahmen zur Trockenhaltung der Baugruben auf die Bauwerke in der Umgebung

Gleise, Straßen, Wege und Gewässer werden mittels Schutzrohrvortrieb unterfahren, die jeweils zwischen zwei Schächten (Start- und Zielschacht) verlaufen. Im Bereich des Schutzrohrvortriebs tritt keine Grundwasserabsenkung auf, so dass keine auf die Grundwasserhaltung zurückzuführenden Setzungen zu erwarten sind. Die zugehörigen Schachtbauwerke werden in geschlossener Baugrube mittels Einspundung und wasserdichter Sohle errichtet. Die Grundwasserabsenkung im Bereich der Schächte liegt – wenn überhaupt – nur im Bereich von Zentimetern. Zur Kontrolle dieser Annahme werden die Grundwasserspiegel in den angrenzenden Wasserhaltungen liegenden Brunnen baubegleitend im Wochentakt eingemessen.

11 Beweissicherung

Unter Hinweis auf die Ausführungen im Kapitel 10 werden unter technischen Aspekten eine vorlaufende fotografische Beweissicherung der durch die Baumaßnahme gequerten oder tangierten Gleiskörper samt aller dazugehörigen technischen Anlagen, die Straßen und Wege jeweils im Kreuzungsbereich zuzüglich eines ca. 10 m breiten Abschnitts in beiden Richtungen senkrecht zur Leitungsachse empfohlen. Bei auffälligen Messergebnissen ist der 10 m breite Abschnitt ggf. zu erweitern.

Innerhalb der prognostizierten Reichweiten der Absenkungen, welche in den Plananlagen der Anlagen 1.1 bis 1.10 dokumentiert sind, befinden sich neben den bereits oben erwähnten Verkehrsanlagen folgende Bauwerke/Gebäude:

- mehrere Gebäude zwischen Station 8+125 und 8+300.

In diesen Gebäuden wird zusätzlich eine messtechnische Beweissicherung mittels geodätischer Höhenmesspunkte empfohlen.



12 Antrag

Es wird die Genehmigung zum Zutagefördern und Wiedereinleiten von $Q_{\text{ges.}} = 10.800.000 \text{ m}^3$ Grundwasser in Verbindung mit der im Abschnitt 6.4 empfohlenen Ausführung beantragt.

i. A. gez.

ppa.

Dipl.-Geol. Dr. Schumacher

Dr.-Ing. Anthogalidis

Dipl.-Ing. Ringleb

