



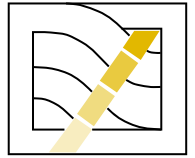
Planfeststellungsverfahren

**Errichtung einer
Erdgasanschlussleitung einschließlich
Gasübergabestation von der Mittel-
Europäischen Gasleitung (MEGAL) bis zum
Kraftwerksstandort Biblis**

Anlage 12.01

Baugrundgutachten

- nur nachrichtlich -



Geotechnischer Bericht

Projekt:

RWE - bnBM Biblis

AL Biblis

Auftraggeber:

Friedrich Vorwerk KG (GmbH & Co.)

Niedersachsenstraße 19 - 21

21255 Tostedt

Bestellung Nr.: 71182281907-01745 vom 19. Juli 2019

Dokument Nummer: 02892VORWK-ACH0109000-D

Erstellt am:

20. August 2019 - REV D (03. Juni 2020)

Projekt-Nr.:

278/19

Ausfertigung:

.pdf

INHALT

1	Veranlassung • Vorgang	1
2	Anlagen zum Geotechnischen Bericht	2
3	Baumaßnahme und Örtlichkeit - Trassenverlauf	3
4	Felduntersuchungen	3
5	Geologische Verhältnisse	6
6	Bodenaufbau	6
6.1	Anthropogen	6
6.2	Geogen	6
6.3	Homogenbereiche	7
6.4	Grundwasserverhältnisse	8
6.4.1	Grundwasserbeschaffenheit	9
6.4.2	Wasserschutzgebiete	10
7	Laborversuche	10
8	Bewertung der geotechnischen Verhältnisse des Baugrunds	12
8.1	Bautechnische Eigenschaften der Homogenbereiche	12
8.2	Charakteristische Bodenkenngrößen	13
8.3	Klassifizierung der Homogenbereiche für bautechnische Zwecke	13
8.4	Erdbebengefährdung	15
9	Geotechnische Kategorie	15
10	Abfalltechnische Bewertung	15
10.1	Probenauswahl / Untersuchungsumfang	15
10.2	Einstufung nach LAGA und Abfallverzeichnisverordnung	16
10.3	Verwertung / Entsorgung	16
10.4	Wiederverwertung im Zuge der Baumaßnahme	16
11	Rohrverlegung • Empfehlungen und Hinweise zur Bauausführung	17
11.1	Bauablauf	17
11.2	Baustraßen	18
11.3	Herstellung des Rohrgrabens	18
11.4	Rohrauflager	19
11.5	Rohrgrabenverfüllung	21
11.5.1	Verfüllung im Bereich von Verkehrsflächen sowie Flächen mit höheren Anforderungen	21
11.5.2	Verfüllung im Bereich landwirtschaftlich genutzter Flächen / Grün- und Brachflächen	22
11.6	Abschätzung der Setzungen	22
11.7	Trassenabschnitte in organischen Böden	23
12	Maßnahmen zur Wasserhaltung	24
12.1	Offener Rohrgraben / Freie Strecke	24
12.1.1	Randbedingungen	24
12.1.2	Berechnung	25
12.2	Grabenquerungen	26
12.3	Auswirkungen der Grundwasserhaltung	28

12.3.1	Absenkrichter.....	28
12.4	Beweissicherung / Monitoring.....	29
13	Gründung Gasübergabestation.....	29
13.1	Streifenfundamente.....	29
13.2	Elastisch gebettete Bodenplatte.....	30
13.3	Gründungstiefe.....	31
13.4	Schutz des Bauwerks gegen Feuchtigkeit und Wasser.....	31
13.5	Erdplanum.....	31
13.6	Regenwasserversickerung	31
13.6.1	Bemessung	32
13.6.2	Qualitative Bewertung.....	35
13.6.3	Nachweis der Entleerungszeit nach DWA-A 138.....	35
13.6.4	Sonstige Empfehlungen.....	36
13.7	Verkehrsflächen.....	36
14	Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen.....	37

TABELLENVERZEICHNIS

- 1Zusammenstellung der Aufschlüsse
- 2Grundwasserstände zur Zeit der Bodenuntersuchungen
- 3Zusammenfassung der Ergebnisse zur Bestimmung der Betonaggressivität und der Korrosionswahrscheinlichkeit des Grundwassers
- 4Zusammenstellung der Laborversuche
- 5Zusammenstellung bodenmechanischer Parameter aus Körnungslinien
- 6Zusammenstellung bodenmechanischer Parameter -Zustandsgrenzen, Wassergehalte, Glühverluste
- 7Bautechnische Eigenschaften der Homogenbereiche
- 8Charakteristische Bodenkenngößen der erbohrten Homogenbereiche
- 9Bodenklassifizierungen der Homogenbereiche für bautechnische Zwecke
- 10aZusammenfassung der Empfehlungen und Bauhinweise entlang der Trasse bei Regelüberdeckung
- 10bZusammenfassung der Empfehlungen und Bauhinweise entlang der Trasse bei tieferer Rohrlage
- 11Abschätzung der Wassermengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben für verschiedene Grundwasserstände
- 12aAbschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben im Bereich der Anbohrarmatur ohne Spundwandverbau
- 12bAbschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben im Bereich „Eingang Gasübergabestation“
- 12cAbschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben im Bereich „Ausgang Gasübergabestation“
- 12dAbschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben im Bereich der Querung der beiden OGE MEGAL Leitungen
- 12eAbschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben im Bereich der Querung Graben 1
- 12eAbschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben im Bereich der Querung von zwei Abwasserleitungen AKW
- 12gAbschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben im Bereich der Querung Graben 3
- 13Abschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im gesamten Trassengraben mit Beachtung der Bereich tiefer Querungen ohne Spundwandverbau
- 14Bemessung Muldenversickerung Gasübergabestation

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- 1Grundwasserhöhengleichen (hoher Grundwasserstand) aus:Hydrogeologisches Kartenwerk - Hessische Rhein- und Mainebene des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie • Januar 2013
- 2Körnungsbänder der Homogenbereiche 2 (Auelehm), 4 (Auensand) und 5 (Kies-Sande) aus den ausgewerteten Kornverteilungsanalysen. Die natürlichen Zusammensetzungen dieser Bodenarten weisen größere Schwankungen auf, als die hier dargestellten Ergebnisse.
- 3Ermittlung der Beiwerte nach Davidenkoff

1 Veranlassung • Vorgang

Die RWE Generation SE plant südlich des bestehenden Kernkraftwerkes Biblis ein Gasturbinenkraftwerk (OCGT-Anlage) zu realisieren. Diese benötigt eine Anbindung an das Erdgasnetz. Die hierzu erforderliche Gasanschlussleitung AL Biblis DN 500 mit einer Gesamtlänge von ca. 1,4 km von der Ferngasleitung MEGAL¹ der OGE (Open Grid Europe) zum Kraftwerkstandort soll durch die

- ▶ Friedrich Vorwerk KG (GmbH & Co.)
Niedersachsenstraße 19 - 21
21255 Tostedt

verlegt werden.

DAS BAUGRUND INSTITUT • DIPL.-ING. KNIERIM GMBH wurde durch die Friedrich Vorwerk KG mit der Bestellung Nummer: 71182281907-01745 vom 19. Juli 2019 mit der Durchführung von Baugrunduntersuchungen sowie der Ausarbeitung eines Geotechnischen Berichtes zur Vorbereitung der erforderlichen Erd- und Gründungsarbeiten beauftragt.

Der vorliegende Geotechnische Bericht enthält die Ergebnisse der Baugrunderkundung und die auf deren Grundlage erarbeitete Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sowie die sich daraus ergebenden Empfehlungen, einschließlich allgemeiner Hinweise für die Bauausführung.

¹ Mitteleuropäische Gasleitung

2 Anlagen zum Geotechnischen Bericht

- 1Unmaßstäblicher Ausschnitt der Geologischen Karte von Hessen (1 : 25.000)
• Blatt 6216 Gernsheim • Blatt 6316 Worms
- 2.1 - 2.14....Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 14688-1
- 3.1 - 3.4.....Lagepläne (1 : 1.000) mit Darstellung der Lage der Untersuchungspunkte, der Schichtenprofile und der Ausweisung der Homogenbereiche
- 4.1 - 4.4.....Lagepläne (1 : 1.000) mit Darstellung der Lage der Untersuchungspunkte und schematischer Darstellung der wichtigsten Empfehlungen zur Bauausführung
- 5.....Körnungslinien zur Korngrößenanalyse nach DIN EN ISO 17892-4
- 6.....Diagramme zur Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122-2
- 7.....Tabellarische Zusammenstellung der Chemischen Untersuchungsergebnisse im Vergleich zu den Zuordnungswerten der LAGA - Tabelle Boden TR 2004
- 8.....Probenahmeprotokolle Grundwasser
- 9.....Dokumentation der Ergebnisse der Kampfmittelerkundung
- 10.....Prüfberichte der akkreditierten Dr. Döring Laboratorien

3 Baumaßnahme und Örtlichkeit - Trassenverlauf

Nach den uns vorliegenden Informationen und Unterlagen ist von den folgenden örtlichen Randbedingungen auszugehen:

- ▶ Kaliber Produktrohr DN 500
- ▶ Medium Erdgas
- ▶ Länge ≈ 1.400 m
- ▶ Regelüberdeckung $\approx 1,2$ m

In der Nähe des Übergabepunktes an der MEGAL ist die Errichtung einer Gasübergabestation auf einer Fläche von ca. 40 m * 60 m vorgesehen.

Alle Querungen von Straßen, Wegen, Gräben und Leitungen sollen nach der vorliegenden Planung im offenen Graben erfolgen. Es handelt sich hierbei um die folgenden, wichtigsten Querungen (von Süd nach Nord):

- ▶ Abwasserdruckleitung (2-x in der Nähe des Stationsgeländes) - BS/DPH 1, BS/DPH 4
- ▶ Gasleitungen MEGAL Nr. 51 G DN 1.000 und -Nr. 451 G DN 1.000 - BS/DPH 6
- ▶ Weg (unbefestigt) und unbenannter Graben - BS/SPH 7
- ▶ Weg, und „Langer Graben“ - BS/DPH 8
- ▶ Weg, und Graben (Abschlagbach Halbmaasgraben / Mörschgraben, Transportleitung Abwasser DN 100 AKW) und Radweg - BS/DPH 10B, BS/DPH 11
- ▶ Weg unbefestigt - BS/DPH 13
- ▶ Ackerrandgraben - BS/DPH13, BS/DPH 14
- ▶ Weg unbefestigt - BS/DPH 14

4 Felduntersuchungen

Zur Erkundung des Bodenaufbaus und der hydrogeologischen Situation im Bereich der geplanten AL BIBLIS wurden durch Mitarbeiter der

- ▶ WST-GmbH
Elly-Beinhorn-Str. 6
D-69214 Eppelheim

in der Zeit vom 05. bis 08. August 2019 insgesamt

- ▶ 14 Rammkernsondierungen (BS 1 bis BS 14)

mit einem Durchmesser von 32 mm bis 80 mm und entsprechend dem abgestimmten Untersuchungskonzept mit Endteufen von 6,0 m, bzw. 8,0 m ausgeführt.

Zur Erkundung der Lagerungsdichte und Baugrundsteifigkeit der anstehenden Bodenschichten wurden im gleichen Zeitraum insgesamt

- ▶ 14 Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 14)

mit der Schwere Rammsonde (DPH - Dynamic Probing Heavy - Spitzenquerschnittsfläche 15 cm²) nach DIN EN-ISO 22476-2² abgeteufelt. Die Schwere Rammsondierungen erreichten Endteufen von 6,0 m, bzw. 8,0 m.

Zur Eingrenzung organischer Böden im Bereich der Grabensohle in zwei Trassenabschnitten wurden am 04. September 2019 weitere

- ▶ 4 Rammkernsondierungen (BS 5A / BS 5B und BS 10A / BS 10B)

und weitere

- ▶ 4 Rammsondierungen (DPH 5A / DPH 5B und DPH 10A / DPH 10B)

mit Endteufen von jeweils 5 m ausgeführt.

Aus dem Bodenaufbau wurden über den laufenden Meter, bzw. bei Schichtwechsel insgesamt 131 Bodenproben der Güteklasse 5 nach DIN EN ISO 22475-1³ entnommen.

Die vorgefundenen Bodenarten und Beimengungen wurden gemäß DIN EN ISO 14688-1⁴ geologisch aufgenommen und beschrieben. Die entsprechenden Schichtenverzeichnisse, und Schichtenprofile finden sich in den Anlagen 2 und 3 dieses Berichts.

Zur Überprüfung des Untergrundes im Hinblick auf mögliche Kampfmittel wurde an allen Untersuchungspunkten vor der Durchführung der eigentlichen Aufschlussarbeiten eine tiefenorientierte Messung mittels Magnetometer Typ Ebinger Magnex durchgeführt (siehe Kurzbericht der Anlage 9). Es war in keinem Fall ein Kampfmittelverdacht zu verzeichnen.

Die Ansatzpunkte wurden mittels Differential GPS eingemessen und in die Lagepläne der Anlage 3 eingezeichnet. Einen Überblick über die durchgeführten Bodenaufschlüsse gibt die Tabelle 1.

² DIN EN-ISO 22476-2: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen

³ DIN EN ISO 22475-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung

⁴ DIN EN ISO 14688-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden

Tabelle 1: Zusammenstellung der Aufschlüsse

Aufschlussbezeichnung	R-Wert	H-Wert	Höhe [mNHN]	Aufschlusstiefe BS [m]
	UTM WGS 84		DHHN 16	Aufschlusstiefe DPH [m]
BS / DPH 1	32458515,931	5505080,121	88,697	8,0
				8,0
BS / DPH 2	32458498,743	5505069,057	88,553	8,0
				8,0
BS / DPH 3	32458479,034	5505060,145	88,574	8,0
				8,0
BS / DPH 4 (GW)	32458444,443	5505075,734	GOK: 88,04 POK: 88,19	6,0
				6,0
BS / DPH 5A	32458497,900	5505124,77	88,200	6,0
				6,0
BS / DPH 5	32458490,902	5505145,615	87,627	6,0
				6,0
BS / DPH 5B	32458483,000	5505166,79	87,590	6,0
				6,0
BS / DPH 6	32458400,653	5505201,041	87,304	8,0
				8,0
BS / DPH 7	32458373,223	5505288,594	86,815	8,0
				8,0
BS / DPH 8	32458353,191	5505428,447	87,719	8,0
				8,0
BS / DPH 9	32458241,975	5505503,12	87,615	6,0
				6,0
BS / DPH 10A	32458149,900	5505558,32	87,72	6,0
				6,0
BS / DPH 10	32458133,083	5505580,519	88,043	8,0
				8,0
BS / DPH 10B	32458120,000	5505579,05	88,060	6,0
				6,0
BS / DPH 11	32458086,482	5505577,526	87,581	6,0
				6,0
BS / DPH 12	32458052,792	5505685,837	87,309	6,0
				6,0
BS / DPH 13 (GW)	32458001,183	5505815,425	GOK: 87,355 POK: 87,49	6,0
				6,0
BS / DPH 14	32457938,814	5505980,226	87,064	6,0
				6,0

5 Geologische Verhältnisse

Unter naturräumlichen Gesichtspunkten befindet sich die geplante Gasleitungstrasse im nördlichen Oberrheintiefland.

Nach Angabe der Geologischen Karte von Hessen (1 : 25.000) (Blatt 6216 Gernsheim und Blatt 6316 Worms) (Anlage 1) liegt die geplante Trasse der AL Biblis in der rechtsrheinischen Rheinaue mit

- ▶ unter- bis mittelholozänen Mäanderflächen.

Der Bodenaufbau wird durch verebnete Flächen mit oberflächennah vorwiegend feinklastischen Sedimenten (Schluffe und Lehme) über Sanden und kiesigen Sanden bestimmt. In den Verebnungsflächen finden sich zahlreiche Rinnenstrukturen (Paläorinnen) in denen ebenfalls vorwiegend feinklastische Sedimente, teils auch Niedermoortorf (oft stark zer- setzt) abgelagert wurden.

6 Bodenaufbau

6.1 Anthropogen

Anthropogene Auffüllungen mit einer maximalen Mächtigkeit von ca. 1,8 m finden sich vor allem im Bereich der geplanten Gasübergabestation sowie in der Nähe des geplanten Anschlusses an die MEGAL bei BS / DPH 5. An diesem Untersuchungspunkt fanden sich auch Anteile bodenfremder mineralischer Beimengungen am Auffüllungsmaterial (Schotter, Ziegelbruch). Die Untersuchungseingrenzung ergab, dass sich die künstliche Anschüttung am letztgenannten Punkt mit annähernd gleicher Mächtigkeit mindestens bis zum Unter- suchungspunkt BS / DPH 5A, d.h. über eine Länge von maximal ca. 50 m ausdehnt.

Weitere nur sehr gering mächtige Auffüllungen wurden bei BS / DPH 7 und BS / DPH 8 vorgefunden.

Nach Auswertung der Rammogramme der Schweren Rammsondierungen (DPH) sind die Auffüllungen überwiegend kaum verdichtet.

6.2 Geogen

Bei der Mehrzahl der Untersuchungspunkte bilden Auelehme und / oder Auelehme mit deutlichen organischen Anteilen (zersetzte Torfe) die oberste geogene Einheit im Trassen- verlauf. Bereichsweise (BS / DPH 5, BS / DPH 10) reichen die organischen Weichschichten bis in die Aushubsole des Trassengrabens. Die eingrenzenden Bodenuntersuchungen an beiden Vorkommen ergaben eine Verbreitung der organischen Weichschichten über eine Länge in der Größenordnung von jeweils etwa 50 m.

Nach Feld- und Laborversuch ist mit sehr unterschiedlichen Konsistenzen dieser Böden zu rechnen. Sie reichen von stark durchnässt und durchweicht (breiig) bis hin zu halbfesten

Konsistenzen. Hierbei ist davon auszugehen, dass in den niederschlagsreichen Perioden mit hohen Grundwasserständen generell ungünstigere Konsistenzen angetroffen werden. Darüber hinaus ist auch mit rasch wechselnden Untergrundverhältnissen zu rechnen, da die Trasse der AL Biblis annähernd rechtwinklig zu den in Abschnitt 6 beschriebenen Mäanderrinnen verläuft (siehe auch Anlage 1).

Im Liegenden der Auelehme und organischen Weichschichten finden sich im Baubereich Auensande meist in Form von teils schwach schluffigen Mittel- und Feinsanden in weiter Verbreitung. Kiesige Sande besitzen vor allem im Bereich der geplanten Gasübergabestation einen großen Anteil an den erbohrten Profilen. An den meisten übrigen Untersuchungspunkten wurden diese in der Regel im Liegenden der Auensande angetroffen. Für die Auensande und die schwach kiesigen bis kiesigen Sande der Rheinterrasse ist nach Auswertung der Rammogramme der Schweren Rammsondierungen (DPH) von einer lockeren bis mitteldichten Lagerung auszugehen.

6.3 Homogenbereiche

Es wurden unterhalb des Oberbodens / Ackerbodens innerhalb der Ablagerungen der Rheinterrasse somit die folgenden aus geotechnischer Sicht relevanten Homogenbereiche erbohrt:

Homogenbereich 1 Auffüllung	Anthropogen
Homogenbereich 2 Auelehm	Quartär
Homogenbereich 3 Auelehm, organisch	Quartär
Homogenbereich 4 Auesand	Quartär
Homogenbereich 5 Kies-Sande	Quartär

Die Schichtenfolge und -verbreitung im Trassenverlauf sind in den Lageplänen der Anlage 3 zeichnerisch als Zusammenschau der Homogenbereiche im geologischen Einzelprofilen dargestellt. Auf die geologische Interpretation zwischen den Schichten der Einzelprofile (Ansatzpunkte der Bohrungen) durch Interpolation in Form idealisierter Linien wurde verzichtet, da diese aufgrund des rasch wechselnden Bodenaufbaus und des Abstandes der Bohrpunkte keine verlässliche Aussagekraft besitzt.

Die Homogenbereiche und ihre bodenmechanischen Eigenschaften werden in Abschnitt 8 beschreiben und geotechnisch beurteilt.

6.4 Grundwasserverhältnisse

Ein oberflächennahes Grundwasservorkommen wurde an allen Untersuchungspunkten vorgefunden. Einen Überblick gibt die Tabelle 2. Aufgrund der meist geringen Standfestigkeit der Bohrlöcher konnte der Ruhewasserstand zum Teil nicht eingemessen werden.

Tabelle 2: Grundwasserstände zur Zeit der Bodenuntersuchungen

Aufschluss	Datum	GW Stände		
		GOK [m NHN]	[m u. GOK]	[m NHN]
BS / DPH 1	06.08.2019	88,70	2,60	86,10
BS / DPH 2	06.08.2019	88,55	2,65	85,90
BS / DPH 3	06.08.2019	88,57	2,20	86,37
BS / DPH 4 (GW)	05.08.2019	88,04	2,25	85,79
BS / DPH 5	07.08.2019	87,63	1,69	85,94
BS / DPH 5a	04.09.2019	88,20	2,44	85,76
BS / DPH 5b	04.09.2019	87,59	1,90	85,69
BS / DPH 6	05.08.2019	87,30	1,50	85,80
BS / DPH 7	06.08.2019	86,82	1,10	85,72
BS / DPH 8	06.08.2019	87,72	2,10	85,62
BS / DPH 9	06.08.2019	87,62	1,80	85,82
BS / DPH 10	08.08.2019	88,04	2,65	85,39
BS / DPH 10a	04.09.2019	87,72	2,50	85,22
BS / DPH 10b	04.09.2019	88,06	2,81	85,25
BS / DPH 11	08.08.2019	87,58	2,11	85,47
BS / DPH 12	08.08.2019	87,31	1,80	85,51
BS / DPH 13 (GW)	08.08.2019	87,36	2,02	85,34
BS / DPH 14	08.08.2019	87,06	1,80	85,26

Der Hauptgrundwasserleiter wird durch die überwiegend stark durchlässigen Sande der Niederterrasse des Rheins gebildet. Der Grundwasserstand ist erheblichen saisonalen Schwankungen unterworfen.

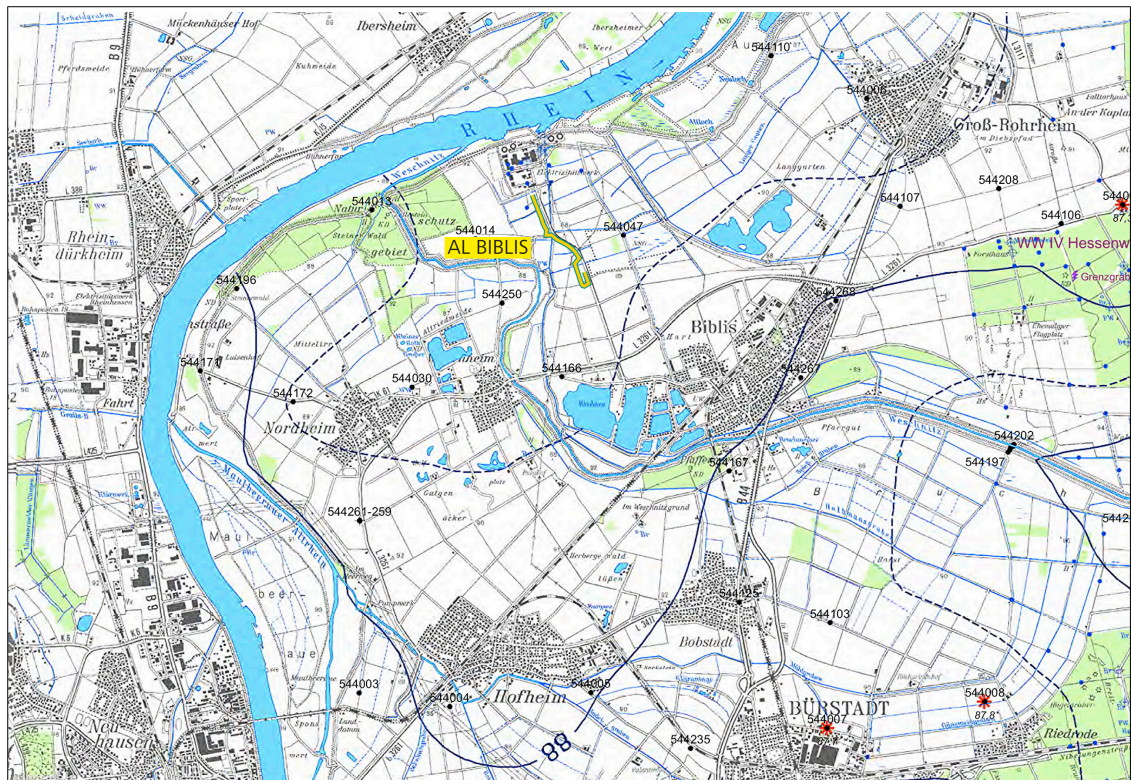


Abbildung 1: Grundwasserhöhengleichen (hoher Grundwasserstand) aus:
Hydrogeologisches Kartenwerk - Hessische Rhein- und Mainebene des Hessischen Landesamtes für
Umwelt und Geologie • Januar 2013

Im Hydrogeologischen Kartenwerk des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (Abbildung 1) wird für den Trassenbereich der AL Biblis ein hoher Grundwasserstand von ca. 87,5 mNHN (= GOK) angegeben. Der bohrzeitig angetroffenen Wasserstände lagen im Mittel etwa 1,8 m darunter. Bei typisch niedrigen Wasserständen bildet sich nach HLUK im Trassenbereich der AL Biblis ein deutliches nach Norden gerichtetes hydraulisches Gefälle aus. Die Wasserstände können dann bis auf ca. 84,0 mNHN im nördlichen Teil der Trassen, bzw. auf 85,0 mNHN im südlichen Teil der Trassen absinken.

Wir empfehlen für den Bereich der geplanten Anschlussleitung von den folgenden Grundwasserständen auszugehen:

- ▶ Bemessungswasserstand = 87,5 mNHN - 88,0 m NHN (Geländehöhe)
- ▶ Bauzeitiger Wasserstand = 86,5 mNHN (Nord) - 87,0 m NHN (Süd)

6.4.1 Grundwasserbeschaffenheit

Im Rahmen der geotechnischen Untersuchungen wurde das Grundwasser im Hinblick auf die Betonaggressivität nach DIN 4030-1⁵, die Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929:1985-09⁶ und die wichtigsten Einleitparameter untersucht. Hierzu wurde aus

⁵ DIN 4030-1: Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte

⁶ DIN 50929 - Korrosion der Metalle; Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung; Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern

den temporär verrohrten Bohrlöchern BS GW 4 und BS GW 13 jeweils eine Pumpprobe entnommen (siehe Probenahmeprotokolle der Anlage 8). Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Anlage 10 enthalten.

Einen Überblick der Bewertung der Untersuchungsergebnisse im Hinblick auf die Betonaggressivität und die Korrosionswahrscheinlichkeit gibt die Tabelle 3.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Ergebnisse zur Bestimmung der Betonaggressivität und der Korrosionswahrscheinlichkeit des Grundwassers

		BS 4 GW	BS 13 GW
Angriffsgrad (Beton) nach DIN 4030		nicht angreifend	schwach angreifend: Sulfat: 213 mg/l
DIN 50929 - Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe im Unterwasserbereich	Mulden und Lochkorrosion	sehr gering	sehr gering
	Flächenkorrosion	sehr gering	sehr gering
DIN 50929 - Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe an der Wasser/Luft-Grenze	Mulden und Lochkorrosion	gering	gering
	Flächenkorrosion	sehr gering	sehr gering

Die Bestimmung der einleitungsrelevanten Parameter Eisen_{ges.}, Eisen²⁺ und Mangan ergab für die Probe BS 4 GW für alle drei Stoffe nur sehr geringe und für die vorliegende Fragestellung irrelevante Konzentrationen. In der Probe BS 13 GW wurden deutliche höhere Anteile von:

- ▶ 3,508 mg/l Eisen_{ges.}
- ▶ 2,900 mg/l Eisen²⁺, und
- ▶ 1,256 mg/l Mangan

nachgewiesen. Erfahrungsgemäß werden zur Gewässereinleitung in vielen Fällen behördlicherseits Maßnahmen zur Enteisung gefordert, wenn die Eisenkonzentrationen im gefördertem Grundwasser 2 mg/l überschreiten.

6.4.2 Wasserschutzgebiete

Der Baubereich der geplanten Gasleitung AL Biblis liegt außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten.

7 Laborversuche

An den Bohrproben der Güteklasse 5 nach DIN EN ISO 22475-1 wurden die in der Tabelle 4 aufgeführten Laborversuche, insbesondere zur Bodenklassifizierung, bzw. Feststellung der maßgebenden Eigenschaften der Baugrundsichten durchgeführt. Die Ergebnisse der Laborversuche sind durch die Versuchsprotokolle in den Anlagen 5 und 6 dokumentiert. In den nachfolgenden Tabellen 5 und 6 erfolgt die Zusammenstellung der Laborergebnisse.

Tabelle 4: Zusammenstellung der Laborversuche

Versuch	Norm	Anzahl
Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze	DIN EN ISO 17892-10	9
Bestimmung der Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17892-4	12
Bestimmung des Wassergehaltes	DIN EN ISO 17892-1	9
Bestimmung des Glühverlustes	DIN 18128	5

Tabelle 5 Zusammenstellung bodenmechanischer Parameter aus Körnungslinien; k-Wert - Ableitung nach HAZEN

Aufschluss	Probennummer	Entnahmetiefe [m]	Homogenbereich	Bodenart	Bodenart	Boden- gruppe DIN 18196	U	C _c	FK [%]	k [m/s]
				DIN 4022	DIN 14688					
				korngroßenanalytisch						
BS 1	1/3	0,8 - 2,0	4	S	Sa	SE	2,6	1,1	2,2	2,6*10 ⁻⁴
BS 3	3/3	1,3 - 2,5	5	S, g'	gr' Sa	SE	2,7	1,0	0,9	3,5*10 ⁻⁴
BS 4	4/2	0,4 - 1,3	2	S, u, t	cl si Sa	TL	-	-	52,0	-
BS 5	5/4	1,7 - 2,6	2	U, s, t'	cl' sa Si	TL	-	-	71,9	-
BS 6	6/4	1,7 - 2,5	5	S, g	gr Sa	SI	8,6	0,9	4,9	1,6*10 ⁻⁴
BS 6	6/5	2,5 - 4,0	4	S, u	si Sa	SU* / ST*	9,2	2,6	18,2	6,6*10 ⁻⁶
BS 10	10/2	0,3 - 1,2	2	U, t*, s'	sa' cl* Si	TA	-	-	84,1	-
BS 10	10/4	2,1 - 3,0	2	U, s, t'	cl' sa Si	TM	-	-	74,5	-
BS 11	11/2 + 11/3	0,9 - 2,6	2	U, s, t	cl sa Si	TM	-	-	80,1	-
BS 11	11/4	2,6 - 3,6	2	S, u*	si* Sa	SU* / ST*	-	-	35,8	4,6*10 ⁻⁷
BS 11	11/5	3,6 - 4,2	5	S, g	gr Sa	SI	-	-	3,0	2,8*10 ⁻⁴
BS 14	14/3	0,6 - 1,8	2	U, s, t'	cl' sa Si	TL	21,0	2,2	71,4	5,6*10 ⁻⁸

Tabelle 6: Zusammenstellung bodenmechanischer Parameter - Zustandsgrenzen, Wassergehalte, Glühverluste

Aufschluss Probe	Entnahmetiefe [m]	Homogenbereich	Bodenart	Bodenart	Boden- gruppe DIN 18196	Glüh- verlust [%]	Was- serge- halt [%]	Zustandsgrenzen				
			DIN 4022	DIN 14688				w _i	w _p [%]	I _p	I _c	Kon- sistenz
			korngroßenanalytisch									
4/2	0,4 - 1,3	2	S, u, t	cl si Sa	TL	-	12,1	32,9	16,2	16,7	1,19	halbfest
5/3	1,3 - 1,7	3	T, u*, h	or si* Cl	OT	13,74	42,8	102,4	38,3	64,1	0,93	steif
5/4	1,7 - 2,6	2	U, s, t'	cl' sa Si	TL	-	28,7	31,9	20,5	11,4	0,25	breiig
5A/3	1,6 - 2,5	3	T, u*, h	or si' Cl	OT	11,92	48,6	74,9	34,8	40,1	0,66	weich
10/2	0,3 - 1,2	2	U, t*, s'	sa' cl* Si	TA	-	20,0	51,0	23,2	27,8	1,09	halbfest
10/3	1,2 - 2,1	3	T, u*, h	or si' Cl	OT	8,55	33,0	73,7	24,1	49,6	0,82	steif
10/4	2,1 - 3,0	2	U, s, t'	cl' sa Si	TM	4,08	33,4	35,5	20,6	14,9	0,14	breiig
10B/3	1,3 - 1,8	2	T, u, h	or si Cl	TA	5,54	28,4	58,6	20,9	37,7	0,80	steif
11/2	0,9 - 2,6	2	U, fs, t	cl fsa Si	TL	-	29,9	34,6	21,7	12,9	0,37	breiig

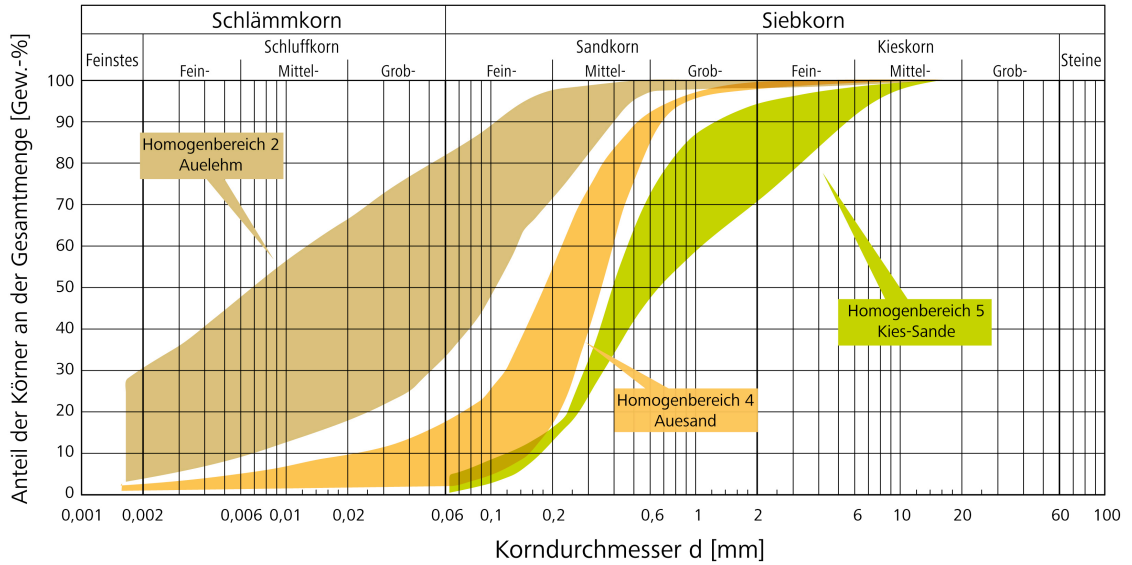


Abbildung 2: Körnungsbänder der Homogenbereiche 2 (Auelehm), 4 (Auesand) und 5 (Kies-Sande) aus den ausgewerteten Kornverteilungsanalysen. Die natürlichen Zusammensetzungen dieser Bodenarten weisen größere Schwankungen auf, als die hier dargestellten Ergebnisse.

8 Bewertung der geotechnischen Verhältnisse des Baugrunds

8.1 Bautechnische Eigenschaften der Homogenbereiche

Nach Beurteilung der Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen sowie nach unseren Erfahrungen mit vergleichbaren Baugrundsichten, können für die in Abschnitt 6 beschriebenen Bodenschichten die in Tabelle 7 aufgeführten bautechnischen Eigenschaften angegeben werden.

Tabelle 7: Bautechnische Eigenschaften der Homogenbereiche

Homogenbereich	Scherfestigkeit	Zusammen-drückbarkeit	Wasserdurch-lässigkeit	Witterungs- und Erosionsempfindlich-keit	Rammpbarkeit
1 Anthropogene Auffüllung	sehr gering bis gering	mittel bis hoch	schwach durchlässig bis durchlässig	mittel bis hoch	leicht bis mittelschwer rammpbar (steinig - nicht erbohrt: schwer bis nicht rammpbar)
2 Auelehm	gering bis mittel	groß	sehr schwach bis schwach durchlässig	mittel bis hoch	sehr leicht rammpbar bis leicht rammpbar
3 Auelehm, orga- nisch	sehr gering	sehr groß	sehr schwach bis schwach durchlässig	sehr hoch	sehr leicht rammpbar bis leicht rammpbar
4 Auesand	mittel	mittel	durchlässig bis stark durchlässig	mittel	leicht rammpbar
4 Kies-Sande	gering bis mittel	gering bis mittel	stark durchlässig	gering	leicht bis mittelschwer rammpbar (steinig - nicht erbohrt: schwer bis nicht rammpbar)

8.2 Charakteristische Bodenkenngrößen

In der Tabelle 8 sind die charakteristischen Bodenkenngrößen für die festgelegten Homogenbereiche angegeben. Sie wurden nach Beurteilung der Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen und aufgrund unserer Erfahrungen den Homogenbereichen zugeordnet. Die Bodenkenngrößen können als charakteristische Werte für erdstatische Nachweise näherungsweise herangezogen werden.

Für gesonderte Standsicherheitsnachweise, die im Rahmen der Ausführungsplanung erforderlich werden, müssen gegebenenfalls ergänzende Untersuchungen durchgeführt werden.

Tabelle 8: Charakteristische Bodenkenngrößen der erbohrten Homogenbereiche

Homogenbereich	Wichte γ_k / γ'_k [kN/m ³]	Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
1 Anthropogene Auffüllung	19 / 20	27,5	0	5
2 Auelehm	19 / 9	25	10	4
3 Auelehm, organisch	16 / 6	17,5	5	1
4 Auesand	18 / 10	32,5	0	15
4 Kies-Sande	19,5 / 10,5	35	0	30

8.3 Klassifizierung der Homogenbereiche für bautechnische Zwecke

Die in Abschnitt 6 beschriebenen Homogenbereiche können nach Beurteilung der vorliegenden geotechnischen Untersuchungen, nach unseren örtlichen Erfahrungen mit den anstehenden Bodenarten und den Klassifizierungsgrundlagen der DIN 14688-2 den in der Tabelle 9 aufgeführten Eigenschaften für bautechnische Zwecke gemäß DIN 18300 2016-09 und DIN 18319 - 2016-09 als Schätzwerte zugeordnet werden. Desweiteren werden die Bodenklassen der zurückgezogenen DIN 18300 - 2012-09, DIN 18301 - 2012-09 und DIN 18319 - 2012-09 benannt.

Tabelle 9: Bodenklassifizierungen der Homogenbereiche für bautechnische Zwecke

	Ein- heit	Homogenbereich				
		1	2	3	4	5
Ortsübliche Benennung	-	Anthropogene Auffüllung	Auelehm	Auelehm, or- ganisch	Auesand	Kies-Sand
Bodengruppe DIN 18196	-	[A]	TL / TM / TA (SU* / ST*)	OT	SE (SU* / ST*)	SI / GI
Massenanteil Steine und Blöcke	%	Bei den vorliegenden Bodenuntersuchungen ergaben sich keine Hinweise auf die Einlagerung von Steinen und Blöcken. Ihre Existenz kann in den Homogenberei- chen 1 und 5 allerdings nie völlig ausgeschlossen werden				
Dichte ρ	g/cm ³	1,8 - 2,0	1,8 - 2,0	1,5 - 1,7	1,7 - 1,9	1,8 - 2,1
Undrainierte Scherfestigkeit c_u	kPa	-	10 - 100	10 - 30	-	-
Wassergehalt w	%	-	10 - 35	30 - 50	-	-
Plastizitätszahl I_p	%	-	15 - 25	20 - 40	-	-
Konsistenzzahl I_c	-	-	0,1 - > 1	<0,5 - 1	-	-
Sensitivität	-	-	gering bis hoch	gering bis hoch	-	-
Lagerungsdichte I_D	%	-	-	-	0,3 - 0,5	0,3 - 0,7
Organischer Anteil (Glühver- lust)	%	2 - > 6	2 - 4	4 - 15	-	-
Abrasivität	-	schwach abra- siv bis abrasiv	schwach abra- siv (bis abrasiv)	kaum abrasiv bis schwach abrasiv	abrasiv bis stark abrasiv	stark abrasiv bis extrem abrasiv
Verklebungspotenzial	-	-	niedrig bis hoch	niedrig bis hoch	-	-
Bodenklasse DIN 18300 - 2012-09	-	K 3 - K 4 (steinig - nicht erbohrt: K 5 - K 6)	K 4 - K 5 $I_c < 0,5$: K 2	K 3 $I_c < 0,5$: K 2	K 3	K 3 (steinig - nicht erbohrt: K 5 - K 6)
Bodenklasse DIN 18301 - 2012-09	-	BN 1 - 2 (steinig - nicht erbohrt: Zu- satzklassen BS 1 - 2)	BB 1 - 3 (BN 2)	BO 2	BN 1 (BN 2)	BN 1 (steinig - nicht erbohrt: Zu- satzklassen BS 1 - 2)
Bodenklasse DIN 18319 - 2012-09	-	LNW 1 - 2 LN 1 - 2 (steinig - nicht erbohrt: Zu- satzklassen S 1 - 2)	LBM 1 - 2 Zusatzklasse P 1 - 2 LN 1 - 2	LBO 1 - 2	LNW 1 - 2 (LN 1 - 2)	LNW 1 - 2 LNE 1 - 2 (steinig - nicht erbohrt: Zu- satzklassen S 1 - 2)
Frostempfindlichkeit ZTVE-StB	-	F 1 - F 3	F 2 - F 3	F 2	F 1 (F 2)	F 1
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA- StB	-	V 1 - V 3	(V 2) - V 3	-	V 1	V 1

8.4 Erdbebengefährdung

Nach DIN 1998-1⁷ liegt der Baubereich der AL Biblis in den Gemarkungen Wattenheim und Biblis in der Erdbebenzone 1 mit Intensitätsintervallen von 6,5 bis < 7,0 (nach der Europäischen Makroseismischen Skala EMS).

Für die Erdbebenzone 1 gilt ein Bemessungswert der Bodenbeschleunigung von

- ▶ $a = 0,4 \text{ m/s}^2$.

Für die Berücksichtigung der Einwirkungen aus Erdbeben nach DIN 1998-1 kann die geologische Untergrundklasse S (Gebiete mit tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung) zugrunde gelegt werden. Die Festlegung der Baugrundklasse erfordert bei Bedarf geophysikalische Untersuchungen zur Bestimmung der vorherrschenden Scherwellengeschwindigkeiten in den oberen 20 m des Untergrundes.

9 Geotechnische Kategorie

Das geplante Bauvorhaben ist nach DIN EN 1997-2⁸ und DIN 4020⁹ in die Geotechnische Kategorie 2 einzustufen.

10 Abfalltechnische Bewertung

10.1 Probenauswahl / Untersuchungsumfang

Zur abfalltechnischen Bewertung der angetroffenen anthropogenen Auffüllungsböden im Baubereich wurden die folgenden Mischproben entsprechend der LAGA Richtlinie TR 2004 im Feststoff und Eluat (Parameter der Tabellen II.1.2-1/2/3) chemisch untersucht:

Oberboden des Stationsgelände:

- ▶ MP OB-Station: BS 1/1 + BS 2/1 + BS 3/1

Künstliche Anschüttung auf dem Stationsgelände:

- ▶ MP Station: BS 1/2 + BS 2/2 + BS 2/3 + BS 3/2

Künstliche Anschüttung bei BS 5 und BS 5A:

- ▶ MP Auf-BS 5: BS 5/1 + BS 5/2
- ▶ MP Auf-BS 5A: BS 5A/1 + BS 5A/2

Sämtliche Analysen wurden entsprechend der gültigen Vorschriften durch die akkreditierten Dr. Döring Laboratorien durchgeführt.

⁷ DIN 1998 - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten

⁸ DIN EN 1997-2 -Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

⁹ DIN 4020 - Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2

10.2 Einstufung nach LAGA und Abfallverzeichnisverordnung

Die abfalltechnische Beurteilung der untersuchten Materialien und Erdstoffe erfolgt auf der Grundlage des Merkblatts „Bauabfälle“ der Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen und Kassel, der Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV) (2006) sowie der „Hinweise zur Anwendung der Abfallverzeichnis-Verordnung“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Die Beurteilung der LAGA - Analysen erfolgt für eine eventuelle Wiederverwertung vor Ort.

Die tabellarische Zusammenstellung der chemischen Untersuchungsergebnisse der Böden im Vergleich mit den Zuordnungswerten oben genannten Merkblatts ist der Anlage 7 zu entnehmen. Die Prüfberichte der Dr. Döring Laboratorien finden sich in der Anlage 10.

Die beprobten Böden des Baubereichs werden demnach abfalltechnisch wie folgt eingestuft:

- ▶ MP OB Station: Verwertungsklasse Z 1.2
- ▶ MP Station: Verwertungsklasse Z 0
(die alleinige Überschreitung des Zuordnungswertes Z 0 durch den pH-Wert im Eluat ist auf Bauschuttanteile im Auffüllungsmaterial zurückzuführen und daher keine Ausschlusskriterium)
- ▶ MP Auf BS 5: Verwertungsklasse Z 1.2
- ▶ MP Auf BS 5A: Verwertungsklasse Z 2

10.3 Verwertung / Entsorgung

Nach den Ergebnissen der chemischen Untersuchungen erfüllen die untersuchten Böden die Kriterien gemäß § 3 der Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnisverordnung - AVV), so dass das Bodenmaterial mit der Abfallbezeichnung:

- ▶ 17 05 04
Boden und Steine, mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03* fallen
einer externen Entsorgung, bzw. Verwertung zugeführt werden kann.

10.4 Wiederverwertung im Zuge der Baumaßnahme

Eine Wiederverwertung der Auffüllungsböden aus dem Baubereich Gasübergabestation und dem Bereich der BS 5 und BS 5AA ist nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und den hydrogeologischen ungünstigen Verhältnissen am Standort unter Anwendung der LAGA - Kriterien nicht zulässig. Soll eine Wiederverwendung erfolgen, so empfehlen wir bei Beginn der Erdarbeiten aus den beiden Bereichen jeweils eine größere Mischprobe anhand von Baggerschürfen zu entnehmen. Es ist erfahrungsgemäß möglich, dass bei der Baugrunderkundung nur punktuelle Zuordnungswertüberschreitungen festgestellt wurden, die sich in einer größeren und repräsentativeren Mischprobe nicht mehr manifestieren.

Die Probe des Oberbodens aus dem Stationsgelände ist aufgrund erhöhter Sulfatkonzentrationen im Eluat bei Anwendung der LAGA - Kriterien nur in hydrogeologische günstigen Gebieten verwertbar.

11 Rohrverlegung • Empfehlungen und Hinweise zur Bauausführung

11.1 Bauablauf

Die Rohrleitung wird auf der freien Strecke mit einer Regelüberdeckung von 1,2 m verlegt. Damit liegt die Rohrgrabensohle in der Regel bei ca. 1,7 m unter GOK. (zuzüglich Rohrbettung und Bodenaustausch bei Erfordernis). Bei Straßenquerungen ist eine höhere Mindestüberdeckung von mindestens 1,5 m erforderlich.

Die Verlegung der geplanten Leitung erfolgt erfahrungsgemäß wie folgt:

1. Abtragen des Oberbodens und seitliche Lagerung zur späteren Wiederverwendung,
2. Herstellung von Baustraßen nach Erfordernis (siehe Abschnitt 11.2; Tabelle 10)
3. Herstellen und Beginn der Wasserhaltungsmaßnahmen
4. Ausfahren und Schweißen der Rohre, Überprüfung der Isolierung der Rohrstränge
5. Grabenaushub und erforderlichenfalls Einbringen von gesonderten Stabilisierungsschichten (Bodenaustausch, gegebenenfalls. Einsanden Rohrgraben),
6. Verlegen der geschweißten Rohre und anschließendes Schweißen der Verbindungsstücke
7. Verfüllen des Rohrgrabens und Beendigung der Wasserhaltungsmaßnahmen,
8. Rückbau Baustraßen, Oberbodenauftrag und Wiederherstellen des Geländes.

Bei der offenen Querung von Gewässern sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich:

1. Errichtung von Absetzbecken zur Vermeidung von Schwebstoffeintrag in das zu kreuzende Gewässer
2. Temporäre Verrohrung des Grabens / Baches
3. Aushub des Rohrgrabens im Bach
4. Verlegen des Dükers in den Rohrgraben und Wiederherstellen der Gewässersohle
5. Beendigung der Wasserhaltung nach Wiederherstellen der Gewässerböschungen
6. Rückbau der temporären Verrohrung des Gewässers

Grabenlose Querungen von Gewässern, Straßen oder Wegen sind bei der Verlegung der AL Biblis nach jetzigem Planungsstand nicht vorgesehen.

11.2 Baustraßen

Soweit oberflächennah lehmige Böden anstehen, sind diese in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen unterschiedlich gut befahrbar. Bei Arbeiten in den niederschlagsreichen Perioden sind sie durch Radfahrzeuge nicht und durch Kettenfahrzeuge nur unter Hinnahme größerer Flurschäden befahrbar.

Je nach den angetroffenen Untergrundverhältnissen und den eingesetzten Baufahrzeugen sollten Baustraßen und Aufstandsflächen für Maschinen und Geräte hergestellt werden. Diese können aus grobkörnigen Material (z.B. Kies-Sand - Gemische) auf einem zugfesten Geotextil (Robustheitsklasse GRK 3 - 4) errichtet werden. Die erforderliche Dicke der Tragschicht ist - je nach Durchnässung des Untergrundes, Funktion, Art und Gewicht der Maschinen, Anzahl der erforderlichen Überfahrten etc. - mit 0,3 m bis 0,7 m anzunehmen.

Die ansonsten anstehenden lockeren und eng gestuften Sandböden sind erfahrungsgemäß mit Radfahrzeugen nur schwer befahrbar. Beim Einsatz von Kettenfahrzeugen kann hier meist auf untergrundstabilisierende Maßnahmen verzichtet werden.

11.3 Herstellung des Rohrgrabens

Die Böschungen des Rohrgrabens können als frei geböschte Baugruben bei Einhaltung der weiteren Randbedingungen nach DIN 4124¹⁰ mit den folgenden Böschungswinkeln hergestellt werden:

Homogenbereich 2 - Auelehm (bei mindestens steifer Konsistenz):

- ▶ $\beta \leq 60^\circ$

Homogenbereiche 1, 3, 4, 5 und 2 (bei weicher Konsistenz):

- ▶ $\beta \leq 45^\circ$

Im Bereich der organischen Böden (Homogenbereich 3) und von Auelehmen (Homogenbereich 2) mit breiiger Konsistenz ist die Anlage einer freien Böschung des Rohrgrabens je nach tatsächlichem Schichtaufbau und bauzeitigem Grundwasserstand gegebenenfalls gar nicht bzw. nur in einzelnen kürzeren Abschnitten möglich. Ungünstigenfalls muss der Aushub bereichsweise innerhalb eines Spundwandverbaus mit normalem Löffel erfolgen. Der Verbau muss ausreichend tief in die unterhalb der organischen Böden folgenden Sande und Kies-Sande (Homogenbereiche 4 und 5) einbinden.

Diese Schichten sind nach den vorliegenden Ergebnissen leicht bis mittelschwer rammbär. Rammhindernisse in Form von Steinen und Blöcken (Driftblöcke) können allerdings nicht völlig ausgeschlossen werden.

¹⁰ DIN 4124 - Baugruben und Gräben; Böschungen Arbeitsraumbreiten, Verbau

11.4 Rohraufleger

Entsprechend DVGW Regelwerk, Arbeitsblatt G 463, muss die Grabensohle so hergestellt werden, dass die Rohrleitung möglichst gleichmäßig aufliegt. Hierbei können für den Bau der AL Biblis drei Fälle unterschieden werden:

1. Grob- und gemischtkörniger Boden in der Grabensohle:

Auesande und Kies-Sande der Rheinterrassen (Homogenbereiche 4 und 5):
In der Regel ist keine gesonderte Bettungsschicht erforderlich.

2. Gering bis mäßig tragfähige bindige Böden in der Grabensohle:

Auelehme in weicher bis steifer Konsistenz (Homogenbereich 2)
Zur Gewährleistung eines durchgängig einheitlichen und standfesten Rohrauflegers sollte bei Abschnitten mit dominierend weicher Konsistenz generell eine mindestens 15 cm - 30 cm dicke Bettungsschicht aus kornabgestuftem, nichtbindigem Hartgesteinmaterial (z. B. Körnung 0/32 mm für Schottertragschichten nach ZTV SoB-StB) nach örtlicher Festlegung eingebaut werden. Ansonsten wird keine gesonderte Bettungsschicht erforderlich.

3. Nicht-tragfähige / aufgeweichte bindige Böden in der Grabensohle (Homogenbereich 2 und organische Böden (Homogenbereich 3):

Nach den Erkundungsergebnissen werden die Rohrgrabensohlen bereichsweise innerhalb organischer Böden (Homogenbereich 3) liegen. Auch aufgeweichte nicht-organische Auenlehme (Homogenbereich 2) können nicht ausgeschlossen werden.

Für diese Fälle ist ein zusätzlicher Bodenaustausch zur Grabensohlstabilisierung vorzusehen. Die Mächtigkeit des Bodenaustausches hängt von verschiedenen Faktoren ab (Dicke der Weichschicht, Gewicht und Durchmesser der Rohrleitung, Anforderungen an das Verformungsverhalten der Rohrleitung etc.). Es sollte zunächst ein Bodenaustausch mit einer Stärke von ca. 0,5 m angesetzt werden. Soweit ab UK Bodenaustausch weiterhin durchweichte und / oder organische Böden anstehen, so wird der Einbau eines Geotextils (Robustheitsklasse GRK 3) als Trennschicht zwischen dem anstehenden weichen Boden und dem Bodenaustauschmaterial empfohlen.

Die Bodenverhältnisse in den betroffenen Trassenabschnitten sind bauvorbereitend durch Baggerschürfe zu verifizieren.

Die Bettungsschicht ist abschnittsweise, gleichlaufend mit dem Grabenaushub, auf die frisch ausgehobene und von aufgelockerten oder breiigen Bodenpartien sowie von Steinen und Blöcken freigeschachtete Grabensohle einzubauen. Anschließend ist die Bettungsschicht statisch mit einer Grabenwalze zu verdichten. Alternativ zu einer Sandbettung können auch andere Materialien mit gleichwertiger Schutzfunktion (z. B. Schutzmatten o. ä.) eingesetzt werden.

Tabelle 10a:

Zusammenfassung der Empfehlungen und Bauhinweise entlang der Trasse bei Regelüberdeckung

⁽¹⁾ bei $I_c \geq 0,75$: bei mindestens steifer Konsistenz; ⁽²⁾ bei $I_c \leq 0,5$: breiige Konsistenz und schlechter

Baubereich	Grabensohle		Aushub Graben		Baustraßen erforderlich (nach Abschieben Oberboden)
	Homogenbereich	Bodenaustausch	Homogenbereiche	Böschungswinkel	
BS / DPH 5A	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75^{(1)}$: Nein sonst: Ja	1 Auffüllung 3 Auelehm, org.	45°	Ja
BS / DPH 5	3 Auelehm, org.	Ja	1 Auffüllung 3 Auelehm, org.	45°	Ja
BS / DPH 5B	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75^{(1)}$: Nein sonst: Ja	3 Auelehm, org. 2 Auelehm	45°	Ja
BS / DPH 1	4 Auesand	Nein	1 Auffüllung 2 Auelehm	45°	Kettenfahrzeuge Nein
BS / DPH 2	1 Auffüllung	Nein	1 Auffüllung	45°	Kettenfahrzeuge Nein
BS / DPH 3	5 Kies-Sand	Nein	1 Auffüllung 5. Kies-Sand	45°	Kettenfahrzeuge Nein
BS / DPH 4	4 Auesand	Nein	3 Auelehm, org.	45° bei $I_c \leq 0,5^{(2)}$: Verbau	Ja
BS / DPH 6	5 Kies-Sand	Nein	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75^{(1)}$: 60° sonst: 45° bei $I_c \leq 0,5^{(2)}$: Verbau	Bei ungünstiger Witterung
BS / DPH 7	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75^{(1)}$: Nein sonst: Ja	1 Auffüllung 3 Auelehm, org. 4 Auelehm	45°	Ja
BS / DPH 8	4 Auesand	Nein	1 Auffüllung 3 Auelehm, org. 4 Auesand	45°	Ja
BS / DPH 9	4 Auesand	Nein	3 Auelehm, org 4 Auesand	45°	Ja
BS / DPH 10A	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75^{(1)}$: Nein sonst: Ja	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75^{(1)}$: 60° sonst: 45° bei $I_c \leq 0,5^{(2)}$: Verbau	Bei ungünstiger Witterung
BS / DPH 10	3 Auelehm, org.	Ja	2 Auelehm 3 Auelehm, org	45° bei $I_c \leq 0,5^{(2)}$: Verbau	Ja
BS / DPH 10B	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75^{(1)}$: Nein sonst: Ja	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75^{(1)}$: 60° sonst: 45° bei $I_c \leq 0,5^{(2)}$: Verbau	Bei ungünstiger Witterung
BS / DPH 11	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75^{(1)}$: Nein sonst: Ja	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75^{(1)}$: 60° sonst: 45° bei $I_c \leq 0,5^{(2)}$: Verbau	Bei ungünstiger Witterung
BS / DPH 12	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75^{(1)}$: Nein sonst: Ja	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75^{(1)}$: 60° sonst: 45° bei $I_c \leq 0,5^{(2)}$: Verbau	Bei ungünstiger Witterung
BS / DPH 13	4 Auesand	Nein	4 Auesand	45°	Kettenfahrzeuge Nein
BS / DPH 14	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75^{(1)}$: Nein sonst: Ja	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75^{(1)}$: 60° sonst: 45° bei $I_c \leq 0,5^{(2)}$: Verbau	Kettenfahrzeuge Nein

Tabelle 10b:

Zusammenfassung der Empfehlungen und Bauhinweise entlang der Trasse bei tieferer Rohrlage

⁽¹⁾ bei $I_c \geq 0,75$: bei mindestens steifer Konsistenz; ⁽²⁾ bei $I_c \leq 0,5$: breiige Konsistenz und schlechter

Baubereich	Grabensohle		Aushub Graben	
	Homogenbereich	Bodenaustausch	Homogenbereiche	Böschungswinkel
Anbohrarmatur	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75(1)$: Nein sonst: Ja	3 Auelehm, org. 2 Auelehm	45°
Gasübergabestation Eingang	4 Auesand	Nein	1 Auffüllung 2 Auelehm	45°
Gasübergabestation Ausgang	5 Kies-Sand	Nein	1 Auffüllung 5. Kies-Sand	45°
Querung zwei OGE ME-GAL Leitungen	4 Auesand	Nein	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75(1)$: 60° sonst: 45° bei $I_c \leq 0,5(2)$: Verbau
Querung Graben 1	4 Auesand	Nein	1 Auffüllung 3 Auelehm, org. 4 Auesand	45°
Querung Graben 2 Abwasserleitungen AKW	4 Auesand	Nein	2 Auelehm	bei $I_c \geq 0,75(1)$: 60° sonst: 45° bei $I_c \leq 0,5(2)$: Verbau
Querung Graben 3	4 Auesand	Nein	4 Auesand	45°

11.5 Rohrgrabenverfüllung

Generell soll ein möglichst großer Anteil des Rohrgrabenaushubs auch zur Wiederverfüllung genutzt werden, um Transport- und Entsorgungskosten sowie Aufwendungen für eine mögliche Zulieferung von Material so gering wie möglich zu halten.

Abgetragener Oberboden wird generell an seinem ursprünglichen Ort wieder aufgebracht. Innerhalb der Leitungszone muss die Verfüllung generell so erfolgen, dass die Ansätze aus der Rohrstatik gewährleistet sind.

Oberhalb der Leitungszone richtet sich die Art der Verfüllung, nach die Anforderungen die an den Verfüllbereich und die Oberfläche gestellt werden. Wir empfehlen im Einzelnen wie folgt vorzusehen:

11.5.1 Verfüllung im Bereich von Verkehrsflächen sowie Flächen mit höheren Anforderungen

In Bereichen, in denen nachbauzeitige Verformungen nicht zulässig sind, sollte eine Verfüllung des Rohrgrabens mit gut einbau- und verdichtungsfähigem, nichtbindigem Material (z. B. Bruchkorn 0/32 mm) vorgesehen werden. Die Verfüllung ist lagenweise einzubauen und sorgfältig zu verdichten. Ein Verdichtungsgrad von mindestens

- ▶ $D_{Pr} = 98 \%$

ist nachzuweisen. Allgemein richten sich die erforderlichen Maßnahmen bei Aufgrabungen im Bereich von Verkehrswegen nach den ZTVA StB. Im Hinblick auf die Anforderungen an die Qualität und Qualitätsprüfung der Verfüllung wird auf die ZTVE-StB verwiesen. Vor dem Einbau des Oberbaus ist die Tragfähigkeit des Planums bzw. des Unterbaus entsprechend der Vorgaben des Straßenbetreibers nachzuweisen. Auf dem Planum ist ein Verformungsmodul von

- ▶ $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

und auf der Frostschuttschicht ein Verformungsmodul von

- ▶ $E_{V2} = 100 \text{ MN/m}^2$ bis 120 MN/m^2 (je nach Bauklasse und Bauweise)

einzuhalten. Die RStO sind zu beachten.

11.5.2 Verfüllung im Bereich landwirtschaftlich genutzter Flächen / Grün- und Brachflächen

Die Trasse verläuft überwiegend in landwirtschaftlich genutzten Flächen abseits von Bauwerken. Hier ist davon auszugehen, dass an die Verfüllung keine erhöhten Anforderungen gestellt werden und Verformungen hingenommen werden können. Besonders im Bereich des Wurzelhorizontes der Böden sollte eine intensive Verdichtung vermieden werden. Unterhalb des Wurzelbereiches ist ein Verdichtungsgrad von

- ▶ $D_{Pr} = 90 - 95 \%$

anzustreben. Mit diesem Vorgehen ist eine Setzung der Rohrgrabenverfüllung von mehreren cm möglich und zu tolerieren. Dieser Umstand sollte bei den Verfüllarbeiten mit einem Überprofil berücksichtigt werden.

Organische Böden und bindige Böden in breiiger und ungünstigerer Konsistenz (Bodenklasse 2 nach DIN 18300 – Stand 2012) können auch innerhalb Grünflächen oder landwirtschaftlich genutzter Flächen nicht mehr zur Verfüllung des Leitungsgrabens verwendet werden. Sie müssen ersetzt, gegebenenfalls verbessert (Kalkstabilisierung) und/oder entsorgt werden.

Aufgrund des geringen Gefälles des Rohres ist der Einbau von Tonriegeln zur Vermeidung einer Längsdrainage auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen aus geotechnischer Sicht nicht unbedingt erforderlich.

11.6 Abschätzung der Setzungen

Setzungen treten innerhalb der Rohrgrabenverfüllung auf. Bei Verwendung von gut einbau- und verdichtungsfähigem, nichtbindigem Material sowie entsprechender Verdichtung von mindestens

- ▶ $D_{Pr} = 98 \%$ (siehe Abschnitt 11.5.1)

lassen sich die nachbauzeitige Setzungen mit

- ▶ $s < 1,0$ cm

abschätzen. Bei einer oberflächennahen Verfüllung des Rohrgrabens mit lehmigen Böden im Bereich landwirtschaftlich genutzter Flächen können die Setzungen mit

- ▶ $s < 5,0$ cm

auch deutlich größer ausfallen.

11.7 Trassenabschnitte in organischen Böden

Organische Böden sind im gesamten Trassenverlauf wiederholt angetroffen worden (siehe Lagepläne der Anlagen 3 und 4, Tabelle 10). An den Untersuchungspunkten BS / DPH 5/5A und BS / DPH 10/10A ist ihre Mächtigkeit so groß, dass sie auch an der Rohrgrabensohle anstehen. Es ist insbesondere folgendes zu beachten:

- ▶ Soweit oberflächennah organische Böden anstehen (auch wenn diese nicht bis zur Rohrgrabensohle reichen) ist ihre sehr geringe Tragfähigkeit bei der Dimensionierung der Baustraßen zu berücksichtigen. Darüber hinaus wird der Einbau eines zugfesten Geotextils (Robustheitsklasse GRK 3) als Trenn- und Stabilisierungsschicht empfohlen.
- ▶ Beim Antreffen der organischen Böden sowie breiiger Auenlehme ist eine standsichere Herstellung des Rohrgrabens in offener Bauweise erfahrungsgemäß nicht möglich. Es ist davon auszugehen, dass in den entsprechenden Trassenabschnitten ein Spundwandverbau des Rohrgrabens erforderlich wird.
- ▶ Die Abschnitte der Grundwasserhaltung sowie deren Dauer sollten möglichst kurz gehalten werden, um die Bodenfeuchte in den organischen Böden zu halten und ein längerfristiges Austrocknen mit den möglichen Folgeschäden / Setzungen zu verhindern.
- ▶ Ein Volumenschwund des Rohrgrabenaushubs beim Austrocknen ist zu erwarten.
- ▶ Ein Wiedereinbau des Materials ist aus bodenmechanischer Sicht nicht oder nur eingeschränkt (bei geringeren organischen Anteilen oder mit Bodenverbesserung) zu empfehlen, da nachbauzeitige Setzungen und Sackungen zu erwarten sind. Die spätere Befahrbarkeit kann nicht gewährleistet werden. Eine Verfüllung mit den organischen Böden ist nur dort in Betracht zu ziehen, wo keine spätere Nutzung vorgesehen ist (Brachflächen).
- ▶ Die organischen Böden weisen nur geringe Wichten auf (siehe Tabelle 8). Dieses ist bei der Bemessung der Auftriebssicherheit der Rohrleitung zu berücksichtigen, soweit diese Materialien zur Rohrgrabenverfüllung verwendet werden.

12 Maßnahmen zur Wasserhaltung

12.1 Offener Rohrgraben / Freie Strecke

Die Rohrgrabensohle wird beim Bau der AL Biblis im Normalfall in einer Tiefe von ca. 1,70 m u. GOK bis 2,00 m u. GOK liegen (1,2 m Regelüberdeckung, 0,5 m Rohrleitung, zzgl. bereichsweise erforderliches Rohraufleger $\approx 0,3$ m). Bei ungünstigen Bodenverhältnissen (zusätzlicher Bodenaustausch organischer oder breiiger Böden) und der offenen Querung von Straßen, Wegen, Gräben, Leitungen etc. wird lokal auch ein tieferer Bodeneingriff erforderlich.

Aufgrund der saisonal stark schwankenden Grundwasserstände, die ungünstigenfalls bis OK Gelände erreichen können, ist es grundsätzlich zu empfehlen, die Rohrverlegung in der trockenen Jahreszeit vorzunehmen. Kurz vor Baubeginn sollte der tatsächliche bauzeitige Grundwasserstand im Trassenverlauf bauabschnittsweise, beispielsweise anhand von Schürfen mittels Minibagger, erkundet werden.

Abhängig von den tatsächlichen Grundwasserständen sind die erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen im Detail festzulegen:

- ▶ Vakuumanlagen (im Bereich bindiger Deckschichten)
- ▶ Horizontaldrainagen (Vorzugsmethode)
- ▶ Gravitationsbrunnen (gegebenenfalls erforderlich in Bereichen in denen größere Rohrgrabentiefen erforderlich sind)
- ▶ Kombinationen aus mehreren Verfahren

12.1.1 Randbedingungen

Für die Vorbemessung der Grundwasserhaltung gehen wir von den folgenden, mittleren Grundwasserständen aus:

- ▶ 0,5 m u. GOK
- ▶ 1,0 m u. GOK
- ▶ 1,5 m u. GOK

Entsprechend der Sieblinienauswertung (siehe Tabelle 5) wird für die grundwasserführenden Sande und kiesigen Sande ein Bemessungs k_f -Wert von

- ▶ $5 \cdot 10^{-4}$ m/s

in die Berechnungen eingesetzt. Die Ergebnisse beschreiben nach unserer Einschätzung ein „worst-case“ - Szenario, da in längeren Trassenabschnitten mit bindigen Deckschichten mit deutlich geringeren k_f -Werten und entsprechend geringerem Grundwasseraufkommen gerechnet werden kann. Es ist allerdings davon auszugehen, dass hier als Ergänzung zur Tiefendränage der Einsatz von Vakuumanlagen erforderlich wird.

12.1.2 Berechnung

Zur Abschätzung des den Wasserzuflusses Q zu den Baugruben wird nachfolgend eine Berechnung anhand der Methode von Davidenkoff vorgenommen:

$$Q = k_f H^2 \left[\left(1 + \frac{t}{H} \right) m + \frac{L_1}{R} \left(1 + \frac{t}{H} n \right) \right]$$

Dabei ist:

- ▶ k_f der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert [m/s]
- ▶ H Höhe des Ausgangswasserspiegels über der Grubensohle [m]
- ▶ t ist die Tiefe der für den Zufluss von unten wirksamen Zone, bei unbekanntem t ergibt sich $t = H$ [m]
- ▶ R ist die Reichweite der Absenkung berechnet nach Sichardt
- ▶ L_1 und L_2 sind die Länge bzw. Breite der Baugrube
- ▶ Die Beiwerte m und n sind dem Diagramm nach Davidenkoff zu entnehmen

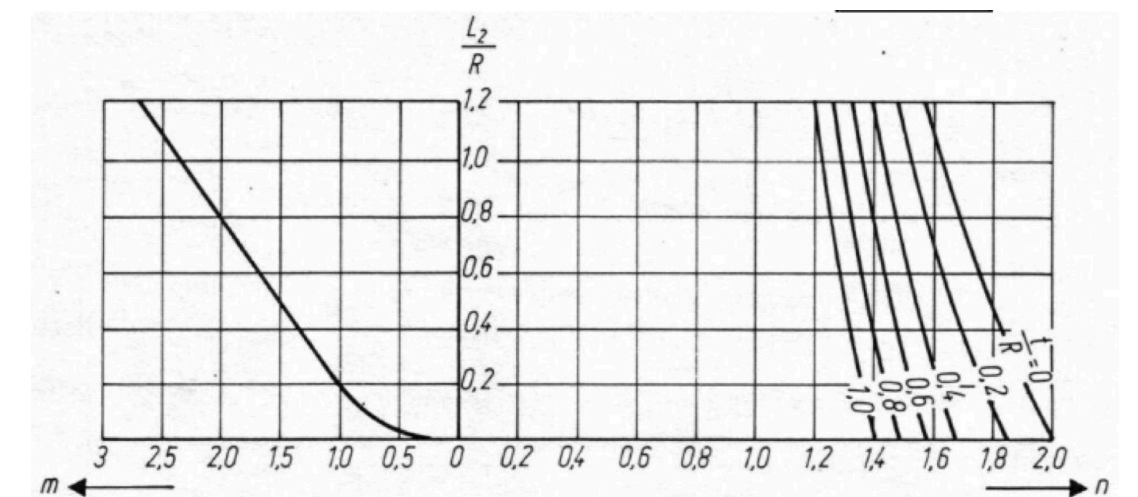


Abbildung 3: Ermittlung der Beiwerte nach Davidenkoff

Basierend auf den Abschätzungen für einen jeweils 50 m langen Trassenabschnitt werden die anfallenden Wassermengen bei einer Grundwasserabsenkung bis 0,5 m u. Grabensohle wie folgt abgeschätzt. Bei der Gesamtbetrachtung der Wassermengen für die Gesamtstrecke mit einer Länge von 1,4 km wird von zwei Bauabschnitten mit einer jeweils 28-tägigen Wasserhaltung ausgegangen (Tabelle 11). Für die Herstellung der Anbohrarmatur wird von einer achtwöchigen Bauzeit ausgegangen.

Veränderungen der Bauzeiten haben natürlich unmittelbaren Einfluss auf die zu fördernden Grundwassermengen, ebenso wie die tatsächlichen Grundwasserstände und die wechselnde Durchlässigkeit der anstehenden Böden. Bei höheren Grundwasserständen ist voraussichtlich die ergänzende Einrichtung von Schwerkraftbrunnen erforderlich. Die Wasserhaltungsmaßnahmen sind mit ausreichendem zeitlichen Vorlauf zum Grabenaushub in

Betrieb zu nehmen. Hierbei ist im Bereich der bindigen Böden ein deutlich längerer zeitlicher Vorlauf erforderlich als im Bereich der Auensande und Kies-Sande.

Tabelle 11: Abschätzung der Wassermengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben für verschiedene Grundwasserstände

Grundwasserstand [m u. GOK]	Absenkungsbeitrag [m]	Wassermengen			Gesamtstrecke [m ³ /28d * 28]
		je 50 m Grabenlänge			
		[m ³ /h]	[m ³ /d]	[m ³ /28d]	
0,5	1,70	11,0	264	7.392	206.976
1,0	1,20	6,9	166	4.648	130.144
1,5	0,70	3,5	85	2.380	66.640

12.2 Grabenquerungen

Im Trassenverlauf auf der freien Strecke werden Entwässerungsgräben und Bestandsleitungen gekreuzt. Für die notwendigen Dükerungen, bzw. Unterquerungen sind Vertiefungen des Rohrgrabens erforderlich. Ausgehend vom Geländeschnittes setzen wir für eine Abschätzung der zusätzlichen Wassermengen insgesamt sieben „Tiefquerungen“ an. Es ist zu beachten dass für den sogenannten „Langen Graben“ aufgrund seiner sehr geringen Tiefe im Querungsbereich keine Tiefverlegung der Rohrleitung erforderlich ist. Die möglichen Längen und Tiefen der einzelnen Baugruben wurden dabei anhand des Geländeschnittes bemessen. Unter der Anwendung der Methode von Davidenkoff werden die zusätzlichen Wassermengen abgeschätzt und in der Tabelle 12a bis 12g zusammengestellt.

Es ist davon auszugehen, dass im Bereich der tiefen Querungen an Stelle einer Längsdrainage der Einsatz von Schwerkraftbrunnen, bzw. bei lehmigen Böden einer Vakuumentwässerung erforderlich wird. Bei Einsatz eines Spundwandverbau kommt es zu einer Reduzierung der zu fördernden Wassermengen im Bereich der tiefen Querungen. Es werden aber dennoch erhebliche Wassermengen über die nicht verbauten Stirnseiten und die Baugrubensohle zufließen, die abgepumpt werden müssen.

Tabelle 12a:
Abschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben im Bereich der Anbohrarmatur ohne Spundwandverbau

Grundwasserstand [m u. GOK]	Absenkungsbetrag [m]	Wassermengen		
		Anbohrarmatur Länge ca. 7 m		
		[m ³ /h]	[m ³ /d]	[m ³ /56d]
0,5	2,50	10,4	250	13.989
1,0	2,00	6,9	165	9.256
1,5	1,50	4,1	98	5.491

Tabelle 12b:
Abschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben im Bereich Abwasserdruckleitung „Eingang Gasübergabestation“

Grundwasserstand	Absenkungsbetrag	Wassermengen		
		Station Eingang Länge ca. 39 m		
[m u. GOK]	[m]	[m ³ /h]	[m ³ /d]	[m ³ /28d]
0,5	2,50	16,8	404	11.322
1,0	2,00	12,0	289	8.090
1,5	1,50	7,9	191	5.342

Tabelle 12c:
Abschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben im Bereich Abwasserdruckleitung „Ausgang Gasübergabestation“

Grundwasserstand	Absenkungsbetrag	Wassermengen		
		Station Ausgang Länge ca. 46 m		
[m u. GOK]	[m]	[m ³ /h]	[m ³ /d]	[m ³ /28d]
0,5	2,50	18,3	438	12.269
1,0	2,00	13,2	316	8.847
1,5	1,50	8,8	211	5.910

Tabelle 12d:
Abschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben im Bereich der Querung der beiden OGE MEGAL Leitungen

Grundwasserstand	Absenkungsbetrag	Wassermengen		
		Querung zwei OGE MEGAL Leitungen Länge ca. 23 m		
[m u. GOK]	[m]	[m ³ /h]	[m ³ /d]	[m ³ /28d]
0,5	4,00	30,4	731	20.460
1,0	3,50	24,1	579	16.209
1,5	3,00	18,5	444	12.442

Tabelle 12e:
Abschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben im Bereich der Querung des unbenannten Grabens bei BS/DPH 7

Grundwasserstand	Absenkungsbetrag	Wassermengen		
		Querung unbenannter Graben bei BS/DPH 7 Länge ca. 10 m		
[m u. GOK]	[m]	[m ³ /h]	[m ³ /d]	[m ³ /28d]
0,5	2,70	12,7	304	8.515
1,0	2,20	8,7	210	5.874
1,5	1,70	5,5	133	3.716

Tabelle 12f:

Abschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben im Bereich der Querung Abwasserleitung AKW, Radweg und Mörschgraben

Grundwasserstand	Absenkungsbetrag	Wassermengen		
		Querung Abwasserleitung AKW, Radweg und Mörschgraben Länge ca. 28 m		
[m u. GOK]	[m]	[m ³ /h]	[m ³ /d]	[m ³ /28d]
0,5	4,35	37,1	889	24.900
1,0	3,85	30,0	721	20.175
1,5	3,35	23,7	569	15.934

Tabelle 12g:

Abschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im Trassengraben im Bereich der Querung des Ackerrandgrabens vor BS/DPH 14

Grundwasserstand	Absenkungsbetrag	Wassermengen		
		Querung Ackerrandgraben vor BS/DPH 14 Länge ca. 8 m		
[m u. GOK]	[m]	[m ³ /h]	[m ³ /d]	[m ³ /28d]
0,5	2,50	10,6	255	7.130
1,0	2,00	7,0	169	4.736
1,5	1,50	4,2	101	2.826

Tabelle 13:

Abschätzung der Wassermehrmengen der Grundwasserhaltung im gesamten Trassengraben mit Beachtung der Bereich tiefer Querungen ohne Spundwandverbau

Grundwasserstand	Gesamte Wassermengen			
	25 Teilstücke a 50m + 7 Querungen (insgesamt 161 m)			Mehrförderung gegenüber flacher Graben
[m u. GOK]	[m ³ /h]	[m ³ /d]	[m ³ /56d]	[m ³ /56d]
0,5	411,4	9.873	283.382	76.406
1,0	274,6	6.591	189.034	58.890
1,5	160,9	3.861	110.410	43.770

12.3 Auswirkungen der Grundwasserhaltung

12.3.1 Absenktrichter

Durch die Grundwasserhaltung entsteht entlang der Dränage, bzw. der Absenkbrunnen und Vakuumlanzen ein Absenktrichter. Dieser ist nahe der Wasserhaltungsmaßnahme relativ steil und nähert sich zum Trichterrand an den Ausgangswasserspiegel an. Der absolute Absenkungsbetrag verläuft innerhalb des Trichters nicht linear, sondern hyperbelartig, so

dass die Grundwasserabsenkung zu den Rändern hin nur noch wenige cm beträgt. Die Auswirkungen liegen in diesen Bereichen in der Regel unter der natürlichen saisonalen Schwankungsbreite, die etwa zwischen 1,0 m und ca. 1,5 m liegt.

Bei der angesetzter Durchlässigkeit der von der Wasserhaltung betroffenen Sande und kiesigen Sande ist bei Regelüberdeckung der Rohrleitung rechnerisch mit - je nach Absenkungsbetrag - Reichweiten von ca. 50 m bis ca. 115 m zu rechnen. Im Bereich der tiefen Querungen erhöhen sich diese Werte auf ca. 180 m bis 250 m. Die tatsächlich Reichweiten werden erfahrungsgemäß deutlich hierunter liegen. Zum einen wurden die Berechnungen mit der höchsten zu erwartenden Wasserdurchlässigkeit durchgeführt, zum anderen kommt es während einer vergleichsweise kurzen Grundwasserhaltung nicht zur vollständigen Ausbildung des Absenktrichters (steady-state Zustand). Beim Einsatz von Vakuumlanzen, werden von vornherein deutlich niedrigere Reichweiten eintreten.

Von den Absenktrichtern der Grundwasserhaltungen sind vorliegend ausschließlich überwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen, Straßen, Wege und einige unterirdische Leitungstrassen¹¹ betroffen. Dauerhafte Schäden an der Vegetation sind durch die Grundwasserabsenkungen aufgrund der begrenzten Dauer der Wasserhaltungsmaßnahmen nicht zu erwarten.

Generell lassen sich durch die Grundwasserabsenkung verursachte Setzungen nicht ausschließen, insbesondere in empfindlichen bindigen Böden und Torfen, wenn diese durch den Einsatz von Vakuummaßnahmen entwässert werden.

12.4 Beweissicherung / Monitoring

Die Abwasserleitung DN 100 AKW verläuft in unmittelbarer Nähe der bei BS / DPH 10/10A vorgefundenen organischen Böden. Wir empfehlen, Informationen über Material und Setzungsempfindlichkeit dieser Leitung einzuholen. Gegebenenfalls sollte eine Beweissicherung der Leitung im Querungsbereich mittels TV-Inspektion veranlasst werden.

13 Gründung Gasübergabestation

13.1 Streifenfundamente

Die Gründung der geplanten Gasübergabestation kann über Streifenfundamente innerhalb der Sande und Kies-Sande der Homogenbereiche 4 und 5 erfolgen. Diese stehen ab einer Tiefe von 0,7 m u. GOK - 1,8 m u. GOK an.

Für die statische Bemessung der Fundamente kann dann ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes von

¹¹ z.B. Transportleitung Abwasser DN 100 AKW; Abwasserdruckrohrleitung (am geplanten Standort der Gasübergabestation)

- ▶ $\sigma_{R,d} = 250 \text{ kN/m}^2$ ¹²

bei einer Fundamentbreite von

- ▶ $b \geq 0,5 \text{ m}$

und einer Einbindetiefe der Fundamente

- ▶ $d \geq 0,8 \text{ m}$

zu Grunde gelegt werden.

Bei Einhaltung der oben genannten Gründungsempfehlungen und vollen Ausnutzung des Bemessungswertes ist bei der hier vorgeschlagenen Gründung mit Setzungen in der Größenordnung von

- ▶ $s \approx 1,0 \text{ cm} - 2,0 \text{ cm}$

zu rechnen. Die Setzungen werden sehr schnell nach dem Auftreten der vollen Fundamentbelastung abgeklungen sein.

Gegebenenfalls auftretende geringe Fehlhöhen zwischen UK statische Fundamente und OK Lastboden müssen durch Füllbeton im Aufriss der Fundamente überbrückt werden.

13.2 Elastisch gebettete Bodenplatte

Soll die Gründung über eine elastisch gebettete Bodenplatte erfolgen, so ist der Einbau eines lastverteilenden Bettungspolster erforderlich.

Das Gründungspolster mit einer

- ▶ **Mindeststärke von 0,6 m**

ist mit seitlichem Überstand gleich der Polsterstärke einzubauen. Das Gründungspolster ist aus gut einbau- und verdichtungsfähigem, kornabgestuftem, filterstabilem Material (z.B. Hartgesteinsschotter, Körnung 0/32 mm - für Schottertragschichten nach ZTV SoB-StB) lagenweise herzustellen und sorgfältig zu verdichten. Das Erdplanum ist vor dem Einbau des Polsters sorgfältig nachzuverdichten. Auf dem Erdplanum gegebenenfalls anstehende weiche Böden sind ebenfalls aufzunehmen und durch verdichtungsfähige Schüttgüter zu ersetzen. Bei Ausführung des Gründungspolsters, wie vorstehend beschrieben, sollten folgende Werte eingehalten werden:

- ▶ **Auf OK Gründungspolster:**

Verformungsmodul: $E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$

Verhältnis: $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$.

Für die Bemessung einer elastisch gebetteten Sohlplatte kann der Bettungsmodul dann in der Größenordnung von

¹² aufnehmbare Sohl Druck $\sigma_{zul.} = 180 \text{ kN/m}^2$

- ▶ $k_s \approx 5 - 10 \text{ MN/m}^3$

abgeschätzt werden. Die Setzungen werden dann eine gleiche Größenordnung erreichen wie bei einer Gründung über Streifenfundamente.

13.3 Gründungstiefe

Generell ist eine frostfreie Gründungstiefe von

- ▶ $t_f = 1,00 \text{ m}$ unter OK fertigem Gelände

einzuhalten.

Unterschiedliche Fundamentgründungstiefen sind unter einem Lastabstrahlwinkel von 30° zur Horizontalen abzutreten.

13.4 Schutz des Bauwerks gegen Feuchtigkeit und Wasser

Die nachbauzeitige Gebäudedrainentwässerung empfehlen wir Ihnen wie folgt:

- ▶ Äußere Ringdrainage

Ø 100 mm, Gefälle $I > 1\%$, die mit gewaschenem Kiessand der Körnung 0,06 - 32 mm, 15 cm dick allseitig zu ummanteln.

- ▶ Innere Flächendrainage

30 cm, z. B. aus Kiessand der Körnung 0,06 - 32 mm, als kapillarbrechende und filterstabile Schicht mit Anschluss an die Ringdrainage. Die Kiessandschicht der inneren Flächendrainage dient gleichzeitig als Bettungsschicht. Die Ringdrainage ist an einen Sammelschacht anzuschließen und danach rückstausicher an die Vorflut abzuführen. Zudem sollte sie an Knickpunkten mit Kontrollschächten versehen werden.

Bei Gründung auf Bettungspolster kann die Kiessandschicht auf die Polsterstärke angerechnet werden.

13.5 Erdplanum

Das Erdplanum innerhalb der Auelehme (Homogenbereich 2) ist vor Witterungseinflüssen zu schützen und darf nicht direkt mit Baufahrzeugen befahren werden. Zufahrtsstraßen und Lagerplätze sollten ebenfalls durch vor-Kopf-geschüttete Schotterpolster geschützt werden.

13.6 Regenwasserversickerung

Das auf der Station anfallende Niederschlagswasser soll über eine Versickerungsmulde auf dem Stationsgelände beseitigt werden. Es ist davon auszugehen, dass durch geplante Geländeanschüttung - abgesehen vom Hochwasserfall - stets ein ausreichender Sickerraum zwischen UK Versickerungsanlage und dem Grundwasserspiegel vorhanden ist (siehe auch Abschnitt 6.4). Es ist folgendes sicherzustellen:

- ▶ Der Abstand zwischen UK Versickerungsanlage und dem Grundwasserspiegel ist >1m
- ▶ die geplante Geländeanschüttung ist frei von Schadstoffen
- ▶ die geplante Geländeanschüttung besitzt eine ausreichende Sickerfähigkeit (k_f -Wert) mit Anschluss an die versickerungswirksamen Sande des Homogenbereichs 4
- ▶ das eingesetzte Material ist filterstabil, so dass Kornumlagerungen sowie Sackungen und Setzungen durch das versickernde Wasser ausgeschlossen sind

Der Nachweis der chemischen Unbedenklichkeit der im Stationsbereich angetroffenen Auffüllungsböden erfolgt in Abschnitt 10.2 durch die Mischprobe „MP Station“. Hieraus ergibt sich, dass im hydraulischen Einflussbereich der Versickerungsanlage chemisch unbedenkliche Böden anstehen.

13.6.1 Bemessung

Die Bemessung der Muldenversickerung erfolgt gemäß Anhang A des Arbeitsblattes DWA-A-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ iterativ mit Hilfe der Formel (A.4):

$$V = \left[(A_u + A_s) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_s * \frac{k_f}{2} \right] * D * 60 * f_z$$

V =	Speichervolumen [m ³]
A _u =	undurchlässige Fläche [m ²]
A _s =	Versickerungsfläche [m ²]
k _f =	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone [m/s]
r _{D(n)} =	maßgebende Regenspende [l/s*ha]
D =	Dauer des Bemessungsregens [min]
f _z =	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-a 117

und mit Hilfe der Niederschlagsspenden für Biblis (Januar bis Dezember) • KOSTRA-DWD 2000 für eine Wiederkehrzeit von T = 10 a (siehe Tabelle 14).

Für den Zuschlagsfaktor f_z gemäß ATV-DVWK-A 117 wird der gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 empfohlene Zuschlagfaktor von 1,2 in Ansatz gebracht.

Es werden die folgenden Flächen gemäß objektbezogenem Lageplan berücksichtigt:

1. Betonschacht + Fundamente:A_{E1} = 70,0m²
2. Zuwegung (Porensickerpflaster):A_{E2} = 984,0m²
3. Gebäudeumrandung + Fläche vor Gebäude (Porensickerpflaster):.....A_{E3} = 168,0m²
4. Schotterrasen:.....A_{E4} = 892,0m²
5. Gebäude:.....A_{E5} = 65,2m²
6. Versickerungsmulde:A_{E6} = 172,5m²

Die differenzierte Flächenermittlung¹³ der angeschlossenen undurchlässigen Fläche $A_{u,i}$ errechnet sich nach der Formel $A_{u,i} = A_{E,i} * \Psi_{m,i}$ (aus Formel 4.1, DWA-M 153) mit den entsprechenden Abflussbeiwerten Ψ^m aus Tabelle 2, DWA-M 153 wie folgt:

Flächenart	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert Ψ_m ATV-DVWK-A 117 ATV-DVWK-M 153	Undurchlässige Fläche $A_{u,i}$ Fläche [m ²]
Schacht und Fundamente	70,0	0,90	63,0
Zuwegung Sickerpflaster	984,0	0,25	246,0
Gebäudeumrandung Sickerpflaster	168,0	0,25	42,0
Schotterrasen	892,0	0,30	267,6
Gebäude	165,2	0,90	148,7
Versickerungsmulde	172,5	0,10	17,3
		Summe:	784,5

Die Versickerungsfähigkeit im Baubereich der Gasübergabestation wird entsprechend der vorliegenden Kornverteilungskurven entsprechend der Vorgaben der Unteren Wasserbehörde auf der sicheren Seite liegend mit:

- ▶ $k_f = 1 * 10^{-5} \text{ m/s}$

angesetzt. Das erforderliche Speichervolumen ergibt sich mit

- ▶ $V = 36,123 \text{ m}^3$

bei einem Bemessungsregen von $D = 120 \text{ min}$ (siehe Tabelle 14). Dieses entspricht einer Einstauhöhe von

- ▶ $H = 0,209 \text{ m}$.

¹³ gemäß DWA-M 153, Abschnitt 4.2

Tabelle 14: Bemessung Muldenversickerung Gasübergabestation Biblis gemäß ATV-DVVWK-A 138

A _u [m²]	A _s [m²]	r _{D(n)} [l/(s*ha)]	D [min]	f _z	k _f [m/s]	V [m³]	H [m]
784,5	172,5	363,9	5	1,2	1,00E-05	12,227	0,071
784,5	172,5	268,0	10	1,2	1,00E-05	17,845	0,103
784,5	172,5	218,1	15	1,2	1,00E-05	21,610	0,125
784,5	172,5	186,0	20	1,2	1,00E-05	24,390	0,141
784,5	172,5	146,2	30	1,2	1,00E-05	28,358	0,164
784,5	172,5	113,2	45	1,2	1,00E-05	32,305	0,187
784,5	172,5	93,8	60	1,2	1,00E-05	35,053	0,203
784,5	172,5	66,9	90	1,2	1,00E-05	35,898	0,208
784,5	172,5	52,7	120	1,2	1,00E-05	36,123	0,209
784,5	172,5	37,7	180	1,2	1,00E-05	35,580	0,206
784,5	172,5	29,7	240	1,2	1,00E-05	34,211	0,198

$$V = \left[(A_u + A_s) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_s * \frac{k_f}{2} \right] * D * 60 * f_z$$

- V = Speichervolumen [m³]
- A_u = undurchlässige Fläche [m²]
- A_s = Versickerungsfläche [m²]
- k_f = Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone [m/s]
- r_{D(n)} = maßgebende Regenspende [l/(s*ha)]
- D = Dauer des Bemessungsregens [min]
- f_z = Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVVWK-a 117
- T = Wiederkehrzeit [a] = 10 a

Niederschlagsspenden für Biblis - Zeitspanne Januar-Dezember gemäß KOSTRA-DWD 2000

V_{max} = 36,123

13.6.2 Qualitative Bewertung

Gemäß Tabelle A.1a DWA-M 153, Anhang B ist das Grundwasser am Standort als

- ▶ „Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten - Typ G 12“
Gewässerpunkte: $G = 10$

zu definieren. Die Abflussbelastung B ergibt sich anhand der Formel

- ▶ $B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)^{1,4}$

aus der Summe der Teilbelastungen $B = \sum B_i$ wie folgt:

Undurchl. Fläche $A_{u,i}$ [m ²]	Flächenanteil f_i	Luft-Typ nach DWA-M 153, Tabelle A.2	Luft-Punkte L_i	Flächen-Typ nach DWA-M 153, Tabelle A.3	Flächen-Punkte F_i	Abflussbelastung B_i
63,0	0,08	L1	1	F2	8	0,72
246,0	0,31	L1	1	F3	12	4,03
42,0	0,05	L1	1	F2	8	0,45
267,6	0,34	L1	1	F1	5	2,04
148,7	0,19	L1	1	F2	8	1,71
17,3	0,02	L1	1	F1	5	0,12
Summe:						9,07

Für die Abflussbelastung beträgt somit

- ▶ $\sum B_i = 9,07$

Der Vergleich von Abflussbelastung und Gewässerpunkten zeigt:

- ▶ $B = 9,07 < G = 10$

Das gesammelte Niederschlagswasser darf demnach auf dem Gelände versickert werden. Eine Regenwasserbehandlung ist nicht erforderlich.

13.6.3 Nachweis der Entleerungszeit nach DWA-A 138

Nach DWA-A 138, Abschnitt 3.2.3 sollte die Entleerungszeit nicht mehr als 24 h betragen.

- ▶ Maximale Einstauhöhe $z_M = 0,209$ m
- ▶ Versickerungsfähigkeit $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s
- ▶ $t_E = 2 \times z_M / k_f = 2 \times 0,209 \text{ m} / 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} = 41.800 \text{ s} = 11 \text{ h } 37 \text{ m}$
- ▶ $t_E = 11 \text{ h } 37 \text{ m} < t_{E\text{erf}} = 24 \text{ h}$

Die Entleerungszeit befindet sich im zulässigen Bereich. Die geplante Versickerungsmulde mit einer Flächengröße von

- ▶ $A = 172,5 \text{ m}^2$

ist somit in jedem Fall ausreichend dimensioniert.

¹⁴ DWA-M 153, Anhang B

13.6.4 Sonstige Empfehlungen

Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 Abschnitt 3.1.3 „Qualitative Anforderungen“ ist zur Verbesserung des Stoffbindungsvermögens des anstehenden Bodens die Muldenoberfläche mit einer mindestens 10 cm dicken Oberbodenschicht anzudecken. Die aktuelle Planung sieht aus Gründen des vorsorgenden Grundwasserschutzes eine 20 cm dicke Oberbodenschicht vor.

Die Zuleitung des Niederschlagswassers zur Versickerungsmulde sollte über Muldensteine erfolgen. An der Eintrittsstelle in die Mulde sollte eine räumlich eng begrenzte Steinschüttung als Erosionsschutz eingebaut werden.

Die Entwässerungsanlage ist entsprechend der örtlichen Gegebenheiten mit einer landschaftsgerechten Begrünung zu versehen. Die Pflanzen unterstützen in Verbindung mit der Bodenschicht die natürliche Selbstreinigung des Niederschlagswassers und Tragen zur Stabilisierung der Muldenböschungen bei. Für eine Raseneinsaat ist beispielsweise die folgende Saatgutmischung geeignet:

- ▶ 1 % Achillea millefolium
- ▶ 4 % Cynosurus cristatus
- ▶ 10 % Festuca rubra commutata
- ▶ 15 % Festuca rubra rubra
- ▶ 10 % Festuca rubra „trichophylla“
- ▶ 40 % Lolium perenne
- ▶ 10 % Poa annua
- ▶ 10 % Poa pratensis

13.7 Verkehrsflächen

Im Bereich von geplanten Zuwegungen und Verkehrsflächen empfehlen wir zur Gewährleistung einer verformungsarmen Verkehrsflächenkonstruktion die Ausführung gemäß RStO¹⁵. Für den Aufbau, bzw. die Verdichtung sind die Kriterien der ZTVE-StB¹⁶ zu beachten. Es ist davon auszugehen, dass vorliegend das auf Erdplanum erforderliche Verformungsmodul von

- ▶ $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

im Bereich der Auelehme des Homogenbereichs 2 nicht erreicht werden kann.

Es wird hier ein Bodenaustausch durch geeignete, verdichtungsfähige Schüttgüter (z.B. Hartgesteinsschotter 0/32 mm) in einer Stärke von mindestens 0,3 m erforderlich. Alterna-

¹⁵ RStO -Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

¹⁶ ZTVE-STB: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

tiv kann eine Stabilisierung des Planums durch das Einarbeiten eines hydraulischen Bindemittels erfolgen.

Soweit unterhalb des Oberbodens sandige Böden anstehen, kann das erforderliche Verformungsmodul erfahrungsgemäß durch sorgfältige Nachverdichtung erreicht werden.

14 Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse entlang der insgesamt ca. 1,4 km langen Gas-Pipeline AL BIBLIS DN 500 wurden Rammkernsondierbohrungen und Schwere Rammsondierungen (DPH) nach DIN EN-ISO 22476-2 mit einem durchschnittlichen Abstand von ca. 150 m durchgeführt. In den Abschnitten, in denen im Sohlbereich des Trassengrabens nicht tragfähige organische Böden vorgefunden wurden sowie im Bereich einer geplanten Gasübergabestation wurde der Untersuchungspunktabstand reduziert.

Zur Charakterisierung der verschiedenen Homogenbereiche und zur Festlegung bodenmechanischer Kennwerte wurden Laborversuche durchgeführt. Zur Bestimmung der Betonaggressivität und der Korrosionswahrscheinlichkeit wurden chemischen Untersuchungen des Grundwassers gemäß DIN 4030-1 DIN 50929:1985-09 veranlasst. Desweiteren wurden die wichtigsten Einleitparameter für Fließgewässer bestimmt. Zur abfalltechnischen Bewertung der im Baubereich vorhandenen künstlichen Anschüttung wurden chemischen Analysen entsprechend der gültigen LAGA - Vorschriften durchgeführt.

Je nach den saisonalen Grundwasserständen wird zur Herstellung des Trassengrabens eine vorausseilende Grundwasserabsenkung erforderlich. Es erfolgt eine rechnerische Vorbemessung der zu erwartenden Grundwassermengen in Abhängigkeit von den tatsächlichen bauzeitigen Grundwasserständen unter Berücksichtigung der Erfordernis tieferer Baugruben im Bereich der Querung von Fremdleitungen, Gräben etc.

Soweit im Sohlbereich des Grabens organische Auelehme oder sonstige durchweichte Böden anstehen, wird der Einbau einer verstärkten Bettungsschicht im Sinne des DVGW - Regelwerkes empfohlen.

Soweit bei ungünstigen Bodenverhältnissen und / oder bei tieferen Trassenabschnitten (Querungen) der Einbau eines Spundwandverbau vorgesehen wird, so sind die anstehenden Böden generell als leicht bis mittelschwer rammbar einzustufen. In den Kies-Sanden des Homogenbereich 5 kann das Vorkommen von steinigen Rammhindernissen (Driftblöcke) nicht völlig ausgeschlossen werden. Für diesen Fall werden Meißelarbeiten, gegebenenfalls auch Auflockerungsbohrungen erforderlich.

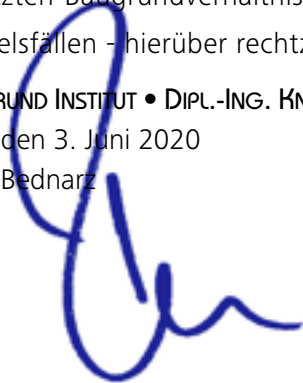
Für die Versickerung des auf dem Gelände der Gasübergabestation anfallenden Niederschlagswassers wird die Bemessung der erforderlichen Abmessungen einer Muldenversickerung vorgelegt. Die geplante Mulde mit einer Flächengröße von $A = 172,5 \text{ m}^2$ ist in jedem Fall ausreichend dimensioniert.

Die weitere Planung empfehlen wir mit unserem Hause abzustimmen. Werden bei der Bauausführung Abweichungen von den hier beschriebenen und für die Entwurfsplanung vorausgesetzten Baugrundverhältnissen festgestellt, so ist DAS BAUGRUND INSTITUT - sowie in allen Zweifelsfällen - hierüber rechtzeitig zu informieren.

DAS BAUGRUND INSTITUT • DIPL.-ING. KNIERIM GMBH

Solingen, den 3. Juni 2020

Dr. Ulrich Bednarz



Ingenieurkammer-Bau
Nordrhein-Westfalen

Mitglied der Kammer