

arcccon Ingenieurgesellschaft mbH · Wilhelminenstraße 165 - 167 · 45881 Gelsenkirchen

Stadt Ibbenbüren
Fachdienst Tiefbau, Stadtentwässerung
Alte Münsterstr. 16
49477 Ibbenbüren

Wilhelminenstraße 165 - 167
45881 Gelsenkirchen
Telefon 0209 94706-0
Telefax 0209 94706-10

E-Mail: info@arcccon-ing.de
www.arcccon-ing.de

Amtsgericht Gelsenkirchen, HRB 2853
Geschäftsführer: Jochen Bosenick

Michael Grösbrink
Dr. Henning Wolf
Prokuristen: Dr. Hamid Amrollahi
Jens Wüpping

NATIONAL-BANK Essen
IBAN: DE90 3602 0030 0001 0130 41
SWIFT: NBAGDE3E

Vorhaben	Ansprechpartner	Durchwahl	Mobiltelefon	Datum
ST254501	Dr.-Ing. Henning Wolf	0209 / 94 70 6-21	0177 / 37 84 685	05.10.2026
B02/WH	Dipl.-Ing. Wolfgang Hubert	0209 / 94 70 6-262	01520 / 78 70 544	

**Bauvorhaben: I-NOVA Park Ibbenbüren,
Kanal- und Straßenbau**

Baugrunderkundung, Baugrundbeurteilung und geotechnische Beratung

- Gutachten -

bestehend aus:

110 Seiten und

63 Anlagenblättern

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorgang / Aufgabenstellung	8
2. Verwendete Unterlagen	9
3. Bauvorhaben / Örtliche Randbedingungen	11
3.1 Lage / Topografie	11
3.2 Historische Nutzung / Altlasten	12
3.3 Bestehende Bebauung / vorhandene Verkehrsflächen	15
3.4 Vorhandene Ver- und Entsorgungsleitungen / Kabel	16
3.5 Schutzgebiete	16
3.6 Geplante Kanal- und Leitungstrassen	17
3.7 Höhenlage, Dimensionierung und Verlegung der geplanten Kanäle und Leitungen	18
3.7.1 Regenwasserkanäle	19
3.7.2 Schmutzwasserkanäle	24
3.7.3 Abwasserdruckrohrleitung	28
3.8 Geplante Verkehrswege	29
3.9 Geländemodellierung	33
4. Gefährdungspotenziale des Untergrunds	34
4.1 Erdbeben	34
4.2 Kampfmittel	34
4.3 Bergbauliche Einwirkungen	35
4.4 Methangasaustritte	36
5. Baugrund	36
5.1 Allgemeine Geologie	36
5.2 Allgemeine Hydrogeologie	37
5.3 Baugrunderkundung	37
5.4 Baugrundaufbau	39
5.5 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	43
5.6 Geotechnische (bodenmechanische) Kennwerte	47

5.7	Homogenbereiche	49
5.8	Grundwasser	53
5.9	Grubenwasser	53
5.10	Umwelttechnische Beurteilung	53
6.	Geotechnische Kategorie	54
7.	Bautechnische Bewertung der anstehenden Böden	55
7.1	Lagerung und Verteilung der Schichten über die Trasse	55
7.2	Tragfähigkeit der anstehenden Böden	55
7.3	Durchlässigkeit der anstehenden Böden	58
7.4	Frostempfindlichkeit der anstehenden Böden	59
7.5	Abrasivität der anstehenden Böden	60
7.6	Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Auffüllungs- / Bodenmaterialien aus geotechnischer Sicht	60
7.7	Injizierbarkeit der anstehenden Böden	63
7.8	Verdichtungsfähigkeit der in Höhe der Aushubsohlen bzw. des Erdplanums anstehenden Böden	64
8.	Angaben zur Kanal- und Leitungsverlegung in offener Bauweise	65
8.1	Allgemeine Angaben	65
8.1.1	Umring West	65
8.1.2	Umring Ost	67
8.1.3	Stichstraße 1	68
8.1.4	Stichstraße 2	69
8.1.5	Gleispark Teil 1	70
8.1.6	Gleispark Teil 2	70
8.1.7	Nord-Süd-Verbindung	71
8.1.8	Landabsatz	72
8.1.9	RRB Landabsatz	74
8.1.10	Sundern	75
8.1.11	Oehlmühlenstraße (Druckrohrleitung, Abschnitt 1)	75

8.2	Herstellung der Kanal- und Leitungsgräben	76
8.3	Sicherung der Leitungsgräben / Grabenverbau	77
8.4	Herstellung der Aushubsohlen	78
8.5	Angaben zur Wiederverfüllung des Kanalgrabens	79
8.6	Wasserhaltung während der Bauzeit	80
9.	Angaben zur Kanalverlegung in geschlossener Bauweise - Rohrvortrieb	81
9.1	Angaben zum Vortriebsverfahren	81
9.1.1	Wahl des Vortriebsverfahrens	81
9.1.2	Auffahren der Vortriebsstrecke	85
9.1.3	Tragfähigkeit der in Höhe des Rohrvortriebs anstehenden Böden	87
9.1.4	Angaben zu den zu erwartenden Verformungen	87
9.1.5	Ein- und Ausfahren des Rohrvortriebs / Herstellung der Ein- und Ausfahröffnungen im Bereich der Start- und Zielbaugruben	87
9.2	Angaben zur Herstellung der Start- und Zielbaugruben	88
9.2.1	Angaben zum Bodenaufbau	88
9.2.2	Baugrubenverbau - Wahl des Verbausystems	88
9.2.3	Baugrubenverbau - Angaben zur Berechnung und Bemessung	89
9.2.4	Baugrubenverbau - Angaben zur Bauausführung	90
9.2.5	Verankerung	91
9.2.6	Angaben zu den Pressenwiderlagern	92
9.3	Wasserhaltung während der Bauzeit	92
10.	Angaben zur Kanalverlegung in geschlossener Bauweise - Horizontal- spülbohrverfahren	93
10.1	Angaben zum Vortriebsverfahren	93
10.1.1	Wahl des Vortriebsverfahrens	93
10.1.2	Durchführung der Horizontalbohrung	96
10.1.3	Tragfähigkeit der in Höhe der Horizontalbohrung anstehenden Böden	96
10.1.4	Angaben zu den zu erwartenden Verformungen	97
10.1.5	Ein- und Ausfahren der Horizontalbohrung	97
10.2	Herstellung der Start- und Zielbaugruben	98

11.	Angaben zur Herstellung des Straßenoberbaus im Bereich der Straße “Inovapark”	101
11.1	Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus / Oberbau nach RStO 12/24	101
11.2	Herstellung der Aushubsohlen bzw. des Erdplanums	102
11.3	Verdichtungsfähigkeit der in Höhe der Aushubsohlen bzw. des Erdplanums anstehenden Böden	104
11.4	Angaben zur Wiederverwendbarkeit der Aushubböden	104
11.5	Angaben zum Einbau und zur Verdichtung von Böden und Bodenersatzmaterialien	105
11.6	Angaben zur Entwässerung	107
12.	Angaben zur Herstellung des Straßenoberbaus im Bereich der Straße “Am Landabsatz”	109
13.	Hinweise für das weitere Vorgehen	109

Anlagenverzeichnis

Anlage 1.1	Übersichtslageplan, Maßstab 1:25.000
Anlage 1.2	Lageplan mit eingetragenen Baugrundaufschlusstellen, Maßstab 1:2.000
Anlage 1.3	Übersichtslageplan zur Ausführungsplanung Wasserwirtschaft mit eingetragenen Baugrundaufschlusstellen, Maßstab, 1:2.000
Anlagen 2.1 bis 2.17	Bohrprofile und Rammdiagramme
Anlagen 3	Bohrprofile im Längsschnitt der Kanaltrassen
Anlage 3.1	... Umring West
Anlage 3.2	... Umring Ost
Anlage 3.3	... Stichstraße 1
Anlage 3.4	... Stichstraße 2
Anlage 3.5	... Gleispark Teil 1 (bis Anschluss Duskampweg)
Anlage 3.6	... Gleispark Teil 2
Anlage 3.7	... Nord-Süd-Verbindung
Anlage 3.8	... Landabsatz

Anlage 3.9	... RRB Landabsatz
Anlage 3.10	... Sundern
Anlage 3.11	... Schnitt 1 - 1 und Schnitt 2 - 2 (Abschnitte mit Rohrvortrieb)
Anlage 3.12	... Druckrohrleitung Oehlmühlenstraße Blatt Nr. 1/3 (ab Startpunkt)
Anlage 3.13	... Druckrohrleitung Oehlmühlenstraße Blatt Nr. 2/3
Anlage 3.14	... Druckrohrleitung Oehlmühlenstraße Blatt Nr. 3/3 (bis Endpunkt)
Anlage 4	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche zur Bestimmung
Anlage 4.1	... der Korngrößenverteilung
Anlage 4.2	... des Wassergehalts
Anlage 4.3	... der Zustandsgrenzen
Anlage 4.4	... des Glühverlustes

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Straßenbezeichnungen im geplanten „I-NOVA Park“ gemäß dem Bebauungsplan Nr. 55	30
Abbildung 2: Ausbauquerschnitt der geplanten Baustraße bzw. südlichen Zufahrt [U10]	31
Abbildung 3: Asphaltoberbau für den Straßenbereich der geplanten Baustraße bzw. südlichen Zufahrt [U10]	32
Abbildung 4: Oberbau für den Geh- und Radwegbereich neben der geplanten Baustraße bzw. südlichen Zufahrt [U10]	33
Abbildung 5: Längsschnitt im Bereich des geplanten Rohrvortriebs am Beginn des Kanal- abschnitts „Sundern“ [U12]	82
Abbildung 6: Längsschnitt im Bereich des geplanten Rohrvortriebs in der Mitte des Kanal- abschnitts „Sundern“ [U12]	83

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schächte der Regenwasserkanalisation	19
Tabelle 2: Haltungen der Regenwasserkanalisation	21
Tabelle 3: Schächte der Schmutzwasserkanalisation	25
Tabelle 4: Haltungen der Schmutzwasserkanalisation	26
Tabelle 5: Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung	44
Tabelle 6: Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung des Wassergehalts	45
Tabelle 7: Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung der Zustandsgrenzen	46
Tabelle 8: Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung des Glühverlusts	47
Tabelle 9: Geotechnische (bodenmechanische) Kennwerte	49
Tabelle 10: Eigenschaften und Kennwerte von Lockergestein	50
Tabelle 11: Schätzwerte für Eigenschaften und Kennwerte des Festgesteins	51
Tabelle 12: Zuordnung der Schichten zu Homogenbereichen	52
Tabelle 13: Geeignete Verfahren für die geplanten Rohrvortriebe im Kanalabschnitt „Sundern“	84
Tabelle 14: Kategorisierung des geplanten Horizontalspülbohrverfahrens für die Druckrohrleitung im Bereich der Oehlmühlenstraße gemäß der technischen Richtlinie des DCA	95
Tabelle 15: Angaben zur Verdichtung	107

1. Vorgang / Aufgabenstellung

Die Stadt Ibbenbüren plant auf dem Gelände des ehemaligen Bergwerks Anthrazit Ibbenbüren (Zeche „Von Oeynhausen“) die Erstellung eines innovativen und zukunftsfähigen Gewerbe- und Industriequartiers (I-NOVA Park). Im Zusammenhang mit dieser Baumaßnahme ist im Rahmen der Baureifmachung des Geländes der Neubau von Straßen und die Verlegung von Kanälen vorgesehen.

Die arcon Ingenieurgesellschaft mbH, Gelsenkirchen, wurde in diesem Zusammenhang von der Stadt Ibbenbüren beauftragt, für den geplanten Neubau der Straßen und für die geplante Verlegung der Kanäle eine Baugrunderkundung und eine Baugrundbeurteilung durchzuführen sowie eine geotechnische Beratung für den Kanal- und Straßenbau vorzunehmen.

Weiterhin sollte im Hinblick auf die Verwertung bzw. die Entsorgung der potentiellen Aushubböden eine umwelttechnische Untersuchung und Begutachtung dieser Böden erfolgen.

Die Ergebnisse der Baugrunderkundung, die Baugrundbeurteilung und die geotechnische Beratung für den Kanal- und Straßenbau im geplanten I-NOVA Park sind Gegenstand des vorliegenden Gutachtens.

Die Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchungen, die Darstellung und Beurteilung der chemischen Analysen sowie die hieraus abzuleitende abfallwirtschaftliche Bewertung des potenziell anfallenden Bodenaushubs werden in gesonderten Gutachten vorgelegt.

2. Verwendete Unterlagen

Im Zuge der Bearbeitung wurden der arcon Ingenieurgesellschaft von der Stadt Ibbenbüren u. a. die nachfolgend aufgeführten Unterlagen zur Verfügung gestellt.

- [U1] Kraftwerk Ibbenbüren und RAG Ibbenbüren Schachanlage "Oeynhausen", Übersichtskarte M = 1:10.000, Auskunft Kreis Steinfurt aus dem Verdachtsflächenkataster (Auszug), Umwelt- und Planungsamt, Untere Bodenschutzbehörde, Kreis Steinfurt
- [U2] Ibbenbüren, Osnabrücker Straße, Luftbildauswertung, Kampfmittelbeseitigungsdienst Westfalen-Lippe, Bezirksregierung Arnsberg, 21.07.2010.
- [U3] Ibbenbüren, RAG Betriebsgelände, Tagesanlage von Oeynhausen, Luftbildauswertung, Kampfmittelbeseitigungsdienst Westfalen-Lippe, Bezirksregierung Arnsberg, 18.02.2011.
- [U4] Orientierende Baugrunduntersuchung Schachanlage Von-Oeynhausen, WESSLING GmbH, Altenberge, 04.11.2022.
- [U5] Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 55 "I-NOVA Park", Frühzeitige Beteiligung der Behörden und der sonstigen Träger öffentlicher Belange gem. § 4 Abs. 1 Baugesetzbuch BauGB, Aktenzeichen: 65.52.1-2023-609, Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW, Bezirksregierung Arnsberg, 23.11.2023.
- [U6] Rahmensanierungsplan nach § 13 Bundes-Bodenschutzgesetz - I-NOVA Park Ibbenbüren, WESSLING Consulting Engineering GmbH & Co. KG, Altenberge, 01.04.2025.
- [U7] Entwurfs- und Genehmigungsplanung Wasserwirtschaft - Übersichtslageplan, Maßstab 1:2.000, pbh Planungsbüro Hahm, 18.12.2025, mit Eintragung geplanter Bohrpunkte seitens der Stadt Ibbenbüren (per Email v. 28.01.2026)

- [U8] Entwurfs- und Genehmigungsplanung Wasserwirtschaft, Längsschnitt - Druckrohrleitung Oehlmühlenstraße K 40, Maßstab 1:250/25, Anlage x,
... Blatt Nr. 1/3
... Blatt Nr. 2/3
... Blatt Nr. 3/3
pbh Planungsbüro Hahm, 05.03.2026 (Vorabzug).
- [U9] Entwurfsplanung Verkehrsanlagen, Lageplan Gestaltung - südliche Zufahrt, Ausbauquerschnitt C-C, Maßstab 1:250, pbh Planungsbüro Hahm, 19.03.2026 (Vorabzug).
- [U10] Entwurfsplanung Verkehrsanlagen, Ausbauquerschnitt - südliche Zufahrt, Ausbauquerschnitt C-C, Maßstab 1:50, pbh Planungsbüro Hahm, 19.03.2026 (Vorabzug).
- [U11] Ausführungsplanung Wasserwirtschaft,
... Längsschnitt - Landabsatz, Maßstab 1:500/50, Blatt Nr. 1/10
... Längsschnitt - Sundern, Maßstab 1:500/50, Blatt Nr. 2/10
... Längsschnitt - Nord-Süd-Verbindung, Maßstab 1:500/50, Blatt Nr. 3/10
... Längsschnitt - Gleispark Teil 1, Maßstab 1:500/50, Blatt Nr. 4/10
... Längsschnitt - Gleispark Teil 2, Maßstab 1:500/50, Blatt Nr. 5/10
... Längsschnitt - Umring West, Maßstab 1:500/50, Blatt Nr. 6/10
... Längsschnitt - Umring Ost, Maßstab 1:500/50, Blatt Nr. 7/10
... Längsschnitt - RRB Landabsatz, Maßstab 1:250/25, Blatt Nr. 8/10
... Längsschnitt - Stichstraße 1, Maßstab 1:500/50, Blatt Nr. 9/10
... Längsschnitt - Stichstraße 2, Maßstab 1:500/50, Blatt Nr. 10/10
Anlage 6, pbh Planungsbüro Hahm, 04.05.2026 (Vorabzug).
- [U12] Ausführungsplanung Wasserwirtschaft, Schnitt 1 - 1 und Schnitt 2 - 2, Maßstab 1:100, Anlage 7, Blatt Nr. 1/6, pbh Planungsbüro Hahm, 04.05.2026 (Vorabzug).
- [U13] Ausführungsplanung Wasserwirtschaft - Übersichtslageplan, Maßstab 1:2.000, pbh Planungsbüro Hahm, 04.05.2026 (Vorabzug).

3. Bauvorhaben / Örtliche Randbedingungen

3.1 Lage / Topografie

Der geplante I-NOVA Park Ibbenbüren befindet sich größtenteils auf dem Gelände des ehemaligen Bergwerks Ibbenbüren (Schachtanlage “von Oeynhausens”) der RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH und untergeordnet auf dem Gelände des angrenzenden ehemaligen Kohlekraftwerks Ibbenbüren der RWE Generation SE im Ibbenbürener Stadtteil Schafberg. Auch eine aktuell landwirtschaftlich genutzte Fläche nordwestlich des Bergwerksgeländes bzw. der Oelmühlenstraße ist für die Errichtung eines Regenrückhaltebeckens Teil des Planungsbereiches des I-NOVA Parks, diese wurde jedoch bereits gesondert begutachtet und ist nicht Teil des vorliegenden Gutachtens.

Die übergeordnete Lage des Planungsbereiches für den I-NOVA Park kann der Anlage 1.1 und als Luftbild im Detail der Anlage 1.2 entnommen werden.

Die Liegenschaften des geplanten I-NOVA Parks erstrecken sich nördlich der Osnabrücker Straße (L 501). Sie werden nach Westen begrenzt durch die Oelmühlenstraße (K 40) und im Norden und Nordosten durch die Gemeindestraßen „Sundern“, „Schlangenpättken“ und „Buchenweg“. Im Osten schließt das Gelände des geplanten I-NOVA Parks einen Teil des Geländes des ehemaligen Kraftwerks Ibbenbüren ein und grenzt hier teilweise an die Kreisstraße „Schwarzer Weg“ (K 41).

Der geplante I-NOVA Park befindet sich innerhalb der Gemarkung Ibbenbüren (055027) und umfasst diverse Flurstücke aus den Fluren 28, 30, 31 und 32. Der Planungsbereich erstreckt sich über eine Größe von ca. 55 ha.

Der geplante Neubau von Straßen und Kanälen im Zuge der Baufeldreifmachung für den I-NOVA Park ist überwiegend auf dem ehemaligen Bergwerksgelände inklusive des Grenzbereichs zum ehemaligen Kraftwerksgelände sowie in der Oelmühlenstraße, der Werkstraße „Am Landabsatz“ und angrenzend an die Straße „Sundern“ vorgesehen.

Unmittelbar nördlich der Osnabrücker Straße befindet sich der bebaute Bereich des ehemaligen Bergwerksgeländes, das z. T. noch von der RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH genutzt wird. Hier ist das Gelände vom westlichen Rand angrenzend an die Oelmühlenstraße bis zum östlichen Rand

angrenzend an das ehemalige Kraftwerk Ibbenbüren relativ eben mit Höhen von ca. + 159,1 bis + 160,7 mNHN. Hiervon ausgehend fällt das Höhenniveau im östlichen Bereich entlang der noch bestehenden Gleisanlagen nach Norden um ca. 1 m ab.

Weiter nach Nordwesten und insbesondere nach Westen fällt das Höhenniveau dagegen deutlich ab. Die tendenzielle Geländeneigung nach Westen bzw. Nordwesten wird insbesondere dadurch deutlich, dass die Werkstraße „Am Landabsatz“ ab Beginn ihres Abzweigs von der Oelmühlenstraße in ihrem Verlauf nach Osten einen Anstieg um ca. 19 Höhenmeter überwindet. Die insgesamt niedrigste Höhenkote des Untersuchungsbereiches für den Kanal- und Straßenbau von ca. + 141,4 mNHN liegt im Nordwesten etwa auf Höhe des Abzweigs der Straße „Sundern“ von der Oelmühlenstraße. Die Oelmühlenstraße steigt von hier aus nach Süden hin kontinuierlich auf einen Wert von ca. + 155,6 mNHN auf Höhe der Kreuzung mit der Osnabrücker Straße an. Im Planungsbereich ist das Höhenniveau der Oelmühlenstraße insgesamt um einige Meter tiefer als das östlich gelegene Bergwerksgelände.

Die Ausbildung der Geländeoberfläche variiert im Bereich des gesamten geplanten I-NOVA Parks stark. Es liegen insbesondere Schotter- / Brachflächen und das ehemalige Kohlelager des Bergwerks z. T. noch mit Restkohle sowie unbefestigte Grünflächen und asphaltierte Straßenbereiche vor. Am östlichen Rand sind auch noch die Bodenplatten der Kühlturmtassen aus Beton des ehemaligen Preussag Ballastkraftwerks Ibbenbüren vorhanden (vgl. Anlage 1.2).

3.2 Historische Nutzung / Altlasten

Das Gelände des geplanten I-NOVA Parks umfasst im Wesentlichen den Betriebsbereich des Bergwerks Ibbenbüren (Schachthanlage „von Oeynhausen“) am Schafberg. Das Bergwerk geht auf einen Zusammenschluss der Grube Glücksburg mit der Grube Schafberg im Jahr 1846 zurück. Der Bau der von-Oeynhausen-Schachthanlage begann im Jahr 1860. Über die Materialförder- und Hauptförderschächte „von Oeynhausen I-III“ wurde bis zum Jahr 2018 Anthrazitkohle gefördert.

Die Schachthanlage und die wesentlichen Gebäude des ehemaligen Bergwerks, die im Zuge der Nachbergbauphase zum Teil noch durch die RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH genutzt werden, sind im

südlichen Bereich des Geländes entlang der Osnabrücker Straße angeordnet. Unmittelbar nördlich hiervon befanden sich die Gleisanlagen des Bergwerks Ibbenbüren, die sich bis ins östlich angrenzende Kraftwerksgelände erstreckten. Die Verbindung mit dem DB-Netz erfolgte in westliche Richtung mittels Überführung über die Oelmühlenstraße. Die Gleisanlagen sind zu einem Großteil bereits zurückgebaut.

Unmittelbar östlich bzw. nordöstlich des Umschlagplatzes mit den zentralen Gleisanlagen wurde in der Zeit von 1954 bis 1985 das Preussag Ballastkraftwerk Ibbenbüren zur Verstromung der Ballastkohlen direkt am Standort betrieben. Insgesamt drei in Reihe angeordnete Kühlturmbauwerke waren Teil dieses Kraftwerks. Die aufgehende Konstruktion des westlichsten Kühlturms wurde erst im Jahr 2024 zurückgebaut. Dessen Bodenplatte der Kühlturmtasse aus Beton sowie vermutlich die seines unmittelbar östlich gelegenen Nachbarkühlturms sind noch im Untergrund vorhanden.

Von 1967 bis 1987 war außerdem der Block A des Kraftwerks Ibbenbüren in Betrieb, dessen Anlagen sich im südöstlichen Bereich des heutigen Bergwerksgeländes bzw. des geplanten I-NOVA Parks, angrenzend an die aktuell noch vorhandenen Bergwerksgebäude, befanden und zwischenzeitlich, zusammen mit den restlichen Anlagenteilen des Preussag Ballastkraftwerks, zurückgebaut wurden.

Mit der Errichtung des im Jahr 2021 stillgelegten und aktuell im Rückbau befindlichen Blocks B des Kraftwerkes Ibbenbüren wurde 1981 begonnen, die Inbetriebnahme erfolgte 1985. Für die Fläche des Blocks B wird von einer landwirtschaftlichen Nutzung vor Beginn der Errichtung der Kraftwerksanlagen ausgegangen.

Nördlich der Gleisanlagen befanden sich bis zum Nordrand des Bergwerksgeländes im Wesentlichen Kohlenlagerplätze. Die Flächen nördlich der Werkstraße „Am Landabsatz“ bis zu den Straßen „Sundern“, „Schlangenpättken“ und „Buchenweg“ wurden dabei noch bis in die 1960er Jahre hinein landwirtschaftlich genutzt, danach aber dem Bergwerksbetrieb zugeführt.

Es kann davon ausgegangen werden, dass im Zuge des Bergwerksbetriebs Geländemodellierungen vorgenommen wurden. Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass in Teilbereichen für die

Gründung von Bau- und Anlagenteile sowie der Herstellung der Verkehrsflächen Umlagerungen von Böden stattgefunden haben. Hierzu liegen derzeit jedoch keine weiteren Informationen vor.

Des Weiteren ist davon auszugehen, dass in den ehemals bebauten Bereich der Untersuchungsflächen Bauwerks- und Fundamentreste im Untergrund verblieben sind.

Im Kataster über altlastverdächtige Flächen und Altlasten des Umweltamtes des Kreises Steinfurt werden nahezu die gesamten Flächen des Bergwerks Ibbenbüren und des angrenzenden Kraftwerks Ibbenbüren und somit auch ein Großteil des Planungsbereiches des I-NOVA Parks unter den Nummern 7-18 und 7-196 als Verdachtsflächen erfasst [U1]. Ausgenommen ist demnach nur eine sehr kleine Teilfläche in der südwestlichen Ecke des Planungsbereiches, eingefasst durch die Osnabrücker Straße und die Oelmühlenstraße.

Aus umfangreichen Bodenuntersuchungen im Zuge der Aufstellung eines Rahmensanierungsplans durch die Firma WESSLING Consulting Engineering GmbH & Co. KG, Altenberge [U3], sind mehrere Bereiche des ehemaligen Bergwerksgeländes mit erhöhten Schadstoffgehalten bekannt, für die teilweise ein Sanierungs- bzw. Sicherungsbedarf festgestellt wurde. Die geplanten Kanal- und Straßenbauarbeiten für die Baufeldreifmachung des I-NOVA Parks kreuzen dabei einen festgestellten Schadensbereich in der ehemaligen Gleisstrasse am Übergang des geplanten „Umrings Ost“ bzw. „Umrings West“ zur geplanten „Nord-Süd-Verbindung“ (vgl. Anlage 1.3) und den Schadensbereich „Kühltürme“ im Bereich der ehemaligen Kühlturmtassen des Preussag Ballast Kraftwerks. Darüber hinaus wird mit der geplanten „Stichstraße 1“ der nördliche Rand des Schadensbereichs 55-05 / 55-07 „ehemalige Schmiede, Lagerraum, Werkstatt“ angeschnitten. Weitere festgestellte Schadensbereiche bleiben von den Kanal- und Straßenbauarbeiten zunächst unberührt.

Im genannten Gleisbereich wurden im Gleisschotter erhöhte bis stark erhöhte PAK- und Mineralölkohlenwasserstoff- sowie teilweise erhöhte Herbizid-Konzentrationen im Feststoff nachgewiesen. Auch im Schadensbereich 55-05 / 55-07 wurden in den oberflächennahen Auffüllungen stark erhöhte Konzentrationen für mehrere organische Schadstoffe (insbesondere MKW, PAK, EOX und LHKW) im Feststoff festgestellt. Die oberflächennahe Auffüllung im Bereich der Kühltürme wies Asbestzementstücke auf.

Für alle genannten Bereiche wurde keine akute Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Mensch oder andere Wirkungspfade festgestellt, sodass hier zunächst kein Sanierungs- oder Sicherungsbedarf ausgewiesen wurde. Bei Eingriffen in den Boden an den entsprechenden Stellen muss jedoch mit entsprechend erhöhten Schadstoffbelastungen gerechnet werden. Die Auffüllung mit Asbestzementstücken im Kühlturbereich wurde gemäß [U6] beim Rückbau der Kühlturmtassen zwischenzeitig bereits entfernt, sodass hier zunächst kein akuter Verdacht mehr besteht.

3.3 Bestehende Bebauung / vorhandene Verkehrsflächen

Der Bereich nördlich der Osnabrücker Straße und südlich der früheren Gleisanlagen war durch eine enge Bebauung mit unterschiedlichsten Nutzungsarten gekennzeichnet. Diese für ein Bergwerk typischen Gebäude, u. a. Schachteinrichtungen, Werkstätten, Verwaltungs- und Bürogebäude sowie Sozial- und Wohngebäude, sind zu einem großen Teil noch vorhanden.

Die Gleisanlagen unmittelbar nördlich hiervon sind zu einem Großteil bereits zurückgebaut. Im weiteren nördlichen Bereich sind aktuell noch einzelne Objekte vorhanden.

Ansonsten erfolgt bzw. erfolgte nach den vorliegenden Informationen der Rückbau von Bauwerken / Gebäuden / Anlagenteilen durch die RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH nur bis ca. 0,5 m unter Geländeoberkante, sodass unterirdische Fundamente, Bodenplatten etc. noch vorhanden sind. Insbesondere war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten für das vorliegende Gutachten die Bodenplatte der westlichsten Kühlturmtasse aus Beton der Kühltürme des ehemaligen Preussag Ballastkraftwerks Ibbenbüren noch im Untergrund vorhanden, ggf. auch die der östlich benachbarten Kühltürme.

Die aktuelle Zufahrt zum ehemaligen Bergwerksgelände von der Osnabrücker Straße erfolgt auf Höhe der Hausnummer 141 gegenüber der dort einmündenden „Zechenstraße“. Unter dieser Hausnummer wird auch die RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH geführt, die den Rückbau des Bergwerks Ibbenbüren betreibt. Im Bereich noch in Betrieb befindlicher Gebäude sind derzeit noch einige asphaltierte Werksstraßen vorhanden. Eine weitere asphaltierte Werksstraße zweigt im Norden des Geländes von der Oelmühlenstraße ab und führt mit einem Anstieg von ca. 19 Höhenmetern nach Osten

auf das ehemalige Bergwerksgelände im Bereich der Kohlelager. Diese Straße soll zukünftig mit dem Namen „Am Landabsatz“ geführt werden.

3.4 Vorhandene Ver- und Entsorgungsleitungen / Kabel

Im Bereich des ehemaligen Bergwerks- und des ehemaligen Kraftwerksgeländes befinden sich im Untergrund zahlreiche Ver- und Entsorgungsleitungen bzw. Kabel.

Inwieweit diese im Zuge der Rückbauarbeiten aufgenommen wurden bzw. noch werden, kann derzeit nicht gesagt werden.

Auch in den umliegenden Straßen (Oelmühlenstraße, Osnabrücker Straße, Duskampweg, „Bergeshöhe“ und „Sundern“), in denen bzw. in deren Kreuzungsbereichen Kanäle für die Baufeldreifmachung für den I-NOVA Park verlegt werden sollen, ist mit Leitungen zu rechnen.

Alle unterirdischen Leitungen, Kabel und Kanäle müssen planerisch und in der Bauphase berücksichtigt werden.

3.5 Schutzgebiete

Der Planungsbereich des I-NOVA Parks auf dem ehemaligen Bergwerks- und dem ehemaligen Kraftwerksgelände und somit der überwiegende Teil des gesamten Planungsbereichs befindet sich nach den vorliegenden Informationen nicht in ausgewiesenen Schutzgebieten.

Nordwestlich und nordöstlich des Bergwerks- und des Kraftwerksgeländes schließt jedoch das Landschaftsschutzgebiet LSG-ST-00072 „LSG-Oestlicher Schafberg“ unmittelbar an. Hiervon betroffen ist als einziger Teil des Planungsbereiches des geplanten I-NOVA Parks das geplante Regenrückhaltebecken nordwestlich der Oelmühlenstraße.

3.6 Geplante Kanal- und Leitungstrassen

Allgemeine Angaben

Als zentrale Infrastrukturmaßnahme für den geplanten I-NOVA Park übernimmt die Stadt Ibbenbüren die Entwässerung des Baugrundstücks. Die Maßnahmen umfassen den Bau einer Regen- und Schmutzwasserkanalisation auf dem Gelände des I-NOVA Parks, die Verlegung einer Abwasserdruckrohrleitung in der Oelmühlenstraße sowie den Anschluss der Regenwasserkanalisation an ein bestehendes Regenrückhaltebecken südwestlich der Werkstraße „Am Landabsatz“ und an ein geplantes Regenrückhaltebecken nordwestlich der Oelmühlenstraße. Die Kanaltrassen umfassen insgesamt eine Länge von ca. 2,2 km in Tiefen von ca. 2 bis 5 m. Die Lage der geplanten Kanaltrassen kann dem Detaillageplan der Anlage 1.3 entnommen werden.

Gemäß [U11] sind Kanalabschnitte nach geplanten Straßen bzw. örtlicher Lage bezeichnet. Die dort verwendeten Bezeichnungen sind dem Lageplan der Anlage 1.3 zu entnehmen.

Regenwasserkanalisation

Das gesammelte Regenwasser im Bereich des geplanten I-NOVA Parks soll dem bestehenden Regenrückhaltebecken am Böschungsfuß südwestlich der Werkstraße „Am Landabsatz“ bzw. südöstlich der Oelmühlenstraße („RRB Landabsatz“) und insbesondere dem neu geplanten Regenrückhaltebecken (RRB) nordwestlich der Oelmühlenstraße zugeführt werden. Die Regenwasserkanalisation wird daher im Wesentlichen im Gefälle von Süd nach Nord bzw. nach Nordwest verlegt.

Die Kanäle im südlichen Bereich des I-NOVA Parks, nahe der Osnabrücker Straße, weisen im „Umring Ost“ ein Gefälle von Ost nach West und im „Umring West“ mit den angrenzenden „Stichstraßen 1 und 2“ und dem „Gleispark“ ein Gefälle von West nach Ost auf. Die genannten Kanäle werden im Schacht Nr. 5011 am Übergang vom „Umring Ost“ zum „Umring West“ zusammengeführt und dem Kanalabschnitt „Nord-Süd-Verbindung“ zugeführt. Über den Kanalabschnitt „Am Landabsatz“ erfolgt der Transport zum bestehenden „RRB Landabsatz“ bzw. zum geplanten RRB nordwestlich der Oelmühlenstraße. Im Nordwesten des I-NOVA Parks wird in den Schächten Nr. 4046 und 4050 gesammeltes Regenwasser über den Kanalabschnitt „Sundern“ dem geplanten RRB nordwestlich der Oelmühlenstraße zugeführt.

Schmutzwasserkanalisation

Im südlichen Bereich des I-NOVA Parks wird die Schmutzwasserkanalisation im Gefälle von Ost nach West verlegt. Das Schmutzwasser aus den Kanalabschnitten „Umring Ost“ und „Umring West“ mit den angrenzenden „Stichstraßen 1 und 2“ wird im Schacht Nr. 6134 am Übergang vom „Umring West“ zum „Gleispark Teil 2“ zusammengeführt und zunächst dem Kanalabschnitt „Gleispark Teil 2“ zugeführt. Im weiteren Verlauf wird im westlich gelegenen Kanalabschnitt „Gleispark Teil 1“ die Kanalisation aus dem Bereich des I-NOVA Parks herausgeführt, quert die Oelmühlenstraße und schließt im Duskampweg an den bestehenden Schacht 6008 des städtischen Abwassernetzes an.

Das im nördlichen Bereich des I-NOVA Parks gesammelte Schmutzwasser wird über die in der abschüssigen Straße „Am Landabsatz“ zu verlegenden Schmutzwasserkanäle bis zur tiefer gelegenen Oelmühlenstraße geführt. Auf der gegenüberliegenden Straßenseite soll die Schmutzwasserkanalisation in ein geplantes Schmutzwasser-Doppel-Pumpwerk münden, das zum geplanten Regenrückhaltebecken nordwestlich der Oelmühlenstraße gehört und nicht Teil des vorliegenden Gutachtens ist.

Druckrohrleitung

Das im nördlichen Bereich des I-NOVA Parks auf niedrigerem Geländeniveau gesammelte Schmutzwasser soll über eine in der Oelmühlenstraße neu zu verlegende Druckrohrleitung in südliche Richtung bis zur ca. 7 m höher gelegenen Osnabrücker Straße transportiert werden. Startschacht ist das geplante Schmutzwasser-Doppel-Pumpwerk (Schacht Nr. 4044) nördlich der T-Kreuzung „Am Landabsatz“ mit der Oelmühlenstraße. Zielschacht ist der geplante Druckunterbrecherschacht Nr. 6147 in der Straße „Bergeshöhe“ auf Höhe der Einmündung in die Osnabrücker Straße. Bei diesem Zielschacht erfolgt der Anschluss an den bestehenden Schacht Nr. 6029 der städtischen Abwasserkanalisation. Die Länge der Druckrohrleitung beträgt insgesamt ca. 751 m.

3.7 Höhenlage, Dimensionierung und Verlegung der geplanten Kanäle und Leitungen

Die Angaben zur Höhenlage und zur Dimensionierung der geplanten Kanäle wurden aus den übersandten Unterlagen [U8], [U11], [U12] und [U13] entnommen.

Angaben zu der Sicherung der geplanten Kanalgräben liegen der arcon Ingenieurgesellschaft derzeit nicht vor.

3.7.1 Regenwasserkanäle

Die geplanten Deckel- und die Sohlhöhen der Schächte sowie die Schachtiefen der geplanten Regenwasserkanalisation im I-NOVA Park können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 1: Schächte der Regenwasserkanalisation

Straße / Abschnitt	Schacht Nr.	Schacht DN [mm]	Deckelhöhe [+mNHN]	Sohlhöhe [+mNHN]	Schachttiefe [m]
Umring Ost	3089	1000	162,04	160,45	1,59
Umring Ost	5021	1000	160,34	158,69	1,65
Umring Ost	5018	1000	159,86	158,28	1,58
Umring Ost	5016	1000	159,81	158,15	1,66
Umring Ost	5014	1000	159,38	157,74	1,64
Umring Ost	5011	1500	159,65	155,99	3,66
Umring West	5009	1500	159,98	156,09	3,89
Umring West	5007	1500	160,12	156,17	3,95
Umring West	5005	1500	159,87	156,25	3,62
Umring West	6136	1500	159,62	156,32	3,30
Umring West	6135	1200	159,50	156,37	3,13
Umring West	6133	1200	159,40	156,45	2,95
Umring West	6127	1200	159,30	156,53	2,77
Umring West	6125	1000	159,14	157,23	1,90
Umring West	6122	1000	159,42	157,78	1,64
Stichstraße 1	6129	1000	159,29	156,79	2,49
Stichstraße 1	6131	1000	159,10	157,06	2,05
Stichstraße 2	5004	1000	159,43	157,46	1,97
Gleispark Teil 2	6138	1000	159,31	156,45	2,85
Gleispark Teil 2	6141	1000	159,33	156,70	2,62

Straße / Abschnitt	Schacht Nr.	Schacht DN [mm]	Deckelhöhe [+mNHN]	Sohlhöhe [+mNHN]	Schachttiefe [m]
Gleispark Teil 2	6143	1000	159,26	156,96	2,30
Gleispark Teil 2	8024	1000	159,40	157,18	2,21
Gleispark Teil 2	8022	1000	159,28	157,53	1,75
Nord-Süd-Verbindung	5022	3000	159,72	155,92	3,80
Nord-Süd-Verbindung	5026	ViaTub 18L	159,74	153,38	6,36
Nord-Süd-Verbindung	5026,2	ViaTub 18L	157,14	155,34	1,80
Nord-Süd-Verbindung	5025	2000	159,79	155,88	3,91
Nord-Süd-Verbindung	5027	2000	160,10	155,79	4,31
Nord-Süd-Verbindung	7003	2000	159,70	155,67	4,03
Nord-Süd-Verbindung	7004	2000	159,70	155,55	4,15
Nord-Süd-Verbindung	7005	2000	159,68	155,43	4,25
Nord-Süd-Verbindung	7006	2000	159,40	155,30	4,10
Nord-Süd-Verbindung	7007	2000	159,45	155,28	4,17
Nord-Süd-Verbindung	7008	2000	159,41	155,20	4,21
Nord-Süd-Verbindung	1001	2000	159,16	155,11	4,05
Landabsatz	7010	2000	159,07	155,01	4,06
Landabsatz	1003	2000	158,62	154,92	3,70
Landabsatz	1005	2000	157,08	154,59	2,49
Landabsatz	1007	2000	153,56	151,07	2,49
Landabsatz	2021	2000	149,17	146,68	2,49
Landabsatz	2023	2000	145,50	143,00	2,50
Landabsatz	2027	2000	143,56	140,70	2,86
Landabsatz	2035	2000	142,47	140,02	2,45
Landabsatz	4041	2000	141,68	138,97	2,71
Landabsatz	4042	2000	141,26	138,84	2,42
Landabsatz	4045	Auslass	141,31	138,74	2,57
RRB Landabsatz	2029	1200	143,15	140,66	2,49
RRB Landabsatz	2032	1200	142,43	140,56	1,87

Straße / Abschnitt	Schacht Nr.	Schacht DN [mm]	Deckelhöhe [+mNHN]	Sohlhöhe [+mNHN]	Schachttiefe [m]
RRB Landabsatz	2033	Auslass	142,62	140,49	2,13
RRB Landabsatz	2036	Einlass	141,31	139,40	1,91
RRB Landabsatz	2037	1000	141,76	139,37	2,38
RRB Landabsatz	2038	1000	141,84	139,37	2,48
Sundern	3046	2000	156,38	154,50	1,88
Sundern	3047	2000	156,03	154,00	2,02
Sundern	3048	1000	154,35	151,85	2,5
Sundern	3049	1000	151,14	148,64	2,5
Sundern	3051	2000	144,69	142,20	2,49
Sundern	3052	1000	142,55	140,30	2,25
Sundern	3053	1000	143,00	139,80	3,2
Sundern	3050	2000	146,31	144,40	1,91

In der nachfolgenden Tabelle sind die jeweiligen Höhenlagen der Kanalsohlen, die Dimensionierung, das Gefälle sowie die geplante Bauweise je Haltungslänge der geplanten Regenwasserkanäle für jede Straße bzw. jeden Abschnitt entsprechend des Sohlgefälles zusammengestellt. Für die Regenwasserkanalisation werden durchgehend Kanalrohre aus Beton verwendet.

Tabelle 2: Haltungen der Regenwasserkanalisation

Straße / Abschnitt	Haltung		Geplante Kanalsole		Überdeckungs- höhe (gerundet) [m]	Länge [m]	Ge- fälle [%]	Ø Kanal [mm]	Bau- weise
	Schacht Nr. Anfang	Schacht Nr. Ende	Höhe Anfang [+mNHN]	Höhe Ende [+mNHN]					
Umring Ost	3089	5021	160,45	158,69	1,2 - 1,3	74,0	23,8	300	offen
Umring Ost	5021	5018	158,69	158,28	1,2 - 1,3	55,0	7,5	300	offen
Umring Ost	5018	5016	158,28	158,15	1,1 - 1,3	18,8	6,7	400	offen
Umring Ost	5016	5014	158,15	157,74	1,0 - 1,1	68,0	6,0	500	offen
Umring Ost	5014	5011	157,74	155,99	1,0 - 1,7	61,0	4,0	500	offen

Straße / Abschnitt	Haltung		Geplante Kanalsohle		Über- deckungs- höhe (gerundet) [m]	Länge [m]	Ge- fälle [‰]	Ø Kanal [mm]	Bau- weise
	Schacht Nr. Anfang	Schacht Nr. Ende	Höhe Anfang [+mNHN]	Höhe Ende [+mNHN]					
Umring West	6122	6125	157,78	157,23	1,2 - 1,3	61,0	3,5	300	offen
Umring West	6125	6127	157,23	156,53	1,4 - 1,8	34,0	3,5	400	offen
Umring West	6127	6133	156,53	156,45	2,0 - 2,3	21,0	3,5	600	offen
Umring West	6133	6135	156,45	156,37	2,2 - 2,6	24,0	3,5	600	offen
Umring West	6135	6136	156,37	156,32	2,3 - 2,5	24,2	2,0	700	offen
Umring West	6136	5005	156,32	156,25	2,3 - 2,7	50,0	1,5	800	offen
Umring West	5005	5007	156,25	156,17	2,6 - 3,1	50,0	1,5	800	offen
Umring West	5007	5009	156,17	156,09	2,9 - 3,1	53,0	1,5	800	offen
Umring West	5009	5011	156,09	155,99	2,6 - 3,0	66,0	1,6	900	offen
Stichstraße 1	6131	6129	157,06	156,79	1,6 - 2,2	75,0	3,5	400	offen
Stichstraße 1	6129	6127	156,79	156,53	2,0 - 2,5	76,0	3,5	400	offen
Stichstraße 2	5004	6125	157,46	157,23	1,5 - 1,8	65,0	3,5	300	offen
Gleispark Teil 2	8022	8024	157,53	157,18	1,2 - 1,8	100,0	3,5	400	offen
Gleispark Teil 2	8024	6143	157,18	156,96	1,7 - 1,9	64,0	3,5	400	offen
Gleispark Teil 2	6143	6141	156,96	156,70	1,8 - 2,2	67,0	3,8	400	offen
Gleispark Teil 2	6141	6138	156,70	156,45	2,0 - 2,3	68,0	3,7	500	offen
Gleispark Teil 2	6138	6135	156,45	156,37	2,2 - 2,6	23,9	3,5	500	offen
Nord-Süd-Verb.	5011	5022	155,99	155,92	2,6 - 2,9	9,0	2,0	900	offen
Nord-Süd-Verb.	5022	5026	155,92	153,38	3,5 - 6,1	5,0	0,0	300	offen
Nord-Süd-Verb.	5026,2	5025	155,34	155,88	1,4 - 3,6	4,0	5,5	400	offen
Nord-Süd-Verb.	5025	5027	155,88	155,79	2,8 - 3,3	61,0	1,5	1000	offen
Nord-Süd-Verb.	5027	7003	155,79	155,67	2,9 - 3,3	75,0	1,5	1000	offen

Straße / Abschnitt	Haltung		Geplante Kanalsohle		Über- deckungs- höhe (gerundet) [m]	Länge [m]	Ge- fälle [‰]	Ø Kanal [mm]	Bau- weise
	Schacht Nr. Anfang	Schacht Nr. Ende	Höhe Anfang [+mNHN]	Höhe Ende [+mNHN]					
Nord-Süd-Verb.	7003	7004	155,67	155,55	2,7 - 3,1	75,0	1,6	1000	offen
Nord-Süd-Verb.	7004	7005	155,55	155,43	3,0 - 3,3	75,0	1,7	1000	offen
Nord-Süd-Verb.	7005	7006	155,43	155,30	2,9 - 3,2	75,0	1,7	1000	offen
Nord-Süd-Verb.	7006	7007	155,30	155,28	3,0 - 3,1	8,8	1,7	1000	offen
Nord-Süd-Verb.	7007	7008	155,28	155,20	3,0 - 3,2	45,0	1,8	1000	offen
Nord-Süd-Verb.	7008	1001	155,20	155,11	2,9 - 3,2	50,0	1,8	1000	offen
Landabsatz	1001	7010	155,11	155,01	2,9 - 3,2	53,0	2,0	1000	offen
Landabsatz	7010	1003	155,01	154,92	2,6 - 3,0	44,0	2,1	1000	offen
Landabsatz	1003	1005	154,92	154,59	1,3 - 2,6	62,0	5,3	1000	offen
Landabsatz	1005	1007	154,59	151,07	1,3 - 1,7	75,0	46,9	1000	offen
Landabsatz	1007	2021	151,07	146,68	1,3 - 1,5	75,0	58,5	1000	offen
Landabsatz	2021	2023	146,68	143,00	1,3 - 1,5	63,0	58,4	1000	offen
Landabsatz	2023	2027	143,00	140,70	0,8 - 1,4	37,0	38,1	1000	offen
Landabsatz	2027	2035	140,70	140,02	1,0 - 1,4	28,0	49,3	1000	offen
Landabsatz	2035	4041	140,02	138,97	1,3 - 1,9	22,0	47,7	1000	offen
Landabsatz	4041	4042	138,97	138,84	1,0 - 1,7	26,0	5,0	1000	offen
Landabsatz	4042	4045	138,84	138,74	0,7 - 1,5	38,0	2,6	1000	offen
RRB Landabsatz	2027	2029	140,70	140,66	1,7 - 2,3	7,0	5,5	600	offen
RRB Landabsatz	2029	2032	140,66	140,56	1,0 - 1,7	14,0	7,0	700	offen
RRB Landabsatz	2032	2033	140,56	140,49	1,0 - 1,4	11,6	6,7	700	offen
RRB Landabsatz	2036	2037	139,40	139,37	1,3 - 1,8	17,0	1,5	500	offen
RRB Landabsatz	2037	2038	139,37	139,37	1,8 - 1,9	5,0	1,5	500	offen

Straße / Abschnitt	Haltung		Geplante Kanalsohle		Über- deckungs- höhe (gerundet) [m]	Länge [m]	Ge- fälle [‰]	Ø Kanal [mm]	Bau- weise
	Schacht Nr. Anfang	Schacht Nr. Ende	Höhe Anfang [+mNHN]	Höhe Ende [+mNHN]					
RRB Landabsatz	2038	4041	139,37	138,97	1,7 - 2,1	20,0	1,5	600	offen
Sundern	3047	3048	154,00	151,85	1,6 - 2,2	75,0	28,7	300	offen
Sundern	3048	3049	151,85	148,64	2,1 - 2,5	75,0	42,8	300	offen
Sundern	3049	3051	148,64	142,20	2,1 - 2,4	75,0	85,9	300	offen
Sundern	3051	3052	142,20	140,30	1,8 - 2,3	35,5	53,5	300	offen
Sundern	3052	3053	140,30	139,80	1,8 - 2,9	24,2	20,6	300	offen
Sundern	3046	3047	154,50	154,00	~ 2 - 11	45,0	11,0	300	geschl.
Sundern	3050	3051	144,40	142,20	~ 2 - 12	49,0	44,9	300	geschl.

Nach den vorliegenden Planunterlagen [U11] und [U12] sollen die geplanten Regenwasserkanäle überwiegend in offener Bauweise verlegt werden. Im nördlichen Planungsbereich sollen zwei Hal-tungen, die das auf dem Gelände des I-NOVA Parks in den Schächten Nr. 3046 und 3050 gesammelte Regenwasser durch die dort vorhandenen Böschungen über den Kanalstrang „Sundern“ dem geplan-ten Regenrückhaltebecken zuführen, in geschlossener Bauweise mittels gesteuertem Rohrvortrieb (z. B. Pilotrohrvortrieb) verlegt werden [U13].

Angaben zur Höhenlage der Kanalsohle sind der vorstehenden Tabelle 2 zu entnehmen. Die Kanal-gräben weisen unter Berücksichtigung dieser Höhen sowie der Höhenlage der Geländeoberfläche Tiefen von ca. 1,6 bis 6,5 m auf.

3.7.2 Schmutzwasserkanäle

Die geplanten Deckel- und die Sohlhöhen der Schächte sowie die Schachttiefen der geplanten Schmutzwasserkanalisation im I-NOVA Park können der nachfolgenden Tabelle entnommen wer-den.

Tabelle 3: Schächte der Schmutzwasserkanalisation

Straße / Abschnitt	Schacht Nr.	Schacht DN [mm]	Deckelhöhe [+mNHN]	Sohlhöhe [+mNHN]	Schachttiefe [m]
Umring Ost	3090	1000	162,09	159,99	2,10
Umring Ost	5020	1000	160,36	158,23	2,13
Umring Ost	5017	1000	159,75	157,82	1,93
Umring Ost	5015	1000	159,66	157,70	1,97
Umring Ost	5013	1000	159,42	157,29	2,13
Umring Ost	5012	1000	159,69	157,05	2,64
Umring West	5010	1000	160,03	156,78	3,26
Umring West	5008	1000	160,17	156,58	3,60
Umring West	5006	1000	159,92	156,38	3,55
Umring West	6137	1000	159,67	156,18	3,50
Umring West	6134	1000	159,54	155,77	3,77
Umring West	6132	1000	159,42	155,87	3,55
Umring West	6126	1000	159,32	155,96	3,36
Umring West	6124	1000	159,17	156,73	2,44
Umring West	6123	1000	159,33	156,87	2,46
Stichstraße 1	6128	1000	159,26	156,26	3,00
Stichstraße 1	6130	1000	159,13	156,56	2,56
Stichstraße 2	5003	1000	159,43	156,98	2,45
Gleispark Teil 2	6139	1000	159,30	155,67	3,64
Gleispark Teil 2	6140	1000	159,33	155,50	3,83
Gleispark Teil 2	6142	1000	159,28	155,33	3,95
Gleispark Teil 2	8023	1000	159,41	155,16	4,24
Gleispark Teil 2	8021	1000	159,3	154,91	4,39
Gleispark Teil 1	8020	1000	159,28	154,82	4,46
Gleispark Teil 1	6144	1000	159,23	154,30	4,93
Gleispark Teil 1	6146	1000	154,27	152,57	1,70
Gleispark Teil 1	6008	1000	153,97	152,00	1,97

Straße / Abschnitt	Schacht Nr.	Schacht DN [mm]	Deckelhöhe [mNHN]	Sohlhöhe [mNHN]	Schachttiefe [m]
Landabsatz	7009	1000	159,32	156,80	2,52
Landabsatz	1002	1000	159,11	156,63	2,48
Landabsatz	1004	1000	158,62	156,46	2,16
Landabsatz	1006	1000	157,08	155,08	2,00
Landabsatz	1008	1000	153,52	151,53	1,99
Landabsatz	2022	1000	149,13	147,14	1,99
Landabsatz	2024	1000	144,76	142,77	1,99
Landabsatz	2034	1000	142,56	140,56	2,00
Landabsatz	4040	1000	141,73	139,35	2,38
Landabsatz	4043	1000	141,23	138,24	2,99
Landabsatz	4044	2500	141,45	136,80	4,65

In der nachfolgenden Tabelle sind die jeweiligen Höhenlagen der Kanalsohlen, die Dimensionierung, das Gefälle sowie die geplante Bauweise je Haltungslänge der geplanten Schmutzwasserkanäle für jede Straße bzw. jeden Abschnitt entsprechend des Sohlgefälles zusammengestellt. Für die Schmutzwasserkanalisation werden durchgehend Kanalrohre aus Steinzeug verwendet.

Tabelle 4: Haltungen der Schmutzwasserkanalisation

Straße / Abschnitt	Haltung		Geplante Kanalsohle		Überdeckungs- höhe (gerundet) [m]	Länge [m]	Ge- fälle [‰]	Ø Kanal [mm]	Bau- weise
	Schacht Nr. Anfang	Schacht Nr. Ende	Höhe Anfang [+mNHN]	Höhe Ende [+mNHN]					
Umring Ost	3090	5020	159,99	158,23	1,7 - 1,9	76,0	23,2	250	offen
Umring Ost	5020	5017	158,23	157,82	1,6 - 1,9	53,0	7,7	250	offen
Umring Ost	5017	5015	157,82	157,70	1,6 - 1,9	17,4	7,1	250	offen
Umring Ost	5015	5013	157,70	157,29	1,6 - 1,9	68,0	6,0	250	offen
Umring Ost	5013	5012	157,29	157,05	1,8 - 2,4	59,0	4,0	250	offen

Straße / Abschnitt	Haltung		Geplante Kanalsohle		Über- deckungs- höhe (gerundet) [m]	Länge [m]	Ge- fälle [‰]	Ø Kanal [mm]	Bau- weise
	Schacht Nr. Anfang	Schacht Nr. Ende	Höhe Anfang [+mNHN]	Höhe Ende [+mNHN]					
Umring West	6123	6124	156,87	156,73	2,1 - 2,2	34,0	4,0	250	offen
Umring West	6124	6126	156,73	155,96	2,1 - 2,5	33,0	4,0	250	offen
Umring West	6126	6132	155,96	155,87	3,0 - 3,3	22,0	4,0	250	offen
Umring West	6132	6134	155,87	155,77	3,2 - 3,5	24,5	4,0	250	offen
Umring West	6134	6137	155,77	156,18	3,1 - 3,3	24,0	8,1	250	offen
Umring West	6137	5006	156,18	156,38	3,1 - 3,3	50,0	4,0	250	offen
Umring West	5006	5008	156,38	156,58	3,2 - 3,4	50,0	4,0	250	offen
Umring West	5008	5010	156,58	156,78	2,9 - 3,4	50,0	4,0	250	offen
Umring West	5010	5012	156,78	157,05	2,3 - 3,0	69,0	4,0	250	offen
Stichstraße 1	6130	6128	156,56	156,26	2,2 - 2,8	75,0	4,0	250	offen
Stichstraße 1	6128	6126	156,26	155,96	2,7 - 3,1	76,0	4,0	250	offen
Stichstraße 2	5003	6124	156,98	156,73	2,1 - 2,4	62,0	4,0	250	offen
Gleispark Teil 2	6134	6139	155,77	155,67	3,3 - 3,5	26,5	4,0	250	offen
Gleispark Teil 2	6139	6140	155,67	155,50	3,3 - 3,6	68,0	2,5	250	offen
Gleispark Teil 2	6140	6142	155,50	155,33	3,5 - 3,7	67,0	2,5	250	offen
Gleispark Teil 2	6142	8023	155,33	155,16	3,6 - 4,0	67,0	2,5	250	offen
Gleispark Teil 2	8023	8021	155,16	154,91	3,9 - 4,2	100,0	2,5	250	offen
Gleispark Teil 1	8021	8020	154,91	154,82	4,1 - 4,2	36,0	2,5	250	offen
Gleispark Teil 1	8020	6144	154,82	154,30	4,1 - 4,4	56,0	2,5	250	offen
Gleispark Teil 1	6144	6146	154,30	152,57	1,3 - 4,7	14,0	123,5	250	offen
Gleispark Teil 1	6146	6008	152,57	152,00	1,2 - 1,5	57,4	4,0	250	offen
Landabsatz	7009	1002	156,80	156,63	2,2 - 2,3	43,0	4,0	250	offen

Straße / Abschnitt	Haltung		Geplante Kanalsohle		Über- deckungs- höhe (gerundet) [m]	Länge [m]	Ge- fälle [‰]	Ø Kanal [mm]	Bau- weise
	Schacht Nr. Anfang	Schacht Nr. Ende	Höhe Anfang [+mNHN]	Höhe Ende [+mNHN]					
Landabsatz	1002	1004	156,63	156,46	1,8 - 2,2	43,0	4,0	250	offen
Landabsatz	1004	1006	156,46	155,08	1,7 - 1,9	61,5	22,4	250	offen
Landabsatz	1006	1008	155,08	151,53	1,6 - 1,8	75,0	47,3	250	offen
Landabsatz	1008	2022	151,53	147,14	1,6 - 1,8	75,0	58,5	250	offen
Landabsatz	2022	2024	147,14	142,77	1,6 - 1,8	75,0	58,3	250	offen
Landabsatz	2024	2034	142,77	140,56	1,6 - 1,8	50,0	44,2	250	offen
Landabsatz	2034	4040	140,56	139,35	1,6 - 2,4	20,0	60,5	250	offen
Landabsatz	4040	4043	139,35	138,24	1,6 - 2,8	29,0	38,5	250	offen
Landabsatz	4043	4044	138,24	136,80	2,4 - 3,1	27,0	4,0	250	offen

Nach den vorliegenden Planunterlagen sollen die geplanten Schmutzwasserkanäle durchgehend in offener Bauweise verlegt werden.

Angaben zur Höhenlage der Kanalsohle sind der vorstehenden Tabelle 4 zu entnehmen. Die Kanalgräben weisen unter Berücksichtigung dieser Höhen sowie der Höhenlage der Geländeoberfläche Tiefen von ca. 1,5 bis 5,0 m auf.

3.7.3 Abwasserdruckrohrleitung

Als Material für die Druckrohrleitung in der Oelmühlenstraße ist eine Kunststoffrohrleitung aus hochdichtem PE 100-RC (Polyethylen) Rohrwerkstoff mit einem Außendurchmesser (DA) von 225 mm und einer Wandstärke von 20,5 mm geplant.

Im ersten Abschnitt von ca. 559 m Länge, ausgehend vom SW-Doppel-Pumpwerk, soll die Druckrohrleitung an der nordwestlichen Straßenseite der Oelmühlenstraße in offener Bauweise verlegt werden [U8]. Die Überdeckungshöhen liegen hier zwischen ca. 1,0 und 1,5 m.

In einem zweiten Abschnitt von ca. 194 m Länge soll die Verlegung im Horizontalspülbohrverfahren erfolgen [U8]. Die Startbaugrube befindet sich ca. 32 m nördlich der Eisenbahnbrücke der ehemaligen Bergwerksbahn, die vom Gleispark des Bergwerksgeländes kommend die Oelmühlenstraße überquert. Die Zielbaugrube, in der der Druckunterbrecherschacht Nr. 6147 verbaut wird, befindet sich nach den vorliegenden Planunterlagen im Bereich der Einmündung der Straße „Bergeshöhe“ in die Osnabrücker Straße. Die Überdeckungshöhen am Startschacht liegen bei ca. 1,2 m. Die Druckrohrleitung wird anfänglich mit geringer Steigung verlegt, die Überdeckung steigt entsprechend an. Bei der Unterführung des geplanten Schmutzwasserkanals („Gleispark Teil 1“) im Bereich der Einmündung in den Duskampweg beträgt die Überdeckung ca. 2,7 m. Nachfolgend bleibt die Überdeckung in Verbindung mit einer Erhöhung der Steigung relativ konstant. Kurz vor dem Zielschacht sinkt die Überdeckung auf ca. 1,8 m ab.

3.8 Geplante Verkehrswege

Allgemeine Angaben

Die Verkehrsanbindung des geplanten I-NOVA Parks wird ebenfalls durch die Stadt Ibbenbüren bereitgestellt. Das betrifft sowohl den Bau von Erschließungsstraßen sowie den späteren Straßenendausbau. Die Straßentrassen des Endausbaus erstrecken sich auf einer Länge von ca. 1,8 km.

Die zukünftig unter dem Namen „Am Landabsatz“ geführte vorhandene Werksstraße kann bereits als Baustraße dienen. Im Bereich der geplanten südöstlichen Zufahrt zum I-NOVA Park soll im Vorfeld eine weitere Baustraße errichtet werden. Sie folgt im Wesentlichen dem als „Umring Ost“ bezeichneten Abschnitt. Angaben zu dieser Baustraße erfolgten im Gutachten ST254501/B01 vom 04.05.2026 der arcon Ingenieurgesellschaft.

Die Dimensionierung der Straßen für das Bauvorhaben erfolgt allgemein nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12/24).

Die nachfolgende Grafik zeigt die Straßenbezeichnungen gemäß dem Bebauungsplan Nr. 55 „I-NOVA Park“.

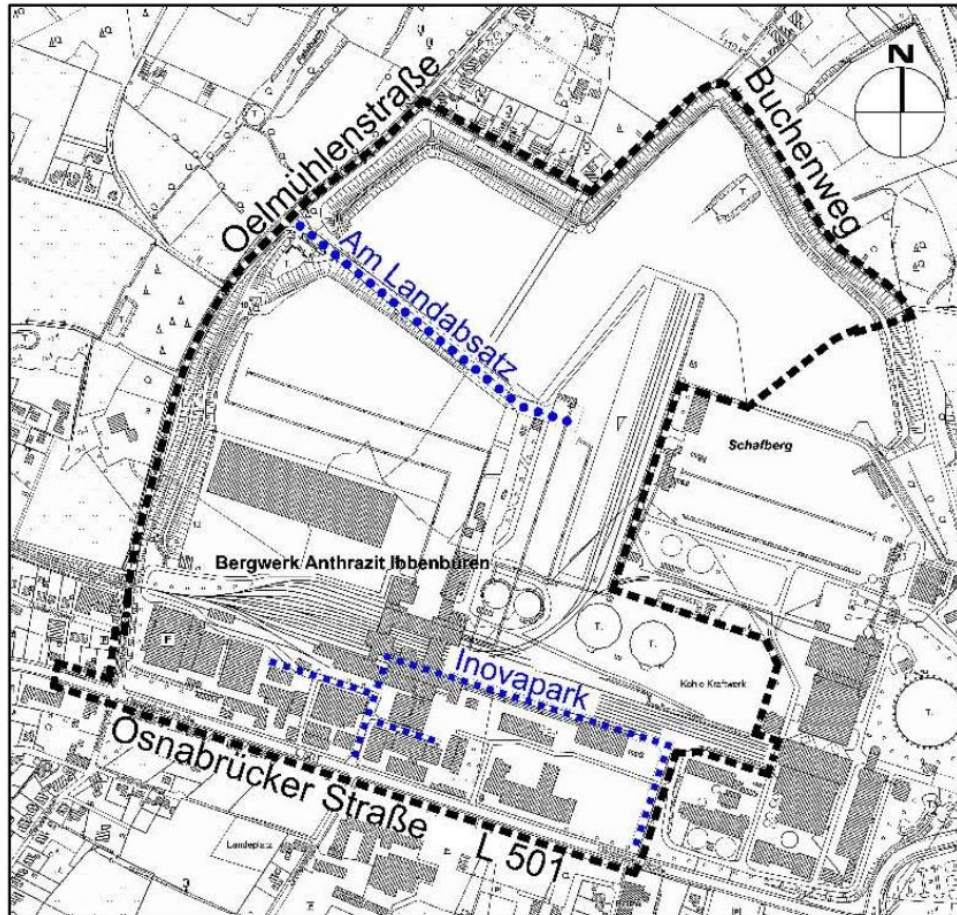


Abbildung 1: Straßenbezeichnungen im geplanten „I-NOVA Park“ gemäß dem Bebauungsplan Nr. 55

Straße „Inovapark“

Die zukünftige Straße „Inovapark“ befindet sich im südlichen Teil des geplanten I-NOVA Parks im Bereich des im Rückbau befindlichen Bergwerksgeländes. Sie setzt sich zusammen aus den im Zuge der Planung bezeichneten Teilabschnitten „Umring West“, „Umring Ost“, „Stichstraße 1“ und „Stichstraße 2“ (vgl. Kapitel 3.7 und Anlage 1.3)

Die ungefähre Lage und der Verlauf der geplanten Straße „Inovapark“ bzw. der vorgenannten Teilabschnitte können der obigen Grafik bzw. dem Lageplan der Anlage 1.3 entnommen werden.

Im Bereich der geplanten Straße „Inovapark“ ist das Gelände relativ eben mit Höhen von ca. + 159,2 bis + 160,7 mNHN. Der Übergang zum Höhengniveau der Osnabrücker Straße von ca. + 160,3 mNHN erfolgt mittels einer Böschung.

Die Teilabschnitte „Stichstraße 1“ und „Stichstraße 2“ sowie der senkrecht von der Osnabrücker Straße abzweigende Teil des „Umrings West“ liegen im Bereich bestehender asphaltierter Fahrbahnen der aktuellen Werksstraßen. Beim „Umrings Ost“ und dem anschließend geradlinig fortgeführten Teil des „Umrings West“ liegen unbefestigte sowie mittels Pflaster und Beton befestigte Flächen vor.

Im Fahrbahnbereich der geplanten Straße „Inovapark“ ist nach den vorliegenden Informationen aktuell keine Bebauung mehr vorhanden. In Teilbereichen geht die Trassierung hier jedoch über ehemals bebaute Flächen hinweg. Es kann demnach grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass beim Rückbau der Altgebäude, Bauwerks- und Fundamentreste im Untergrund verblieben sind.

Der Abschnitt „Umrings Ost“ wird zunächst als Baustraße hergestellt und anschließend als südöstliche Zufahrt für den I-NOVA Park weiter genutzt. Hier kann dann von einer üblichen Nutzungsdauer für asphaltierte Straßen ausgegangen werden. Der Querschnitt dieser Baustraße soll gemäß nachstehender Skizze (aus [U10]) im Hinblick auf den Endausbau bereits aus dem asphaltierten Fahrbahnbereich und dem Geh- und Radwegbereich aufgebaut sein.

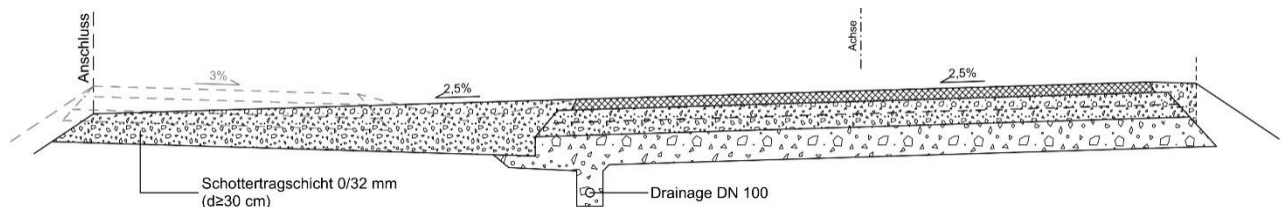


Abbildung 2: Ausbauquerschnitt der geplanten Baustraße bzw. südöstlichen Zufahrt [U10]

Die Entwässerung des Oberflächenwassers soll nach den vorliegenden Planunterlagen im Zuge der Herstellung der südöstlichen Zufahrt in den angrenzenden Flächen erfolgen.

Die Baustraße bzw. südöstliche Zufahrt soll im Bereich des „Umrings Ost“ nach den vorliegenden Planunterlagen und den erhaltenen Informationen mit einer Schwarzdecke befestigt werden. Für den Fahrbahnbereich der Baustraße bzw. der südlichen Zufahrt ist nach vorliegenden Planunterlagen [U10] ein Asphaltoberbau gemäß Tafel 1, Zeile 3 der RStO 12/24 geplant:

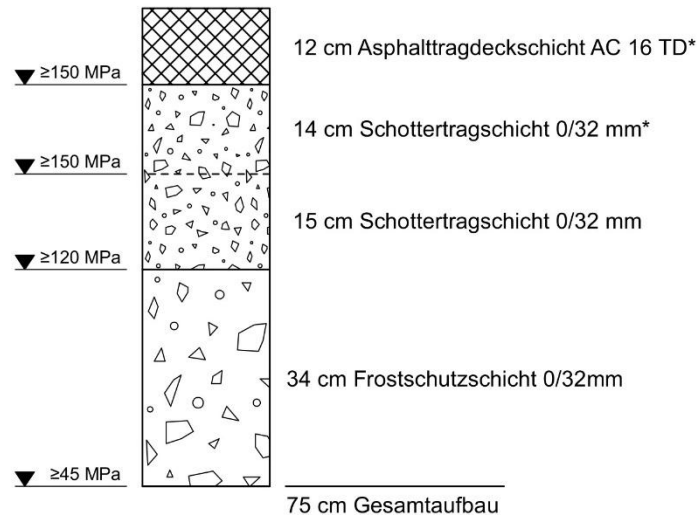


Abbildung 3: Asphaltoberbau für den Straßenbereich der geplanten Baustraße bzw. südöstlichen Zufahrt [U10]

Nach den vorliegenden Informationen [U2] liegt das Höhenniveau der Osnabrücker Straße im Bereich des Abzweigs der Baustraße auf etwa + 162,2 mNHN. Das Höhenniveau des Bergwerksge-
ländes liegt nach den vorliegenden Vermessungsergebnissen hier bei ca. + 160,7 mNHN, im weiteren
Verlauf zwischen ca. + 159,7 und + 159,4 mNHN. Insofern befindet sich die Baustraße bzw. südöst-
liche Zufahrt anfänglich in einer Dammlage < 2 m. Im Weiteren erfolgt gemäß [U2] ein Ausgleich
auf das Höhenniveau des umliegenden Geländes durch abnehmende Dammhöhe.

Genaue Angaben zur Ausbildung des Oberbaus in den übrigen Abschnitten „Umring West“, „Stich-
straße 1“ und „Stichstraße 2“ liegen der arcon Ingenieurgesellschaft derzeit noch nicht vor. Es kann
hier zunächst von einem Oberbau analog zum „Umring Ost“ ausgegangen werden.

Straße „Am Landabsatz“

Die zukünftige Zufahrt zum nördlichen Teil des I-NOVA Parks unter dem Namen „Am Landabsatz“
entspricht im Wesentlichen der dort bestehenden Werksstraße. Nach den erhaltenen Informationen
soll diese einen neuen Oberbau erhalten.

Genaue Angaben zur Ausbildung des Oberbaus der geplanten Zufahrt „Am Landabsatz“ liegen der
arcon Ingenieurgesellschaft derzeit noch nicht vor.

Geh- und Radwege

In den Seitenbereichen (Geh-/Radweg) der südöstlichen Zufahrt im Bereich des „Umring Ost“ ist gemäß [U10] eine Oberbaukonstruktion in Anlehnung an Tafel 6, Zeile 2 der RStO 12/24 für Pflasteroberbau vorgesehen:



Abbildung 4: Oberbau für den Geh- und Radwegbereich neben der geplanten Baustraße bzw. südöstlichen Zufahrt [U10]

Genaue Angaben zur Ausbildung des Oberbaus der Geh- und Radwege in den übrigen Straßenbereichen und im Bereich der „Nord-Süd-Verbindung“ liegen der arcon Ingenieurgesellschaft derzeit noch nicht vor. Es kann hier zunächst von einem Oberbau analog zum „Umring Ost“ ausgegangen werden.

3.9 Geländemodellierung

Im Rahmen der geplanten Baumaßnahmen sind unter Berücksichtigung der Topografie des Geländes ggf. Geländemodellierungen vorgesehen.

Angaben zu möglichen Geländemodellierungen liegen derzeit noch nicht vor.

4. Gefährdungspotenziale des Untergrunds

4.1 Erdbeben

Nach den Angaben der in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen 2025/1 (MVV TB 2025/1) aufgeführten Norm DIN 4149:2005-04 „Bauen in deutschen Erdbebengebieten“ befindet sich das Gelände des geplanten I-NOVA Parks außerhalb der in der Norm definierten Erdbebenzonen.

Gemäß den Angaben in der DIN EN 1998-1:2010-12 „Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben, Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten“ sowie in dem zugehörigen nationalen Anwendungsdokument DIN EN 1998-1/NA:2023-11 beträgt die spektrale Antwortbeschleunigung $S_{aP,R}$ für die Referenz-Wiederkehrperiode $T_{NCR} = 475$ Jahre im Bereich des geplanten Bauvorhabens $S_{aP,R} \sim 0,095 \text{ m/s}^2$ ohne definierte geologische Untergrundklasse.

4.2 Kampfmittel

Durch die Stadt Ibbenbüren, Abteilung Recht und Ordnung, wurde bei der Bezirksregierung Arnsberg mit Datum vom 21.06.2010 ein Antrag auf Luftbilddauswertung im Hinblick auf die Kampfmittelsituation im Bereich des geplanten I-NOVA Parks gestellt.

Nach den vorliegenden Antwortschreiben der Bezirksregierung Arnsberg vom 21.07.2010 bzw. 18.02.2011 auf Grundlage von Luftbilddauswertungen des Kampfmittelbeseitigungsdienstes Westfalen-Lippe vom 21.07.2010 und 18.02.2011, [U2] bzw. [U3], sind hinsichtlich der beantragten Fläche keine Überprüfungsmaßnahmen bzw. Entmunitionierungsmaßnahmen erforderlich, weil keine Kampfmittelgefährdung bekannt ist, welche zu weitergehenden Maßnahmen der Kampfmittelbeseitigung Anlass gibt (Indikator 1: keine Bombardierung).

Unabhängig hiervon wird in dem o. g. Antwortschreiben darauf hingewiesen, dass bei Durchführung des Bauvorhabens die Arbeiten sofort einzustellen und der Kampfmittelbeseitigungsdienst durch die Ordnungsbehörde oder die Polizei zu verständigen ist, falls der Erdaushub auf außergewöhnliche Verfärbung hinweist oder verdächtige Gegenstände beobachtet werden.

Bei der Planung und der Bauausführung sind die Vorgaben und Hinweise der Bezirksregierung Arnsberg in dem o. g. Antwortschreiben in jedem Fall zu berücksichtigen.

4.3 Bergbauliche Einwirkungen

Das Gelände des geplanten I-NOVA Parks befindet sich im Einflussbereich ehemaligen untertägigen Steinkohlebergbaus. Die Stadt Ibbenbüren, Fachdienst Stadtplanung, hat im Zuge der Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 55 "I-NOVA Park" eine Anfrage bei der Bezirksregierung Arnsberg, Abt. 6, Bergbau und Energie in NRW, Dortmund, im Hinblick auf mögliche Einwirkungen aus ehemaligem Bergbau auf die Tagesoberfläche gestellt.

In Ihrer Stellungnahme vom 23.12.2023, [U5], teilte die Bezirksregierung Arnsberg mit, dass nach den dort vorliegenden Unterlagen im Planbereich und dessen Umfeld bis ins Jahr 2018 umgegangener Steinkohlenbergbau dokumentiert ist, der in Teilen auch heute noch einwirkungsrelevant, d. h. tagesbruchauslösend bzw. senkungs- / setzungsauslösend, sein kann. Der oberste verzeichnete Abbau im Flöz „Flottwell-Hauptflöz“ näherte sich demnach im südlichen Planbereich der Tagesoberfläche bis auf nur wenige Meter. Des Weiteren teilte die Bezirksregierung Arnsberg mit, dass nach den vorliegenden Unterlagen, u. a. Grubenbilder, im Planbereich insgesamt 18 verlassene Tagesöffnungen des Bergbaus des früheren Bergwerks Ibbenbüren dokumentiert sind.

Weitere Informationen, u. a. auch zur Grubenwasserbehandlung und zu durchgeführten Sicherungsmaßnahmen, können dem Bericht der WESSLING Consulting Engineering GmbH & Co. KG [U6] entnommen werden.

... aus Grubenwasserhaltung

Nach den vorliegenden Informationen sind nach dem Abbauende der Steinkohle der RAG AG im Jahre 2018 Grubenwasseranstiege geplant. In den vergangenen Jahren von Anfang 2022 bis Ende 2025 ist das Grundwasser ca. 600 m angestiegen und steht derzeit bei 0 mNHN, d. h. ca. 160 m unter Gelände. Im Zuge dessen kommt es zu Hebungen an der Tagesoberfläche.

Es wird empfohlen die zu erwartenden Hebungen und die ggf. hieraus abzuleitenden ungünstigen Einflüsse auf die geplanten Maßnahmen mit der RAG abzustimmen.

4.4 Methangasaustritte

Im Bereich des geplanten Bauvorhabens liegen Hinweise auf Gasaustritte in Bohrungen vor.

Weiterhin wurden im weiteren Umfeld Methangasaustritte an der Geländeoberfläche gemessen.

Insofern sollte geprüft werden, ob für die geplanten Maßnahmen Gasdränagen erforderlich werden.

Die Planung der Gasdränagen kann durch die arcon Ingenieurgesellschaft in Abstimmung mit den Beteiligten vorgenommen werden.

5. Baugrund

5.1 Allgemeine Geologie

Nach der geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt-Nr. 3712 „Tecklenburg“, stehen im Untersuchungsbereich im ungestörten Zustand ab der Geländeoberfläche zunächst quartäre Lößablagerungen an, die bis zu 5 m mächtig sein können. Es handelt sich um Schluffe und Feinsande. Die Lößablagerungen werden von sandigem und steinigem Geschiebelehm bzw. Geschiebemergel unterlagert, der den eiszeitlichen Ablagerungen (Grundmoräne) zuzuordnen ist und Mächtigkeiten von bis zu 8 m aufweisen kann.

Unterhalb der quartären Ablagerungen steht im Untersuchungsbereich das karbonische Festgestein an. Dieses wird als Wechselfolge von Sandsteinen, Schiefertönen und Konglomeraten beschrieben, in die in unregelmäßiger Tiefe und Mächtigkeit Steinkohleflöze eingelagert sind. Das karbonische Festgestein steht bis in große Tiefen an.

Nach dem vorliegenden Kartenmaterial ist insbesondere im südöstlichen Bereich des Untersuchungsgebietes mit einem Fehlen der Lößablagerungen zu rechnen. Im Weiteren ist demnach in den nordwestlichen Bereichen ein Ausbeissen des karbonischen Festgesteins zu erwarten. Unabhängig hiervon sind in Teilbereichen oberflächennah künstliche Aufschüttungen kartiert.

5.2 Allgemeine Hydrogeologie

Gemäß der hydrogeologischen Karte von Nordrhein-Westfalen (1:50.000), Blatt L 3712 „Tecklenburg“ sind nur die sandigen Lößablagerungen im Untersuchungsgebiet als mäßig durchlässig anzusehen. Der unterlagernde Geschiebelehm / -mergel sowie der Verwitterungshorizont des karbonischen Festgesteins sind gering bis sehr gering durchlässig. Einen durchgängigen quartären Grundwasserleiter gibt es im Untersuchungsbereich demnach nicht, da die Lößablagerungen unregelmäßig anstehen. Nach der Karte sind maximal grundwasserführende Schichten von 2 m Mächtigkeit in den quartären Schichten zu erwarten, die jedoch nur stellenweise auftreten.

Das karbonische Festgestein ist ein Kluftgrundwasserleiter. Das Grundwasser ist hier jedoch sehr stark vom benachbarten Bergbau beeinflusst und auf bis zu 100 mNHN abgesenkt.

5.3 Baugrunderkundung

Zur Erkundung des Untergrundes im Bereich des geplanten I-NOVA Parks wurden im Februar/März 20026 an insgesamt 77 Stellen Baugrundaufschlüsse hergestellt. Die Lage der Baugrundaufschlüsse wurde hierbei in Abstimmung mit der Stadt Ibbenbüren [U1] und unter Berücksichtigung unterirdischer Leitungen sowie der vorhandenen örtlichen Randbedingungen so gewählt, dass der anstehende Untergrund im Bereich der geplanten Kanal- und Straßenbaumaßnahmen weitestgehend aufgeschlossen werden konnte.

Zur Feststellung des Baugrundaufbaus und der Baugrundsichtung im Bereich der geplanten Kanal- und Straßenbaumaßnahmen für den I-NOVA Park wurden insgesamt 82 Kleinrammbohrungen (KRB) mit einem Durchmesser von $d \sim 40$ bis 80 mm nach DIN EN ISO 22475-1 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probeentnahmeverfahren und Grundwassermessungen“ bis in Tiefen von ca. 0,5 bis 9,3 m unter Geländeoberfläche, entsprechend einer Höhe von + 159,2 mNHN bis + 134,9 mNHN, abgeteuft.

Die planmäßigen Aufschlusstiefen der Kleinrammbohrungen wurden abhängig von der an der jeweils geplanten Ansatzstelle vorgesehenen Schacht- bzw. Kanalhaltungstiefe zwischen 5 m und 10 m unter Geländeoberfläche gewählt. Diese planmäßigen Aufschlusstiefen wurden jedoch nur bei insgesamt

elf Ansatzstellen erreicht. An den anderen Ansatzstellen mussten die Bohrungen in Tiefen von 0,5 bis 9,3 m unter Geländeoberfläche aufgrund zu hoher Bohrwiderstände abgebrochen werden. An insgesamt fünf Ansatzstellen im südöstlichen Teil des ehemaligen Bergwerksgeländes (KRB 10, KRB 11, KRB 12, KRB 15 und KRB 17) erfolgte aufgrund von Hindernissen im Untergrund in geringer Tiefe ein Neuansatz in geringer Entfernung.

An allen Ansatzpunkten in befestigten Flächen (vorhandene Straßen, befestigte Brachflächen) wurde die Befestigung vor Abteufung der Kleinrammbohrungen zunächst mittels Kernbohrungen aufgebohrt oder anderweitig aufgebrochen.

In der bestehenden kreisförmigen Bodenplatte der Kühlturmtasse aus Beton des ehemaligen Preussag Ballastkraftwerks im Bereich der Kleinrammbohrung KRB 34 wurden auf Wunsch des Auftraggebers zwei zusätzliche Kernbohrungen in der Mitte und am Rand der Bodenplatte der Kühlturmtasse für umwelttechnische Untersuchungen des Betons durchgeführt.

Ergänzend zu den Kleinrammbohrungen (KRB) wurden zur Einschätzung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der anstehenden Böden elf Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM) gemäß DIN EN ISO 22476-2 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen“ bis in eine Tiefe von ca. 0,5 bis 9,4 m unter Geländeoberfläche, entsprechend einer Höhe von + 159,0 bis + 135,5 mNHN, niedergebracht.

Die planmäßigen Aufschlusstiefen der der Rammsondierungen (DPM) wurden analog zu den Kleinrammbohrungen (KRB) zwischen 5 m und 10 m festgelegt. Diese planmäßigen Aufschlusstiefen wurden jedoch nur bei insgesamt zehn Ansatzstellen erreicht. An den anderen Ansatzstellen mussten die Rammsondierungen in Tiefen von 0,5 bis 9,4 m unter Geländeoberfläche aufgrund zu hoher Bohrwiderstände abgebrochen werden. An insgesamt zwei Ansatzstellen im südlichen Teil des ehemaligen Bergwerksgeländes (DPM 12 und DPM/H 23) erfolgte aufgrund von Hindernissen im Untergrund in geringer Tiefe ein Neuansatz in geringer Entfernung.

Die ungefähre Lage der Baugrundschnittstellen im Bereich der geplanten Kanal- und Straßenbaumaßnahmen für den I-NOVA Park kann den Lageplänen der Anlagen 1.2 und 1.3 entnommen werden.

Die Ergebnisse der Kleinrammbohrungen (KRB) sind in Form von Bohrprofilen, die Ergebnisse der Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM) in Form von Rammdiagrammen, die die pro 10 cm Eindringtiefe der Rammsonde gemessenen Schlagzahlen (N_{10}) wiedergeben, in den Anlagen 2.1 bis 2.17 aufgetragen.

Die Bohr- und Sondieransatzpunkte wurden vor Ort mit Hilfe eines GPS-Systems eingemessen und entsprechend der Messergebnisse in den Anlagen 2.1 bis 2.17, bezogen auf + mNHN, dargestellt.

5.4 Baugrundaufbau

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Baugrunduntersuchung kann der Untergrund im Bereich der geplanten Kanal- und Straßenbaumaßnahmen für den I-NOVA Park aus geotechnischer Sicht wie folgt idealisiert dargestellt werden.

Schicht I: Oberflächenbefestigungen / Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden

Schicht II: Schluffe und Sande (Lösssand / -lehm, Quartär)

Schicht III: Tone, Schluffe und Sande (Geschiebelehm / -mergel, Quartär)

Schicht IV: Tonstein, Sandstein und Kohle (Karbon)

Schicht I: Oberflächenbefestigungen / Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurden im Bereich der geplanten Kanal- und Straßenbaumaßnahmen für den I-NOVA Park an allen Aufschlusspunkten ab der Geländeoberkante bzw. teilweise unterhalb der Oberflächenbefestigung aus Asphalt, Pflastersteinen oder Beton, zunächst Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden (Schicht I) angetroffen. Diese wurden bis in Tiefen von ca. 0,3 bis 6,5 m unter Geländeoberfläche, entsprechend einer Höhe von ca. + 159,7 bis + 137,9 mNHN, erbohrt.

Die Pflastersteine im Bereich der Kleinrammbohrungen KRB 1, KRB 19 und KRB 20 (südliches bzw. südöstliches Bergwerksgelände) weisen Dicken von ca. 8 bis 11 cm auf. Die Oberflächenbefestigung

stigung aus Beton im Bereich der Kleinrammbohrungen KRB 21, KRB 31 und KRB 32 (südöstliches und südwestliches Bergwerksgelände) weist Mächtigkeiten zwischen ca. 21 und 27 cm auf. In der ehemaligen Kühlturmtasse im Bereich der Kleinrammbohrung KRB 34 und den Kernbohrungen „KB Kühlturm Mitte“ und „KB Kühlturm Rand“ wurde die Bodenplatte aus Beton mit einer Mächtigkeit von ca. 30 bis 35 cm und eine unterlagernde Magerbetonschicht von weiteren ca. 30 cm durchbohrt.

Oberflächenbefestigungen aus Asphalt wurden mit den Kleinrammbohrungen KRB 2 bis KRB 9 und KRB 30 im Bereich der Werkstraßen des südlichen Bergwerksgeländes, mit den Kleinrammbohrungen KRB 46 bis KRB 50 und KRB 53 im Bereich der Werksstraße bzw. der geplanten Zufahrt „Am Landabsatz“ sowie mit den Kleinrammbohrungen KRB 63 bis KRB 77 entlang der Oelmühlenstraße bzw. den Anschlüssen an den Duskampweg und die Straße „Bergeshöhe“ festgestellt. Die Asphalt-schicht wurde hier mit Dicken zwischen ca. 12 und 44 cm erbohrt bzw. aufgemeißelt. Mit den Kleinrammbohrungen KRB 6, KRB 7, KRB 30, KRB 63, KRB 64 und KRB 77 wurde unter dem Asphalt eine unterlagernde Magerbetonschicht mit Dicken zwischen 5 und 13 cm festgestellt.

Im Bereich bestehender Oberflächenbefestigungen wurde unterhalb des Pflasters, Betons bzw. Asphalts zunächst Tragschichtmaterial festgestellt. Es handelt sich hierbei um Kies-Sand-Gemische u.a. aus Kalkstein- bzw. Natursteinschotter, Bergematerial, Splitt, (Glas)asche, Quarzkiesen, Schlacke, Betonbruch, gebranntem Tonstein, Kohleresten, Flintstein- sowie Ton- und Sandsteinstücken. Die Tragschichtmaterialien wurden bis in eine Tiefe von ca. 0,4 bis 1,5 m unter Geländeoberkante, entsprechend einer Höhe von ca. + 159,7 bis + 140,6 mNHN, erbohrt.

Unterhalb der Tragschichtmaterialien wurden an den meisten Stellen und in den unversiegelten Bereichen ab der Geländeoberfläche an allen Stellen weitere Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden (Schicht I) festgestellt. Bei den Auffüllungen (Schicht I) handelt es sich um Gemische aus u. a. Bergematerial, gebranntem Tonstein, Beton- und Ziegelbruch, Natursteinschotter, Sandsteinstücken, Tonsteinstücken, Kohleresten, Asche, Schlacke und Quarzkiesen. Diese weisen aus bodenmechanischer Sicht die Korngrößenverteilung von z. T. schwach schluffigen, sandigen bis stark sandigen, z. T. schwach steinigen Kiesen auf.

Auffüllungen überwiegend aus Bergematerial bzw. Gemischen aus Bergematerial und gebranntem Tonstein wurden insbesondere im südwestlichen und südöstlichen Teil des Bergwerksgeländes in großen Mächtigkeiten angetroffen. Die Auffüllungen weisen vereinzelt Störstoffe in Form von Holz-, Wurzel- und Metallresten auf. An der Geländeoberfläche können die Auffüllungen bereichsweise verfestigten Charakter aufweisen.

An der Geländeoberfläche im Bereich der geplanten Regenwasserkanalisation entlang der „Nord-Süd-Verbindung“ an der Grenze zwischen dem ehemaligen Bergwerks- und dem ehemaligen Kraftwerksgelände wurde Gleisschotter der ehemals dort verlaufenden Gleistrassen angetroffen. An der Geländeoberfläche im Bereich des ehemaligen Kohlelagers im Norden des Untersuchungsbereiches lagert teilweise noch Restkohle, die an einer Stelle mit ca. 0,5 m Mächtigkeit durchbohrt wurde.

Die aufgefüllten Böden (Schicht I) sind als z. T. tonige, sandige bis stark sandige, schwach kiesige bis stark kiesige Schluffe und als schwach schluffige bis schluffige, z. T. schwach kiesige Fein- bis Mittelsande anzusprechen. Der Kiesanteil wird von Bergematerial, Natursteinstücken, Sandsteinstücken, Splitt, Tonsteinstücken und Betonbruch gebildet.

Oberflächennah weisen die aufgefüllten Böden (Schicht I) in den wenigen Bereichen erkundeter Grünflächen (KRB 22, KRB 54, KRB 58 und KRB 59) z. T. Wurzelreste und humose Bestandteile auf. Diese Böden können als Oberboden bezeichnet werden.

Schicht II: Schluffe und Sande (Lösssand / -lehm, Quartär)

Unterhalb der Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) wurden in Teilbereichen bis in eine Tiefe von ca. 1,6 bis 5,2 m unter Geländeoberkante, entsprechend einer Höhe von ca. + 156,6 bis + 142,8 mNHN eiszeitliche, quartäre Windablagerungen in Form von Lösssand / -lehm (Schicht II) erbohrt.

Der Lösssand (Schicht II) ist nach der Ansprache der Bodenproben vor Ort als z.T. schwach bis stark schluffiger Fein- bis Mittelsand bzw. feinsandiger Mittelsand zu bezeichnen.

Nach den Erfahrungen der arcon Ingenieurgesellschaft und anhand der geologischen Kartenwerke ist bekannt, dass die Lössablagerungen auch bindigen Charakter bzw. die Korngrößenverteilung von feinsandigen oder fein- bis mittelsandigen Schluffen (Lösslehm) aufweisen können.

Schicht III: Tone, Schluffe und Sande (Geschiebelehm / -mergel, Quartär)

Unterhalb des Lösssand / -lehmes (Schicht II) bzw. teilweise direkt unterhalb der Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I), wurde eiszeitlicher, quartärer Geschiebelehm / -mergel (Schicht III) angetroffen.

Der Geschiebelehm bzw. -mergel (Schicht III) wurde bis in Tiefen von ca. 1,0 bis 9,0 m unter Geländeoberfläche, entsprechend einer Höhe von + 157,7 bis + 140,9 mNHN, erbohrt.

Der Geschiebelehm bzw. -mergel (Schicht III) ist nach der Ansprache der Bodenproben vor Ort als schluffiger, schwach feinsandiger, schwach feinkiesiger Ton bzw. als schwach fein- bis mittelsandiger bis fein- bis mittelsandiger, z. T. schwach kiesiger, z. T. toniger Schluff bzw. als schwach schluffiger bis stark schluffiger, z. T. schwach (fein- bis mittel) kiesiger Feinsand bzw. Fein- bis Mittelsand zu bezeichnen. Der Kieskornanteil wird von Quarzkiesen, Sandsteinstücken und Flintsteinen gebildet.

Nach den Erfahrungen der arcon Ingenieurgesellschaft können in die eiszeitlichen Geschiebeablagerungen auch Steine und Blöcke bzw. Findlinge eingelagert sein.

Schicht IV: Tonstein, Sandstein und Kohle (Karbon)

Unterhalb des Geschiebelehms / -mergels (Schicht III) bzw. teilweise direkt unter den Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) oder unter dem Lösssand / -lehm (Schicht II) wurde bei den meisten entsprechend tief abgeteuften Aufschlüssen der Verwitterungshorizont des karbonischen Festgesteins angetroffen. Das Festgestein stellt sich als ein Sandstein oder Tonstein dar, die teilweise auch in Wechsellage anstehen. In den Kleinrammbohrungen KRB 1 und KRB 21 wurde zudem jeweils ein Kohleflöz erbohrt.

Der karbonische Festgestein (Schicht IV) wurde bis in die Aufschlusstiefen der Kleinrammbohrungen (KRB) von ca. 0,8 bis 9,3 m unter Geländeoberfläche, entsprechend einer Höhe von + 156,2 bis + 134,9 mNHN, erbohrt und steht bis in große Tiefen an.

Zu Schichtbeginn ist das Festgestein als vollständig verwittert bis zersetzt anzusprechen. Der vollständig verwitterte bis zersetzte Tonstein ist hier als schluffiger, schwach feinsandiger bis feinsandiger Ton zu bezeichnen (Schicht IVa). Der vollständig verwitterte bis zersetzte Sandstein weist aus geotechnischer Sicht die Kornverteilung eines sandigen Kiesel oder kiesigen Sandes mit unterschiedlich starken schluffigen Nebenanteilen auf (Schicht IVb).

Nach den vorliegenden Erfahrungen weist der Verwitterungshorizont des Festgesteins üblicherweise eine Mächtigkeit von einigen Metern auf. Hierunter nimmt der Verwitterungsgrad mit zunehmender Tiefe ab. Der Sandstein bzw. Tonstein (Schicht IV) geht dann in ein stark verwittertes bis mäßig verwittertes, mit zunehmender Tiefe in ein schwach verwittertes bis frisches Festgestein (Schicht IVc) über, das bis in große Tiefen ansteht und in das unregelmäßig Kohleflöze eingelagert sein können.

5.5 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

An ausgewählten, im Rahmen der Baugrunderkundung gewonnenen Bodenproben wurden die nachfolgend aufgeführten bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt:

- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung“;
- Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts“;
- Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen“;
- Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128 „Bestimmung des Glühverlustes“.

Die Probennahme für die Laborversuche erfolgte speziell für die Abschnitte mit Kanalverlegung in geschlossener Bauweise aus den Tiefenbereichen für den Rohrvortrieb und der direkt oberhalb des Rohrvortriebquerschnittes anstehenden Schichten. Da der Rohrvortrieb z. T. innerhalb der Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) und z. T. innerhalb der unterlagernden gewachsenen Böden (Schicht II/IV) verläuft, wurden sowohl aufgefüllte als auch gewachsene Bodenschichten untersucht.

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Die Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung sind in der Anlage 4.1 in Form von Körnungslinien dargestellt. Zur besseren Übersicht können die vorgenannten Ergebnisse der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 5: Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung

Bohrung	Entnahmetiefe [m u. GOK] ¹⁾	Bodenart	U / C _c	Durchlässigkeitsbeiwert k _f [m/s] ²⁾
KRB 50	1,0 - 1,9	Fein- bis Mittelsand, schluffig, schwach tonig, schwach grobsandig, kiesig	17,0 / 2,8	$5,1 \cdot 10^{-6}$
KRB 54	2,5 - 3,8	Sandstein, stark verwittert (Mittel- bis Grobkies, stark sandig, schwach feinkiesig, schwach schluffig)	117,0 / 0,2	-
KRB 56	0,3 - 0,8	A: Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, schwach grobsandig	50,1 / 1,9	$7,4 \cdot 10^{-8}$
KRB 60	0,3 - 0,8	A: Bergematerial (Ton, schluffig, stark sandig, kiesig)	39,3 / 1,4	$9,4 \cdot 10^{-7}$
KRB 60	0,8 - 1,9	Fein- bis Mittelsand, kiesig, schwach grobsandig, schluffig, schwach tonig	143,7 / 9,9	$3,9 \cdot 10^{-7}$
KRB 60	1,9 - 3,1	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, schwach grobsandig, schwach feinkiesig	- / -	-
KRB 60	3,1 - 4,1	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, kiesig, schwach grobsandig	- / -	-
KRB 61	1,6 - 2,6	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, schwach grobsandig	- / -	-
KRB 61	2,6 - 3,5	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig	- / -	-
KRB 62	0,0 - 1,0	A: Bergematerial (Fein- bis Mittelkies, sandig, schwach grobkiesig)	10,2 / 2,2	$9,2 \cdot 10^{-3}$
KRB 62	1,0 - 2,0	A: Bergematerial (Fein- bis Mittelkies, sandig, schwach grobkiesig)	14,5 / 1,8	$2,7 \cdot 10^{-3}$
KRB 62	2,0 - 2,7	A: Bergematerial (Kies, sandig)	13,8 / 1,6	$3,3 \cdot 10^{-3}$

Bohrung	Entnahmetiefe [m u. GOK] ¹⁾	Bodenart	U / C _c	Durchlässigkeitsbeiwert k _f [m/s] ²⁾
KRB 62	2,7 - 3,5	Fein- bis Mittelsand, stark schluffig, schwach tonig	11,3 / 1,1	6,0 · 10 ⁻⁷

¹⁾ GOK = Geländeoberfläche

²⁾ Durchlässigkeitsbeiwert nach Seiler, USBR bzw. Kaubisch

Wie den Ergebnissen der Laborversuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung zu entnehmen ist, kann die Ansprache der Bodenproben durch die Versuchsergebnisse weitgehend bestätigt werden.

Anhand der errechneten Ungleichförmigkeitszahlen U und Krümmungszahlen C_c sind die untersuchten Bodenproben der Auffüllungen (Schicht I), der Schluffe und Feinsande (Schicht II) und des stark bis vollständig verwitterten Sandsteins (Schicht IV) gemäß DIN 18.196 überwiegend als weitgestuft, bzw. intermittierend zu bezeichnen.

Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1

Die Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung des Wassergehalts sind in der Anlage 4.2 und in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 6: Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung des Wassergehalts

Bohrung	Entnahmetiefe [m u. GOK] ¹⁾	Bodenart	Wassergehalt [%]
KRB 50	1,0 - 1,9	Fein- bis Mittelsand, schluffig, schwach tonig, schwach grobsandig, kiesig	9,04
KRB 54	2,5 - 3,8	Mittel- bis Grobkies, stark sandig, schwach feinkiesig, schwach schluffig	6,86
KRB 56	0,3 - 0,8	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, schwach grobsandig	16,15
KRB 60	0,3 - 0,8	Ton, schluffig, stark sandig, kiesig	13,91
KRB 60	0,8 - 1,9	Fein- bis Mittelsand, kiesig, schwach grobsandig, schluffig, schwach tonig	9,06
KRB 60	1,9 - 3,1	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, schwach grobsandig, schwach feinkiesig	15,21
KRB 60	3,1 - 4,1	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, kiesig, schwach grobsandig	13,05
KRB 61	1,6 - 2,6	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, schwach grobsandig	13,51

Bohrung	Entnahmetiefe [m u. GOK] ¹⁾	Bodenart	Wassergehalt [%]
KRB 61	2,6 - 3,5	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig	14,80
KRB 62	0,0 - 1,0	Fein- bis Mittelkies, sandig, schwach grobkiesig	5,66
KRB 62	1,0 - 2,0	Fein- bis Mittelkies, sandig, schwach grobkiesig	4,75
KRB 62	2,0 - 2,7	Kies, sandig	5,90
KRB 62	2,7 - 3,5	Fein- bis Mittelsand, stark schluffig, schwach tonig	15,71

¹⁾ GOK = Geländeoberfläche

Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Die Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung der Zustandsgrenzen sind in der Anlage 4.3 und in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 7: Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung der Zustandsgrenzen

Bohrung	Entnahmetiefe [m u. GOK] ¹⁾	Bodenart	Plastizitäts- zahl Ip [%]	Konsistenz- zahl Ic [-]
KRB 56	0,3 - 0,8	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, schwach grobsandig	8,5	1,02
KRB 60	0,3 - 0,8	Ton, schluffig, stark sandig, kiesig	9,9	1,45
KRB 60	1,9 - 3,1	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, schwach grobsandig, schwach feinkiesig	16,3	0,83
KRB 60	3,1 - 4,5	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, kiesig, schwach grobsandig	14,2	0,82
KRB 61	1,6 - 2,6	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, schwach grobsandig	13,2	0,97
KRB 61	2,6 - 3,5	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig	13,5	0,75

¹⁾ GOK = Geländeoberfläche

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Laborversuche weisen die untersuchten bindigen Böden überwiegend eine steife, stellenweise eine weiche und vereinzelt eine halbfeste Konsistenz auf: Die Böden lassen sich überwiegend in die Bodengruppen leicht plastischer Tone (TL) sowie vereinzelt in die Bodengruppe Sand-Ton-Gemische (ST) einstufen.

Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18128

Die Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung des Glühverlusts sind in der Anlage 4.4 und in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 8: Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung des Glühverlusts

Bohrung	Entnahmetiefe [m u. GOK] ¹⁾	Bodenart	Glühverlust [%]
KRB 56	0,3 - 0,8	Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig, schwach grobsandig	3,53

¹⁾ GOK = Geländeoberfläche

Bei der Tonschicht mit geringem Glühverlust handelt es sich um eine Auffüllung (Schicht I), wobei der Glühverlust auf enthaltene Wurzelreste zurückzuführen ist.

Der aufgefüllte Boden, der eine Korngrößenverteilung eines stark fein- bis mittelsandigen, schluffigen Tons aufweist, zeigt nach den Ergebnissen der Laborversuche organische Nebenanteile in einer Größenordnung von ca. 3,5 % und ist demnach gemäß DIN EN ISO 14688-2 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden, Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen“ als „schwach organisch“ zu klassifizieren.

5.6 Geotechnische (bodenmechanische) Kennwerte

Schicht I: Oberflächenbefestigungen / Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden

Die aufgefüllten Böden bzw. Auffüllungen (Schicht I) weisen nach den Ergebnissen der Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM) stark unterschiedliche Eindringwiderstände in einer Größenordnung von überwiegend $N_{10} \sim 1$ bis 65, z. T. aber auch > 100 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe der Rammsonde auf.

Schicht II: Schluffe und Sande (Lösssand / -lehm, Quartär)

Die gewachsenen Fein- bis Mittelsande (Schicht II) sind nach den Ergebnissen der Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM) lagenweise locker bzw. mitteldicht bis dicht gelagert.

Schicht III: Tone, Schluffe und Sande (Geschiebelehm / -mergel, Quartär)

Die gewachsenen Schluffe (Schicht III) weisen nach der Ansprache der Bodenproben vor Ort eine weiche bis steife bzw. steife Konsistenz auf. Dies kann anhand der Ergebnisse der Sondierungen mit mittelschweren Rammsonde (DPM) bestätigt werden.

Die gewachsenen Fein- bis Mittelsande (Schicht III) sind nach den Ergebnissen der Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM) lagenweise locker bzw. mitteldicht bis dicht gelagert.

Schicht IV: Tonstein, Sandstein und Kohle (Karbon)

Der zu einem bindigen Lockergestein verwitterte Tonstein (Schicht IVa) weist nach der Ansprache der Bodenproben vor Ort eine steife bis halbfeste bzw. eine halbfeste bis feste Konsistenz auf. Dies kann anhand der Ergebnisse der Sondierungen mit mittelschweren Rammsonde (DPM) bestätigt werden.

Innerhalb des zu einem nichtbindigen Lockergestein verwitterten Sandsteins (Schicht IVb) wurden Eindringwiderstände der mittelschweren Rammsonde (DPM) in einer Größenordnung von $N_{10} \sim > 15$ bis > 100 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe der Rammsonde gemessen.

Der hierunter anstehende stark bis mäßige verwitterte Sand- bzw. Tonstein (Schicht IVc) weist unterschiedlich starke schwach verwitterte bzw. frische Gesteinsanteile auf. Der schwach verwitterte bzw. frische Sand- bzw. Tonstein (Schicht IVc) zeigt Festgesteinscharakter.

Geotechnische Kennwerte

Für die im Bereich der geplanten Baustraße anstehenden aufgefüllten Böden bzw. Auffüllungen (Schicht I) sowie für die im ungestörten Zustand anstehenden gewachsenen Böden (Schicht II, Schicht III und Schicht IV) kann im Rahmen der weiteren Planung von der nachfolgend genannten Bandbreite der charakteristischen geotechnischen (bodenmechanischen) Kennwerte (Schätzwerte / Erfahrungswerte) ausgegangen werden.

Tabelle 9: Geotechnische (bodenmechanische) Kennwerte

Schicht / Bodenart ¹⁾	Wichte des feuchten Bodens	Wichte des Bodens unter Auftrieb	Scherparameter		Steife modul
			Reibungs- winkel	Kohäsion	
	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	φ'_k [°]	c'_k [kN/m²]	$E_{s,k}$ [MN/m²]
Schicht I: Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden²⁾					
Körnung: Schluff / Ton	19	10	27,5	5 - 10	-
Körnung: Kies / Sand	20 - 21	10 - 11	32,5 - 37,5	0	-
Schicht II: Schluffe und Sande (Lösssand / -lehm, Quartär)					
Ton	19	11	22,5 - 25	15 - 20	10 - 15
Schluff	19	10	27,5	5 - 10	8 - 12
Sand	20	10	32,5 - 35	0	30 - 40
Schicht III: Tone, Schluffe und Sande (Geschiebelehm / -mergel, Quartär)					
Ton	19	11	22,5 - 25	15 - 20	10 - 15
Schluff	19	10	27,5	5 - 10	8 - 12
Sand	20	10	32,5 - 35	0	30 - 40
Schicht IV: Tonstein, Sandstein und Kohle (Karbon)					
vollständig verwittert bis zersetzt, Körnung: Schluff / Ton (Schicht IVa)	18 - 19	9 - 10	25 - 27,5	15 - 10	10 - 25
vollständig verwittert bis zersetzt, Körnung: Kies / Sand (Schicht IVb)	20 - 21	10 - 11	32,5 - 37,5	0	50 - 70
stark verwittert bis frisch (Schicht IVc) ³⁾	21 - 24	11 - 14	-	-	> 100

¹⁾ Die Beschreibung der Schichten I bis IV kann dem Kapitel 5.4 „Baugrundaufbau“ entnommen werden.

²⁾ gilt nicht für Betondeckschichten und Pflasterdeckschichten

³⁾ Baugrundsicht nicht aufgeschlossen, Schätzwerte

5.7 Homogenbereiche

Die im Bereich des geplanten Bauvorhabens anstehenden Böden sind gemäß den Angaben in der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV)“, Ausgabe 2019, in Homogenbereiche einzuteilen. Die Homogenberei-

che kennzeichnen einzelne oder mehrere Boden- oder Felsschichten, die aus verfahrenstechnischen und umwelttechnischen Gesichtspunkten vergleichbare Eigenschaften aufweisen.

Die für die einzelnen Homogenbereiche in den Normen der VOB/C geforderten Eigenschaften und Kennwerte sind für die einzelnen Schichten bzw. Böden in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst. Die Eigenschaften und Kennwerte werden unter Berücksichtigung der Ergebnisse der durchgeführten geotechnischen Feldversuche und anhand von Erfahrungswerten bei vergleichbaren Bauvorhaben und vergleichbaren Baugrundverhältnissen angegeben.

Tabelle 10: Eigenschaften und Kennwerte von Lockergestein

Nr.	Eigenschaft / Kennwert	Einheit	Schicht I (ohne Oberboden)	Schicht II	Schicht III	Schicht IVa / IVb
1	ortsübliche Beschreibung ¹⁾	[-]	Auffüllungen / aufgefüllte Böden ¹⁾	Schluffe und Sande (Lösssand / -lehm, Quartär) ¹⁾	Tone, Schluffe und Sande (Geschiebelehm / -mergel, Quartär) ¹⁾	Tonstein, Sandstein und Kohle (Karbon), vollständig bis stark verwittert (Lockergestein) ¹⁾⁵⁾
2	Korngrößenverteilung	[-]	Schluffe, Kiese, Sande und deren Gemische	Schluffe / Sande mit sandigen bzw. schluffigen Nebenanteilen	Tone / Schluffe / Sande mit sandigen, tonigen, schluffigen und kiesigen Nebenanteilen	Ton-Schluff-Sand-Kies-Gemische
3a	Massenanteil Steine	[%]	< 20	< 5	< 30	< 40
3b	Blöcke	[%]	< 5	-	< 25	< 5
3c	große Blöcke	[%]	-	-	< 5	-
4	Mineralogische Zusammensetzung Steine und Blöcke	[-]	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾
5	Dichte ρ	[g/cm ³]	1,6 - 2,4	1,6 - 2,2	1,6 - 2,1	1,6 - 2,4
6	Kohäsion	[kN/m ²]	n. e. ²⁾	5 - 15 ³⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾
7	undrainierte Scherfestigkeit c_u	[kN/m ²]	0 - 300 ³⁾	10 - 300 ³⁾	5 - 300 ³⁾	5 - 300 ³⁾
8	Sensitivität	[-]	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾
9	Wassergehalt w	[%]	5 - 40	5 - 40	10 - 40	10 - 40
10	Konsistenzzahl I_c	[-]	< 0,5 - > 1,0 ³⁾	< 0,5 - > 1,0 ³⁾	< 0,5 - > 1,0 ³⁾	< 0,5 - > 1,0 ³⁾
11	Plastizitätszahl I_p	[%]	5 - 40 ³⁾	5 - 40 ³⁾	5 - 40 ³⁾	5 - 40 ³⁾

Nr.	Eigenschaft / Kennwert	Einheit	Schicht I (ohne Oberboden)	Schicht II	Schicht III	Schicht IVa / IVb
12	Durchlässigkeit	[m/s]	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾
13	Lagerungsdichte D	[-]	0,15 - 1,0 ⁴⁾	0,15 - 1,0 ⁴⁾	0,15 - 1,0 ⁴⁾	0,15 - 1,0 ⁴⁾
14	Kalkgehalt	[%]	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾
15	Sulfatgehalt	[mg/kg]	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾
16	Organischer Anteil	[%]	< 5	< 10	< 5	- ⁵⁾
17	Benennung und Beschreibung organischer Böden ²⁾	[-]	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾
18	Abrasivität LCPC-LAK ⁴⁾	[g/t]	250 – 1.750	50 - 500	50 - 250n. e. ²⁾	100 - 500
19	Bodengruppen nach DIN 18.196	[-]	[TL, TM, TA, UL, UM, UA, SU, SU*, ST, ST*, GU, GU*, GT, GT*, SE, SW, SI, GE, GW, GI], A	UL, UM, UA, SU, SU*, ST, ST*, SE, SW, SI	TL, TM, TA, UL, UM, UA, SU, SU*, ST, ST*, SE, SW, SI	TL, TM, TA, UL, UM, UA, SU, SU*, GU, GU*, ST, ST*, GT, GT*, SE, SW, SI, GE, GW, GI
20	Bodengruppen nach DIN 18.915 ²⁾	[-]	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾	n. e. ²⁾

¹⁾ Eine genaue Beschreibung der Baugrundsichten kann dem Kapitel 5.4 entnommen werden

²⁾ nicht erforderlich

³⁾ bei vorwiegend bindigen Eigenschaften

⁴⁾ bei vorwiegend nicht bindigen Eigenschaften

⁵⁾ gilt nicht für Kohleschichten

Das stark verwitterte bis frische Festgestein (Schicht IVc) wurde im Zuge der Baugrunderkundungsarbeiten nicht erbohrt. Die nachfolgende Tabelle 11 gibt daher lediglich Schätzwerte für die Eigenschaften und Kennwerte des anstehenden Festgestein an, die auf Grundlage zusätzlicher Erkundungen konkret festgestellt werden sollten.

Tabelle 11: Schätzwerte für Eigenschaften und Kennwerte des Festgesteins

Nr.	Eigenschaft / Kennwert	Einheit	Schicht IVc ³⁾
1	ortsübliche Beschreibung	[-]	Sandstein und Tonstein
2	Benennung	[-]	Sedimentgestein
3	Dichte ρ	[g/cm ³]	n.e. ²⁾

Nr.	Eigenschaft / Kennwert	Einheit	Schicht IVc ³⁾
4	Verwitterung, Veränderung, Veränderlichkeit	[-]	stark verwittert bis frisch, nicht veränderlich bis veränderlich
5	Kalkgehalt	[%]	n.e. ²⁾
6	Sulfatgehalt	mg/l	n.e. ²⁾
7	Einaxiale Druckfestigkeit	[MN/m ²]	5 - 150
8	Spaltzugfestigkeit	[MN/m ²]	n.e. ²⁾
9	Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform		nicht bestimmt
10	Öffnungsweite und Kluftfüllung von Trennflächen		n.e. ²⁾
11	Gebirgsdurchlässigkeit	[m/s]	xx
12	Abrasivität CAI	[g/t]	0,3 - 3,0

¹⁾ Eine genaue Beschreibung der Baugrundsichten kann dem Kapitel 5.4 entnommen werden

²⁾ nicht erforderlich

³⁾ Baugrundsicht nicht aufgeschlossen, Schätzwerte

In der nachfolgenden Tabelle werden die einzelnen Baugrundsichten den Homogenbereichen der aus derzeitiger Sicht zu erwartenden Bauverfahren zugeordnet.

Tabelle 12: Zuordnung der Schichten zu Homogenbereichen

Schichten	Bauleistung	Schicht I	Schicht II	Schicht III	Schicht IVa / IVb	Schicht IVc
Homogenbereich	DIN 18.300 Erdarbeiten, Lösen und Laden	EL-A	EL-B			EL-C
	DIN 18.300 Erdarbeiten, Einbau	EE-A	EE-B	EE-C	EE-D	EE-E
	DIN 18.301 Bohrarbeiten	B-A	B-B	B-C	B-D	B-E
	DIN 18.319 Rohrvortriebs- arbeiten	R-A	R-B	R-C	R-D	R-E
	DIN 18.324 Horizontalspül- bohrverfahren	H-A	H-B	H-C	H-D	H-E

Die Zuordnung der Bodenschichten zu den Homogenbereichen ist im Rahmen der weiteren Planung in Abhängigkeit der tatsächlichen Bauverfahren und Baugeräte in Abstimmung mit den Beteiligten seitens der arcon Ingenieurgesellschaft zu überprüfen, ggf. zu modifizieren und zu ergänzen und abschließend festzulegen.

5.8 Grundwasser

Während der Baugrunduntersuchung wurden Hinweise auf Wasser innerhalb der Auffüllung bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) festgestellt. Hier wurden die anstehenden Böden z. T. als „nass“ angesprochen und innerhalb der Bohrlöcher Wasser gemessen. Bei dem Wasser handelt es sich unter Berücksichtigung des Baugrundaufbaus vermutlich um Sicker- und Schichtenwasser.

Hinweise auf Grundwasser wurden bis in die Aufschlusstiefe der Kleinrammbohrungen (KRB) nur vereinzelt innerhalb des vollständig verwitterten bis zersetzten Sandsteins (Schicht IVb) festgestellt.

5.9 Grubenwasser

Nach den vorliegenden Informationen hat im Zuge des untertägigen Kohleabbaus in der Vergangenheit eine Absenkung des Grundwassers stattgefunden. Nach Einstellung des untertägigen Kohleabbaus ist nunmehr durch die RAG AG als Bergbautreibende eine Reduzierung der Grubenwasserhaltung geplant.

Der Grubenwasserspiegel liegt nach den vorliegenden Informationen derzeit in einer Tiefe von ca. 160 m unter Geländeoberfläche, entsprechend einer Höhe von ca. 0 mNHN. Nach den vorliegenden Informationen wird der Grubenwasserspiegel in der Zukunft genehmigt bis maximal auf eine Tiefe von ca. 100 m unter Geländeoberfläche, entsprechend einer Höhe von ca. + 63 mNHN, angehoben. Ab diesem Niveau fließt das Grubenwasser unter natürlichem Gefälle über einen vorhandenen Grubenwasserkanal der Vorflut zu.

5.10 Umwelttechnische Beurteilung

Die bei der Baugrunderkundung angetroffenen Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden weisen mineralische Fremdbestandteile in Form von Bergematerial, Betonbruch, Ziegelbruch und Schlacke sowie

Beimengungen von Natursteinschotter, Quarzkiesen, Kohle und Pflanzenresten auf. Hinweise bzw. sensorische Auffälligkeiten im Hinblick auf schädliche Bodenveränderungen wurden vereinzelt im Bereich der Oehlmühlenstraße festgestellt. Unabhängig hiervon wird darauf hingewiesen, dass das anfallende Bodenmaterial, das zur Entsorgung abgefahren oder an anderer Stelle verwertet werden soll / muss, gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz als Abfall einzustufen ist.

Es sind insofern ergänzende Analysen im Hinblick auf die Wiederverwertung bzw. Entsorgung der anfallenden Aushubböden sowie die allgemeine Schadstoffbelastung vorzunehmen. Hierzu wurden seitens der arcon Ingenieurgesellschaft aus den potenziellen Aushubböden Proben zusammengestellt und zur weiteren Analyse an ein chemisches Labor übergeben.

Die Ergebnisse der vorgenannten Analysen und deren Bewertung werden in einem gesonderten Gutachten der arcon Ingenieurgesellschaft vorgelegt.

6. Geotechnische Kategorie

Gemäß DIN EN 1997-1 (EC7) „Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik“ sind im Hinblick auf die Mindestanforderungen an Umfang und Qualität geotechnischer Untersuchungen, Berechnungen und Bauüberwachungen geotechnische Kategorien in Abhängigkeit von der Schwierigkeit der baulichen Anlage und des Baugrunds anzuwenden.

Unter Berücksichtigung des anstehenden Baugrunds, der Grundwasserverhältnisse sowie der vorliegenden Kenntnisse zu dem geplanten Bauwerk, ist die geplante Baumaßnahme aus derzeitiger Sicht der geotechnischen Kategorie GK 2 zuzuordnen. In Abhängigkeit der zu erwartenden Einwirkungen, der Anforderungen an Setzungen und Setzungsdifferenzen sowie der endgültigen Ausbildung des/r Bauwerks/e ist die vorgenannte Einstufung im Rahmen der weiteren Planung ggf. zu modifizieren.

7. Bautechnische Bewertung der anstehenden Böden

7.1 Lagerung und Verteilung der Schichten über die Trasse

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurde über die gesamte Fläche des I-NOVA Parks eine stark unterschiedliche Baugrundsichtung festgestellt. Hierbei verläuft die Schichtunterkante der Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) in einer Tiefe von ca. 0,3 bis 6,5 m unter Geländeoberfläche, entsprechend einer Höhe von ca. + 159,7 bis + 137,9 m NHN.

Unterhalb der Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) stehen teilweise zunächst gewachsene Schluffe und Fein- bis Mittelsande (Schicht II) an. An vielen Ansatzstellen fehlt diese Schicht II und es wurden direkt die teils bis zu 4,9 Meter mächtigen Tone, Schluffe und Sande (Schicht III) erbohrt. Insbesondere in den tiefer gelegenen, nordwestlichen Bereichen des Geländes nahe der Oehlmühlenstraße und vereinzelt an Stellen mit mächtigeren Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) werden diese direkt vom karbonischen Festgestein (Schicht IV) unterlagert.

7.2 Tragfähigkeit der anstehenden Böden

Schicht I: Oberflächenbefestigungen / Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden

Die teilweise unter den Oberflächenbefestigungen vorhandenen Tragschichtmaterialien (Schicht I) weisen nach den Ergebnissen der Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM) eine gute Tragfähigkeit auf.

Die Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) sind nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung uneinheitlich zusammengesetzt und weisen stark unterschiedliche Tragfähigkeiten auf. Innerhalb der vorgenannten Böden wurden Eindringwiderstände der schweren Rammsonde von überwiegend $N_{10} \sim 1$ bis 65, z. T. > 100 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe der Rammsonde gemessen.

Die aufgefüllten Schluffe und Sande (Schicht I) sind als gering tragfähige Böden einzustufen. Unter Lasteinwirkung ist innerhalb der vorgenannten Böden (Schicht I) mit größeren Verformungen zu rechnen. Bei bindigen Böden klingen die Setzungen erst nach längerer Zeit ab.

Die Auffüllungen in Form von Bergematerial (Schicht I) können Reste von Kohle enthalten.

Die aufgefüllten bindigen Böden (Schicht I) sind als extrem witterungsempfindlich zu bezeichnen. Unter dem Einfluss von Wasser und / oder dynamischen Einwirkungen weichen die bindigen Böden schnell auf und verlieren dann vollständig ihre Tragfähigkeit.

Die aufgefüllten Sande (Schicht I) neigen unter dem Einfluss von Wasser zum Ausfließen. Des Weiteren ist unter Berücksichtigung der weitgehend lockeren Lagerungsdichte der aufgefüllten Sande mit einer Verdichtung dieser Böden unter dem Einfluss von dynamischen Einwirkungen, z. B. beim Einbringen von Verbauelementen, zu rechnen.

Schicht II: Schluffe und Sande (Lösssand / -lehm, Quartär)

Die Fein- bis Mittelsande (Schicht II) stellen einen mäßig tragfähigen Baugrund dar. Unter Lasteinwirkung ist innerhalb der gewachsenen Fein- bis Mittelsande (Schicht II) mit mäßigen Verformungen zu rechnen, die weitgehend unmittelbar nach der Lastaufbringung abklingen.

Unabhängig hiervon neigen die gewachsenen Fein- bis Mittelsande (Schicht II) in Abhängigkeit ihrer Korngrößenverteilung unter dem Einfluss von Wasser zum Ausfließen.

Des Weiteren ist z. T. innerhalb der Fein- bis Mittelsande (Schicht II) unter dynamischen Einwirkungen, z. B. beim Einbringen von Verbauelementen, mit einer Verdichtung der Böden zu rechnen.

Schicht III: Tone, Schluffe und Sande (Geschiebelehm / -mergel, Quartär)

Die gewachsenen Schluffe und Tone (Geschiebelehm / -mergel, Schicht III) sind als gering tragfähige Böden zu bezeichnen. Bei Lasteinwirkungen ist innerhalb dieser Böden mit größeren Setzungen zu rechnen, die unter Berücksichtigung des bindigen Charakters der Böden erst nach längerer Zeit abklingen.

Unabhängig hiervon sind auch die gewachsenen Schluffe und Tone (Schicht III) als extrem bewegungs- und witterungsempfindlich zu bezeichnen. Unter dem Einfluss von Wasser und / oder dynamischen Einwirkungen weichen die Schluffe und Tone (Schicht III) schnell auf und verlieren dann vollständig ihre Tragfähigkeit.

Die Sande (Schicht III) stellen einen mäßig tragfähigen Baugrund dar. Unter Lasteinwirkung ist innerhalb der gewachsenen Sande (Schicht III) mit mäßigen Verformungen zu rechnen, die weitgehend unmittelbar nach der Lastaufbringung abklingen. Bei Vorliegen bindiger Nebenteile der Sande (Schicht III) ist jedoch auch mit nachlaufenden Setzungen zu rechnen.

Unabhängig hiervon neigen die gewachsenen Sande (Schicht III) in Abhängigkeit ihrer Korngrößenverteilung unter dem Einfluss von Wasser zum Ausfließen.

Des Weiteren ist innerhalb der Sande (Schicht III) unter dynamischen Einwirkungen, z. B. beim Einbringen von Verbaulementen, mit einer Verdichtung der Böden zu rechnen.

Schicht IV: Tonstein, Sandstein und Kohle (Karbon)

Das zu einem bindigen Lockergestein verwitterte Festgestein (Schicht IVa) ist als mäßig tragfähiger Boden zu bezeichnen. Innerhalb dieser Böden ist mit mäßigen Verformungen zu rechnen, die aufgrund der bindigen Eigenschaften jedoch erst nach längerer Zeit abklingen.

Die zu einem bindigen Boden verwitterte Festgestein (Schicht IVa) ist des Weiteren als extrem witterungs- und bewegungsempfindlich zu bezeichnen. Unter dem Einfluss von Wasser und dynamischen Beanspruchungen weichen diese Böden schnell auf und verlieren hierdurch vollständig ihre Tragfähigkeit.

Das zu einem nichtbindigen Lockergestein verwitterte Festgestein (Schicht IVb) ist als gut bis sehr gut tragfähiger Boden zu bezeichnen. Unter Lasteinwirkung ist mit geringen Verformungen zu rechnen, die unmittelbar nach der Lastaufbringung abklingen. In Abhängigkeit der Lagerungsdichte neigen diese Böden unter dynamischen Einwirkungen, z. B. beim Einbringen von Verbaulementen, jedoch zur Verdichtung.

Das zur Tiefe anstehende stark verwitterte bis frische Festgestein (Schicht IVc) ist als gut tragfähiger Baugrund einzustufen.

7.3 Durchlässigkeit der anstehenden Böden

Schicht I: Oberflächenbefestigungen / Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden

Die Auffüllungen bzw. die aufgefüllten Böden (Schicht I) weisen eine uneinheitliche Zusammensetzung auf und sind z. T. verfestigt.

Eine einheitliche Durchlässigkeit für die Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden (Schicht I) kann aufgrund dessen nicht angegeben werden.

Anhaltswerte für die Durchlässigkeit der anstehenden Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden (Schicht I) können der Tabelle 4 „Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung“ entnommen werden.

Schicht II: Schluffe und Sande (Lösssand / -lehm, Quartär)

Die gewachsenen Schluffe (Schicht II) weisen nach den Erfahrungen der arcon Ingenieurgesellschaft Durchlässigkeitsbeiwerte in einer Größenordnung von $k_f \sim 1 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-9}$ m/s auf. Gemäß DIN 18.130 „Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes“ sind die gewachsenen Schluffe (Schicht II) demnach als „schwach bis sehr schwach durchlässige“ Böden zu bezeichnen.

Die gewachsenen Fein- bis Mittelsande (Schicht II) zeigen nach den Erfahrungen der arcon Ingenieurgesellschaft Durchlässigkeitsbeiwerte in einer Größenordnung von $k_f \sim 1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-7}$ m/s. Gemäß DIN 18.130 „Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes“ sind die gewachsenen Fein- bis Mittelsande (Schicht II) demnach als „stark durchlässige bis schwach durchlässige“ Böden zu bezeichnen.

Schicht III: Tone, Schluffe und Sande (Geschiebelehm / -mergel, Quartär)

Die gewachsenen Schluffe und Tone (Schicht III) weisen nach den Erfahrungen der arcon Ingenieurgesellschaft und nach den Ergebnissen der Laborversuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung Durchlässigkeitsbeiwerte in einer Größenordnung von $k_f \sim 1 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-10}$ m/s auf. Gemäß DIN 18.130 „Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeits-

beiwertes“ sind die gewachsenen Schluffe und Tone (Schicht III) demnach als „schwach bis sehr schwach durchlässige“ Böden zu bezeichnen.

Die gewachsenen Sande (Schicht III) zeigen nach den Erfahrungen der arcon Ingenieurgesellschaft und nach den Ergebnissen der Laborversuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung Durchlässigkeitsbeiwerte in einer Größenordnung von $k_f \sim 1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-8}$ m/s. Gemäß DIN 18.130 „Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes“ sind die gewachsenen Sande (Schicht III) demnach als „stark durchlässige bis schwach durchlässige“ Böden zu bezeichnen.

Schicht IV: Tonstein, Sandstein und Kohle (Karbon)

Die unterlagernden Sande und Kiese des verwitterten Festgesteins (Schicht IV) weisen nach den Erfahrungen der arcon Ingenieurgesellschaft und nach den Ergebnissen der Laborversuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung Durchlässigkeitsbeiwerte in einer Größenordnung von $k_f = 5 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s auf. Gemäß DIN 18.130 sind die Sande und Kiese des verwitterten Festgesteins (Schicht IV) demnach als „durchlässige“ bzw. „stark durchlässige“ Böden einzustufen.

7.4 Frostepfindlichkeit der anstehenden Böden

In den Bereichen von Straßentrassen stehen in Höhe des Planums vornehmlich Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) sowie in Teilbereichen Tone, Schluffe und Sande mit z. T. schluffigen Nebenanteilen (Schicht II bzw. Schicht III) an. Die Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) weisen unterschiedlich starke Feinkornanteile auf.

Eine genaue Zuteilung der vorgenannten Böden zu bestimmten Trassenabschnitten ist aufgrund der kleinräumig wechselnden Baugrundverhältnisse nicht möglich.

Die vorgenannten Böden lassen sich gemäß ZTVE-StB den Frostepfindlichkeitsklassen F1 bis F3 zuordnen. Vorsorglich sollte unter Berücksichtigung der Witterungsempfindlichkeit und der Zerfallseigenschaft der anstehenden Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden, insbesondere der Tonsteine insgesamt von einer Einstufung der in Höhe bzw. unterhalb der Gradienten anstehenden Böden in die Frostepfindlichkeitsklassen F2 und F3 gemäß ZTVE-StB ausgegangen werden.

Die vorgenannten Böden neigen insofern unter Frosteinwirkung zu Eislinsenbildung. Dies führt zur Zerstörung der Bodenstruktur und beim Auftauen zu einer starken Festigkeits- bzw. Tragfähigkeitsabnahme. Des Weiteren ist damit zu rechnen, dass der aufgetaute Boden aufgrund seines erhöhten Wassergehaltes im Rahmen von Erdarbeiten nur noch eingeschränkt weiterverarbeitet werden kann.

Unter Berücksichtigung der zu erwartenden Frostepfindlichkeit der im Untergrund anstehenden Böden wird seitens der arcon Ingenieurgesellschaft empfohlen, in sämtlichen Bereichen von Strassentrassen eine Frostschutzschicht anzuordnen.

Unabhängig hiervon sind im gesamten Untersuchungsbereich bei der Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus die Angaben und Hinweise in den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12)“ zu beachten.

7.5 Abrasivität der anstehenden Böden

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung stehen in Höhe der Spülbohrung bindige und nicht-bindige sowie uneinheitlich verwiterte Sand- und Tonsteine sowie ggf. Kohleflöze an.

Unter Berücksichtigung der mineralogischen Zusammensetzung der vorgenannten Böden und Festgesteine sind diese als „kaum abrasiv“ bis „stark abrasiv“ zu bezeichnen. Es kann demnach von einem geringen bis sehr hohen Verschleiß der Vortriebswerkzeuge ausgegangen werden.

7.6 Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Auffüllungs- / Bodenmaterialien aus geotechnischer Sicht

Schicht I: Oberflächenbefestigungen / Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden

Die vorhandenen Oberflächenbefestigungen und die Auffüllungsmaterialien der ungebundenen Tragschichten (Schicht I) sind für einen Wiedereinbau in den Kanalgräben aus geotechnischer Sicht nicht geeignet.

Vorbehaltlich der umwelttechnischen Freigabe durch die zuständigen Behörden ist aus geotechnischer Sicht ein Wiedereinbau der aufgefüllten Böden (Schicht I) in die Baugruben grundsätzlich

denkbar, sofern keine erhöhten Anforderungen an die Tragfähigkeit und die Verdichtung des Materials gestellt werden.

Die aufgefüllten Schluffe und Tone (Schicht I) sind aus geotechnischer Sicht für den Wiedereinbau in die Kanalgräben ohne weitere Maßnahmen jedoch nur eingeschränkt geeignet. Diese Böden weisen bindige Eigenschaften auf und sollten deshalb im Vorfeld der Wiedereinbaumaßnahmen, z. B. mit Hilfe von Bindemitteln, verbessert werden. Einzelheiten hierzu sind dann gemeinsam mit den Beteiligten noch abzustimmen.

Die aufgefüllten Sande (Schicht I) können ohne weitere Maßnahmen zum Wiedereinbau in den Kanalgraben verwendet werden.

Der Wiedereinbau des in weiten Teilen des Untersuchungsbereichs festgestellten Bergematerials und der Schlacke (Schicht I) ist aus geotechnischer Sicht ebenfalls denkbar. Die endgültige Eignung ist im Rahmen der Bauzeit auf Basis ergänzender Begutachtungen des Aushubmaterials noch zu prüfen. Gegebenenfalls sind die vorgenannten Auffüllungen vor dem Wiedereinbau zu brechen und zu homogenisieren.

Der Wiedereinbau der in Teilbereichen festgestellten Gemische aus Ziegelbruch, Betonbruch, Schlacke, Kohleresten, Bergematerial, Glasasche, Quarzkiesen, Ton- und Sandsteinstücken, wird dagegen aufgrund der Inhomogenität der vorgenannten Fremdmaterialien aus derzeitiger Sicht nicht empfohlen.

Schicht II: Schluffe und Sande (Lösssand / -lehm, Quartär)

Vorbehaltlich der umwelttechnischen Freigabe durch die zuständigen Behörden ist aus geotechnischer Sicht ein Wiedereinbau der Schluffe und Fein bis Mittelsande (Schicht II) in die Baugruben grundsätzlich denkbar, sofern keine erhöhten Anforderungen an die Tragfähigkeit und die Verdichtung des Materials gestellt werden.

Die Schluffe (Schicht II) sind aus geotechnischer Sicht für den Wiedereinbau in die Kanalgräben ohne weitere Maßnahmen jedoch nur eingeschränkt geeignet. Diese Böden weisen bindige Eigenschaften auf und sollten deshalb im Vorfeld der Wiedereinbaumaßnahmen, z. B. mit Hilfe von

Bindemitteln, verbessert werden. Einzelheiten hierzu sind dann gemeinsam mit den Beteiligten noch abzustimmen.

Die Fein- bis Mittelsande (Schicht II) können ohne weitere Maßnahmen zum Wiedereinbau in die Baugruben verwendet werden.

Schicht III: Tone, Schluffe und Sande (Geschiebelehm / -mergel, Quartär)

Vorbehaltlich der umwelttechnischen Freigabe durch die zuständigen Behörden ist aus geotechnischer Sicht ein Wiedereinbau der Tone, Schluffe und Sande (Schicht III) in die Baugruben grundsätzlich denkbar, sofern keine erhöhten Anforderungen an die Tragfähigkeit und die Verdichtung des Materials gestellt werden.

Die Tone und Schluffe (Schicht III) sind aus geotechnischer Sicht für den Wiedereinbau in die Kanalgräben ohne weitere Maßnahmen jedoch nur eingeschränkt geeignet. Diese Böden weisen bindige Eigenschaften auf und sollten deshalb im Vorfeld der Wiedereinbaumaßnahmen, z. B. mit Hilfe von Bindemitteln, verbessert werden. Einzelheiten hierzu sind dann gemeinsam mit den Beteiligten noch abzustimmen.

Die Sande (Schicht III) können ohne weitere Maßnahmen zum Wiedereinbau in die Baugruben verwendet werden.

Schicht IV: Tonstein, Sandstein und Kohle (Karbon)

Die gewachsenen Sand-Kies-Gemische des verwitterten Festgesteins (Schicht IV) sind für den Wiedereinbau in die Kanalgräben aus geotechnischer Sicht grundsätzlich geeignet.

Allgemeines

Beim Verfüllen von Baugruben ist grundsätzlich darauf zu achten, dass das Verfüllmaterial gleichmäßig in Lagen eingebaut und sorgfältig auf mindestens 97 % der einfachen Proctordichte verdichtet wird, sofern keine anderen Verdichtungsanforderungen vorliegen. Dabei ist zu gewährleisten, dass die Leitungen und Kanäle in ihrer Lage verbleiben. Die verwendeten Baustoffe sowie die gewählten Einbauverfahren dürfen zu keiner schädlichen Verformung oder ungünstigen Lastfällen für die Kanäle führen.

Das Entfernen ggf. zur Grabensicherung eingesetzter Verbaue sollte während der Herstellung der Leitungszone fortschreitend erfolgen. Hierbei sind in jedem Fall die Verlegerichtlinien des Rohrherstellers zu berücksichtigen.

7.7 Injizierbarkeit der anstehenden Böden

Schicht I: Oberflächenbefestigungen / Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden

Die Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) sind insgesamt stark uneinheitlich zusammengesetzt. Angaben zur Injizierbarkeit dieser Böden bzw. Materialien können aufgrund dessen nicht gemacht werden.

Schicht II: Schluffe und Sande (Lösssand / -lehm, Quartär)

Die gewachsenen Schluffe (Schicht II) weisen aufgrund ihrer Korngrößenverteilung nur eine geringe bis sehr geringe Injizierbarkeit auf.

Die gewachsenen Fein- bis Mittelsande (Schicht II) weisen bei einem niedrigen Feinkornanteil eine gute Injizierbarkeit und bei einem hohen Feinkornanteil nur eine mäßige Injizierbarkeit auf.

Schicht III: Tone, Schluffe und Sande (Geschiebelehm / -mergel, Quartär)

Die gewachsenen Schluffe und Tone (Schicht III) weisen aufgrund ihrer Korngrößenverteilung nur eine geringe bis sehr geringe Injizierbarkeit auf.

Die gewachsenen Sande (Schicht III) weisen bei einem niedrigen Feinkornanteil eine gute Injizierbarkeit und bei einem hohen Feinkornanteil nur eine mäßige Injizierbarkeit auf.

Schicht V: Tonstein, Sandstein und Kohle (Karbon)

Die Sand-Kies-Gemische des verwitterten Festgesteins (Schicht IV) weisen insgesamt nur geringe Feinkornanteile auf und zeigen aufgrund dessen insgesamt eine gute Injizierbarkeit.

Weitere Angaben zur Injizierbarkeit, insbesondere zu den möglichen Injektionsmitteln, können im Rahmen der weiteren Planung, sofern erforderlich, seitens der arcon Ingenieurgesellschaft noch gemacht werden.

7.8 Verdichtungsfähigkeit der in Höhe der Aushubsohlen bzw. des Erdplanums anstehenden Böden

In den Bereichen der geplanten Baumaßnahme, in denen in Höhe der Aushubsohle bzw. des Erdplanums nicht bindige Böden in Form von Sanden und Kiesen bzw. Fremdbestandteile anstehen, die aus bodenmechanischer Sicht die Korngrößenverteilung eines nicht bindigen Bodens mit nur geringen bindigen Nebenanteilen aufweisen, zeigen die Böden eine gute Verdichtungsfähigkeit. Diese Böden sind vor den weiteren Arbeiten mit geeignetem Gerät im mehrmaligen Übergang nachzuverdichten. Gleiches gilt für sonstige Bodenersatzmaterialien sowie für in der Aushubsohle ggf. anstehenden vollständig verwitterten bis zersetzten Sandstein (Schicht IVb).

Die in Teilbereichen der geplanten Bauwerke in Höhe des Erdplanums bzw. der Aushubsohle anstehenden bindigen, aufgefüllten bzw. gewachsenen Schluffe und Tone (Schicht I/II/III) sowie der vollständig verwitterte bis zersetzte Tonstein (Schicht IVa) weisen aufgrund ihrer Korngrößenverteilung nur eine eingeschränkte Verdichtungsfähigkeit auf. In diesen Bereichen sind zur Verbesserung der Verdichtbarkeit Bodenverbesserungsmaßnahmen, wie z. B. die Zugabe von Bindemitteln bzw. das Aufbringen von Bodenersatzmaterial, erforderlich.

Bodenverbesserung durch Teilbodenaustausch

Bei einer Bodenverbesserung mit Hilfe eines Teilbodenaustausches ist der in Höhe des Erdplanums anstehende Boden in einer Dicke von $\geq 0,3$ m auszuheben und durch eine Bodenersatzschicht aus geeignetem Bodenersatzmaterial zu ersetzen. Die endgültige Dicke der Bodenersatzschicht sollte in Abhängigkeit der jeweiligen Verdichtungsanforderungen anhand von Probefeldern abschließend festgelegt werden.

Wird zur Bodenverbesserung der Einbau von Bodenersatzmaterial erforderlich, so sollte hierzu ein umweltverträgliches, weitgestuftes, verdichtungsfähiges, schlufffreies, volumenbeständiges Material, z. B. Schotter der Körnung 0/45 mm, Kiese und Sande der Körnung 0/32 mm oder gleichwertig, verwendet werden.

Bodenverbesserung mit Hilfe von Bindemitteln

Alternativ können die in der Aushubsohle anstehenden bindigen oder gemischt körnigen Böden im Vorfeld der Baumaßnahmen, z. B. mit Hilfe von Bindemitteln in Form von Kalk oder hydraulischen Bindemitteln, behandelt werden. Ergänzende Angaben können hierzu, sofern erforderlich, noch gemacht werden.

Bei einer Bodenbehandlung gering tragfähiger Böden mit Hilfe von Bindemitteln sind die Angaben und Hinweisen in den ZTVE-StB 096 sowie in dem „Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln“ der FGSV zu berücksichtigen.

Unter Berücksichtigung der Witterungsempfindlichkeit der in der Aushubsohle anstehenden Böden sind die Aushubsohlen im sogenannten „Andeckverfahren“ herzustellen.

8. Angaben zur Kanal- und Leitungsverlegung in offener Bauweise

8.1 Allgemeine Angaben

Nach den vorliegenden Planunterlagen und den erhaltenen Informationen sollen die geplanten Regen- und Schmutzwasserkanäle sowie auch die Abwasserdruckrohrleitung überwiegend in offener Bauweise verlegt werden. Die geplanten Kanal- bzw. Leitungsabschnitte mit Verlegung in geschlossener Bauweise werden in den nachfolgenden Kapiteln 8 und 9 behandelt.

Die zu erwartenden Aushubtiefen der Kanalgräben können den Tabellen in Abschnitt 3.7 „Höhenlage, Dimensionierung und Verlegung der geplanten Kanäle und Leitungen“ entnommen werden.

In den Anlagen 3.1 bis 3.14 sind die im Rahmen der Erkundungsarbeiten festgestellten Bohrprofile maßstäblich in den Längsschnitten der Kanalabschnitte dargestellt.

8.1.1 Umring West

Im Kanalabschnitt „Umring West“ werden Regenwasserkanäle DN 300/400/600/700/800/900 B und Schmutzwasserkanäle DN 250 Stz verbaut. Beim Regenwasserkanal ist das Gefälle ausgehend vom

Schacht Nr. 6122 nahe der „Osnabrücker Straße“ zunächst in nördliche Richtung und später in östliche Richtung fortlaufend bis zum Schacht Nr. 5011 geführt. Zwischendurch erfolgen Zuläufe aus den Kanalabschnitten „Stichstraße 2“ (Schacht Nr. 6125), „Stichstraße 1“ (Schacht Nr. 6127) und „Gleispark Teil 1“ (Schacht Nr. 6135). Der Schmutzwasserkanal hingegen verläuft ab dem Schacht Nr. 6123 zunächst mit Gefälle in nördliche Richtung bis zum Schacht Nr. 6134 mit Zuläufen aus den Kanalabschnitten „Stichstraße 2“ (Schacht Nr. 6124) und „Stichstraße 1“ (Schacht Nr. 6126). Die östlichen Teilabschnitte ab dem Schacht Nr. 5012 sind bis zum Schacht Nr. 6134 mit Gefälle in westlicher Richtung verlegt. Ab der Zusammenführung im Schacht Nr. 6134 erfolgt die Weiterleitung des Schmutzwassers im Kanalabschnitt „Gleispark Teil 1“ in westliche Richtung.

Die Aushubsohle beider Kanalgräben verlaufen in diesen Kanalabschnitt voraussichtlich in weiten Teilen innerhalb von gewachsenen Schluffen und Sanden (Schicht II) bzw. Tonen, Schluffen und Sanden (Schicht III). In Teilbereichen können jedoch auch in der Aushubsohle Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden (Schicht I) vorwiegend in Form von Bergematerial in der Korngrößenverteilung (schwach) schluffiger Sand-Kies-Gemische anstehen. Insbesondere beim Regenwasserkanal kann in den östlichen Teilabschnitten mit zunehmender Tiefenlage die Aushubsohle im Bereich des vollständig verwitterten bis zersetzten Sandsteins (Schicht IVb) liegen. Dieser weist hier die Korngrößenverteilung z. T. (schwach) schluffiger Sand-Kies-Gemische auf. Im Bereich der Anschlüsse an den Kanalabschnitt „Gleispark Teil 1“ (Schacht Nr. 6134 bzw. 6135) konnte die Baugrubensohle im Rahmen der Baugrunderkundung infolge hoher Bohrwiderstände nicht erkundet werden. Insofern kann nicht ausgeschlossen werden, dass in den betreffenden Teilabschnitten z. B. Bauwerks- und Fundamentreste im Untergrund verblieben sind.

Mit dem Kanalgraben werden im Rahmen der Aushubarbeiten jedoch in allen Bereichen die Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) und in weiten Bereich gewachsene Schluffe und Sande (Schicht II) bzw. Tone, Schluffe und Sande (Schicht III) durchörtert, beim Regenwasserkanal in östlichen Teilabschnitten auch vollständig verwitterter bis zersetzter Sandstein (Schicht IVb). In dem Teilbereich ab der „Osnabrücker Straße“ in nördliche Richtung bis etwa zur „Stichstraße 1“ stehen zunächst Oberflächenbefestigungen in Form von Pflaster bzw. Asphalt mit teilweise unterlagernder

Magerbetonschicht sowie mit Tragschichten vorwiegend aus Natursteinschotter mit Beimengungen u. a. von Betonbruch, Schlacke und Natursteinstücken an.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung liegt der Kanalabschnitt „Umring West“ lediglich nahe der „Osnabrücker Straße“ ggf. im Einflussbereich von Grundwasser. Dies steht nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung im Bereich des verwitterten Festgesteins in einer Tiefe von ca. 4,8 m unter Geländeoberfläche (Messung am 24.02.2026) an. Die Aushubsohlen der Kanalgräben in diesem Bereich sind hiervon voraussichtlich nicht betroffen. Grundsätzlich kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass in Teilabschnitten der Kanalgräben Sicker- und Schichtenwasser anfällt.

8.1.2 Umring Ost

Im Kanalabschnitt „Umring Ost“ werden Regenwasserkanäle DN 300/400/500 B und Schmutzwasserkanäle DN 250 Stz verbaut. Der Schmutzwasserkanal liegt unterhalb des Regenwasserkanals. Das Gefälle verläuft jeweils ausgehend vom Startpunkt im Bereich der Osnabrücker Straße, Schacht Nr. 3089 bzw. 3090, zunächst in nördliche Richtung und nach der 90°-Kurve in westliche Richtung bis zum Anschluss an den Schacht Nr. 5011 bzw. 5012. Ab hier verläuft der Schmutzwasserkanal mit fortlaufendem Gefälle weiter in westliche Richtung im Kanalabschnitt „Umring West“. Der Regenwasserkanal hingegen mit dem Regenwasserkanal des Kanalabschnitts „Umring West“ zusammengeführt und verläuft weiter im Kanalabschnitt „Nord-Süd-Verbindung“ mit Gefälle in nördliche Richtung.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung verlaufen die Aushubsohlen beider Kanalgräben in diesen Kanalabschnitt voraussichtlich in weiten Teilen innerhalb von gewachsenen Schluffen und Sanden (Schicht III). Insbesondere im ersten Teilabschnitt stehen in den Aushubsohlen zunächst auch Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden (Schicht I) an. Sie bestehen hier vorrangig aus Tragschichtmaterialien wie z. B. Kalksteinschotter mit Beimengungen u. a. von Glasasche in der Korngrößenverteilung z. T. schwach schluffiger, sandiger Kiese. In späteren Teilabschnitten mit zunehmender Tiefenlage der Aushubsohlen liegen diese insbesondere beim Schmutzwasserkanal, ggf. aber auch beim Regenwasserkanal, im Bereich des vollständig verwitterten bis zersetzten Sandsteins

(Schicht IVb). Dieser weist hier die Korngrößenverteilung z. T. (schwach) schluffiger Sand-Kies-Gemische auf.

Mit dem Kanalgraben werden im Rahmen der Aushubarbeiten jedoch in allen Bereichen die Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) und gewachsene Schluffe und Sande (Schicht III) durchörtert. In Teilbereichen stehen zunächst Oberflächenbefestigungen in Form von Beton bzw. Pflaster sowie unterlagernde Tragschichten aus Splitt, Kalksteinschotter mit Beimengungen u. a. von Glasasche, Schlacke und Kohlestücken an. Die Schicht II (Lösssand / -lehm, Quartär) wurde in diesem Abschnitt nicht angetroffen.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung liegt der Kanalabschnitt „Umring Ost“ nicht im Einflussbereich von Grundwasser. Grundsätzlich kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung nicht ausgeschlossen werden, dass in Teilabschnitten der Kanalgräben Sicker- und Schichtenwasser anfällt.

8.1.3 Stichstraße 1

Im Kanalabschnitt „Stichstraße 1“ werden Regenwasserkanäle DN 400 B und Schmutzwasserkanäle DN 250 Stz verbaut. Der Schmutzwasserkanal liegt unterhalb des Regenwasserkanals. Das Gefälle verläuft in östliche Richtung zum Anschluss an den Schacht Nr. 6127 bzw. 6126 im Kanalabschnitt „Umring West“.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung verlaufen die Aushubsohlen beider Kanalgräben in diesen Kanalabschnitt zu Beginn in den Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I). Sie bestehen hier aus Bergematerial bzw. aus Fremdbestandteilen vorwiegend aus Ziegelbruch, Betonbruch und ggf. Schlacke in der Korngrößenverteilung sandiger Kiese. Im weiteren Verlauf liegen die Aushubsohlen sowohl im Bereich von Sanden (Schicht II bzw. III) als auch im Bereich von Tonen (Schicht III).

Mit dem Kanalgraben werden im Rahmen der Aushubarbeiten jedoch in allen Bereichen die Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) und gewachsene Tone und Sande (Schicht II bzw. III) durchörtert. Im Weiteren liegt der Kanalabschnitt „Stichstraße 1“ vollständig im Bereich einer be-

stehenden Fahrbahn. Insofern steht zunächst eine Oberflächenbefestigung in Form von Asphalt mit teilweise unterlagernder Magerbetonschicht sowie mit Tragschichten vorwiegend aus Natursteinschotter mit Beimengungen u.a. von Betonbruch, Schlacke und Sandsteinstücken an.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung liegt der Kanalabschnitt „Stichstraße 1“ nicht im Einflussbereich von Grundwasser. Grundsätzlich kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung nicht ausgeschlossen werden, dass in Teilabschnitten der Kanalgräben Sicker- und Schichtenwasser anfällt.

8.1.4 Stichstraße 2

Im Kanalabschnitt „Stichstraße 1“ werden Regenwasserkanäle DN 300 B und Schmutzwasserkanäle DN 250 Stz verbaut. Der Schmutzwasserkanal liegt unterhalb des Regenwasserkanals. Das Gefälle verläuft in westliche Richtung zum Anschluss an den Schacht Nr. 6125 bzw. 6124 im Kanalabschnitt „Umring West“.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung verlaufen die Aushubsohlen beider Kanalgräben in diesen Kanalabschnitt sowohl im Bereich von gewachsenen Sanden (Schicht II) als auch im Bereich von gewachsenen Tonen (Schicht III).

Mit dem Kanalgraben werden im Rahmen der Aushubarbeiten jedoch in allen Bereichen die Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) und gewachsene Tone und Sande (Schicht II bzw. III) durchörtert. Im Weiteren liegt der Kanalabschnitt „Stichstraße 2“ vollständig im Bereich einer bestehenden Fahrbahn. Insofern steht zunächst eine Oberflächenbefestigung in Form von Asphalt mit Tragschichten vorwiegend aus Natursteinschotter mit Beimengungen u.a. von Betonbruch, Schlacke und Bergematerial an.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung liegt der Kanalabschnitt „Stichstraße 2“ nicht im Einflussbereich von Grundwasser. Grundsätzlich kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung nicht ausgeschlossen werden, dass in Teilabschnitten der Kanalgräben Sicker- und Schichtenwasser anfällt.

8.1.5 Gleispark Teil 1

Im Kanalabschnitt „Gleispark Teil 1“ verlaufen Regenwasser- und Schmutzwasserkanal in gegensätzlicher Gefällerrichtung. Der Schmutzwasserkanal DN 250 Stz transportiert das Schmutzwasser ab dem Schacht Nr. 6134 des Kanalabschnitts „Umring West“ weiter mit Gefälle in westlicher Richtung. Der Regenwasserkanal DN 400/500 B leitet das Regenwasser ab dem westlich gelegenen Schacht Nr. 8022 in östliche Richtung bis zum Anschluss an den Schacht Nr. 6135 des Kanalabschnitts „Umring West“ ab.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung verlaufen die Aushubsohlen beider Kanalgräben in diesen Kanalabschnitt voraussichtlich ausschließlich innerhalb der mächtigen Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I). Diese bestehen in diesem Kanalabschnitt vorwiegend aus Bergematerial mit Beimengungen u.a. von Natursteinschotter- bzw. -stücken, Ziegel- und Betonbruch in der Korngrößenverteilung (schwach) schluffiger Sand-Kies-Gemische. Im Bereich der Anschlüsse am Kanalabschnitt „Umring West“ konnte die Baugrubensohle im Rahmen der Baugrunderkundung infolge hoher Bohrwiderstände nicht erkundet werden. Insofern kann nicht ausgeschlossen werden, dass in den betreffenden Teilabschnitten nahe dem „Umring West“ z. B. Bauwerks- und Fundamentreste im Untergrund verblieben sind.

Mit den Kanalgräben werden im Rahmen der Aushubarbeiten ebenfalls in allen Bereichen voraussichtlich ausschließlich Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) durchörtert.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung liegt der Kanalabschnitt „Gleispark Teil 1“ nicht im Einflussbereich von Grundwasser. Grundsätzlich kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung nicht ausgeschlossen werden, dass in Teilabschnitten der Kanalgräben Sicker- und Schichtenwasser anfällt.

8.1.6 Gleispark Teil 2

Im Kanalabschnitt „Gleispark Teil 2“ wird nur ein Schmutzwasserkanal DN 250 Stz verbaut. Das Gefälle verläuft in der Fortführung des Kanalabschnitts „Gleispark Teil 1“ weiter in westliche Richtung. Am Ende des I-NOVA Park Geländes erfolgt zunächst ein Umschwenken in südliche Richtung

bevor nach erneutem Umschwenken in westliche Richtung in einem kurzen Abschnitt mit starken Gefälle die Böschung zur „Oehlmühlenstraße“ durchlaufen wird. In der Fortführung erfolgt im „Duskampweg“ der Anschluss an den Schacht Nr. 6008 des städtischen Abwasserkanalnetzes.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung verläuft die Aushubsohle des Kanalgrabens in diesen Kanalabschnitt im anfänglichen Bereich des I-NOVA Park-Geländes voraussichtlich ausschließlich innerhalb der mächtigen Auffüllungen (Schicht I) in Form von Bergematerial in der Korngrößenverteilung (schwach) schluffiger Sand-Kies-Gemische. Im Zuge der Böschung sowie im weiteren Verlauf bis zum Anschluss an den Schacht Nr. 6008 wechselt die Aushubsohle in Bereiche gewachsener Tone und Schluffe (Schicht III).

Mit dem Kanalgraben werden im Rahmen der Aushubarbeiten jedoch in allen Bereichen die Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) und in Teilbereichen gewachsene Tone und Schluffe (Schicht III) durchörtert. Darüber hinaus wird im späteren Verlauf des Kanalabschnitts „Gleispark Teil 2“ nach der Böschung zunächst die „Oehlmühlenstraße“ gekreuzt sowie der Kanalgraben im „Duskampweg“ fortgeführt. In diesen Bereichen stehen zunächst Oberflächenbefestigungen in Form von Asphalt mit Tragschichten vorwiegend aus Natursteinschotter mit Beimengungen u. a. von Betonbruch an. Die Schicht II (Lösssand / -lehm, Quartär) wurde in diesem Abschnitt nicht angetroffen.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung liegt der Kanalabschnitt „Gleispark Teil 2“ nicht im Einflussbereich von Grundwasser. Grundsätzlich kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung nicht ausgeschlossen werden, dass in Teilabschnitten der Kanalgräben Sicker- und Schichtenwasser anfällt.

8.1.7 Nord-Süd-Verbindung

Im Kanalabschnitt „Nord-Süd-Verbindung“ wird nur ein Regenwasserkanal verbaut. Kurz hinter der Zusammenführung der Regenwasserkanäle von „Umring West“ und „Umring Ost“ wird ein Lamellenklärer Typ ViaTub 18L verbaut. Anschließend werden Regenwasserkanäle DN 1000 B verlegt. Das Gefälle verläuft in nördliche Richtung.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung verläuft die Aushubsohle des Kanalgrabens in diesen Kanalabschnitt sowohl im Bereich von gewachsenen Schluffen und Sanden (Schicht III) als auch im Bereich des vollständig verwitterten bis zersetzten Sandsteins (Schicht IVb) in der Korngrößenverteilung z. T. (schwach) schluffiger Sand-Kies-Gemische. Darüber hinaus kann insbesondere nicht ausgeschlossen werden, dass die Aushubsohle in Teilabschnitten innerhalb des stark verwitterten bis frischen Festgesteins (Schicht IVc) verläuft.

Mit dem Kanalgraben werden im Rahmen der Aushubarbeiten jedoch in allen Bereichen die Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) und gewachsene Tone, Schluffe und Sande (Schicht III) sowie in Teilbereichen vollständig verwitterter bis zersetzter Sandstein (Schicht IVb) sowie ggf. stark verwittertes bis frisches Festgestein (Schicht IVc) durchörtert. Die Auffüllungen enthalten im Kanalabschnitt „Nord-Süd-Verbindung“ in weiten Teilen voraussichtlich u. a. größere Mengen an Gleis- und Schotter. Zudem besteht im zweiten Teilabschnitt zwischen Schacht Nr. 5027 und 7003 derzeit noch eine Kühlturmtasse aus Beton. Es sollte geklärt werden, inwieweit diese vor Beginn der Kanalarbeiten zurückgebaut ist.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung liegt der Kanalabschnitt „Nord-Süd-Verbindung“ nicht im Einflussbereich von Grundwasser. Grundsätzlich kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung nicht ausgeschlossen werden, dass in Teilabschnitten der Kanalgräben Sicker- und Schichtenwasser anfällt.

8.1.8 Landabsatz

Im Kanalabschnitt „Landabsatz“ werden ein Regenwasserkanal DN 1000 B und ein Schmutzwasserkanal DN 250 Stz jeweils mit Gefälle in westlicher Richtung verbaut. Der Regenwasserkanal steht in der Fortführung des Kanalabschnitts „Nord-Süd-Verbindung“ und führt das gesammelte Regenwasser des gesamten südlichen Bereichs des I-NOVA Parks dem bestehenden Regenrückhaltebecken „RRB Landabsatz“ und dem neu geplanten Regenrückhaltebecken westlich der „Oehlmühlenstraße“ zu. Die Schmutzwasserkanalisation beginnt auf dem hoch gelegenen Bereich des I-NOVA Parks ab dem Schacht Nr. 7009 (Deckelhöhe ca. + 159,0 mNHN) und endet beim SW-Doppel-Pumpwerk Nr. 4044 (Deckelhöhe ca. + 141,5 mNHN) im Bereich der „Oehlmühlenstraße“.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung verlaufen die Aushubsohlen beider Kanalgräben in diesen Kanalabschnitt überwiegend im Bereich vollständig verwitterten bis zersetzten Sandsteins (Schicht IVb) bzw. Tonsteins (Schicht IVa). In Teilbereichen und insbesondere beim Schmutzwasserkanal im hoch gelegenen Bereich des I-NOVA Parks liegt die Aushubsohle im Bereich gewachsener Schluffe und Sande (Schicht III). In Teilbereichen konnte die Aushubsohle im Rahmen der Baugrunderkundung infolge hoher Bohrwiderstände nicht erkundet werden. Insofern kann nicht ausgeschlossen werden, dass hier in den Aushubsohlen bereits stark verwittertes bis frisches Festgestein (Schicht IVc) vorliegt.

Mit dem Kanalgraben werden im Rahmen der Aushubarbeiten in allen Bereichen die Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) sowie in Teilbereichen gewachsene Schluffe und Sande (Schicht III), vollständig verwitterter bis zersetzter Sandstein (Schicht IVb) bzw. Tonstein (Schicht IVa) und ggf. stark verwittertes bis frisches Festgestein (Schicht IVc) durchörtert. Darüber hinaus verläuft der Kanalabschnitt „Landabsatz“ im weiten Teilen im Bereich der bestehenden Fahrbahn der Werksstraße bzw. zukünftigen Straße „Am Landabsatz“ und kreuzt im späteren Bereich die Fahrbahn der „Oehlmühlenstraße“ und den anschließenden Geh- und Radweg. In diesen Bereichen steht zunächst eine Oberflächenbefestigung in Form von Asphalt mit unterlagernder Tragschicht vorwiegend aus Kalksteinschotter mit Beimengungen u. a. von Schlacke, Asche, Glasasche und Natursteinstücken an.

In den tief gelegenen Bereichen an der „Oehlmühlenstraße“ und am Fuß der Straße „Am Landabsatz“ wurde im Rahmen der Baugrunderkundung Grundwasser im Verwitterungshorizont des Festgesteins (Schicht IVb) in Tiefen von ca. 1,8 bzw. 2,4 m unter Geländeoberfläche, entsprechend einer Höhe von ca. + 139,6 bis 139,1 mNHN, festgestellt. Grundsätzlich ist der Grundwasserstand gewissen jahreszeitlichen Schwankungen unterlegen. Hiervon betroffen sind die Aushubsohlen beider Kanalgräben voraussichtlich ab den tiefergelegenen Teilabschnitten unterhalb von Schacht Nr. 2034 bzw. 2035. Unabhängig davon kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass in Teilabschnitten der Kanalgräben Sicker- und Schichtenwasser anfällt.

8.1.9 RRB Landabsatz

Im Kanalabschnitt „RRB Landabsatz“ wird nur ein Regenwasserkanal DN 500/600/700 B verbaut. Ab dem Schacht Nr. 2027 des Kanalabschnitts „Landabsatz“ wird ein Teil des gesammelten Regenwassers dem bereits bestehenden Regenrückhaltebecken „RRB Landabsatz“ zugeführt. Eine bedarfsweise Ableitung bzw. Entleerung aus diesem Regenrückhaltebecken wird dem Kanalabschnitt „Landabsatz“ im tiefergelegenen Schacht Nr. 4041 zugeführt.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung verläuft die Aushubsohle des Kanalgrabens in diesen Kanalabschnitt voraussichtlich in weiten Teilen innerhalb des vollständig verwitterten bis zersetzten Sandsteins (Schicht IVb) sowie teilweise innerhalb von Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) in Form von Bergematerial in der Korngrößenverteilung (schwach) schluffiger Sand-Kies-Gemische.

Mit dem Kanalgraben werden im Rahmen der Aushubarbeiten in allen Bereichen die Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) und in Teilbereichen gewachsene Schluffe (Schicht III) sowie der vollständig verwitterte bis zersetzte Sandstein (Schicht IVb) durchörtert. Darüber hinaus wird im späteren Verlauf des Kanalabschnitts „Sundern“ die Fahrbahn der „Oehlmühlenstraße“ und der anschließende Geh- und Radweg gekreuzt. In diesem Bereich steht zunächst eine Oberflächenbefestigung in Form von Asphalt mit teilweise unterlagernder Magerbetonschicht sowie mit Tragschichten vorwiegend aus Kalksteinschotter mit Beimengungen u. a. von Schlacke an.

In den tiefergelegenen Bereichen an der „Oehlmühlenstraße“ und am Fuß der Straße „Am Landabsatz“ wurde im Rahmen der Baugrunderkundung Grundwasser im Verwitterungshorizont des Festgesteins (Schicht IVb) in Tiefen von ca. 1,8 bzw. 2,4 m unter Geländeoberfläche, entsprechend einer Höhe von ca. + 139,6 bis 139,1 mNHN, festgestellt. Grundsätzlich ist der Grundwasserstand gewissen jahreszeitlichen Schwankungen unterlegen. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass die Aushubsohlen des Kanalgrabens in den tiefer gelegenen Teilabschnitten in der Fortführung hinter dem Regenrückhaltebecken „RRB Landabsatz“ hiervon betroffen sind. Unabhängig davon kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass in Teilabschnitten der Kanalgräben Sicker- und Schichtenwasser anfällt.

8.1.10 Sundern

Im Kanalabschnitt „Sundern“ wird nur ein Regenwasserkanal DN 300 B verbaut. Die Verlegung in offener Bauweise erfolgt auf der Rückseite des Abgrenzungswalls ab dem Schacht Nr. 3047.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung verläuft die Aushubsohle des Kanalgrabens in diesen Kanalabschnitt voraussichtlich in weiten Teilen innerhalb des vollständig verwitterten bis zersetzten Sandsteins (Schicht IVb) bzw. Tonsteins (Schicht IVa). Abweichend hiervon liegt die Aushubsohle im ersten Abschnitt ab dem Schacht Nr. 3037 zunächst innerhalb gewachsener Tone (Schicht III). Darüber hinaus kann insbesondere im zweiten und dritten Abschnitt nicht ausgeschlossen werden, dass die Aushubsohle in Teilabschnitten innerhalb des stark verwitterten bis frischen Festgesteins (Schicht IVc) verläuft.

Mit dem Kanalgraben werden im Rahmen der Aushubarbeiten jedoch in allen Bereichen die Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) und gewachsene Tone, Schluffe und Sande (Schicht III) durchörtet. Darüber hinaus wird im späteren Verlauf des Kanalabschnitts „Sundern“ die Fahrbahn der „Oehlmühlenstraße“ und der anschließende Geh- und Radweg gekreuzt. In diesem Bereich steht zunächst eine Oberflächenbefestigung in Form von Asphalt mit teilweise unterlagernder Magerbetonschicht sowie mit Tragschichten vorwiegend aus Kalksteinschotter mit Beimengungen u. a. von Schlacke an.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung liegt der Kanalabschnitt „Sundern“ nicht im Einflussbereich von Grundwasser. Grundsätzlich kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung nicht ausgeschlossen werden, dass in Teilabschnitten der Kanalgräben Sicker- und Schichtenwasser anfällt.

8.1.11 Oehlmühlenstraße (Druckrohrleitung, Abschnitt 1)

Ausgehend vom SW-Doppel-Pumpwerk Nr. 4044 erfolgt die Verlegung der Druckrohrleitung DA 225 im ersten Abschnitt von ca. 559 Metern Länge in offener Bauweise.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung verläuft die Aushubsohle des Kanalgrabens in diesen Kanalabschnitt voraussichtlich vorwiegend innerhalb von Auffüllungen bzw.

aufgefüllten Böden (Schicht I) und des vollständig verwitterten bis zersetzten Sandsteins (Schicht IVb) sowie in Teilbereichen innerhalb von gewachsenen Schluffen und Sanden (Schicht II bzw. Schicht III).

Mit dem Kanalgraben werden im Rahmen der Aushubarbeiten jedoch in allen Bereichen die Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) sowie in Teilbereichen gewachsene Schluffe und Sande (Schicht II bzw. III) und vollständig verwitterter bis zersetzter Sandstein (Schicht IVb) durchörtert. Darüber ist der gesamte Verlauf des Kanalabschnitts im Geh- und Radweg neben der „Oehlmühlenstraße“ bzw. es werden Fahrbahnen im Bereich von Einmündungen von Nebenstraßen in die „Oehlmühlenstraße“ gekreuzt. Insofern steht in diesem Kanalabschnitt grundsätzlich zunächst eine Oberflächenbefestigung in Form von Asphalt mit unterlagernder Tragschichten vorwiegend aus Kalk- bzw. Natursteinschotter mit Beimengungen u.a. von Schlacke, Betonbruch, Bergematerial, Asche und Natursteinstücken an.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung liegt der Kanalabschnitt „Druckrohrleitung Oehlmühlenstraße“ weitestgehend nicht im Einflussbereich von Grundwasser. Zu Beginn im Bereich im tief gelegenen Bereich nahe des SW-Doppel-Pumpwerks kann nicht ausgeschlossen werden, dass in der Aushubsohle Grundwasser ansteht. Unabhängig davon kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass in Teilabschnitten der Kanalgräben Sicker- und Schichtenwasser anfällt.

8.2 Herstellung der Kanal- und Leitungsgräben

Vor dem Aushub der Kanalgräben müssen zunächst die vorhandenen Oberflächenbefestigungen (Schicht I) in Form von Asphalt in der erforderlichen Breite aufgenommen werden. Anschließend sind ggf. vorhandene Tragschichten (Schicht I) zu durchörtern.

Die Schwarzdecken und Schlacken sind insofern im Vorfeld der Kanalherstellung zu „sägen“ bzw. zu durchtrennen. Andernfalls ist mit dem Aufbrechen größerer verfestigter „Platten“ zu rechnen, die unkontrollierbare Größen aufweisen können.

Es wird weiterhin darauf hingewiesen, dass im Rahmen des weiteren Aushubs der Leitungsgräben im Hinblick auf einen späteren Wiedereinbau bzw. die Entsorgung der Aushubböden auf eine Trennung der anstehenden Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) und der gewachsenen Böden (Schicht II / III / IV) während des Aushubes zu achten ist.

8.3 Sicherung der Leitungsgräben / Grabenverbau

Genaue Angaben zur Ausbildung und zur Sicherung der geplanten Kanalgräben liegen der arcon Ingenieurgesellschaft derzeit nicht vor.

Unter Berücksichtigung des Baugrundaufbaus und der Baugrundsichtung, der Lagerungsdichte der Böden, der Kanalgrabentiefe und der zu erwartenden Breite des Kanalgrabens sowie der Grundwasserverhältnisse, ist die Sicherung der Kanalgräben z. B. mit Hilfe eines Dielenkammerverbaus denkbar. Im Bereich von Ver- oder Entsorgungsleitungen können die Kanalgräben z. B. mit Hilfe eines waagerechten Holzverbaus gesichert werden.

Es wird in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass die Dielen des Verbaus möglichst erschütterungsarm eingebracht werden sollten, da die anstehenden Böden unter Berücksichtigung der festgestellten Lagerungsdichte unter dem Einfluss von dynamischen Einwirkungen, z. B. bei einem Einrütteln der Dielen, zur Verdichtung neigen. In diesem Fall können größere Setzungen an der Geländeoberfläche nicht ausgeschlossen werden.

Alternativ können auch die in der DIN 4124 „Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“ genannten Grabenverbaugeräte verwendet werden. Hierbei sind die Angaben und Hinweise in der vorgenannten Norm zu beachten.

Unabhängig von der Art der Verbaugeräte sind Einwirkungen von benachbarten Bauwerken und von Verkehrslasten auf die Verbaugeräte bei der Auswahl und bei der Festlegung der Verbauverfahren zu beachten.

In den Kanalabschnitten im Umfeld der Einmündung der zukünftigen Straße „Am Landabsatz“ in die „Oehlmühlenstraße“ verläuft die planmäßige Kanalsohle unterhalb des höchsten Grundwasser-

spiegels (HGW). In diesem Bereich ist ggf. anstehendes Grundwasser vor den Baumaßnahmen abzusenken, um die vorgenannten Sicherungsverfahren für die Leitungsgräben umsetzen zu können (vgl. auch Kapitel 9.3 „Wasserhaltung während der Bauzeit“).

Bei tieferen Gräben sowie in Bereichen, in denen aufgrund von Nachbarbebauung oder aufgrund von in der Umgebung der Kanalgräben vorhandenen Leitungen erhöhte Anforderungen an die zulässigen Verformungen bestehen, weitergehende Maßnahmen zur Baugrubensicherung erforderlich.

In jedem Fall sind die auf die Verbauwände aus einer ggf. vorhandenen Nachbarbebauung und aus Verkehrslasten resultierenden Einwirkungen sowie die Verformungsanforderungen bei der Wahl sowie bei der Berechnung und der Bemessung der Verbauwände zu beachten.

Weitergehend Einzelheiten sind im Rahmen der weiteren Planung gemeinsam mit den Beteiligten ggf. noch zu erörtern und festzulegen.

Unabhängig hiervon sind die im Bereich der geplanten Kanaltrasse im Untergrund vorhandenen Ver- und Entsorgungsleitungen zu beachten.

Angaben zur Berechnung und Bemessung der Grabenverbaue können seitens der arcon Ingenieurgesellschaft im Rahmen der weiteren Planung noch gemacht werden.

8.4 Herstellung der Aushubsohlen

Die im Bereich des Kanalgrabens in Höhe der Aushubsohle anstehenden gewachsenen Schluffe und Sande (Schicht II), Tone (Schicht III) bzw. des Verwitterungshorizontes des Karbons (Schicht IV) weisen aus geotechnischer Sicht grundsätzlich eine ausreichende Tragfähigkeit zur Aufnahme der aus dem geplanten Kanal zu erwartenden Einwirkungen auf.

Die in der Aushubsohle anstehenden nichtbindigen Böden sind vor Beginn der weiteren Arbeiten jedoch mit geeigneten Geräten in mehrmaligem Übergang nachzuverdichten.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung stehen in Höhe der Aushubsohlen häufig bindige Böden in Form von Schluffen und Tonen an, teils vorliegende gewachsene Sande (Schicht II) können

stark bindige Nebenanteile aufweisen. In solchen Bereichen sollten die vorgenannten Böden in einer Stärke von $\geq 0,3$ m unterhalb der planmäßigen Aushubsohle ausgehoben und durch geeignetes Bodenersatzmaterial ersetzt werden. Als Bodenersatzmaterial sollte ein nichtbindiges, weitgestuftes, schlufffreies, volumenbeständiges, verdichtungsfähiges, umweltverträgliches Material, z. B. Kiese und Sande der Körnung 0/32 mm, Schotter der Körnung 0/45 mm oder gleichwertig, verwendet werden. Das Bodenersatzmaterial ist lagenweise einzubauen und auf mindestens 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Die Dicke der vorgenannten Bodenersatzschicht ist in Abhängigkeit der Anforderungen an die erforderliche Tragfähigkeit der im Bereich unterhalb der Leitungszone anstehenden Böden aus statischer Sicht ggf. noch zu modifizieren.

Die Aushubsohle ist unter Berücksichtigung der Witterungsempfindlichkeit der anstehenden Böden in diesem Bereich im Andeckverfahren herzustellen. Hierzu sind die anstehenden gemischtkörnigen bzw. bindigen Böden (Schlufflinsen) mit Hilfe eines Tieflöffelbaggers, der einen Löffel mit gerader Schneide installiert hat, sauber rückwärtsschreitend herzustellen. Unmittelbar hierauf ist das Bodenersatzmaterial vor Kopf einzubauen und zu verdichten.

Die im Zusammenhang mit dem Einbau von Bodenersatzmaterialien erforderliche größere Aushubtiefe ist bei der Berechnung und Bemessung ggf. erforderlicher Baugrubenverbaue zu berücksichtigen.

Soll die Bodenersatzschicht direkt als Leitungsbettung genutzt werden, so ist sie entsprechend den Angaben und Hinweisen in der DIN EN 1610 „Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“ herzustellen. Die vorgenannte Norm ist bei der Herstellung der Aushubsohlen und der Verlegung des Kanals zu beachten.

8.5 Angaben zur Wiederverfüllung des Kanalgrabens

Derzeit liegen der arcon Ingenieurgesellschaft noch keine Angaben zu der geplanten Wiederverfüllung der Kanalgrube, insbesondere zu den Verfüllmaterialien sowie zu Verdichtungsanforderungen vor.

Angaben zur Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden können dem Kapitel 7.6 „Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Auffüllungs- / Bodenmaterialien aus geotechnischer Sicht“ entnommen werden.

Bei der Verfüllung der Kanalgräben ist insbesondere auf eine fachtechnisch einwandfreie Verdichtung der eingebauten Bodenersatzmaterialien im Bereich der Rohrzwickel bzw. im Bereich des Rohraufagers zu achten. Die Verdichtungsanforderungen sind unter Berücksichtigung der Rohrstatik ggf. gemeinsam mit den Beteiligten noch festzulegen. Gleiches gilt für den Einbau und die Verdichtung der Bodenersatzmaterialien im Bereich der Leitungszonen.

In jedem Fall sind die Bodenersatzmaterialien lagenweise einzubauen und zu verdichten. Bei der Wahl des Verdichtungsgerätes und bei der Verdichtung der Bodenersatzmaterialien ist darauf zu achten, dass die Rohre nicht beschädigt werden.

Weitere Einzelheiten zur Wiederverfüllung der Kanalgräben sind ggf. gemeinsam mit den Beteiligten noch abzustimmen.

Unabhängig hiervon sollte die Tragfähigkeit und die Verdichtung der eingebauten Materialien anhand von Verdichtungskontrollen überprüft werden.

8.6 Wasserhaltung während der Bauzeit

Grundsätzlich kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung nicht ausgeschlossen werden, dass in Teilabschnitten der Kanalgräben Sicker- und Schichtenwasser anfällt. Eine räumliche Zuteilung ist hierbei nicht möglich, da sich je nach vorherrschender Witterung und Jahreszeit die Wasserführung der einzelnen Bodenschichten in kurzen Abständen und Höhen z. T. deutlich ändern kann.

Des Weiteren ist im Bereich des geplanten Schmutzwasserkanals im Kanalabschnitt „Landabsatz“ ab dem Schacht Nr. 2034 bis zum SW-Doppel-Pumpwerk Nr. 4044, im Bereich des geplanten Regenwasserkanals im Kanalabschnitt „Landabsatz“ ab dem Schacht Nr. 2035 bis zum Auslass des geplanten Regenrückhaltebeckens „RRB“ sowie im Kanalabschnitt „RRB Landabsatz“ ab dem Einlass im

bestehenden Regenrückhaltebecken „RRB Landabsatz“ bis zum Schacht Nr. 4041 und im Bereich der Druckrohrleitung Oehlmühlenstraße“ ab dem SW-Doppel-Pumpwerk auf einer Länge von bis zu ca. 40 m auch mit dem Eintritt von Grundwasser in die Kanalgräben zu rechnen.

In den Bereichen der Leitungstrasse, in denen im Zuge der Aushubarbeiten Sicker- oder Schichtenwasser anfällt, sollte vorsorglich die Anordnung kurzer Dränstränge in der Grabensohle vorgesehen werden, um auf die wechselnden Verhältnisse reagieren zu können. Die Dränstränge sollten innerhalb der in den Grabensohlen anstehenden Sande (Schicht II) bzw. verwitterten Sandsteins (Schicht IV) bzw. innerhalb der o. g. Bodenersatzschicht angeordnet und an einen örtlichen Pumpensumpf angeschlossen werden. Von hier aus ist das Wasser sicher aus dem Kanalgraben abzuführen. Möglichkeiten zur Ableitung des anfallenden Wassers sollten im Zuge der weiteren Planung mit den zuständigen Behörden noch abgestimmt werden.

In den Kanalabschnitten, in denen Grundwasser innerhalb der Gräben zu erwarten ist, ist das Wasser vor Beginn der Erdarbeiten bis in eine ausreichende Tiefe unterhalb der Kanalsohle abzusenken. Weiteren Angaben hierzu können dem Kapitel 9.3 „Wasserhaltung während der Bauzeit“ entnommen werden.

9. Angaben zur Kanalverlegung in geschlossener Bauweise - Rohrvortrieb

9.1 Angaben zum Vortriebsverfahren

9.1.1 Wahl des Vortriebsverfahrens

Nach den vorliegenden Planunterlagen und den erhaltenen Informationen sollen zwei Abschnitte der Regenwasserkanalisation im Kanalabschnitt „Sundern“, bei denen die hier bestehenden Abgrenzungswälle unterquert werden müssen, in geschlossener Bauweise mittels gesteuertem Rohrvortrieb verlegt werden.

Angaben zur Überdeckung können dem Abschnitt 3.7 „Höhenlage, Dimensionierung und Verlegung der geplanten Kanäle und Leitungen“ entnommen werden. In der Anlage 3.11 sind Bohrprofile der Baugrunderkundung im jeweils geplanten Kanalverlauf dargestellt.

Beginn des Kanalabschnitts „Sundern“ (Schnitt 1 - 1 in [U12])

Der erste Abschnitt mit Verlegung in geschlossener Bauweise am Beginn des Kanalabschnitts „Sundern“ geht vom Startschicht Nr. 3046 im nördlichen Bereich des Geländes des geplanten I-NOVA Parks aus. Zielschacht ist der Schacht Nr. 3047 auf der außenliegenden Seite des Abgrenzungswalls. Nach den vorliegenden Planunterlagen weist die Vortriebsstrecke eine Länge von ca. 43,0 m auf bei einem Kanaldurchmesser von 300 mm. Der Vortrieb erfolgt mit geringem Gefälle von ca. 11,0 ‰ entsprechend einer Höhendifferenz von ca. 0,5 m. Die Überdeckung des geplanten Vortriebs beträgt außerhalb des Abgrenzungswalls ca. 1,5 bis 2,0 m und im Bereich des Walls bis zu ca. 10,3 m.

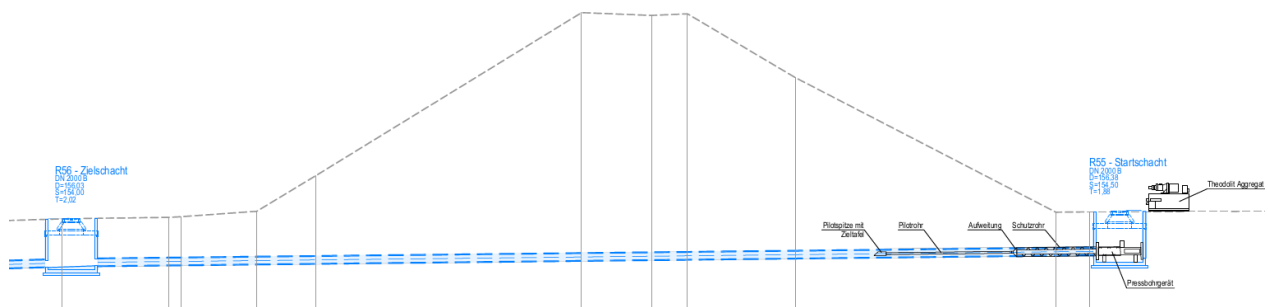


Abbildung 5: Längsschnitt im Bereich des geplanten Rohrvortriebs am Beginn des Kanalabschnitts „Sundern“ [U12]

Unter Berücksichtigung der geplanten Tiefenlage des Kanals sowie des geplanten Kanaldurchmessers startet der verläuft der geplante Rohrvortrieb weitgehend innerhalb der gewachsenen Tone (Schicht III) bzw. im Übergangsbereich zu den überlagernden Sanden (Schicht II).

Grundwasser wurden in diesem Bereich im Rahmen der Baugrunderkundung nicht festgestellt. Bei den vorliegenden Böden ist jedoch mit dem Auftreten von Sicker- und Schichtenwasser zu rechnen.

Mitte des Kanalabschnitts „Sundern“ (Schnitt 2 - 2 in [U12])

Der zweite Abschnitt mit Verlegung in geschlossener Bauweise liegt im tiefer gelegenen, nordwestlichen Bereich des Geländes des geplanten I-NOVA Parks und geht vom Startschicht Nr. 3050 aus. Er trifft in der Mitte des Kanalabschnitts „Sundern“ auf den Zielschacht Nr. 3051 auf der außenliegenden Seite des Abgrenzungswalls. Nach den vorliegenden Planunterlagen weist die Vortriebsstrecke eine Länge von ca. 47,0 m auf bei einem Kanaldurchmesser von 300 mm. Der Vortrieb erfolgt

im Gefälle von ca. 44,9 ‰ entsprechend einer Höhendifferenz von ca. 2,0 m. Die Überdeckung des geplanten Vortriebs beträgt außerhalb des Abgrenzungswalls ca. 1,6 bis 2,1 m und im Bereich des Walls bis zu ca. 11,0 m.

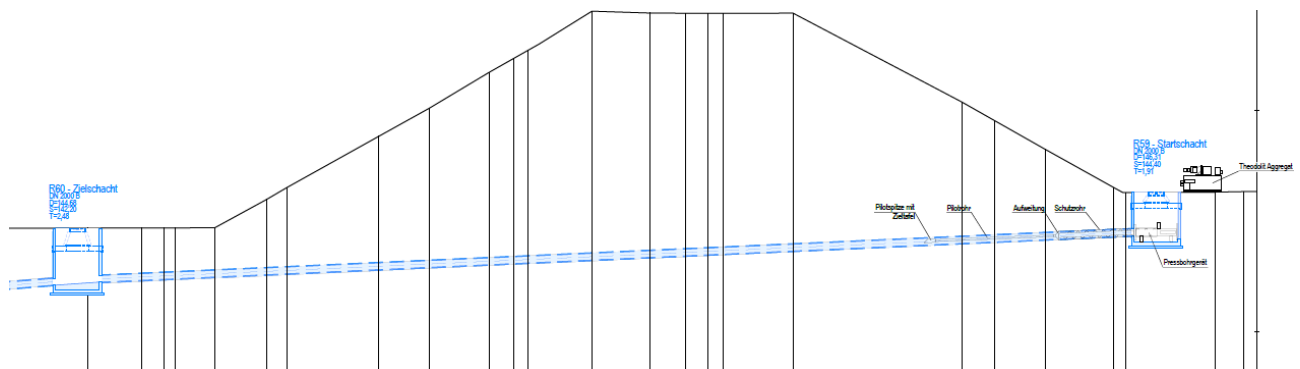


Abbildung 6: Längsschnitt im Bereich des geplanten Rohrvortriebs in der Mitte des Kanalabschnitts „Sundern“ [U12]

Unter Berücksichtigung der geplanten Tiefenlage des Kanals sowie des geplanten Kanaldurchmessers startet der geplante Rohrvortrieb beim Schacht Nr. 3050 in den Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I), die in diesem Bereich vorwiegend aus Bergematerial mit der Korngrößenverteilung sandiger Kiese bestehen. Im weiteren Verlauf werden zunächst die gewachsenen Schluffe und Sande (Schicht II) bzw. Tone, Schluffe und Sande (Schicht III) und mit zunehmender Tiefe zum Zielschacht Nr. 3050 hin der Übergangsbereich zum Verwitterungshorizont des Festgesteins (Schicht IV) durchörtert.

Grundwasser wurden in diesem Bereich im Rahmen der Baugrunderkundung nicht festgestellt. Bei den vorliegenden Böden ist jedoch mit dem Auftreten von Sicker- und Schichtenwasser zu rechnen.

Unabhängig hiervon wird im Hinblick auf die geplanten Vortriebsverfahren für die geplanten Rohrvortriebe und die tatsächlichen Grundwasserverhältnisse empfohlen, im Rahmen der weiteren Planung ergänzende Bohrungen mit großem Durchmesser bis in die fachtechnisch erforderlichen Tiefen auszuführen und diese zu dauerhaften Grundwassermessstellen auszubauen. Dies gilt insbesondere auch für die Bereiche, in denen aufgrund der örtlichen Situation keine Baugrundaufschlüsse hergestellt werden konnten, z. B. für die Vortriebsstrecken in den zuvor dargestellten Dammbereichen Schnitt 1 - 1 bzw. Schnitt 2 - 2 am Beginn bzw. in der Mitte des Kanalabschnitts „Sundern“.

Wahl des Vortriebsverfahrens

Unter Berücksichtigung der im Bereich der Vortriebsstrecken anstehenden Böden, der Grundwasserverhältnisse, des geplanten Leitungsdurchmessers und der geplanten Vortriebslänge sind gemäß DVGW Arbeitsblatt GW 304 die in der nachfolgenden Tabelle genannten Verfahren für den geplanten Rohrvortrieb geeignet.

Tabelle 13: Geeignete Verfahren für die geplanten Rohrvortriebe im Kanalabschnitt „Sundern“

Querung	Schichthorizonte	Vortriebsverfahren
Beginn Kanalabschnitt „Sundern“ (Schnitt 1-1)	Schicht II: Schluffe und Sande Schicht III: Tone, Schluffe und Sande	Horizontal-Pressbohr-Verfahren, ggf. mit Grundwasserabsenkung (Abschnitt 6.1.2.2.2) Mikrotunnelvortrieb mit Schneckenförderung und ggf. Grundwasserschnecke (Abschnitt 6.1.3.1.3) Mikrotunnelvortrieb mit Spülförderung (Abschnitt 6.1.3.1.3)
Mitte Kanalabschnitt „Sundern“ (Schnitt 2-2)	Schicht I: Auffüllungen /aufgefüllte Böden Schicht II: Schluffe und Sande Schicht III: Tone, Schluffe und Sande Schicht IVb: Sandstein, vollständig verwittert bis zersetzt (Körnung: Kies / Sand	Horizontal-Pressbohr-Verfahren, ggf. mit Grundwasserabsenkung (Abschnitt 6.1.2.2.2) Mikrotunnelvortrieb mit Schneckenförderung und ggf. Grundwasserschnecke (Abschnitt 6.1.3.1.3) Mikrotunnelvortrieb mit Spülförderung (Abschnitt 6.1.3.1.3)

Gemäß den Angaben in dem DVGW Arbeitsblatt GW 304 ist bei den vorgenannten Verfahren die Mindestüberdeckung von $\geq 1,5$ -fachem Leitungsaußendurchmesser, mindestens jedoch von $\geq 0,8$ bis 1,0 m, gegeben. Bei der Ausführung eines Mikrotunnelvortriebs mit Spülförderung nach Abschnitt 6.1.3.1.3 des Arbeitsblatts GW 304 ist die für diese Verfahren erforderliche Mindestüberdeckung von 2 m in Teilbereichen nicht gegeben. Dies ist bei der weiteren Planung zu berücksichtigen.

Bei der Planung des Vortriebsverfahrens sind die Abbau- und Fördereinrichtungen auf die zu erwartenden Baugrund- und Wasserverhältnisse auszulegen.

Das Vortriebsverfahren ist unter Berücksichtigung der vorgenannten Angaben zu den Baugrund- und Grundwasserverhältnissen sowie der Vortriebslänge und des Leitungsdurchmessers festzulegen. Unabhängig hiervon sind im Rahmen der weiteren Planung und der Durchführung der Vortriebsarbeiten sollten die Hinweise der DIN 18.319 „Rohrvortriebsarbeiten“ und des Arbeitsblattes ATV-A 125 „Rohrvortrieb“ zu beachten.

Soll für den geplanten Rohrvortrieb ein alternatives Verfahren angewendet werden, so sind die vorhandenen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse bei der Wahl des endgültigen Vortriebsverfahrens zu beachten. Angaben zu dem dann geplanten Vortriebsverfahren können seitens der arcon Ingenieurgesellschaft noch gemacht werden.

9.1.2 Auffahren der Vortriebsstrecke

Beim Auffahren des Rohrvortriebs in der geplanten Höhenlage ist unter Berücksichtigung des Baugrundaufbaus und der Baugrundsichtung sicher zu stellen, dass kein unkontrollierter Bodenentzug erfolgt, d. h., dass das Vortriebsvolumen und das Fördervolumen im Einklang stehen.

Es wird darauf hingewiesen, dass in die im Bereich des geplanten Kanalquerschnitts anstehenden Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I), in den Geschiebelehm / -mergel (Schicht III) und in die Sand-Kies-Gemische des Verwitterungshorizontes (Schicht IVb) Steine und Blöcke eingelagert sein können.

Es wird weiterhin darauf hingewiesen, dass in Höhe des Kanalvortriebs bindige Böden in Form von aufgefüllten und gewachsenen Schluffen und Tonen (Schicht I, II und III) mit z. T. organischen Beimengungen anstehen. Diese können zur Verklebung der Schneid- und Vortriebswerkzeuge führen.

Des Weiteren ist bei der Planung der Vortriebsarbeiten zu beachten, dass der Vortrieb am Beginn des Kanalabschnitts „Sundern“ (Schnitt 1-1) im Übergang der Schluffe und Sande (Schicht II) zu den unterlagernden Tonen, Schluffen und Sanden (Schnitt III) verläuft und der Vortrieb in der Mitte des Kanalabschnitts „Sundern“ (Schnitt 2-2) ausgehend von den Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) die Übergangsbereiche mehrerer Schichten durchläuft (vgl. Tabelle 13). Die Höhenlage

der Schichtgrenzen zwischen diesen Baugrundsichten variiert dabei in Längsrichtung der Vortriebsabschnitte.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung kann grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass im Bereich der geplanten Vortriebsstrecke Sicker- und Schichtenwasser ansteht. Des Weiteren ist in weiten Teilen der Vortriebsstrecken mit Grundwasser in Höhe des Vortriebs zu rechnen. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass das im Bereich des geplanten Kanalquerschnitts anstehenden aufgefüllte Bergematerial in der Korngrößenverteilung sandiger Kiese (Schicht I), die gewachsenen Sande der Schichten II bzw. III und die Sand-Kies-Gemische des Verwitterungshorizontes des Festgesteins (Schicht IVb) aufgrund ihrer Korngrößenverteilung unter dem Einfluss von Wasser zum Ausfließen neigen.

Das Bohrwerkzeug ist in jedem Fall auf die in Höhe des geplanten Vortriebsquerschnitts anstehenden Böden abzustimmen.

Nach den vorliegenden Leitungsplänen und den vorliegenden Informationen quert die geplante Trasse des Rohrvortriebs zahlreiche unterirdische Leitungen. Dies ist bei der Durchführung des Rohrvortriebs, auch im Hinblick auf die zu erwartenden Verformungen im Bereich der vorgenannten Leitungen, zu beachten.

In diesem Zusammenhang sollten im Bereich der zu unterfahrenden Straßen sowie der vorhandenen Ver- und Entsorgungsleitung die zulässigen Verformungen in Abstimmung mit den jeweiligen Eigentümern ermittelt und ggf. aufbauend hierauf Verformungsmessungen während der Rohrvortriebsarbeiten vorgenommen werden.

Unabhängig hiervon sind im Rahmen der weiteren Planung und bei der Durchführung der Vortriebsarbeiten die Hinweise der DIN 18.319 (Rohrvortriebsarbeiten) und des Arbeitsblattes GW 304 der DVGW zu beachten.

9.1.3 Tragfähigkeit der in Höhe des Rohrvortriebs anstehenden Böden

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Baugrunderkundung stehen in Höhe der Kanalsohle voraussichtlich Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden (Schicht I), gewachsene Sande und Schluffe (Schicht II), gewachsene Tone, Schluffe und Sande (Schicht III) und Sand-Kies-Gemische der verwitterten Sandsteins (Schicht IVb) an.

Die vorgenannten Böden sind im Wesentlichen als tragfähig zu bezeichnen und weisen eine ausreichende Tragfähigkeit zur Auflagerung des Kanals auf.

9.1.4 Angaben zu den zu erwartenden Verformungen

Aufgrund der schichtweise wechselnden Lagerungsdichte der anstehenden Sande (Schicht II und Schicht III) und der Sand-Kies-Gemische des Verwitterungshorizontes des Festgesteins (Schicht IVb) ist mit geringen Setzungsdifferenzen in Längsrichtung der geplanten Rohrleitung zu rechnen. Diese können aus derzeitiger Sicht in einer Größenordnung von $\Delta s \sim 0,5$ cm abgeschätzt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass Auflockerungen, die sich ggf. aus dem Vortriebsverfahren oder beim Abbau von Hindernissen ergeben, fachgerecht wieder beseitigt werden müssen.

9.1.5 Ein- und Ausfahren des Rohrvortriebs / Herstellung der Ein- und Ausfahröffnungen im Bereich der Start- und Zielbaugruben

Bei der Wahl eines Vortriebsverfahrens ohne Grundwasserhaltung, z. B. bei einem Mikrotunnelvortrieb mit Grundwasserschnecke bzw. bei einem Mikrotunnelvortrieb mit Spülförderung ist unter Berücksichtigung der festgestellten Baugrund- und Grundwasserverhältnisse eine lokale Wasserhaltung im Bereich der Ein- und Ausfahröffnungen der Start- und Zielbaugruben erforderlich.

Die Ein- und Ausfahröffnungen können dann im Bereich der Verbauwände der Start- und Zielbaugruben durch ein lokales Entfernen des Verbaus im Öffnungsbereich hergestellt werden. Bei diesem Verfahren sind im Allgemeinen nur geringe Störungen und Senkungen des im Umgebungsbereich entstehenden Bodens zu erwarten. In jedem Fall ist ein Bodeneintrag in die Gruben bei der Öffnung

der Ein- und Ausfahröffnung zu minimieren. Die Öffnungen sind im Rahmen der Arbeiten entsprechend sorgfältig herzustellen.

Weitere Einzelheiten zur Planung der Ein- und Ausfahröffnungen sind im Rahmen der weiteren Planung gemeinsam mit den Beteiligten ggf. noch abzustimmen.

9.2 Angaben zur Herstellung der Start- und Zielbaugruben

9.2.1 Angaben zum Bodenaufbau

Die geplante Lage der Start- und Zielschächte kann dem Lageplan der Anlage 1.3 entnommen werden.

Genaue Angaben zum Grundriss und zur Tiefe der geplanten Start- und Zielbaugruben liegen der arcon Ingenieurgesellschaft derzeit nicht vor. Unter Berücksichtigung der geplanten Tiefenlage des Rohrvortriebs bzw. der Schächte kann hier jedoch von einer maximalen Tiefe der Baugruben von ca. 2,5 bis 3,0 m ausgegangen werden.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung verlaufen die Baugrubensohlen beim Rohrvortrieb zu Beginn des Kanalabschnitts „Sundern“ (Schnitt 1-1) voraussichtlich weitgehend innerhalb der gewachsenen Tone, Schluffe und Sande (Schicht III). In der Mitte des Kanalabschnitts „Sundern“ (Schnitt 2-2) ist die Baugrubensohle bei der Startbaugrube im Übergangsbereich zwischen Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) zu unterlagernden Schluffen und Sanden (Schicht II) und bei der Zielbaugrube im Übergangsbereich von verwittertem Sandstein (Schicht IVb) zu verwittertem Tonstein (Schicht IVa) zu erwarten.

9.2.2 Baugrubenverbau - Wahl des Verbausystems

Unter Berücksichtigung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sowie der örtlichen Randbedingungen ist für die Herstellung der Start- und Zielbaugruben die Anordnung eines Verbaus erforderlich.

Grundsätzlich ist unter Berücksichtigung des Baugrundaufbaus und der Baugrundsichtung sowie der Grundwasserverhältnisse die Anordnung einer nicht wasserdichten Baugrube, z. B. mit Hilfe

einer Trägerbohlwand, denkbar. Es ist hierbei zu beachten, dass ggf. Grundwasser ansteht, so dass im Vorfeld der Baumaßnahme eine Grundwasserhaltung erforderlich wird.

Weitergehenden Einzelheiten hierzu sollten im Rahmen der weiteren Planung gemeinsam mit den Beteiligten erörtert und festgelegt werden.

Alternativ sind die Baugrubenwände bis in das stark verwitterte bis frische Festgestein (Schicht IVc) zu führen. Die genauen Schichtgrenzen wurden im Rahmen der Baugrunderkundung nicht festgestellt. Zur Feststellung der genauen Tiefe der Schichtgrenze und zur Erkundung des Festgesteins wird in diesem Fall die Herstellung ergänzender tiefer reichender Baugrundaufschlüsse empfohlen. Die Restwasserhaltung innerhalb der Baugrube kann in diesem Fall mit Hilfe einer offenen Wasserhaltung durchgeführt werden.

9.2.3 Baugrubenverbau - Angaben zur Berechnung und Bemessung

Für die Berechnung und Bemessung der Baugrubenumschließungen gelten die vorstehend angegebenen charakteristischen geotechnischen (bodenmechanischen) Kennwerte (vgl. Kap. 5.6 „Geotechnische (bodenmechanische) Kennwerte“).

Der auf die Baugrubenwand einwirkende Erddruck kann nach der klassischen Erddrucktheorie unter Berücksichtigung der oben genannten geotechnischen Kennwerte ermittelt werden. Für die Berechnung und Bemessung des Verbaus sind die „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB)“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik zu beachten.

Im Rahmen der Verbaumaßnahmen ist mit Durchbiegungen des Verbaus und damit mit Bewegungen eines Erdkeils zu rechnen, der eine Breite von ca. 60 % der Baugrubentiefe aufweist. In den Geländebereichen oberhalb des Erdkeils können Verformungen, z. B. in Form von Parallelrissen, auftreten. Der Umfang und die Größe der Verformungen lassen sich verringern, wenn die Berechnung und Bemessung des Verbaus unter Ansatz eines erhöhten aktiven Erddrucks E^* , z. B. nach der folgenden Gleichung erfolgt:

$$E^* = 0,5 (E_a + E_0).$$

In Abhängigkeit der Setzungsempfindlichkeit benachbarter Bauwerke oder Leitungen sind ggf. auch höhere Erddruckansätze zu wählen.

Sollten sich im Einflussbereich der geplanten Start- und Zielbaugruben bestehende Bauwerke befinden, sind die aus den Bestandsbauwerken resultierenden Einwirkungen bei der Berechnung und Bemessung der Baugrubenverbaue zu berücksichtigen.

Des Weiteren ist ein möglicher Mehraushub der anstehenden Böden bis in eine Tiefe von ca. 0,5 m unter planmäßige Aushubsohle bei der Berechnung und Bemessung des Verbaus zu berücksichtigen.

9.2.4 Baugrubenverbau - Angaben zur Bauausführung

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung stehen in Höhe der Aushubsohle der Start- und Zielbaugruben zu Beginn des Kanalabschnitts „Sundern“ (Schnitt 1-1) gewachsene Tone, Schluffe und Sande (Schicht III) an. In der Mitte des Kanalabschnitts „Sundern“ (Schnitt 2-2) ist bei der Startbaugrube die Aushubsohle im Übergangsbereich des aufgefüllten Bergematerials (Schicht I) zu gewachsenen stark schluffigen Sanden (Schicht II), bei der Zielbaugrube steht in Höhe der Aushubsohle der vollständig verwiterte bis zersetzte Tonstein in der Körnung Ton (Schicht IVa) an.

In den Bereichen der Baugruben, in denen in Höhe der Aushubsohle bindige Böden in der Körnung Schluff bzw. Tone bzw. nichtbindige Böden mit starken bindigen Nebenanteilen (Schicht II) anstehen, sind diese als bewegungs- bzw. witterungsempfindlich einzustufen. Auf der Aushubsohle der Baugruben sollte aufgrund dessen in diesen Bereichen eine Bodenersatzschicht aus geeignetem Bodenersatzmaterial in einer Dicke von ca. 0,5 m als „Arbeitsebene“ aufgebracht werden, um Aufweichungen bzw. Störungen der in der Aushubsohle anstehenden Böden während der Rohrvortriebsarbeiten zu minimieren. Das Bergematerial in der Körnung sandiger Kiese (Schicht I) beim Startschacht Nr. 3050 (Schnitt 2-2) ist grundsätzlich als gut tragfähig einzustufen. Unabhängig hiervon wird auch für diesen Bereich empfohlen, Bereichen eine Bodenersatzschicht aus geeignetem Bodenersatzmaterial in einer Dicke von ca. 0,5 m als „Arbeitsebene“ aufzubringen. Angaben zu dem Bodenersatzmaterial sowie zum Einbau können dem Kapitel 11.2 „Herstellung der Aushubsohlen bzw. des Erdplanums“ entnommen werden.

Bei der Ausführung einer Trägerbohlwand muss diese so hergestellt werden, dass ein Ausfließen des anstehenden Bodens, z. B. durch anstehendes Sicker- oder Schichtenwasser, zwischen den Verbauhölzern vermieden wird.

Die Trägerbohlwand ist im Hinblick auf eine Minimierung der Bewegungen im rückwärtigen Verbaubereich weiterhin so herzustellen, dass ein kraftschlüssiger Verbund zwischen den Verbauhölzern und dem anstehenden Boden erfolgt. Demzufolge ist die Ausfachung zwischen den vertikalen Trägern so einzuziehen, dass keine Hohlräume oder Lockerzonen verbleiben.

Es wird darauf hingewiesen, dass innerhalb des vollständig verwitterten bis zersetzten Sandsteins (Schicht IVb) Hindernisse in Stein- und Blockgröße angetroffen werden können.

Des Weiteren wird darauf hingewiesen, dass die nichtbindigen Böden des vollständig verwitterten bis zersetzten Sandsteins (Schicht IVb) unter dem Einfluss dynamischer Einwirkungen zur Umlagerung und zur Verdichtung neigen. Dies ist bei der Wahl des Verbausystems und des Einbringverfahrens der Verbauelemente zu beachten.

Beim Ziehen der Verbauelemente ist darauf zu achten, dass Bodenbewegungen im unmittelbaren Nachbarbereich der Baugruben in Folge von Bodenumlagerungen auftreten können. In diesem Zusammenhang sind geeignete Gegenmaßnahmen, z. B. das Verfüllen der Bohrlöcher der Bohlträger, vorzunehmen. Einzelheiten hierzu sind gemeinsam mit den Beteiligten ggf. noch abzustimmen.

Weitere Einzelheiten zu dem geplanten Verbau sind gemeinsam mit den Beteiligten ggf. noch abzustimmen.

9.2.5 Verankerung

Sollte eine Verankerung der Verbauelemente im Rahmen der weiteren Planung erforderlich werden, können Angaben zur Wahl des Ankersystems sowie zur Berechnung und Bemessung noch gemacht werden.

9.2.6 Angaben zu den Pressenwiderlagern

Bei der Dimensionierung der Pressenwiderlager im Bereich der Startbaugruben (Pressgrube) ist zu beachten, dass eine Verträglichkeit der angesetzten Erdwiderstandswerte mit den auf die Verpressstation abgestimmten zulässigen Verschiebungen und Verkantungen usw. sowie mit den örtlichen geometrischen und topographischen Gegebenheiten sichergestellt ist. Die dem angesetzten Erdwiderstand zugehörigen Verschiebungen sind nach DIN 4085 „Baugrund, Berechnung des Erddrucks“ zu bestimmen.

Können der Baugrubenverbau bzw. die dahinter anstehenden Böden die zu erwartenden Pressenkräfte nicht aufnehmen, sind geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der Pressenkräfte oder zur Erhöhung der passiven Erddruckkräfte vorzunehmen.

Ggf. sind weitergehenden Maßnahmen erforderlich. Diese sind im Rahmen der weiteren Planung unter Berücksichtigung der endgültig gewählten Verfahren ggf. gemeinsam mit den Beteiligten noch zu erörtern und festzulegen.

Sollen die zu erwartenden Pressenkräfte durch geeignete Beton- oder Stahlkonstruktionen in Kombination mit Bohrpfählen, Mikropfählen, Verpressankern o. ä., in den tragfähigen Untergrund abgeleitet werden, können zur Berechnung und Bemessung der vorgenannten Bauteile aus geotechnischer Sicht noch Angaben gemacht werden. Unabhängig hiervon sind die zu erwartenden Einwirkungen bei einer Anwendung der vorgenannten Bauteile innerhalb des verwitterten bzw. unverwitterten Festgesteins (Schicht IV) abzutragen.

9.3 Wasserhaltung während der Bauzeit

Unter Berücksichtigung der festgestellten Grundwasserverhältnisse kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Leitungsvortrieb unter den Einfluss von Grundwasser durchzuführen ist.

Dies ist im Rahmen der weiteren Planung zu berücksichtigen.

Unabhängig hiervon kann grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass bei der Herstellung der Start- und Zielbaugruben sowie während des Rohrvortriebs bereichsweise Sicker- und Schichten-

wasser auftreten kann. Anfallendes Niederschlags-, Sicker- und Schichtenwasser kann nach den Kenntnissen der arcon Ingenieurgesellschaft mit Hilfe einer offenen Wasserhaltung beherrscht werden. Hierzu ist das anfallende Sicker-, Schichten- und Niederschlagswasser im Bereich der Start- und Zielbaugruben örtlich zu fassen, lokalen Pumpensümpfen zuzuführen und aus diesen schadlos abzupumpen.

Weitere Einzelheiten zu den Wasserhaltungsmaßnahmen sind gemeinsam mit den Beteiligten in jedem Fall noch festzulegen.

Unabhängig hiervon wird darauf hingewiesen, dass die Grundwasserhaltungsmaßnahmen genehmigungspflichtig sind.

10. Angaben zur Kanalverlegung in geschlossener Bauweise - Horizontal-spülbohrverfahren

10.1 Angaben zum Vortriebsverfahren

10.1.1 Wahl des Vortriebsverfahrens

Nach den vorliegenden Informationen ist die Druckrohrleitung im Bereich der Oehlmühlenstraße auf einer Länge von ca. 194 Meter vor dem Anschluss an das städtische Kanalnetz im Bereich der Osnabrücker Straße / Bergeshöhe in grabenloser Verlegung mit Hilfe des HDD-Verfahrens (Horizontal-Directional-Drilling) nach Abschnitt 6.1.3.3 des DVGW Arbeitsblatts GW304 vorgesehen.

Angaben zur Vortriebslänge und zur Überdeckung können dem Abschnitt 3.7 „Höhenlage, Dimensionierung und Verlegung der geplanten Kanäle und Leitungen“ entnommen werden. In der Anlage 3.14 sind Bohrprofile der Baugrunderkundung im geplanten Leitungsverlauf dargestellt.

Unter Berücksichtigung der geplanten Tiefenlage der geplanten Horizontalbohrung sowie der Ergebnisse der Baugrunderkundung verläuft die geplante Horizontalbohrung weitgehend innerhalb der Tone, Schluffe und Sande (Schicht III) sowie des vollständig verwitterten bis zersetzten Sandsteins (Schicht IVb). Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass grundsätzlich aufgrund von Schwankungen

der Schichthorizonte nicht ausgeschlossen werden kann, dass auch die überlagernden Auffüllungen bzw. aufgefüllten Böden (Schicht I) und die gewachsenen Schluffe und Sande (Schicht II) angeschnitten werden. Der vollständig verwitterte bis zersetzte Sandstein (Schicht IVb) weist üblicherweise keine bzw. nur sehr geringe feinkörnige Nebenanteile auf.

Weiterhin kann nicht ausgeschlossen, dass die geplante Horizontalbohrung unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung im Einflussbereich des Grundwassers bzw. von Sicker- und Schichtenwasser liegt (vgl. Abschnitt 5.8 „Grundwasser“). Dies ist im Rahmen der weiteren Planung, insbesondere im Hinblick auf die Wahl des Stütz- bzw. Spülmediums, zu beachten.

Unter Berücksichtigung der im Bereich der Spülbohrung anstehenden Böden, der Grundwasserverhältnisse, des geplanten Leitungsdurchmessers und der geplanten Vortriebslänge ist das Spülbohrverfahren für die grabenlose Verlegung der geplanten Druckrohrleitung grundsätzlich geeignet.

Das Bohrwerkzeug ist in jeden Fall auf die im Bohrquerschnitt anstehenden unterschiedlichen Böden und Festgesteine abzustimmen.

Es wird in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass sowohl innerhalb der Überlagerungsschichten und der Festgesteine schichtweise große Durchlässigkeiten vorhanden sein können, die zu einem deutlich erhöhten Verbrauch an Spülsuspension führen können. Gegebenenfalls ist hier eine Anpassung der Spülsuspension an die örtlichen Verhältnisse erforderlich, um ein unkontrolliertes Abfließen der Suspension zu vermeiden.

Bei der Wahl des Querschnitts des Bohrkanals und der Festlegung der endgültigen Überdeckung der Horizontalbohrung sind die Angaben und Hinweise im DVGW-Arbeitsblatt GW 321 zu berücksichtigen.

Es kann von der Kategorisierung gemäß der technischen Richtlinie des DCA („Verband Güteschutz Horizontalbohrungen“) entsprechend nachfolgender Tabelle 14 ausgegangen werden.

Tabelle 14: Kategorisierung des geplanten Horizontalspülbohrverfahrens für die Druckrohrleitung im Bereich der Oehlmühlenstraße gemäß der technischen Richtlinie des DCA

Kriterium	Kategorie 1 (K1)	Kategorie 3 (K3)	Projektspezifische Bewertung	
HDD-Projektkategorie	Routine	Komplex	Wert / Einschätzung	Kategorie
Bohrlänge	< 150 m	> 500 m	194 m	2
Bohrdurchmesser	< 200 mm	> 500 mm	DN 225	2
Abstand zu Infrastruktureinrichtungen	> 30 m	< 5 m	< 5 m	3
Höhenunterschied zwischen Ein- und Austrittspunkt	Vernachlässigbar	> 10 m	ca. 2,5 m	2
Überdeckungshöhe	>> zulässiges Minimum	nahe am zulässigen Minimum	Mittel	2
Statischer Spülungsdruck	<< zulässiges Maximum	nahe am zulässigen Maximum	Mittel	2
Bodenart	feinkörnige Böden z. B. Schluff, Feinsand	grobkörniger Boden oder Fels	Tone, Schluffe, Sande und Kiese	3
Lagerungsverhältnisse	homogen und ungestört	heterogen, gestört, klüftig	heterogen, ggf. gestört	2
Durchlässigkeit	$< 5 \cdot 10^{-4}$	$> 5 \cdot 10^{-3}$	z. T. $> 5 \cdot 10^{-3}$	3
Grundwasserchemismus	Süßwasser	Meerwasser	Süßwasser	1
Empfindlichkeit der Infrastruktureinrichtungen bei Setzungen und Spülingausbrüchen	Nicht vorhanden	Hoch	Hoch (z. B. Gasleitungen)	3
Bohrradius	Mind. 3-fache des minimalen Biegeradius	Annäherung an minimalen Biegeradius		
Genehmigungsverfahren bzw. -auflagen hinsichtlich von Kreuzungsobjekten	Einfaches Genehmigungsverfahren	Komplexe Genehmigungsverfahren	Straße, Bahndamm und Gasleitung, Ver- und Entsorgungsleitungen	3

Gemäß den Angaben der DCA - Richtlinie ist die geplante Horizontalbohrung der Kategorie K3 zuzuordnen.

Soll für die geplante Horizontalbohrung ein alternatives Verfahren angewendet werden, so sind die vorhandenen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse bei der Wahl des endgültigen Verfahrens zu

beachten. Angaben zu dem dann geplanten Verfahren können seitens der arcon Ingenieurgesellschaft noch gemacht werden.

Unabhängig hiervon im Hinblick auf die geplanten Vortriebsverfahren für die geplanten Rohrvortriebe und die tatsächlichen Grundwasserverhältnisse empfohlen, im Rahmen der weiteren Planung ergänzende Bohrungen mit großem Durchmesser bis in die fachtechnisch erforderlichen Tiefen auszuführen und diese zu dauerhaften Grundwassermessstellen auszubauen.

10.1.2 Durchführung der Horizontalbohrung

Bei der Durchführung der Horizontalbohrung in der geplanten Höhenlage ist unter Berücksichtigung des Baugrundaufbaus und der Baugrundsichtung sicher zu stellen, dass kein unkontrollierter Bodenentzug aus den jeweiligen Schichthorizonten erfolgt, d. h., dass das Vortriebsvolumen und das Fördervolumen im Einklang stehen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die anstehenden Böden vorwiegend wasserführend bzw. wasser-gesättigt sind.

In diesem Zusammenhang sollten im Bereich der zu unterfahrenden Bahntrasse die zulässigen Verformungen in Abstimmung mit dem Betreiber ermittelt und ggf. aufbauend hierauf Verformungs-messungen während der Horizontalbohrungen vorgenommen werden.

Unabhängig hiervon sind im Rahmen der weiteren Planung und bei der Durchführung der Horizontalbohrung die Hinweise der DIN 18.319 (Rohrvortriebsarbeiten) und des Arbeitsblattes GW 321 der DVGW sowie der DCA - Richtlinien zu beachten.

10.1.3 Tragfähigkeit der in Höhe der Horizontalbohrung anstehenden Böden

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Baugrunderkundung stehen in Höhe des Bohrquerschnitts ausgehend von der Startbaugrube zunächst gering bis sehr gering tragfähige Tone (Schicht III) an, im weiteren Verlauf bereichsweise gut tragfähige Sande und Kiese des Verwitterungshorizontes des Festgesteins (Schicht IVb) an.

Aufgrund von Schwankungen des Schichthorizontes können im Bereich des Bohrquerschnittes jedoch auch gering bis sehr gering tragfähige Schluffe (Schicht II) angeschnitten werden.

10.1.4 Angaben zu den zu erwartenden Verformungen

Nach den derzeitigen Kenntnissen ist in Abhängigkeit des jeweiligen Schichthorizontes mit Setzungsdifferenzen in Längsrichtung der geplanten Leitung zu rechnen. Diese können innerhalb der Sande und Kiese des Verwitterungshorizontes (Schicht IVb) aus derzeitiger Sicht in einer Größenordnung von $\Delta s \leq 0,5$ cm abgeschätzt werden. Ergänzende Abschätzungen der Verformungen sind ggf. noch vorzunehmen.

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Setzungsberechnungen sind im mittleren Trassenbereich der geplanten Horizontalbohrung an der Geländeoberfläche Verformungen in einer Größenordnung von $s < 0,5$ cm zu erwarten.

Es wird darauf hingewiesen, dass Auflockerungen, die sich ggf. aus dem Vortriebsverfahren oder beim Abbau von Hindernissen ergeben, fachgerecht wieder beseitigt werden müssen.

10.1.5 Ein- und Ausfahren der Horizontalbohrung

Nach den vorliegenden Planunterlagen und den Ergebnissen der Baugrunderkundung kann grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass die geplanten Horizontalbohrungen im Grundwasser verlaufen.

Bei der Planung und Ausführung der Horizontalbohrarbeiten sind die im endgültigen Rohrquerschnitt anstehenden Böden und das in den tieferen Abschnitten des Vortriebs vorhandene Grundwasser zu berücksichtigen. Daneben ist in Abhängigkeit des gewählten Vortriebs- und Steuerungsverfahrens zu beachten, dass die Vortriebsgeschwindigkeit an die geförderten Bodenmengen angepasst wird. Weiterhin sind die entsprechenden Suspensions- und Stützdrücke auf die Überlagerungsdrücke und Grundwasserverhältnisse abzustimmen.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass die gewachsenen Schluffe und Sande (Schicht II) sehr bewegungsempfindlich sind und unter dynamischen Einwirkungen zum Ausfließen

neigen. Daneben können innerhalb des vollständig verwitterten bis zersetzten Festgesteins (Schicht IVb) Hindernisse in Stein- und Blockgröße angetroffen werden. Hier ist mit Behinderungen bei der Horizontalbohrung (HDD) zu rechnen. Diese Einlagerungen können den weiteren Bohrfortschritt behindern und Steuerungsprobleme verursachen, die auch zum Abbruch der Bohrung führen können. Um eine ungünstige Beeinflussung des Vortriebs zu minimieren, sollte bei der Planung der Vortriebsmaßnahmen aufgrund dessen eine möglichst „kurze“ Durchfahung des vollständig verwitterten bis zersetzten Sandsteins (Schicht IVb) angestrebt werden.

Weitere Einzelheiten zum genauen Verlauf des Vortriebs sowie zu dem geplanten Horizontalbohrverfahren sind gemeinsam mit den Beteiligten ggf. noch abzustimmen.

Aufgrund der geplanten Tiefe der Start- und Zielbaugrube von ca. 2 bis 2,5 m ist eine Beeinflussung der Baugruben durch Grundwasser nicht wahrscheinlich. Hier ist ggf. jedoch mit Sicker- und Schichtenwasser zu rechnen. Dies kann in der Regel mit Hilfe einer offenen Wasserhaltung sicher beherrscht werden, die Anordnung einer geschlossenen Wasserhaltung im Bereich der Baugruben ist voraussichtlich nicht erforderlich.

Weitere Einzelheiten zur Planung der Start- und Zielgruben sind im Rahmen der weiteren Planung gemeinsam mit den Beteiligten ggf. noch abzustimmen

10.2 Herstellung der Start- und Zielbaugruben

Nach den vorliegenden Planunterlagen sollen im Start- und Zielbereich der Bohrstrecke jeweils Baugruben angeordnet werden, [U11]. Die Baugruben sollen nach dem derzeitigen Planungsstand einen rechteckigen Grundriss mit Grundrissabmessungen von $a/b \sim 3/2$ m erhalten. Die Tiefe der Startbaugrube ist mit 1,6 m und die Zielbaugrube mit einer Tiefe von ca. 2,2 m geplant.

Sofern die Platzverhältnisse dies zulassen, können die Start- und die Zielbaugrube als geböschte Baugruben hergestellt werden. Sofern keine ungünstigen Einflüsse auf die Böschungen wirken kann hierbei ein Böschungswinkel von $\beta \leq 60^\circ$ hergestellt werden.

Ist mit ungünstigen Einwirkungen im Bereich der Böschungen, wie z. B. Lasteinwirkungen aus Kränen, Lagerflächen u. a. zu rechnen, so sind hier gesonderte Standsicherheitsuntersuchungen nach DIN 4084 „Baugrund-Geländebruchberechnungen“ durchzuführen. Hierzu sind auch die Hinweise der DIN 4124 „Baugruben und Gräben-Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“ zu beachten.

Weiterhin sind die Böschungen gegen Erosion, z. B. durch Anordnung von Folien zu sichern. Das auf den Böschungen anfallende Wasser ist an Böschungsfuß zu fassen und sicher aus der Baugrube abzuleiten. An den Böschungskronen sind Gräben bzw. Wälle anzuordnen, um zufließendes Wasser von den Böschungen und dem Verbau abzuhalten. Bei der Herstellung der Baugruben kann grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass Sicker- und Schichtenwasser anfällt. Dieses ist örtlich zu fassen und sicher aus der Baugrube zu pumpen.

Sollte die Anordnung einer geböschten Baugrube aus Platzgründen oder aufgrund von sonstigen Randbedingungen nicht möglich sein, sind die Start- und Zielbaugruben mit Hilfe eines Verbaus zu sichern. Auf Basis der vorliegenden Untersuchungsergebnisse, der Grundwasserverhältnisse und der geplanten Tiefen der Baugruben, empfiehlt sich für die Sicherung der Baugruben z. B. die Anordnung eines Trägerbohlverbaus.

Alternativ ist auch die Anordnung eines wasserdichten Verbaus, z. B. in Form einer Spundwand, denkbar.

Für den Entwurf, die Bemessung und die Ausführung der Baugrubenwände sind die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik zugrunde zu legen.

Für die Berechnung und Bemessung des Verbaus sind die o. g. geotechnischen Kennwerte (Kapitel 4.5) anzusetzen. Weiterhin ist das in Höhe bzw. unterhalb der zu erwartenden Baugrubensohlen anstehende Grundwasser zu berücksichtigen.

Sind bauliche Anlagen oder bewegungsempfindliche Leitungen o. ä. in unmittelbarer Nähe vorhanden, so ist hier für die Berechnung und Bemessung des Verbaus zur Minimierung von Verformungen der erhöhte aktive Erddruck wie folgt anzusetzen:

$$E_h = 0,5 \cdot (E_o + E_a).$$

E_o und E_a bezeichnen hierbei den Erdruhrdruck bzw. den aktiven Erddruck. In allen anderen Fällen genügt im Allgemeinen der Ansatz des aktiven Erddruckes E_a .

In der Nachbarschaft von vorhandenen Bebauungen bzw. von Ver- und Entsorgungsleitungen wird empfohlen, Verbaue, die in erschütterungsarmen Einbringverfahren hergestellt werden können, einzusetzen.

Die Hinweise der DIN 4124 „Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“ sind zu beachten.

Unabhängig von der Wahl des Böschungssicherungsverfahrens ist die Aushubsohle aufgrund des teilweise bindigen Charakters der anstehenden Böden im Andeckverfahren herzustellen. Hierbei ist die endgültige Aushubsohle mit Hilfe eines Tieflöffelbaggers, der einen Löffel mit gerader Schneide installiert hat, rückwärtsschreitend herzustellen. Unmittelbar hierauf ist der Boden gegen den weiteren Einfluss der Witterung durch das Aufbringen einer Bodenersatzschicht in einer Dicke von $d \geq 0,3$ m zu schützen. Das Bodenersatzmaterial ist dabei vor Kopf einzubringen. Die ungeschützte Aushubsohle darf nicht mehr begangen oder befahren werden. Die Bodenersatzschicht kann gleichzeitig als „Arbeitsebene“ genutzt werden. Als Bodenersatzmaterial ist das in Kapitel 11.2 „Herstellung der Aushubsohlen bzw. des Erdplanums“ angegebene Bodenersatzmaterial zu verwenden. Das Bodenersatzmaterial ist lagenweise einzubauen und auf mindestens 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. In die Bodenersatzschicht sollten unter Berücksichtigung des ggf. anfallenden Sicker- und Schichtenwassers sowie des zu erwartenden Niederschlagswassers Dränleitungen eingelegt werden. Die Dränleitungen sind an örtliche Pumpensümpfe anzuschließen, aus denen das anfallende Wasser sicher abgepumpt werden kann.

Es wird darauf hingewiesen, dass im unmittelbaren Bereich der geplanten Start- und Zielbaugruben verschiedene unterirdische Ver- und Entsorgungsleitungen verlaufen. Dies ist bei der Planung der Baugruben zu beachten.

11. Angaben zur Herstellung des Straßenoberbaus im Bereich der Straße „Inovapark“

11.1 Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus / Oberbau nach RStO 12/24

Für den Straßenabschnitt „Umring Ost“ wurde im Hinblick auf die Nutzung als Baustraße mit hohem Aufkommen schwerer Baufahrzeuge sowie auf die Weiternutzung als südliche Zufahrt im Endausbau mit üblicher Nutzungsdauer asphaltierter Straßen wurde nach dem vorliegenden Planunterlagen in Anlehnung an die RStO 12/24 die Einstufung in eine Belastungsklasse Bk 32 vorgenommen [U10].

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunderkundung stehen in Höhe des Planums der geplanten Bau- bzw. Zufahrtstraße voraussichtlich überwiegend Auffüllungen bzw. aufgefüllte Böden (Schicht I), in Teilbereichen ggf. gewachsene Schluffböden (Schicht II bzw. III) an. Gemäß ZTVE-StB 94 „Beurteilung der Frostepfindlichkeit“, handelt es sich hierbei um Böden der Frostepfindlichkeitsklasse F1 „nicht frostepfindlich“ bis F3 „sehr frostepfindlich“.

Weiterhin ist der Bereich des geplanten Bauvorhabens unter Berücksichtigung der RStO 12/24 „Karte der Frosteinwirkungszonen in Deutschland“ in die Frosteinwirkungszone I einzustufen.

Gemäß den Angaben in der RStO 12/24 beträgt der Ausgangswert für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus unter Berücksichtigung der geplanten Belastungsklasse Bk 32 sowie der Frostepfindlichkeitsklasse der im Untergrund anstehenden Böden 55 cm (F2) bzw. 65 cm (F3).

Des Weiteren sind durch die Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse wie Frosteinwirkungszone, kleinräumiger Klimaeinflüsse, Lage der Gradienten, Wasserverhältnisse im Untergrund und Ausführung der Randbereiche Mehr- oder Minderdicken gemäß Tabelle 14 der RStO 12/24 zu erfassen. Im vorliegenden Fall ergeben sich unter Berücksichtigung der in der RStO angegebenen Parameter Mehrdicken des frostsicheren Oberbaus von ca. + 5 cm.

Unter Berücksichtigung der örtlichen Randbedingungen und der geplanten Nutzung sollte die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus auf Böden der Frostepfindlichkeitsklasse F3 damit $d \geq 70$ cm aufweisen.

Die für den Fahrbahnbereich der Baustraße bzw. der südlichen Zufahrt vorgesehene Dicke des frostsicheren Oberbaus von 75 cm [U10] kann unter Berücksichtigung der vorgenannten Randbedingungen demnach bestätigt werden.

Für die derzeit mit Fahrbahnen ausgestatteten Straßenabschnitte des „Umring West“, der „Stichstraße 1“ und der „Stichstraße 2“ sowie dem unbebauten bzw. unbefestigten Teilabschnitt des „Umring West“ bis zum Übergang in den Abschnitt „Umring Ost“ liegen der arcon Ingenieurgesellschaft keine Planunterlagen vor. Sollte hierfür ebenfalls in Anlehnung an die RStO 12/24 eine Einstufung in eine Belastungsklasse von mindestens Bk 10 vorgenommen werden, können die vorgenannten Angaben für den „Umring Ost“ hierauf übertragen werden.

11.2 Herstellung der Aushubsohlen bzw. des Erdplanums

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Baugrunderkundung stehen unter Berücksichtigung der Dicke des geplanten Oberbaus in Höhe des Erdplanums in Teilbereichen bindige Böden in Form von gewachsenen bzw. aufgefüllten Schluffen an. In weiten Bereichen ist jedoch vor allem mit aufgefüllten bzw. umgelagerten Sanden und Kiesen sowie mit Natursteinschotter und mineralischen Fremdbestandteilen in Form von Bergematerial, Betonbruch, Ziegelbruch und Schlacke zu rechnen. Die Fremdbestandteile weisen aus bodenmechanischer Sicht die Korngrößenverteilung eines Sandes bzw. Kienes mit unterschiedlich starken bindigen Nebenanteilen an Schluffen auf.

In den Bereichen, in denen in Höhe der Aushubsohle Sande bzw. Kiese oder Auffüllungen anstehen, die aus bodenmechanischer Sicht die Korngrößenverteilung eines nicht bindigen Bodens mit nur geringen bindigen Nebenanteilen aufweisen, sind diese Böden vor den weiteren Arbeiten mit geeignetem Gerät im mehrmaligen Übergang nachzuverdichten. Weitere Angaben hierzu können dem Kapitel 11.5 „Angaben zum Einbau und zur Verdichtung von Böden und Bodenersatzmaterialien“ entnommen werden.

In den Bereichen, in denen in Höhe der Aushubsohlen bzw. des Erdplanums bindige oder gemischtkörnige Böden anstehen, sollten die Aushubsohlen im sogenannten „Andeckverfahren“ hergestellt

werden. Angaben hierzu sind dem Kapitel 11.5 „Angaben zum Einbau und zur Verdichtung von Böden und Bodenersatzmaterialien“ zu entnehmen.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Eigenschaften der in Höhe des Erdplanums bzw. der Aushubsohle anstehenden Böden kann der gemäß RStO 12/24 für den geplanten Straßenoberbau auf der Oberfläche des Erdplanums geforderte Verformungsmodul für die Wiederbelastung von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ voraussichtlich nur eingeschränkt nachgewiesen werden. Dies gilt insbesondere für die Bereiche, in denen in Höhe des Erdplanums bzw. der Aushubsohle bindige Böden in Form von Schluffen anstehen. Zum Nachweis der geforderten Größe des Verformungsmoduls sollten insofern in diesen Bereichen vorsorglich Bodenverbesserungsmaßnahmen vorgesehen werden.

Hierzu bieten sich aus derzeitiger Sicht eine Bodenverbesserung in Form eines Teilbodenaustausches an. Hierbei ist der in Höhe des Erdplanums anstehende Boden in einer Dicke von $\geq 0,3 \text{ m}$ auszuheben und durch eine Bodenersatzschicht aus geeignetem Bodenersatzmaterial zu ersetzen. Die endgültige Dicke der Bodenersatzschicht sollte anhand von Probefeldern abschließend festgelegt werden.

Alternativ können die in der Aushubsohle anstehenden bindigen oder gemischtkörnigen Böden im Vorfeld der Baumaßnahme, z. B. mit Hilfe von Bindemitteln in Form von Kalk oder hydraulischen Bindemitteln behandelt werden.

Als Bodenersatzmaterial ist ein volumenbeständiges, umweltverträgliches, weitgestuftes, verdichtungsfähiges, schlufffreies, filterstabiles Material, z. B. Schotter der Körnung 0/45 mm, Kiese und Sande der Körnung 0/32 mm oder gleichwertig, zu verwenden.

Bei einer Bodenbehandlung gering tragfähiger Böden mit Hilfe von Bindemitteln, sind die Angaben und Hinweise in den ZTV E-StB 09 sowie in dem „Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln“ der FGSV zu berücksichtigen.

In der Aushubsohle noch anstehende aufgefüllte Böden mit humosen Anteilen oder Wurzelresten sind in jedem Fall bis auf die unterlagernden nicht humosen Böden auszuheben und durch geeignetes Bodenersatzmaterial zu ersetzen.

Im Übergangsbereich der Baustraße zur Osnabrücker Straße verläuft die geplante Baustraße auf einem noch herzustellenden Damm. Im Hinblick auf die Einhaltung des auf der Oberfläche des Erdplanums nachzuweisenden Verformungsmoduls für die Wiederbelastung von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ sollte das Dammbaumaterial demnach so gewählt werden, dass die vorgenannte Anforderung an die Tragfähigkeit des Planums eingehalten werden kann. Einzelheiten hierzu sind ggf. gemeinsam mit den Beteiligten noch abzustimmen.

11.3 Verdichtungsfähigkeit der in Höhe der Aushubsohlen bzw. des Erdplanums anstehenden Böden

Die in Teilbereichen der geplanten Zufahrtsstraße in Höhe des Erdplanums bzw. der Aushubsohle anstehenden bindigen, aufgefüllten bzw. gewachsenen Schluffe oder gemischtkörnige Böden weisen aufgrund ihrer Korngrößenverteilung nur eine eingeschränkte Verdichtungsfähigkeit auf. In diesen Bereichen sind zur Verbesserung der Verdichtbarkeit Bodenverbesserungsmaßnahmen, wie z. B. die Zugabe von Bindemitteln bzw. das Aufbringen von Bodenersatzmaterial erforderlich.

In den Bereichen der geplanten Baustraße, in denen in Höhe der Aushubsohle bzw. des Erdplanums nicht bindige Böden in Form von Sanden bzw. Kiesen oder Auffüllungen, die aus bodenmechanischer Sicht die Korngrößenverteilung eines nicht bindigen Bodens mit nur geringen bindigen Nebenteilen aufweisen, anstehen, zeigen die Böden eine gute Verdichtungsfähigkeit. Diese Böden sind vor den weiteren Arbeiten mit geeignetem Gerät im mehrmaligen Übergang nachzuverdichten.

Weitere Angaben hierzu können dem Kapitel 11.5 „Angaben zum Einbau und zur Verdichtung von Böden und Bodenersatzmaterialien“ entnommen werden.

11.4 Angaben zur Wiederverwendbarkeit der Aushubböden

Im Rahmen der Aushubarbeiten für die geplante Zufahrtsstraße fallen nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung vornehmlich aufgefüllte bzw. umgelagerte Böden sowie Auffüllungen aus mineralischen Fremdbestandteilen (Schicht I) an.

Die in Teilbereichen des Untersuchungsbereichs oberflächennah anstehenden aufgefüllten, umgelagerten Schluffe (Schicht I) sowie die gewachsenen Schluffe (Schicht II bzw. III) sind für einen Wiedereinbau unterhalb des Straßenoberbaus aus geotechnischer Sicht nur eingeschränkt geeignet. Sofern der Wiedereinbau dieser Böden angestrebt wird, sollten die Böden im Vorfeld der Wiedereinbaumaßnahmen, z. B. mit Hilfe von Bindemitteln, verbessert werden. Einzelheiten hierzu sind dann gemeinsam mit den Beteiligten noch abzustimmen.

Die in Teilbereichen der geplanten Zufahrtsstraße anstehenden Auffüllungen (Schicht I) in Form von Sanden und Kiesen mit mineralischen Fremdbestandteilen, können aus geotechnischer Sicht ggf. für einen Wiedereinbau unterhalb des frostsicheren Oberbaus verwendet werden. Inwieweit die vorgenannten Auffüllungen (Schicht I) auch aus umwelttechnischer Sicht für einen Wiedereinbau geeignet sind, ist nach dem Vorliegen der Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchungen noch zu bewerten.

Die vorgenannten Auffüllungen (Schicht I) sind für einen Wiedereinbau als Frostschutzschicht oder als Tragschicht des Straßenoberbaus aufgrund der unregelmäßigen Korngrößenverteilung und der z. T. enthaltenen nicht volumenbeständigen Fremdbestandteile aus geotechnischer Sicht nicht geeignet.

Angaben zur Verdichtung und zum Einbau der Auffüllungen sind dem Kapitel 11.5 „Angaben zum Einbau und zur Verdichtung von Böden und Bodenersatzmaterialien“ zu entnehmen.

11.5 Angaben zum Einbau und zur Verdichtung von Böden und Bodenersatzmaterialien

Einbau und Verdichtung von nicht bindigen Böden

In Höhe der Aushubsohlen anstehende und im Bereich der Zufahrtsstraße einzubauende nicht bindige Böden oder Bodenersatzmaterialien sind in jedem Fall lagenweise einzubauen und zu verdichten.

Zur Verdichtung sind geeignete Geräte zu verwenden. Die Einbaulagen sollten eine Dicke von ca. 0,3 bis 0,5 m nicht überschreiten. Die einzelnen Einbaulagen sind mit geeigneten Geräten im mehrmaligen Übergang zu verdichten.

Einbau und Verdichtung von bindigen oder gemischtkörnigen Böden

In Bereichen, in denen in Höhe der Aushubsohlen bindige oder gemischtkörnige Böden anstehen, sollten die Aushubsohlen unter Berücksichtigung der Witterungsempfindlichkeit dieser Böden im sogenannten „Andeckverfahren“ hergestellt werden. Hierzu ist die Aushubsohle mit einem Tief-
löffelbagger, der einen Löffel mit gerader Schneide installiert hat, sauber rückwärtsschreitend abzu-
ziehen. Die Aushubsohle sollte anschließend nicht mehr begangen oder befahren werden. Unmittel-
bar folgend auf den Aushub ist der anstehende Boden durch das Aufbringen von geeignetem Boden-
ersatzmaterial oder von dem Material der Frostschutzschicht zu schützen.

Als Bodenersatzmaterial sollte ein volumenbeständiges, umweltverträgliches, weitgestuftes, schluff-
freies, verdichtungsfähiges, filterstabiles Material, wie z. B. Sande und Kiese der Körnung 0/32 mm,
Schotter der Körnung 0/45 mm oder gleichwertig, verwendet werden. Einzelheiten hierzu sind in
jedem Fall gemeinsam mit den Beteiligten noch abzustimmen.

Angaben zum Verdichtungsgrad

Unabhängig von der Wahl des Einbaumaterials sind die gewählten Böden lagenweise einzubauen und
zu verdichten. Sofern keine sonstigen spezifischen Anforderungen an die Verdichtung vorliegen, sind
für die einzelnen Einbaulagen im Bereich der geplanten Zufahrtsstraße unter Berücksichtigung der
Anforderungen in den ZTVE-StB 09 die in Tabelle 15 angegebenen Verdichtungsgrade bzw. Luft-
porengehalte einzuhalten.

Im Hinblick auf die Sicherstellung einer ausreichenden Verdichtung der Einbaumaterialien im
Böschungsbereich sind die Dämme ggf. breiter als erforderlich aufzubauen. Das „überschüssige“ Bö-
schungsmaterial kann dann nach Abschluss der Dammherstellung böschungsschonend wieder abge-
tragen werden.

Tabelle 15: Angaben zur Verdichtung

Bereich	Bodengruppen	Verdichtungs- grad D_{Pr} [%]	Luftporenanteil n_a [Vol.-%]
Planum - bis 1,0 m Tiefe bei Dämmen - bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	GE, GW, GI, SE, SW, SI, GU, GT, SU, ST	≥ 100	-
1,0 m unter Planum bis zur Dammsohle	GE, GW, GI, SE, SW, SI, GU, GT, SU, ST	≥ 98	-
Planum - bis zur Dammsohle - bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	GU*, GT*, SU*, ST*, UL, UM, UA, TL, TM, TA	≥ 97	12 (bei Bodenverbesserung) 8 (ohne Bodenverbesserung)

Der Verdichtungserfolg ist im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung anhand von Verdichtungskontrollen nachzuweisen. Einzelheiten zu den erforderlichen Feld- und Laborversuchen sowie zum Umfang sind gemeinsam mit den Beteiligten noch abzustimmen.

11.6 Angaben zur Entwässerung

Die Standsicherheit der Dämme und der Böschungen ist während der Bauzeit und im Endzustand in jedem Fall sicher zu stellen. Die Standsicherheit wird hierbei maßgeblich durch innerhalb der Fahrbahndämme bzw. der Böschungen anstehendes Wasser in Form von Schichten- oder Sickerwasser beeinflusst. Die Standsicherheit der Böschungen nimmt bei anfallendem Wasser in der Regel stark ab. Der Eintritt von Wasser in die Dämme und zu den Böschungen ist aufgrund dessen im Rahmen der Bauzeit und im Endzustand durch geeignete Maßnahmen weitestgehend einzuschränken.

Entwässerung während der Bauzeit

Im Rahmen der Bauzeit ist darauf zu achten, dass im Bereich der Böschungen der Fahrbahndämme austretendes Sicker- und Schichtenwasser sowie auf den Böschungen anfallendes Niederschlagswasser an den Böschungsfüßen gesammelt und örtlichen Pumpensümpfen oder einer Vorflut zugeführt wird. Das Wasser ist aus den Pumpensümpfen sicher abzupumpen. Bereits fertiggestellte Abschnitte der Fahrbahnböschungen sind gegen den Einfluss der Witterung, z. B. durch die Anordnung

von Folien, zu sichern. Das hier anfallende Wasser ist ebenfalls örtlich zu fassen und sicher abzupumpen. Gegebenenfalls ist auch die Anordnung von Auflastfiltern auf den Böschungen und am Böschungsfuß vorzusehen.

Um einen Wasserzutritt in den Fahrbahndamm während der Bauzeit zu minimieren, sollten die jeweiligen Einbaulagen mit einem Quergefälle in Richtung der Fahrbahnböschungen ausgebildet werden.

Im Bereich der Böschungskronen sind ggf. temporäre Dämme oder Wälle anzuordnen, um ein Zufließen von Oberflächenwasser zu den Dammböschungen zu verhindern. Das vor den Dämmen bzw. Wällen im Bereich der Böschungskronen anfallende Wasser ist in örtlichen Pumpensümpfen zu fassen und sicher abzuleiten. Das im Bereich der Böschungskronen anfallende Oberflächenwasser kann alternativ, z. B. auch innerhalb von Drängräben, gesammelt und abgeleitet werden. Die Drängräben sind hierzu im Vorfeld bzw. während der Baumaßnahme im Bereich der Böschungsköpfe anzuordnen.

Unter Berücksichtigung der anstehenden Böden und Grundwasserverhältnisse kann das anfallende Wasser mit Hilfe von offenen Wasserhaltungen sicher beherrscht werden. Sind bereichsweise tiefere Baugruben erforderlich, sind ergänzende Festlegungen zur Grundwasserhaltung noch vorzunehmen.

Weitergehende Einzelheiten hierzu sind im Vorfeld der Baumaßnahme ggf. gemeinsam mit den Beteiligten noch abzustimmen.

Entwässerung im Endzustand

Im Endzustand ist im Hinblick auf die Sicherstellung einer dauerhaften Standsicherheit der Fahrbahndämme darauf zu achten, dass ein Wassereintritt in den Dammkörper weitestgehend unterbunden wird.

Einzelheiten zu der geplanten Entwässerung der Verkehrsflächen liegen der arcon Ingenieurgesellschaft derzeit noch nicht vor.

In jedem Fall sollte das auf den Fahrbahnen und im Bereich der Bankette anfallende Wasser nicht direkt über die Böschungen der Fahrbahndämme entwässert werden. Vielmehr sollte das Wasser im Bereich der Böschungskronen in den geplanten Entwässerungseinrichtungen gefasst und aus diesen sicher abgeleitet werden, um lokale oberflächennahe Rutschungen an den Böschungsoberflächen zu verhindern.

Weitere Einzelheiten zu der Entwässerung der Fahrbahndämme während der Bauzeit und im Endzustand sind im Rahmen der weiteren Planung ggf. mit den Beteiligten noch abzustimmen.

12. Angaben zur Herstellung des Straßenoberbaus im Bereich der Straße “Am Landabsatz”

Zum Bereich der geplanten Straße “Am Landabsatz” liegen derzeit noch keine Planunterlagen vor.

Ggf. erforderliche geotechnische Angaben können hierzu im Rahmen der weiteren Planung noch gemacht werden.

13. Hinweise für das weitere Vorgehen

Seitens der arcon Ingenieurgesellschaft wird empfohlen, die Aushub- und Gründungsarbeiten fachtechnisch durch die arcon Ingenieurgesellschaft begleiten zu lassen. Hierbei sollten insbesondere die in den Aushubsohlen anstehenden Böden seitens der arcon Ingenieurgesellschaft ergänzend im Hinblick auf ihre Tragfähigkeit begutachtet werden. Gegebenenfalls eingebautes Bodenersatzmaterial bzw. die erzielte Verdichtung des Bodenersatzmaterials sollte anhand von baubegleitenden Verdichtungskontrollen durch die arcon Ingenieurgesellschaft überprüft werden.

Es wird insbesondere im Hinblick auf die geplanten Vortriebsverfahren für die geplanten Rohrvortriebe und die tatsächlichen Grundwasserverhältnisse empfohlen, im Rahmen der weiteren Planung ergänzende Bohrungen mit großem Durchmesser bis in die fachtechnisch erforderlichen Tiefen

auszuführen und diese zu dauerhaften Grundwassermessstellen auszubauen. Dies gilt insbesondere auch für die Bereiche, in denen aufgrund der örtlichen Situation keine Baugrundaufschlüsse hergestellt werden konnten, z. B. für die Vortriebsstrecken in den Dammbereichen.

Im Rahmen der weiteren Planung und nach dem Vorliegen der endgültigen Dammbaumaterialien sollten seitens der arcon Ingenieurgesellschaft ergänzende Standsicherheits- und Setzungsberechnungen unter Ansatz der planmäßig vorgesehenen Geometrie der Dammkörper etc. durchgeführt werden.

Die umwelttechnischen Eigenschaften der Böden sind im Rahmen der weiteren Planung zu berücksichtigen.

Der vorliegende Bericht stellt den derzeitigen Bearbeitungsstand dar. Sollten sich Planänderungen bzw. Ergänzungen ergeben, wird um Übersendung der jeweiligen Planunterlagen im Hinblick auf einen Abgleich mit den vorgenannten Angaben und Empfehlungen gebeten.

Für Rückfragen und weitere Abstimmung steht die arcon Ingenieurgesellschaft zur Verfügung.

Dr.-Ing. Henning Wolf

Dipl.-Ing. Wolfgang Hubert

Anlagen

Verteiler: Stadt Ibbenbüren
Herr Schmidt

1 x per E-Mail