

Geotechnischer Untersuchungsbericht
- Baugrundgutachten zur Erschließungsplanung -

Prüfbericht-Nr.: B 7051 / 17

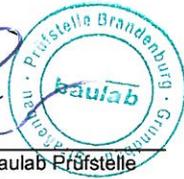
BAUVORHABEN : **Erschließung des Olympischen Dorfes in der Gemeinde
Wustermark OT Elstal
Bauabschnitt 1 und 2**
Auftrag Nr. 700167 vom 12.04.2017

AUFTRAGGEBER : **Gemeinde Wustermark
Der Bürgermeister
Hoppenrader Allee 1
14641 Wustermark**

Bearbeiter : **Dipl.-Ing. Udo Langhammer (Prüfberichterstellung)
André Weidner / Marco Simon (Felduntersuchungen)**

Datum Bericht : **22.06.2017**

**Prüfbericht umfasst
ohne Anlagen** : **23 Blatt**

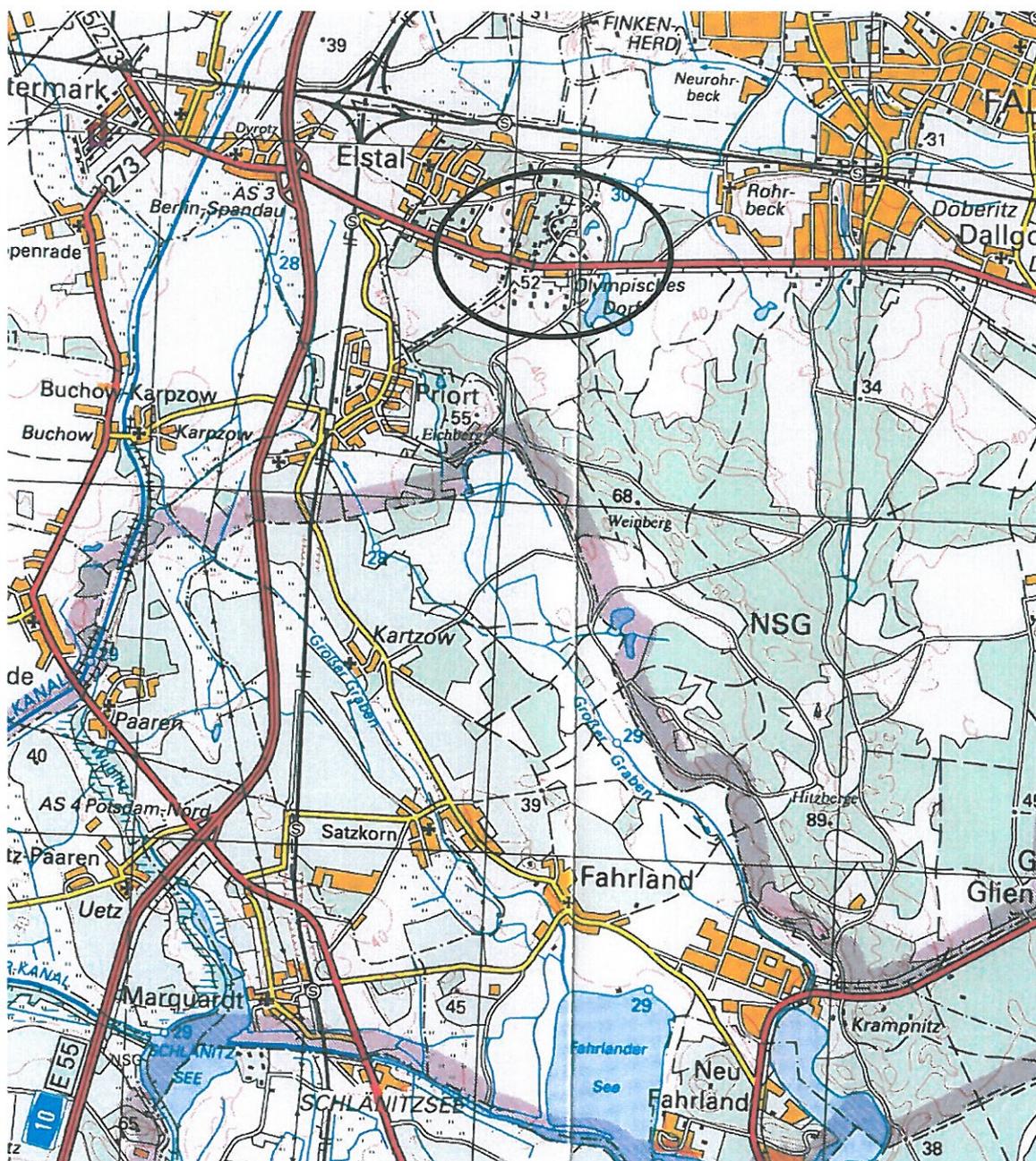


Unterschrift/Stempel baulab Prüfstell
Dipl.-Ing. Langhammer

INHALTSVERZEICHNIS	Seite
1 FESTSTELLUNGEN / VERANLASSUNGEN	3
2 VERWENDETE UNTERLAGEN / INFORMATIONEN	4
3 DARSTELLUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	6
3.1 STANDORT UND GEOLOGISCHE SITUATION	6
3.2 ART UND UMFANG DER UNTERSUCHUNGEN / ANSATZHÖHEN	6
3.3 BAUGRUNDSCHICHTUNG / ERGEBNISSE DER BOHRSONDIERUNGEN	7
3.4 ERGEBNISSE DER RAMMSONDIERUNGEN DPH	10
3.5 BODENPHYSIKALISCHE LABORUNTERSUCHUNGEN	11
3.6 HYDROLOGISCHE GEGEBENHEITEN	11
4 BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	12
4.1 ALLGEMEINE BEURTEILUNG / BAUGRUNDMODELL	12
4.2 BAUGRUNDEIGENSCHAFTEN / HOMOGENBEREICHE	13
4.3 VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT	14
4.4 KONTAMINATIONEN / ALTLASTEN	15
4.5 WEITERE UNTERSUCHUNGEN	16
5 GRÜNDUNGSTECHNISCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN	17
5.1 BODENKENNWERTE	17
5.2 ROHRLEITUNGSBAU	17
5.3 STRAßENBAU GRÜNDUNGSHINWEISE	18
6 ALLGEMEINES	20
6.1 ERDARBEITEN / VERDICHTUNGSANFORDERUNGEN	20
6.2 WIEDERVERWENDBARKEIT DES BODENAUSHUBS AUS DEM ROHRLEITUNGSBAU	21
6.3 WASSERHALTUNG	21
6.4 BAUWERKSABDICHTUNG	22
6.5 BAUTECHNOLOGISCHE EIGNUNG DES BODENAUSHUBS / BODENKLASSEN	22
6.6 SCHUTZ VON GEBÄUDEN / BAULICHEN ANLAGEN	23
6.7 SONSTIGE BAUTECHNISCHE HINWEISE	23
7 SCHLUSSBETRACHTUNGEN	23
 Anlagenverzeichnis :	
1	Lagepläne mit Untersuchungspunkten (2 Blatt)
2	Bohrprofile grafisch (34 Blatt)
3	Rammsondierungen grafisch (2 Blatt)
4	Kornverteilungen (24 Blatt)
5	Ergebnisprotokolle der Analytik BA 1 (22 Blatt)
	Ergebnisprotokolle der Analytik BA 2 (32 Blatt)

1 FESTSTELLUNGEN / VERANLASSUNGEN

Die Gemeinde Wustermark plant die Erschließung des Olympischen Dorfes im Ortsteil Elstal. Die Liegenschaft befindet sich im südöstlichen Randbereich der Gemeinde Elstal. Im Süden grenzt das Gebiet an die Bundesstraße B5. Die Liegenschaft umfasst Kasernenbauten, Unterkünfte, Speisehaus, Bunker, Kfz- und Technischeinrichtungen, sowie Sport- und Schwimmhalle. Die Gesamtgröße der Liegenschaft beträgt ca. 98 ha.

Übersichtplan



Kartengrundlage: Landesvermessungsamt Brandenburg TK100 1. Ausgabe 1994

Die Planungen für diese Baumaßnahme erfolgen durch die PST GmbH aus Werder. Das gesamte Areal wurde durch das Planungsbüro in die Bauabschnitte 1 und 2 unterteilt und anschließend wurden die Untersuchungsschwerpunkte festgelegt.

Ziel dieser Baugrunduntersuchungen ist die Erstellung eines geotechnischen Berichtes für die geplante Erschließung des Areals mit den entsprechenden Angaben zu den Boden- und Wasserverhältnissen, sowie umweltchemischen Untersuchungen als Grundlage der weiteren Planungen.

Unser Büro wurde am 12. April 2017 durch die Gemeinde Wustermark, vertreten durch den Bürgermeister Herrn Schreiber, mit diesen Erkundungen auf Basis unsere Angebote A 076 / 17 und A 076-2 / 76 vom 02. März 2017 beauftragt.

2 VERWENDETE UNTERLAGEN / INFORMATIONEN

Zur Erarbeitung des geotechnische Berichtes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Auftragserteilung vom 11. April 2017
- [2] Übersichtslageplan vom Bauvorhaben (M 1 : 2.500) vom 2. März 2017
- [3] Topographisches, hydrologisches und geologisches Kartenmaterial
(M 1 : 10.000; M 1 : 25.000, M 1 : 50.000)
- [4] Ergebnisse der Baugrunderkundungen vom 15. April bis 25. Mai 2017
- [5] Ergebnisse der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen vom 22. bis 26. Mai 2017
- [6] Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen vom 12. bis 22. Juni 2017
- [7] DIN 4124 Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
- [8] DIN 18300:2012-09 VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen- Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Erdarbeiten
- [9] DIN 18123, 18196, 4020, 4021, 4022, 4094 Erkundung des Baugrunds
- [10] M GUB Merkblatt über geotechnische Untersuchungen
- [11] DIN EN 1997-2:2010-10 (Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes; EN 1997-2:2007+AC:2010)
- [12] DIN 4020:2010-12 (Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2)
- [13] DIN EN ISO 22475-1:2007-01 (Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22475-1:2006)
- [14] DIN EN ISO 14688-1:2011-06 (Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifikation von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2002); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2002)

- [15] DIN EN ISO 14688-2:2011-06 (Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifikation von Boden - Teil 2: Grundlagen der Bodenklassifizierungen (ISO 14688-2:2004); Deutsche Fassung EN ISO 14688-2:2004)
- [16] DIN 18196:2011-05 (Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke)
- [17] DIN 4022 T1 (Darstellung von Schichtenverzeichnissen für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung gekernter Proben im Boden und im Fels)
- [18] DIN 4023:2006-12 (Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen)
- [19] DIN 1055-2:2010-11 (Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngößen)
- [20] DIN EN ISO 22476-2:2012-03 (Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen (ISO 22476-2:2005 + Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 22476-2:2005 + A1:2011)
- [21] TP BF-StB Teil B 15.1 (Technische Prüfvorschrift für Boden und Fels im Straßenbau Teil B 15.1 - Leichte Rammsondierung DPL-5 und mittelschwere Rammsondierung DPM-10)
- [22] DIN 18123:2011-04 (Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung)
- [23] TP BF-StB Teil B 8.3 (Technische Prüfvorschrift für Boden und Fels im Straßenbau Teil 8.3 - Dynamischer Plattendruckversuch mit Leichtem Fallgewichtsgesetz)
- [24] ZTV A-StB 12 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen)
- [25] ZTV SoB-StB 04 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau)
- [26] ZTV T-StB 95/2002 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau)
- [27] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTVE-StB 2009
- [28] RStO 12 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen)
- [29] BTR RC-StB 14, Brandenburgische Technische Richtlinien für die Verwertung von Recycling-Baustoffen im Straßenbau
- [30] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Mitteilungen der Nr. 20 - Anforderungen an die Stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen - Technische Regeln Stand 05.11.2004

3 DARSTELLUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

3.1 Standort und geologische Situation

Das Gebiet der gesamten Liegenschaft ist der naturräumlichen Einheit der "Mittelbrandenburgischen Platten und Niederungen" zugeordnet. Die morphostrukturellen Merkmale des Gebietes sind durch den engräumigen Wechsel verschiedener Oberflächenformen gekennzeichnet.

Das Gebiet wurde letztmalig im Brandenburger Stadium (W1) der Weichseleiszeit geprägt, deren maximale Ausdehnung des Inlandeises bis südlich Potsdam ging. Hier wurden Stauchendmoränen- und Grundmoränenrücken gebildet.

Am Standort finden sich Endmoränen, weshalb sich die Morphologie entsprechend hügelig darstellt. Diese Ablagerungsform ist gekennzeichnet durch mächtige Sandablagerungen im Fein- bis Grobsandbereich, teilweise mit bindigen Bestandteilen. Unterlagert werden diese Schichten dann von den liegenden Grundmoränen.

Während die Grundmoränen zumeist aus einem Konglomerat von schluffig, tonigen Sanden und teilweise kiesigen Beimengungen bestehen, sind die Talsandschichten aus nicht bindigen Sanden, teilweise grobschluffig zusammengesetzt. Die Talsandablagerungen sind hier insgesamt vorherrschend.

Geologische Störungen, frühere Bergbautätigkeit und auslaugungsgefährdete Gesteine / Böden liegen im tieferen Untergrund nicht vor.

3.2 Art und Umfang der Untersuchungen / Ansatzhöhen

Zur Erkundung des Baugrundes wurden im *Bauabschnitt 1*, nach Vorgabe des Planungsbüros, insgesamt 25 Bohrsondierungen (D = 36-80 mm) angeordnet.

Davon weisen 5 Bohrsondierungen eine Endteufe von 10,00 m und 20 Bohrsondierungen eine Endteufe von 6,00 m unter die jeweilige Geländehöhe auf.

Als Besonderheit der Erkundungen im Bauabschnitte 1 soll hier erwähnt werden, dass 2 Bohrsondierungen mit der Endteufe von 6,00 m innerhalb des Gebäudekomplexes „Speisehaus der Nationen“ im Untergeschoss ausgeführt wurden (siehe Bohrplan Anlage 1, Blatt 2). Die übrigen Bohrpunkte liegen hier generell im Freien.

Im *Bauabschnitt 2* wurden insgesamt 40 Bohrsondierungen (D = 36-80 mm) angeordnet. Davon weisen 7 Bohrsondierungen eine Endteufe von 10,00 m und 33 Bohrsondierungen eine Endteufe von 6,00 m unter die jeweilige Geländehöhe auf.

Parallel zu den Bohrsondierungen wurden je Bauabschnitt weitere 3 Rammsondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH bis zur Endteufe von jeweils 6,00 m unter GOK abgeteuft.

Die konkrete Lage der Sondierungspunkte wurde jeweils operativ, unter Berücksichtigung des Leitungsbestandes / Wildwuchs etc. und möglichst nach den Vorgaben des überreichten Bohrplans festgelegt. Die Lage der einzelnen Untersuchungspunkte mit entsprechender Bezeichnung ist in der Anlage 1 gekennzeichnet.

Konkrete Vermessungsunterlagen inkl. der Höhenpläne lagen zum Zeitpunkt der Auswertung des Berichtes noch nicht vor, weshalb sich alle angegebenen Höhen auf das aktuelle Geländeniveau beziehen. Die konkreten Höhen der einzelnen Untersuchungspunkte sind nach der Vermessung entsprechend anzupassen.

3.3 Baugrundsichtung / Ergebnisse der Bohrsondierungen

Detaillierte Angaben zu jeder Bohrsondierung, wie z. B. Hauptbodenart, Bodenklasse, Beimengungen, Beschaffenheit, Bodengruppe sind den Aufschlussprofilen in der Anlage 2 zu entnehmen. Die Ergebnisse sind entsprechend der DIN 4023 dargestellt. Es wird darauf hingewiesen, dass sich die *Bauabschnitte 1* und *2* in Hinsicht auf den generellen Baugrundaufbau nicht signifikant unterscheiden, in der folgenden Darstellung des allgemeinen Baugrundmodells jedoch, wegen einzelner Varianzen, zunächst separat betrachtet werden sollen.

Bauabschnitt 1

Die Baugrundsichtung im Bereich dieses Abschnitts (alle Bohrpunkte mit der Nomenklatur 1.) lassen sich hier folgendermaßen zusammenfassen :

Deckschichten / Oberbau

Bohrpunkt	Deckschicht	Tiefe [m]
BS1.1	Asphalt	0,00-0,15
BS1.2	Asphalt	0,00-0,16
BS1.3	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10
BS1.4	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10
BS1.5	Beton	0,00-0,15
BS1.6	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10
BS1.7	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10
BS1.8	Betonplatten	0,00-0,12
BS1.9	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,20
BS1.10	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,20
BS1.11	Ziegel-/Bauschutt, sandig	0,00-0,10
BS1.12	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,20
BS1.13	Beton (Keller)	0,00-0,13

Bohrpunkt	Deckschicht	Tiefe [m]
BS1.14	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10
BS1.15	Asphalt	0,00-0,07
BS1.16	Asphalt	0,00-0,10
BS1.17	Beton (Keller)	0,00-0,18
BS1.18	Asphalt	0,00-0,06
BS1.19	Asphalt	0,00-0,06
BS1.20	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10
BS1.21	Natursteinschotter	0,00-0,10
BS1.22	Mutterboden / Pflaster	0,00-0,15
BS1.23	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,15
BS1.24	Bauschutt, sandig	0,00-0,40
BS1.25	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10

Schicht 1

Unterhalb des o. g. Oberbaus bzw. der o. g. Deckschichten folgen im **Tiefenabschnitt** von **0,10-1,00 m Auffüllungen**, zumeist bestehend aus

***Bauschutt-Sand-Gemische, Natursteinschotter, Sande, schwach schluffig bis schluffig
[A/GW/GI/SU/SU*]***

Partiell sind diese teilweise auch organisch durchsetzt **[OH]**.

Diese insgesamt sehr heterogen zusammengesetzten Schichten lassen sich bautechnisch nicht einheitlich klassifizieren und werden kornanalytisch als auch materialspezifisch generell der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zugeordnet werden.

Schicht 2

Unterhalb dieser Auffüllungen folgen die visuell gewachsenen und ebenso homogenen Horizonte im **Tiefenabschnitt** von **0,25-6,00(10,00) m**, zumeist bestehend aus

enggestuften Sanden (SE), schwach schluffigen Sande (SU)

Diese insgesamt homogenen Schichten lassen sich bautechnisch der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zuordnen.

Schicht 3 (partiell nur BS 1.4)

Partiell im **Tiefenabschnitt** von **0,60-3,10 m** ist der Schluffanteil hier > 15 % und es handelt sich um

schluffige bis stark schluffige Sande (SU*).

Diese Schichten sind in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (stark frostempfindlich) einzustufen.

Bauabschnitt 2

Die Baugrundsichtung im Bereich dieses Abschnitts (alle Bohrpunkte mit der Nomenklatur 2.) lassen sich hier folgendermaßen zusammenfassen :

Deckschichten / Oberbau

Bohrpunkt	Deckschicht	Tiefe [m]
BS2.1	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10
BS2.2	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10
BS2.3	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10
BS2.4	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,20
BS2.5	Beton	0,00-0,15
BS2.6	Asphalt	0,00-0,15
BS2.7	Asphalt	0,00-0,15
BS2.8	Beton	0,00-0,30
BS2.9	Mutterboden / Bauschutt	0,00-0,15
BS2.10	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,25
BS2.11	Asphalt	0,00-0,12
BS2.12	Mutterboden / Beton	0,00-0,20
BS2.13	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10
BS2.14	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10
BS2.15	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10
BS2.16	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10
BS2.17	Beton	0,00-0,20
BS2.18	Mutterboden / Bauschutt	0,00-0,25
BS2.19	Beton	0,00-0,20
BS2.20	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,20

Bohrpunkt	Deckschicht	Tiefe [m]
BS2.21	Asphalt / Beton	0,00-0,10
BS2.22	Mutterboden / Pflaster	0,00-0,15
BS2.23	Auffüllung Boden	0,00-0,30
BS2.24	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,15
BS2.25	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,15
BS2.26	Beton	0,00-0,20
BS2.27	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,15
BS2.28	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,15
BS2.29	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,15
BS2.30	Asphalt	0,00-0,10
BS2.31	Asphalt	0,00-0,10
BS2.32	Beton	0,00-0,15
BS2.33	Asphalt	0,00-0,15
BS2.34	Natursteinschotter/Sand	0,00-0,20
BS2.35	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,15
BS2.36	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,15
BS2.37	Asphalt	0,00-0,03
BS2.38	Asphalt	0,00-0,15
BS2.39	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,10
BS2.40	Mutterboden / Grasnarbe	0,00-0,15

Schicht 1

Unterhalb des o. g. Oberbaus bzw. der o. g. Deckschichten folgen im **Tiefenabschnitt** von **0,10-1,80 m Auffüllungen**, zumeist bestehend aus

Bauschutt-Sand-Gemische, Natursteinschotter, Sande, schwach schluffig bis schluffig, teils Geschiebelehm [A/GW/GI/SU/SU*/UL]

Partiell sind diese auch organisch durchsetzt **[OH]**.

Diese insgesamt sehr heterogen zusammengesetzten Schichten lassen sich bautechnisch nicht einheitlich klassifizieren und sollten kornanalytisch als auch materialspezifisch generell der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zugeordnet werden.

Schicht 2

Unterhalb dieser Auffüllungen folgen die visuell gewachsenen (partiell auch aufgefüllten) und insgesamt auch homogenen Horizonte im **Tiefenabschnitt** von **0,50-6,00(10,00) m**, zumeist bestehend aus

enggestuften Sanden [SE]/(SE), schwach schluffigen Sande [SU]/(SU)

Diese insgesamt homogenen Schichten lassen sich bautechnisch der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zuordnen.

Schicht 3 (partiell)

Im Gegensatz zum Bauabschnitt 1, wo diese Schichten nur im Bereich eines Untersuchungspunktes erkundet wurden, treten in diesem Abschnitt mehrere diffus verteilte Bodenhorizonte auf, in denen die Schluffanteile teils weit über 15 % liegen. Es handelt sich hierbei um

schluffige bis stark schluffige Sande (SU*) bzw. Geschiebelehm (SU*/UL).

Diese Schichten sind in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (stark frostempfindlich) einzustufen.

3.4 Ergebnisse der Rammsondierungen DPH

Die Ergebnisse der mit der Schweren Rammsonde -DPH- (Spitzenquerschnitt 15 cm²) nach DIN ISO EN 22476-2 ausgeführten Rammsondierungen sind als Widerstandslinie in der Anlage 3 grafisch dargestellt worden.

Bauabschnitt 1

Die **nicht bindigen, aufgefüllten Sande [SE/SU] / gewachsenen Sande (SE/SU)** unmittelbar unterhalb der Deckschichten weisen, trotz Liegezeit und Konsolidierung, bis ca. 2 m Tiefe nur eine sehr lockere Lagerung auf. Diese geht dann im Tiefenabschnitt von 2 - 3 m in eine lockere Lagerung über. Erst ab ca. 3 m Tiefe erfolgt hier ein Übergang in mitteldichte Lagerungsverhältnisse. Erst ab ca. 4 m Tiefe werden partiell auch dichte Lagerungsverhältnisse erreicht (DPH1 bei BS1.19).

Bauabschnitt 2

Abgesehen von oberflächlich konsolidierten Bereichen der oberen Bauschutt-Sand-Gemische, sind die **nicht bindigen, aufgefüllten Sande [SE/SU] / gewachsenen Sande (SE/SU)** unmittelbar unterhalb dieser Deckschichten, trotz Liegezeit und Konsolidierung, bis ca. 2-3 m Tiefe hauptsächlich nur sehr locker gelagert und nur partiell mitteldicht. Diese geht dann im Tiefenabschnitt von 2-3 m in eine mitteldichte Lagerung über. Erst ab ca. 4 m Tiefe werden partiell auch dichte Lagerungsverhältnisse erreicht (DPH2 bei BS2.9 und DPH3 bei BS 2.37).

Zuordnung der Schlagzahlen N_{10} für die Schwere Rammsonde DPH in nicht bindigen Böden

Schlagzahl N_{10} DPH	Lagerung	Lagerungsdichte D
über Wasser		
1-2	sehr locker	$D < 0,15$
2-4	locker	$D < 0,3$
4-11	mitteldicht	$D = 0,3...0,5$
11-50	dicht	$D \geq 0,5$

Schlagzahl N ₁₀ DPH	Lagerung	Lagerungsdichte D
unter Wasser		
1-2	sehr locker	D < 0,15
2-3	locker	D < 0,3
3-7	mitteldicht	D = 0,3...0,5
7-40	dicht	D ≥ 0,5

3.5 Bodenphysikalische Laboruntersuchungen

Aus den Bohrungen sind gestörte Bodenproben entnommen worden. Kennzeichnende Proben wurden ausgewählt und Laboruntersuchungen durchgeführt. Dabei wurden zur zuverlässigen Klassifizierung des Bodens nach DIN 18196 hauptsächlich Nasssiebungen gemäß DIN 18123 vorgenommen.

Detaillierte Ergebnisse sind den Kornverteilungen in der Anlage 4 zu entnehmen.

Kornverteilungen Zusammenfassung der Prüfergebnisse

Probe	Tiefe [m]	Bodengruppe nach DIN 18196	Bezeichnung / Bodenart	Feinkornanteil [%]	Ungleichförmigkeitsgrad U (d ₆₀ /d ₁₀)	Frostklasse nach ZTV E-StB 2009	k _r -Wert [m/s]
BS 1.4	0,60-1,80	SU*	fS, u+, ms+, gs'	30,16	-	F3	1,0x10 ⁻⁶
BS 1.5	0,25-3,00	SE	mS, fs, gs	3,95	2,9	F1	1,9x10 ⁻⁴
BS 1.6	0,40-0,80	SE	mS, gs, fs'	3,22	1,7	F1	2,8x10 ⁻⁴
BS 1.7	0,60-1,50	SU*	fS, ms+, g', gs'	26,66	-	F3	1,5x10 ⁻⁶
BS 1.8	3,90-10,00	SE	mS, fs, gs	1,19	2,4	F1	2,9x10 ⁻⁴
BS 1.10	0,50-0,80	SE	mS, gs, fs'	3,22	2,7	F1	2,8x10 ⁻⁴
BS 1.14	0,30-1,20	SU	mS, fs, gs, u'	7,74	5,1	F1	5,0x10 ⁻⁵
BS 1.18	0,60-3,00	SE	mS, fs, gs, g'	0,64	3,0	F1	2,4x10 ⁻⁴
BS 1.23	0,70-2,40	SE	mS, fs, gs'	2,42	2,8	F1	2,2x10 ⁻⁴
BS 2.1	1,10-2,40	SU	fS, mS, gs', u'	12,83	-	F2	1,4x10 ⁻⁵
BS 2.2	1,50-6,00	SE	mS, fs, gs	1,82	2,8	F1	1,8x10 ⁻⁴
BS 2.6	0,30-1,10	SU*	fS, ms+, u, gs'	18,11	-	F3	1,3x10 ⁻⁶
BS 2.8	0,60-1,60	SE	mS, fs, gs, g'	0,96	2,9	F1	2,9x10 ⁻⁴
BS 2.12	1,40-3,20	SU*	fS, ms, u	22,62	-	F3	8,6x10 ⁻⁷
BS 2.13	2,10-3,70	SU*	fS, u+, ms+, gs'	29,58	-	F3	4,2x10 ⁻⁷
BS 2.20	0,50-1,30	SE	fS, ms+	2,81	2,2	F1	8,0x10 ⁻⁵
BS 2.38	0,35-3,00	SU	mS, fs+, u', gs'	10,08	-	F2	8,1x10 ⁻⁵
BS 2.40	0,30-0,80	SU*	fS, mS, u, gs'	17,79	-	F3	4,2x10 ⁻⁷

3.6 Hydrologische Gegebenheiten

Im Bauabschnitt 1 wurde bis zu den jeweiligen Bohrendteufen von 6,00 m bzw. 10,00 m kein Grund- bzw. Schichtenwasser angeschnitten.

Im Bauabschnitt 2 wurde lediglich am Bohrpunkt 2.20 in einer Tiefe von 4,75 m unter Gelände Grundwasser angeschnitten.

Der Flurabstand beträgt im Mittel 10-15 m mit der Hautfließrichtung Nord. Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters beträgt zwischen 5 und 20 m. Das Wasserwerk im Olympischen Dorf nutzte den Wasserleiter GWL 5 und 6 zur Wassergewinnung (Trinkwasserschutzzone III).

Es wird hier zunächst ohne langzeitige Beobachtungen und aus Erfahrungswerten der umliegenden Umgebung davon ausgegangen, dass das Grundwasser im Extremfall bis maximal ca. 31,50 m NHN ansteigen kann. Dieser HGW ist bei den weiteren Planungen generell zu berücksichtigen.

Nach der höhenmäßigen Einmessung des Geländes ist der ermittelte Grundwasserstand mit den absoluten Geländehöhen abzugleichen und ggf. erneut zu interpretieren.

Insgesamt kann jedoch zunächst davon ausgegangen werden, dass die Erschließung der Bauabschnitte 1 und 2 ohne Beeinträchtigungen durch Grund- bzw. Schichtenwasser erfolgen kann (keine Maßnahmen zur Grundwasserhaltung etc.).

4 BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Allgemeine Beurteilung / Baugrundmodell

Die Baugrundverhältnisse im Bereich der Bauabschnitte 1 und 2 lassen sich trotz gewisser Varianzen in der Schichtenfolge relativ gut zusammenfassen.

Unterhalb wechselnder Deckschichten bzw. wechselndem Oberbau der Straßen- und Wegeabschnitte folgen zunächst, die als Schicht 1 bezeichneten Auffüllungen aus Sanden, schluffigen Sanden (part. stark schluffigen Sanden) bzw. Bauschutt -(Ziegel- und Betonbruch, teils Natursteinschotter) Sandgemischen (teils organisch durchsetzt). Diese sind zunächst als tragfähig einzustufen, wegen variierender Schichtmächtigkeiten / Zusammensetzung (teils Orgnik) jedoch nicht einheitlich zu bewerten. Deshalb sind diese Schichten generell als frostempfindlich einzustufen (Frostempfindlichkeitsklasse F3), was für den Straßen- und Wegebau dringend zu berücksichtigen ist.

Für die Verlegung diverser Medien / Rohrleitungsbau sind hingegen (je nach Verlegungstiefe) hauptsächlich die als Schicht 2 bezeichneten darunter liegenden, teils aufgefüllten, hauptsächlich gewachsenen Schichten bestehend aus enggestuften Sanden (SE), schwach schluffigen Sanden (SU) relevant.

Diese insgesamt homogenen Schichten lassen sich bautechnisch der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zuordnen.

In Abweichung hierzu sind in den für den Rohrleitungsbau relevanten Bereichen im Bauabschnitt 2 partiell und unregelmäßig verteilt auch die als Schicht 3 bezeichneten Schichten anzutreffen. Diese schluffigen bis stark schluffigen Sande (SU*) bzw. Geschiebelehmhorizonte (SU*/UL) sind in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (stark frostempfindlich) einzuordnen.

Grund- bzw. Schichtenwasser steht im Untersuchungsgebiet erst ab ca. 10-15 m Tiefe unter Gelände, mit Ausnahme der Bohrsondierung 2.20 (hier -4,75 m u. GOK) an.

Für die Erschließungsplanung ist dieses dementsprechend generell nicht relevant.

4.2 Baugrundeigenschaften / Homogenbereiche

Baugrundeigenschaften

Schicht / Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenklasse nach DIN 18300	Lagerungsdichte / Konsistenz	Wasserdurchlässigkeit k _r -Wert [m/s]	Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 2009
<u>Schicht 1</u> Auffüllungen Bauschutt-Sand- Gemische, Naturstein- schotter, Sande, schwach schluffig bis schluffig, teils Geschiebelehm	[A/GW/GI/SU/ SU*/UL]	3 + 4	sehr locker-locker bzw. halfest	1 x 10 ⁻⁶ bis 1 x 10 ⁻⁴	F3
<u>Schicht 2</u> Auffüllungen/anstehende Schichten eng gestufte Sande / Sande schluffig	[SE/SU] bzw. (SE/SU)	3	sehr locker-locker bzw. mitteldicht	1 x 10 ⁻⁶ bis 3 x 10 ⁻⁴	F1

nur Bauabschnitt 2

<u>Schicht 3</u> anstehende Schichten schluffige bis stark schluffige Sande bzw. Geschiebelehm	(SU*) bzw. (SU*/UL)	3 + 4	sehr locker- mitteldicht bzw. halfest	4 x 10 ⁻⁷ bis 1 x 10 ⁻⁶	F3
--	---------------------------	-------	--	---	----

Einteilung der Homogenbereiche

Schicht / Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Homogenbereiche Erdbau
<u>Schicht 1</u> Auffüllungen Bauschutt-Sand-Gemische, Natursteinschotter, Sande, schwach schluffig bis schluffig, teils Geschiebelehm	[A/GW/GI/SU/SU*/ UL]	-
<u>Schicht 2</u> Auffüllungen/anstehende Schichten eng gestufte Sande / Sande schluffig	[SE/SU] bzw. (SE/SU)	Homogenbereich A
<u>Schicht 3</u> anstehende Schichten schluffige bis stark schluffige Sande bzw. Geschiebelehm	SU*/UL	Homogenbereich B

Die als Schicht 1 bezeichneten Auffüllungen sind stark inhomogen zusammengesetzt, so dass hier nicht von einem Homogenbereich [ATV DIN 18304 (2012)] gesprochen werden kann.

4.3 Versickerungsfähigkeit

Die Beurteilung der Eignung von Böden für die Errichtung von Versickerungsanlagen erfolgt nach der „Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil Entwässerung - RAS-Ew“, Abschn. 7.0. bzw. nach dem ATV-DWVK- Arbeitsblatt A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“. Danach muss die wasseraufnehmende Schicht eine genügende Mächtigkeit und ein ausreichendes Schluckvermögen besitzen. Gemäß DWA/ATV Arbeitsblatt A 138 kommen für Versickerungsanlagen nur Lockergesteine in Frage, deren k_f -Werte zwischen 10^{-3} m/s und 10^{-6} m/s liegen. Die Mächtigkeit des notwendigen Sickerraums (Grundwasserflurabstand) für Versickerungen gibt das DWA-Regelwerk im Arbeitsblatt DWA-A 138 mit ≥ 1 m an.

Für Versickerungsschächte gilt, dass der Abstand zwischen der Oberkante der Filterschicht und dem mittleren Grundwasserstand i.d.R. 1,5 m nicht unterschreiten darf. Außerdem sind geforderte Mindestabstände zu den Nachbargebäuden (1,5 Einbindetiefe) zu gewährleisten.

In Auswertung der vorliegenden Erkundungsergebnisse sind die maßgeblichen Schichten in Form der aufgefüllten, sowie der gewachsenen nicht bis schwach bindigen Sande ([SU/SE]/SU/SE), nach den Ergebnissen der Laboruntersuchungen, sowie entsprechender regionaler Erfahrungen, gut zur Versickerung von Regen- und Oberflächenwasser geeignet.

Zu Dimensionierungszwecken und ohne weitere Differenzierung einzelner lokaler Bereiche können durchschnittlichen Wasserdurchlässigkeiten der relevanten Schichten mit

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

angesetzt werden.

4.4 Kontaminationen / Altlasten

Im Zuge der Baugrunderkundungen wurden sensitiv auffällige Schichten / Materialien entnommen und für weitere umweltchemische Untersuchungen vor Ort separat verpackt.

Die entnommenen Asphalt- / Bauschuttproben, die Bauschutt-Sand-Gemische, sowie die Betonproben wurden gemäß dem Untersuchungsprogramm der TR LAGA M20 (1997) untersucht.

Die Bodenproben (Bauschuttanteil <10 %) wurden entsprechend dem Untersuchungsprogramm TR LAGA Boden (2004) untersucht.

Des Weiteren wurden entnommene Asphaltproben auf weitere Verwertungsmöglichkeiten bzw. auf die für die Entsorgung relevanten Parameter PAK im Feststoff und Phenol im Eluat untersucht.

Die Ergebnisse dieser Analysen sind in der Anlage 5 ausführlich dargestellt.

Die folgende Tabelle fasst die Untersuchungsergebnisse zusammen.

Zusammenfassung der Analytik-Ergebnisse

Probe Nr. / UP	Tiefe [m]	Material / Gemisch / Bodenart	Analyseparameter / Untersuchung gemäß	Überschreitung Grenzwerte	Einstufung gemäß TR LAGA	Verwertungsklasse gemäß RuVA-StB 01 / Abfallschlüsselnr.
Bauabschnitt 1						
P1 / BS 1.2	0,00-0,16	Asphalt	PAK / Phenol	nein	-	A
P2 / BS 1.11	0,00-0,25	Bauschutt-Sand-Gemisch	LAGA M20	ja	Z1.2	-
P3 / BS 1.7	0,10-0,60	Bauschutt-Sand-Gemisch	LAGA M20	ja	Z1.2	-
P4 / BS 1.15	0,00-0,07	Asphalt	PAK / Phenol	nein	-	A
P5 / BS 1.15	0,07-0,30	Schottertragschicht	LAGA M20	ja	Z1.1	-
P6 / BS 1.16	0,00-0,10	Asphalt	PAK / Phenol	ja	-	gefährlicher Abfall [AS 17 03 01*]
P7 / BS 1.16	0,10-0,20	Schottertragschicht	LAGA M20	ja	>Z2	gefährlicher Abfall [AS 17 01 06*]
P8 / BS 1.18	0,00-0,06	Asphalt	PAK / Phenol	ja	-	gefährlicher Abfall [AS 17 03 01*]
P9 / BS 1.18	0,06-0,25	Schottertragschicht	LAGA M20	ja	>Z2	gefährlicher Abfall [AS 17 01 06*]
P10 / BS 1.24	0,00-0,40	Bauschutt-Sand-Gemisch	LAGA M20	ja	Z2	-

Zusammenfassung der Analytik-Ergebnisse

Probe Nr. / UP	Tiefe [m]	Material / Gemisch / Bodenart	Analyseparameter / Untersuchung gemäß	Überschreitung Grenzwerte	Einstufung gemäß TR LAGA	Verwertungsklasse gemäß RuVA-StB 01 / Abfallschlüsselnr.
Bauabschnitt 2						
P1 / BS 2.8	0,00-0,30	Beton	LAGA M20	nein	Z1	-
P2 / BS 2.15	0,00-0,20	Bauschutt-Sand-Gemisch	LAGA M20	nein	Z1	-
P3 / BS 2.16	0,10-0,60	Boden mit Ziegelresten	LAGA 2004	ja	Z1	-
P4 / BS 2.20	0,20-0,50	Boden mit Bauschuttresten	LAGA 2004	nein	Z1	-
P5 / BS 2.31	0,00-0,10	Asphalt	PAK / Phenol	nein	-	A
P6 / BS 2.37	0,00-0,04	Asphalt	PAK / Phenol	ja	-	gefährlicher Abfall [AS 17 03 01*]
P7 / BS 2.37	0,04-0,17	Schottertragschicht	LAGA M20	ja	Z2	-
P8 / BS 2.38	0,00-0,15	Asphalt	PAK / Phenol	nein	-	A
P9 / BS 2.39	0,10-0,30	Bauschutt-Sand-Gemisch	LAGA M20	ja	Z1.1	-

Bauabschnitt 1 Zusatz (Speisehaus der Nationen)						
P10 / BS 1.13	0,00-0,02	Beton	LAGA M20	ja	>Z2	gefährlicher Abfall [AS 17 01 06*]
P11 / BS 1.13	0,02-0,13	Beton	LAGA M20	ja	>Z2	gefährlicher Abfall [AS 17 01 06*]
P12 / BS 1.17	0,00-0,05	Fliesen und Beton	LAGA M20	ja	>Z2	gefährlicher Abfall [AS 17 01 06*]
P13 / BS 1.17	0,05-0,18	Beton	LAGA M20	ja	Z2	-
P14 / BS 1.16	0,10-0,20	Schottertragschicht	LAGA M20	ja	Z1.12	-

AS 17 03 01*
AS 17 01 06*

kohlenteerhaltige Bitumengemische
Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten

4.5 Weitere Untersuchungen

Weitere Baugrunderkundungen sind für die Erschließungsplanung aus geotechnischer Sicht derzeit nicht erforderlich.

5 GRÜNDUNGSTECHNISCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN

5.1 Bodenkennwerte

Die folgende Tabelle fasst die Bodenkennwerte der relevanten Baugrundsichten zusammen.

Bodenkennwerte

Schicht / Bezeichnung	Boden- gruppe nach DIN 18196	Boden- klasse nach DIN 18300	Wichte u. Auftrieb cal γ'_k [kN/m ³]	Wichte erdfeucht cal γ_k [kN/m ³]	Reibungs- winkel cal φ_k [Grad]	Kohäsion cal c_k [kN/m ²]	Steifemodul cal $E_{s,k}$ [MN/m ²]
<u>Schicht 1</u> Auffüllungen Bauschutt-Sand- Gemische, Natursteinschotter, Sande, schwach schluffig bis schluffig, teils Geschiebelehm	[A/GW/GI/S U/SU*/UL]	3 + 4	10	20	34	0	50
<u>Schicht 2</u> Auffüllungen/anstehende Schichten eng gestufte Sande / Sande schluffig	[SE/SU] bzw. (SE/SU)	3	10	18	32,5	0	30
<u>Schicht 3</u> anstehende Schichten schluffige bis stark schluffige Sande bzw. Geschiebelehm	SU*/UL	3 + 4	10	19	27,5	1	12

5.2 Rohrleitungsbau

Entsprechend der Verlegetiefen diverser Rohrleitungen wird sich die Notwendigkeit eines fachgerechten Verbaus ergeben. Hierfür bietet sich die Verwendung von genormten Verbausystemen (z.B. Krings-Verbau oder Kammer-Kanaldielen-Verbau) oder die Herstellung eines, insbesondere bei häufig kreuzenden Kabeln und Rohrleitungen vorteilhaften, herkömmlichen Trägerbohlenverbau („Berliner Verbau“) an. Alternativ kann auch der Normverbau nach DIN 4124 (Holzverbau) empfohlen werden.

In Abhängigkeit der Gründungsart und -tiefe der Bestandsgebäude und deren Abstand zu den Rohrgräben sind die entsprechenden Erddruckkräfte auf den Verbau zu berücksichtigen.

In den für die Verlegung von Medien maßgeblichen Tiefenbereichen ist überwiegend von aufgefüllten und gewachsenen Böden der *Schicht 2* (nicht bis schwach schluffige Sande SE/SU) und nur partiell im Bauabschnitt 2 von Böden der *Schicht 3* (schluffige bis stark schluffige Sande / Geschiebelehm) auszugehen.

Bei entsprechender Nachverdichtung wird die Tragfähigkeit der Böden *Schicht 2* sicher gewährleistet. Hier ist eine Verbesserung des Rohrsohlaufagers nicht erforderlich.

In Trassenabschnitten mit Böden der *Schicht 3* ist in Anlehnung an DIN EN 1610, Pkt. 7.2 prinzipiell eine Rohrbettung (Kiessand o. ä.) von mindestens 100 mm vorzusehen. Des Weiteren ist dieses Material auch in der Leitungszone einzuplanen.

Im Zuge der Erdarbeiten sind die Gründungssohlen entsprechend zu verdichten. Auf der Rohrsohle ist ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 97\%$ nachzuweisen. Sollte der Verdichtungsgrad trotz Nachverdichtung nicht nachgewiesen werden, ist zusätzliche eine etwa 10 cm Bettungsschicht aus Kiessand o. ä. einzubauen.

Bei der Ausbildung der Gründungssohlen für Einlaufschächte ist analog den oben genannten Verfahrensweisen vorzugehen. Eine Sauberkeitsschicht ist nur in Bereichen mit bindigen Böden im Sohlbereich der Schächte einzuplanen.

Grundbruchgefahr besteht bei Ausführung der o. g. Maßnahmen (Gründungspolster; Bodenaustausch) nicht. Für die Bemessung kann ein Bettungsmodul $k_s = 10\text{-}12 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Setzungen von ca. 1-2 cm sind nicht auszuschließen und werden größtenteils in der Bauphase als Sofortsetzung abklingen.

5.3 Straßenbau Gründungshinweise

Untergrund / Planum

In der Planumtiefe von ca. 0,40-0,50 m unter Gelände ist hauptsächlich mit Böden der *Schicht 1* und *Schicht 2* zu rechnen. Diese sind insbesondere im Bereich bestehender Wege und Straßen, wegen der Konsolidation als tragfähig einzustufen. In den Nebenbereichen sind diese Schichten mit entsprechender Nachverdichtung ebenfalls als tragfähig einzustufen. Hier ist die geforderte Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ gegeben. Nachdem der Bodenabtrag für den Straßenoberbau erfolgt ist, kann sich durch die Aushubentlastung, sowie den Wegfall der oberen teils stark konsolidierten Auffüllungen eine Verschlechterung der Grundtragfähigkeit ergeben. Desweiteren hängt die tatsächliche Tragfähigkeit auch von den dynamischen Belastungen durch die Befahrung während der Bauphase, sowie von den Witterungsverhältnissen zum Bauzeitpunkt ab.

Zunächst wird davon ausgegangen, dass die Mindesttragfähigkeit des Planums von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ im gesamten Untersuchungsbereich sicher erreicht wird.

Die hier gemachten Aussagen beziehen sich nicht auf die partiell erkundeten Bereiche mit organogenen Beimengungen (Bodengruppe OH). Diese Bereiche sind im Zuge der Baumaßnahme abzugrenzen und ggf. durch den Einsatz von Geogittern etc. zu ertüchtigen. Unter Umständen ist wegen der verfügbaren Böden im Baubereich auch der Austausch organisch durchsetzter Böden sinnvoll und technologisch einfacher umsetzbar.

Insbesondere die als *Schicht 1* bezeichneten Horizonte sind teils heterogen zusammengesetzt, weshalb für die fachgerechte Planung der Straßen- und Wege die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (stark frostempfindlich) zu Grunde zu legen ist.

Wasserverhältnisse

Entsprechend der RStO 12 werden die Wasserverhältnisse im Untersuchungsbereich generell als günstig eingeschätzt. Grund- bzw. Schichtenwasser ist für die gesamte Erschließung im Bauabschnitt 1, sowie im Bauabschnitt 2 nicht relevant. Eine Planumsentwässerung wird nicht erforderlich.

Boden- und Baustoffmanagement

Es wird empfohlen den anfallenden Bodenabtrag (hauptsächlich *Schicht 1*), wegen diverser Materialinhomogenitäten im Aufbau der neuen Wege und Straßen nicht einzusetzen. Schwankungen der stofflichen Zusammensetzung würden u. U. zu größeren Tragfähigkeitsdifferenzen innerhalb der Gesamtfläche führen. Des Weiteren sprechen die teilweise erkundeten Abschnitte mit erhöhten chemischen Belastungen (auch >Z2; gefährlicher Abfall) gegen eine Wiederverwertung im Baubereich.

Es wird, im Sinne einer möglichst guten Repräsentativität der bisher erlangten Messergebnisse, empfohlen die tatsächlichen Abtragsmassen baubegleitend, entsprechend der TR LAGA / RuVA-StB 01 nochmals am Haufwerk zu untersuchen, bevor die weitere Entsorgung geplant wird. Dazu ist die fachgerechte Zwischenlagerung des Abtragsmaterials sicher zu stellen.

Der Boden ist anschließend, entsprechend dieser Zuordnung, wieder zu verwerten bzw. ggf. zu entsorgen.

Zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit der noch zu planenden Straßenkörper wird generell der Einsatz klassifizierter Baustoffe erforderlich.

6 ALLGEMEINES

6.1 Erdarbeiten / Verdichtungsanforderungen

Rohrleitungsbau

Bei *Leistungsabschnitten innerhalb von Straßen- und Verkehrsnebenflächen* ist zur Verhinderung von Tragfähigkeitsschäden bei der Verfüllung der Baugruben darauf zu achten, dass der Verfüllboden in entsprechender Schütthöhe aufgebracht und planmäßig verdichtet wird. Das Verdichten darf in der *Leistungszone* und im Bereich bis 1 m über Rohrscheitel nur mit leichtem, bis 3 m auch mit mittelschwerem und darüber auch mit schwerem Verdichtungsgerät ausgeführt werden. Bei *Leistungsgräben innerhalb und außerhalb des Straßenkörpers* gilt für die *Leistungszone* eine Anforderung an das 10 %-Mindestquantil des Verdichtungsgrades D_{Pr} von 97% (siehe ZTVE-StB 09, Abschn. 9.5) für die dort einzubauenden grobkörnigen Böden und Baustoffe.

Auch die *Gründungssohle* ist wegen möglicher Auflockerungen während der Erdarbeiten entsprechend nach zu verdichten.

Für den Bereich 0,50 m unter Planum bis OK Rohrleitungszone (*Verfüllzone*) sind, gemäß ZTVE-StB 09, Abschnitt 9 („Baugruben und Leitungsgräben“) die nach Abschnitt 4.3.2., Tabelle 2 aufgeführten Verdichtungsgrade nachzuweisen. In Abhängigkeit von der Bodenart werden Verdichtungsgrade $D_{Pr} \geq 98 \%$ (grobkörnige und schwach schluffige Böden, z.B. SE, SU), $D_{Pr} \geq 97 \%$ (schluffige, tonige Sande -SU* / ST*- und Schluffe -UL) gefordert. Bei Böden mit Feinkornanteilen $>15\%$ (SU*, ST*, UL) ist zudem ein Luftporenanteil $n_a \leq 12\%$ nachzuweisen.

Bei Verwendung nichtbindiger Böden (SE/SU) sind *Untergrund* und *Unterbau* so zu verdichten, dass im Bereich *Planum* bis 0,50 m Tiefe ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ erreicht wird (siehe ZTVE-StB 09, Pkt. 4.3.2, Tab. 2).

Straßenbau

Nach dem profilgerechten Abtrag bis OK Planum ist die freigelegte Abtragssohle bzw. das Planum in mehreren Übergängen bei günstigem Wassergehalt intensiv zu verdichten. Die nur partiell erkundeten bindigen Böden sind schwer verdichtbar. Eine Verdichtung und „Glättung“ der abtragsbedingten Auflockerungen des angelegten Planums hat in jedem Fall zu erfolgen.

Danach erfolgt der Aufbau der nach ZTV SoB-StB klassifizierten Frostschutz- und/oder Tragschichtmaterialien.

Für die Frostschutz- und Tragschichten sind in Abhängigkeit des geplanten Aufbaus gemäß RStO 12 Verformungsmodul $E_{V2} \geq 120$ bzw. 150 MPa bei Verdichtungsgraden $D_{Pr} \geq 103 \%$ nachzuweisen.

Der Nachweis des Verdichtungsgrades $D_{Pr} \geq 103 \%$ kann über den Verhältniswert $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ erfolgen.

Im Rahmen der Eignungs- und Eigenüberwachungsprüfung hat die Erdbaufirma die Verdichtung entsprechend nachzuweisen. Mittels Kontrollprüfungen werden die Eigenüberwachungen von einem unabhängigen Prüflabor stichprobenartig überprüft. Der Umfang der Kontrollprüfungen hängt dann von deren Ergebnis ab.

6.2 Wiederverwendbarkeit des Bodenaushubs aus dem Rohrleitungsbau

Die *Rohrleitungszone* ist bis 300 mm über Rohrscheitel mit Lockergestein zu verfüllen. Nach DIN EN 1610 darf innerhalb der *Leitungszone* nur Material verwendet werden, das die Leitungen nicht schädigen kann (Größtkorn 22 mm bei $DN \geq 200$, Größtkorn 40 mm bei $DN > 200$ bis $DN \geq 600$). Erfolgt die Verlegung der Leitungen innerhalb von Straßen- bzw. Verkehrsnebenflächen gelten vorgenannte Bedingungen analog, jedoch ist entsprechend den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTVE-StB 09“, Abschnitt 9.3 nur grobkörniger Boden mit einem Feinkornanteil von unter 15 Gew.-% zu verwenden. Dieses Kriterium erfüllen die erkundeten Böden der Bodengruppen SE und SU.

Sollte weiterer Boden erforderlich werden, so sollte hierzu prinzipiell ausgeschriebenes qualifiziertes, neues Material mit ähnlichen Materialparametern verwendet werden.

Außerhalb der *Leitungszone* sind die aufgefüllten / anstehenden Sande bodenmechanisch prinzipiell geeignet.

Die innerhalb der Auffüllungen *Schicht 1* vielfach erkundeten Horizonte mit heterogener Zusammensetzung und diversen höheren Bauschutt-, teils humosen Anteilen sind nicht wieder einzubauen, sondern zu ersetzen.

Prinzipiell gilt: Aufgeweichte (weichplastische) bindige Böden, wie auch humos durchsetzte Böden (OH) mit organischen Anteilen > 3 Gew.-% sind grundsätzlich nicht in den Rohrgraben einzubauen, da diese nicht verdichtbar sind und dadurch eine Sicherung der Leitungen gegen seitliches Verschieben bzw. das Erreichen der erforderlichen Tragfähigkeit nicht gegeben ist.

Der für die Verfüllung des Leitungsgrabens geeignete und zwischengelagerte Boden ist durch entsprechende Maßnahmen einbaufähig zu halten (ZTVE - StB 09, Abschn. 9.3).

6.3 Wasserhaltung

- nicht erforderlich -

6.4 Bauwerksabdichtung

Die Art und Weise der Bauwerksabdichtung ist von der jeweiligen Gründungstiefe abhängig. Es wurde bereits festgestellt, dass im gesamten Bereich der untersuchten Bauabschnitte 1 und 2, Grund- und Schichtenwasser nicht relevant ist.

Deshalb kann die Abdichtung von Bauwerken und anderen baulichen Anlagen gemäß DIN 18195, Teil 4 (Abdichtung gegen Bodenfeuchte) erfolgen.

6.5 Bautechnologische Eignung des Bodenaushubs / Bodenklassen

Die Aufnahme vorhandener Befestigungsschichten und ggf. kompakter Tragschichten etc. ist gesondert abzurechnen.

Die Bodenklassen nach DIN 18300 können der folgenden Tabelle entnommen werden. Die Ramm- und Bohrbarkeit, sowie die Verwendbarkeit des Bodenaushubes für den Wiedereinbau sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Technologische Bodeneignung

Schicht / Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenklasse nach DIN 18300	Verdichtbarkeit	Rammpbarkeit	Eignung zum Wiedereinbau
<u>Schicht 1</u> Auffüllungen Bauschutt-Sand- Gemische, Natursteinschotter, Sande, schwach schluffig bis schluffig, teils Geschiebelehm	[A/GW/GI/SU/ SU*/UL]	3 + 4	mäßig-gut	leicht-mittel	nicht geeignet (stark heterogene Zusammensetzung mit z. T. hohen chemischen Belastungen)
<u>Schicht 2</u> Auffüllungen/anstehende Schichten eng gestufte Sande / Sande schluffig	[SE/SU] bzw. (SE/SU)	3	gut	leicht	geeignet (als Rohraufleger, für den Wiedereinbau in der Verfüllungszone von Rohrgräben)
<u>Schicht 3</u> anstehende Schichten schluffige bis stark schluffige Sande bzw. Geschiebelehm	SU*/UL	3 + 4	gering-mäßig	leicht-mittel	bedingt geeignet (für Wiedereinbau in der Verfüllungszone von Rohrgräben)

6.6 Schutz von Gebäuden / baulichen Anlagen

Das Einbringen des Baugrubenverbau hat in unmittelbarer Nähe von bebauten Bereichen erschütterungsarm zu erfolgen. Ein Einrammen ist auszuschließen. Der Verbau ist ggf. einzudrücken bzw. einzupressen. Eine Beweissicherung im Vorfeld der Baumaßnahme wird angeraten. Um mögliche negative Beeinflussungen der Nachbarbebauung und Medienträger zu vermeiden, ist bei den Verdichtungsarbeiten auf den Einsatz schwerer Technik zu verzichten. Die erforderlichen Verdichtungsarbeiten lassen sich mit leichten bis mittelschweren Geräten (Vibrationsplatten bis 300 kg, Grabenwalzen bis 1.500 kg) ausführen.

6.7 Sonstige bautechnische Hinweise

Die Maßnahmen zur Gründungsherstellung insbesondere der Verdichtung sollten fachtechnisch überwacht und durch laufende Prüfungen kontrolliert werden. Alle Angaben bezüglich der Baugrundtragfähigkeit beruhen auf den vorliegenden Erkundungsergebnissen. Abweichungen davon sind operativ zu beurteilen und ggf. durch den zusätzlichen Einbau lastverteiler Schichten im Gründungsbereich der Fundamente etc. auszugleichen. Derartige Maßnahmen sind durch den Baugrundgutachter festzulegen und zu begleiten.

7 **SCHLUSSBETRACHTUNGEN**

Mit diesem Gutachten wird gemäß dem Planungsstand eine rein qualitative Beurteilung der Baugrundverhältnisse vorgegeben.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass die ausgeführten Erkundungen stichprobenartigen Charakter besitzen. Ergeben sich während der Arbeiten Abweichungen von dem bisher Dargestellten, so ist der Bodengutachter davon in Kenntnis zu setzen. Im Bedarfsfall ist diesbezüglich eine Stellungnahme zu erarbeiten.

Für baubegleitende Beratungstätigkeiten bzw. notwendige Baustoffprüfungen (Verdichtung, Tragfähigkeit etc.) steht unsere Einrichtung gern zur Verfügung.

Insbesondere stehen wir für Fragen, welche sich aus dem vorliegenden Gutachten ergeben, sowie auch für baubegleitende Prüfungen weiterhin gern zur Verfügung.