

BEB Jena Consult GmbH

Baugrund - Erdbau - Beweissicherung

Tatzendpromenade 2

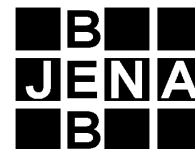
07745 Jena

☎ 03641 - 45 27-0

📠 45 27 30

www.beb-jena-consult.de

mail: beb-jena@beb-jena-consult.



Geotechnischer Untersuchungsbericht nach EC 7.2

Baugrunduntersuchung

Auftrags-Nr.: 5035/30/97/Q

Bauvorhaben: Jena, Himmelreich, Carl-Orff-Straße 8
Kindertagesstätte Kleine Forscher
Sanierung Grundleitungen und Spielbereich

Geotechnische Kategorie: 2

Auftraggeber: Kommunale Immobilien Jena (KIJ)
Paradiesstraße 6
07743 Jena

Planung Spielbereich: Büro Ulrich Boock
Stadtrodaer Straße 60
07747 Jena

Planung Grundleitungen: Ingenieurgesellschaft Girwert & Partner mbH
Am Alten Güterbahnhof 5
07743 Jena

Der Bericht umfasst 18 Seiten, 11 Tabellen und 5 Anlagen.

Jena, den 08.07.2026

BEB Jena Consult GmbH

Dipl.-Ing. H. Agsten
IngKTh: 1953-98-BI

textfile: Jena/Himmelreich/Carl-Orff-Str 8/GA.doc

Die Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf der vorherigen Genehmigung des Verfassers. Bis zur endgültigen Bezahlung behält sich der Auftragnehmer alle Rechte, insbesondere die Verwendung und / oder Bekanntgabe des Inhalts (auch auszugsweise) gegenüber Dritten vor.

Inhaltsverzeichnis	Seite
UNTERLAGEN	3
ANLAGEN	3
0. VORGANG UND AUFTRAG	3
1. UNTERSUCHUNGSGEBIET	4
2. BAUAUFGABE	4
3. BAUGRUNDMODELL, ERGEBNISSE DER GEOTECHNISCHEN UNTERSUCHUNG	4
3.1 Morphologie des Geländes	4
3.2 Einwirkungen	5
3.2.1 Nutzung geländenaher Tiefenbereiche,	5
3.2.2 Nutzung geländeferner Tiefenbereiche	5
3.2.3 Umweltrelevante Untersuchungen	5
3.2.4 Dynamische Einflüsse/Seismik	5
3.2.5 Rezente potentielle Prozesse	5
3.3 Regionale Einheiten/Geologischer Überblick	6
3.4 Baugrunderkundung, Felduntersuchungen	6
3.5 Baugrundsichtung und Homogenbereiche	7
3.6 Laboruntersuchungen	7
3.7 Hydrologische Verhältnisse	8
3.8 Eigenschaften der Baugrundsichten / Homogenbereiche im Zustand vor dem Lösen	8
4. BAUGRUNDEIGNUNG	10
4.1 Bebaubarkeit der Bauflächen	10
4.2 Belastbarkeit	10
4.3 Lösbarkeit (informativ als Kalkulationshilfe)	10
4.4 Verwendbarkeit der Schüttstoffe aus Abtrag und Aushub / Wiedereinbaufähigkeit	11
5. LÖSUNGSVORSCHLÄGE	11
5.1 Bauwerkseinordnung	11
5.2 Gründungsmethode	12
5.3 Bauwerksschutz / Abdichtung	12
5.4 Schutz des Baugrundes / Frostschutz	12
5.5 Wasserhaltung	12
5.6 Schutz der Baugrube / Böschungsgestaltung	12
5.7 Planumsschutz, Planumsstabilisierung	13
6. BERECHNUNGSGRUNDLAGEN	13
6.1 Generelle Berechnungsgrundlagen	13
6.2 Spezielle Berechnungsgrundlagen	14
6.2.1 Bemessungswiderstand des Sohldrucks für die einfache Flachgründung	14
6.2.2 Erddruckansätze	14
6.2.3 Anforderungen an Gründungspolster	15

6.3 Entwässerungsleitungen

15

7. HINWEISE

17

Unterlagen

- U 1 - Auftrag Kommunale Immobilien Jena vom 26.01.2026
- U 2 - Angebot Je-009/26 BEB Jena Consult GmbH an den AG vom 15.01.2026
- U 3.1 -Angebotsaufforderung Büro Boock Jena vom 23.10.2025 mit Lageplan und Vorschlag für die Untersuchungspunkte und Anforderungen an das Baugrundgutachten
- U 3.2 -Dokumentation Kanaluntersuchung umwelt-team-weimar vom 16.04.2024
- U 4 - Planungsunterlagen Büro Boock
- U 4.1 -Vermessungsplan Stadt Jena M 1:200 vom 05.05.2025
- U 4.2 -Entwässerungsplan AB Wels & Möller Jena M 1:100 vom April 2001 mit Schemaabwicklung Regen- und Schmutzwasser
- U 4.3 -Lageplan Abwasser, Vorverlegung Hausanschluss M 1:200 AP, vom 10.02.2026
- U 4.4 -Regelquerschnitte Grundleitungen M 1:25 vom 24.03.2026
- U 4.5 -Lageplan Erdbau Grundleitungen M 1:200 vom 24.03.2026
- U 4.6 -Lageplan Spielbereich M 1: 50 vom 21.11.2025
- U 5 - Topographische Karte M 1 : 10.000, 1305-114 Jena
- U 6 - Geologisches Messtischblatt M 1:25.000 – 5035 Jena
- U 7 - Auslaugungskarte M 1:100.000 M 32-48 Jena
- U 8 - Einholung der Schachtgenehmigungen bei den Medienträgern vom 6.2. bis 17.4.2026
- U 9 - Ortsbesichtigung am 20.05.2026 mit Durchführung der Kleinrammbohrungen RKS 1 und 2/26 sowie der Rammsondierungen DPM 1 und 2/26 mit Lage- und Höhenvermessung der Aufschlüsse

Anlagen

- A1.1 - Übersichtsplan
- A1.2 - Aufschlussplan
- A 2 - Aufschlussprofile der Kleinrammbohrungen RKS 1 und 2/26
- A 3 - Sondierprofile DPM 1 und 2/26
- A 4 - Geländeschnitte 1 und 2
- A 5 - Laboruntersuchung Bodenmechanik

0. Vorgang und Auftrag

Im bestehenden Kindergarten „Kleine Forscher“ in der Carl-Orff-Straße 8 im Wohngebiet Himmelreich in Jena sollen die Grundleitungen für Abwasser und Regenwasser saniert werden und der Spielbereich am Unterhang neugestaltet werden.

Im Vorfeld der weiteren Planungen werden die Untergrundverhältnisse am Standort in einem Geotechnischen Untersuchungsbericht nach EC 7.2 beurteilt. Mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung wurde die BEB Jena Consult GmbH nach Angebot (U 2) durch die Kommunalen Immobilien Jena (U 1) beauftragt.

1. Untersuchungsgebiet

Der Untersuchungsstandort befindet sich im Wohngebiet Himmelreich unterhalb der Carl-Orff-Straße 8 im Gelände des Kindergartens.

Die Lage des Untersuchungsgebietes ist aus dem Übersichtsplan A 1.1 und dem Aufschlussplan der Anlage A 1.2 zu ersehen.

Nach U 6 besitzt die Untersuchungsfläche ungefähr folgende Koordinaten:

Tabelle 1 Gauss-Krüger-Koordinaten

Hochwert:	Rechtswert:
56 47 765	44 73 590

2. Bauaufgabe

Auf der Untersuchungsfläche sollen die alten schadhafte Grundleitungen für Regen- und Abwasser aufgenommen werden. Die Schmutzwasserleitungen DN 160 PP werden neu an der Ostseite des Gebäudes entlang parallel zur Carl-Orff-Straße zum dortigen Sammler verlegt.

Die Regenwasserleitungen DN 160 PP wird in einer neuen Trasse nördlich um den Spielbereich am Hang herum an die bestehende Anbindeleitung unterhalb des Kindergartens geführt. Die starken Höhenunterschiede der Leitungstrasse werden in mehreren Energieumwandlungsschächten DN 1000 PP überwunden. Die Leitungsverlegung ist mittels Verbausystem geplant.

Der Spielbereich am Unterhang wird in den Treppenanlagen saniert und erneuert. Ein Baumhaus wird neu an den bestehenden Baum angebaut. Das Oval am unteren Ende des Spielbereichs wird neu gepflastert und mit mehrgliedrigen Sitzstufen eingefasst.

3. Baugrundmodell, Ergebnisse der Geotechnischen Untersuchung

3.1 Morphologie des Geländes

Das Gelände ist eine Hanglage im Mittleren Saaletal. Das Gelände ist relativ steil nach Osten geneigt. Die aktuellen Geländehöhen variieren innerhalb der Untersuchungsfläche deutlich. Die Höhendifferenz am Baustandort zwischen RKS 1 und 2/26 beträgt etwa 4,0 m.

Das Ursprungsgelände ist beim Bau der alten Entwässerungstrasse durch Geländeab- und -auftrag verändert worden.

3.2 Einwirkungen

3.2.1 Nutzung geländenahe Tiefenbereiche,

Bisherige Nutzung: Im Bereich der Untersuchungsfläche befinden sich Spielbereiche des Kindergartens und die alte Entwässerungstrasse.

Innerhalb der Untersuchungsfläche sind noch die alten Entwässerungsleitungen vorhanden. Randlich sind Wegebeleuchtungen zu beachten.

3.2.2 Nutzung geländeferner Tiefenbereiche

Im Untersuchungsgelände befinden sich keine unterirdischen Hohlräume oder Reste von Altbergbau.

3.2.3 Umweltrelevante Untersuchungen

Waren nicht beauftragt!

Für die weitere Verwendbarkeit der Böden sind die Aussagen in Abs. 4.4 zu beachten. Nicht wieder einbaubare Böden im Sinne der bodenmechanischen Bewertung sind zu entsorgen.

Weiterhin ist zu beachten, dass in den Auffüllungen verschiedene Schadstoffkonzentrationen vorliegen können. Planungsseitig sind somit **optional** Maßnahmen für baubegleitende Verwertungsuntersuchungen und in der Ausschreibung Positionen für die Entsorgung / Deponierung schadstoffbelasteter Materialien nach EBV und DepV vorzusehen.

3.2.4 Dynamische Einflüsse/Seismik

Das Baugelände befindet sich nach der DIN 4149:2006-11 Zuordnung der Gebiete in Erdbebenzonen Bild 2 in der Erdbebenzone 0 (Baugrund-Geologie - B-R) mit vernachlässigbar geringer seismischer Gefährdung.

3.2.5 Rezente potentielle Prozesse

Nach U 7 befindet sich das Baufeld im **Subrayon B – b – I – 2**. Erdfälle und Bodensenkungen sind generell möglich, kommen aber selten vor.

Gemäß U 6 stehen am Standort unter den Lockergesteinen Ton- und Mergelsteine der Pelitrötfolge des Oberen Buntsandsteins (so2) an. Erst im tieferen Untergrund folgen

gipsführende Schichten der Salinarrotfolge des Oberen Buntsandsteins (so1y).

Aufgrund der Überdeckung des Sulfatlagers mit den schwach durchlässigen Ton- und Mergelsteinen ist das Risiko gegenüber auslaugungsbedingten Oberflächenveränderungen (Erdfälle, Bodensenkungen) als gering einzuschätzen.

Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass in der Ausgleichfläche der östlich angrenzenden Flussaue ein alter Erdfall bekannt ist. Somit besteht im Untersuchungsgebiet ein geringes potentiell Restrisiko gegenüber Erdfällen und Bodensenkungen, welches nach gültiger Rechtsprechung der Bauherr trägt.

3.3 Regionale Einheiten/Geologischer Überblick

naturräumlich: Hanglage im Bereich des Mittleren Saaletals

regionalgeologisch: quartäres Hüllstockwerk über dem Tafeldeckgebirge der Bleicherode – Stadtrodaer Scholle mit Sedimenten des Oberen Buntsandsteins (so2 – Pelitröt-Folge)

bodenmechanisch: anthropogene Auffüllungen und Mutterbodenauftrag (Schicht 0) über schwach kiesigem tonigem Schluff (Schicht 1, Hanglehm, Lößlehm, Fließerde), über sandigen, schluffigen, steinigen Kiesen bzw. Schottern (Schicht 2, Hangschutt), tiefer zersetzte bis mäßig verwitterte Ton- und Mergelsteine

Bemerkung: Das Festgestein (Ton- und Mergelstein) wurde bei der Erkundung nicht aufgeschlossen. Es erfolgt somit keine gesonderte Beschreibung der petrografischen Eigenschaften. Lediglich randlich liegen aus der Erkundung der Stützwand Carl-Orff-Straße Bohrungen von 1997 bis in den Tonstein vor.

3.4 Baugrunderkundung, Felduntersuchungen

Zur Feststellung der Baugrundsichtung wurden nach Abstimmung des Untersuchungsprogramms mit den Planern im Untersuchungsbereich zwei Kleinrammbohrungen DN 50/32 als RKS 1 und 2/26 ausgeführt. Zur Beurteilung der Tragfähigkeit der Baugrundsichten wurden zwei Mittelschwere Rammsondierungen DPM 1 und 2/26 ausgeführt.

Die Lage der Erkundungsstellen kann dem Aufschlussplan der Anlage 1.2 entnommen werden. Die Einmessung der Höhen der Aufschlüsse wurde mittels GNSS-System vorgenommen.

Der geförderte Baugrund wurde vor Ort angesprochen und mit den Erkundungsergebnissen benachbarter Baugrunduntersuchungen aus dem Wohngebiet verglichen.

Die erkundete und ausgewertete Baugrundsichtung ist aus den Anlagen A 2 und A 3 in Einzelprofilen und den Anlagen 4 als Geländeschnitte zu entnehmen.

3.5 Baugrundsichtung und Homogenbereiche

Entsprechend den in den Anlagen 2 und 3 dokumentierten Erkundungsergebnissen der Einzelprofile wurden folgende Baugrundsichten angetroffen und entsprechenden Homogenbereichen (HB) zugeordnet. Die Einstufung in Homogenbereiche (HB) nach dem aktuellen Normenstand der VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV), z.B. DIN 18300 Erdarbeiten 2015, wird für Boden und Fels entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen vorgenommen. Dabei ist der Homogenbereich ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder ggf. mehreren Boden- und Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte, Bohrarbeiten usw. vergleichbare Eigenschaften aufweist. Eine weiterführende Differenzierung, z.B. hinsichtlich Lösen, Laden, Fördern, Wiedereinbauen usw., erfolgt nicht.

Tabelle 2 *Baugrundsichten und Homogenbereiche für Erdarbeiten*

<i>Baugrundsicht</i>		<i>Homogenbereich</i>
<i>Nr.</i>	<i>Benennung</i>	<i>HB-Bezeichnung</i>
0	Auffüllungen, Mutterboden	Mu
1	Ton, Schluff, Hanglehm	A
2	Kies, Hangschutt	B

Zur Verdeutlichung der Homogenbereiche wurden auf den Anlagen 4 Geländeschnitte mit Abgrenzung der Homogenbereiche dargestellt. Die Baugrundsichten sind nummeriert, die Homogenbereiche mit Buchstaben versehen.

3.6 Laboruntersuchungen

Aus den durchgeführten Bohrungen wurden 4 Bodenproben der Güteklasse 2 entnommen und im Labor der BEB Jena Consult untersucht:

Tabelle 3: *Laborversuche*

<i>Laborversuch</i>	<i>Vorschrift</i>	<i>Beprobung</i>
Natürlicher Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	4 Stück
Zustandsgrenzen	DIN EN ISO 17892-12	1 Stück

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sind in den Anlagen 5 als Laborprotokolle aufgeführt. Die Wassergehalte und plastischen Eigenschaften der bindigen Böden unterliegen natürlichen Schwankungen. Die bindigen, feinkörnigen Böden bzw. die feinkörnigen Anteile der gemischtkörnigen Böden neigen unter Wassereinfluss zu teils starken Aufweichungserscheinungen.

3.7 Hydrologische Verhältnisse

Grund- bzw. Schichtenwasser wurde in den aktuellen Aufschlüssen nicht angeschnitten. Mit einer freien Grundwasserführung ist erst in den tieferen Schichten der anstehenden Festgesteine, in Höhe des Auengrundwassers der Saale zu rechnen.

Schichtwasser ist innerhalb des durchlässigen Hangschutttes (Schicht 2) möglich. Die Menge des zulaufenden Wassers ist periodischen Schwankungen unterworfen und hängt von der Menge der örtlich anfallenden Niederschläge ab. Aufgrund der oberflächennah anstehenden schwach durchlässigen Hanglehme (Schicht 1) ist von geringen bis mittleren Zuflussmengen auszugehen.

3.8 Eigenschaften der Baugrundsichten / Homogenbereiche im Zustand vor dem Lösen

Tabellen 4 bis 6 Kurzbeschreibungen

Homogenbereiche	Baugrundsichten
<i>Homogenbereich Mu</i>	<i>Mutterboden und umgelagerter organischer Hanglehm als Auffüllungen</i>
Bodenart (DIN EN ISO 14688-1):	Schluff, organisch
Beimengungen:	Wurzeln
Bodengruppen (DIN 18196):	[UO]
Bodenklasse (DIN 18300): informativ	2
Farbe:	braun, dunkelbraun

<i>Homogenbereich A:</i>	<i>Schluff, Ton, Hang- und Lößlehm, 1</i>
Bodenart (DIN EN ISO 14688-1):	Schluff, tonig, feinsandig, schwach kiesig, schwach organisch Ton, schluffig, feinsandig, kiesig, steinig
Bodengruppe (DIN 18196):	UL, UM, TL, TM
Bodenklasse (DIN 18300): informativ	4, bei Wassereinfluss 2
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-2	Anteile zwischen 3 und 10 % geschätzt
Farbe:	braun, hellbraun
Konsistenz / Plastizität:	steif bis halbfest, $I_c = 0,75 - 1,2$ / $I_p = 0,1 - 0,2$
Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB 17):	F 3, sehr frostempfindlich
Wasserempfindlichkeit:	hoch
Organischer Anteil v_{gl} :	2 - 8 %
Abrasivität als CAI-Index:	kaum abrasiv, 0,3 – 0,5 [0,1 mm] geschätzt
Bodengruppe (ATV- Bl. 127):	G 3 - G 4
Beimengungen:	Wurzeln
Eignung als Gründungshorizont	bedingt geeignet bis geeignet

Der Homogenbereich A vereint die quartären Deckschichten des Hang- und Lößlehms. Sie weisen ähnliche bautechnische Eigenschaften auf.

<i>Homogenbereich B</i>	<i>Kies, Hangschutt, 2</i>
Bodenart (DIN EN ISO 14688-1):	Kies, sandig, schluffig, schwach steinig - steinig
Beimengungen:	Kalksteinschotter, Wurzeln
Bodengruppen (DIN 18196):	GT, GU, GU*, GT*
Bodenklasse (DIN 18300): informativ	3, 5 bei Steinanteil > 30%
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-2	5 – 30 %, geschätzt
Organischer Anteil v_{gl} :	0 – 4 %
Dichte ρ_n :	1,8 bis 2,0 kN/m ³
Lagerungsdichte	mitteldicht bis dicht, $D = 0,45 - >0,65$
Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB 17):	F 1- F 2, nicht bis gering frostempfindlich
Abrasivität als CAI-Index:	abrasiv bis stark abrasiv 1,0 – 4,0 [0,1 mm] geschätzt
Farbe:	graubraun, grau, braun, rot
Bodengruppe (ATV- Bl. 127):	G 1 – G 2
Eignung als Gründungshorizont	geeignet

Die Kiese (Schicht 2) als Hangschutt wurden auch dem Homogenbereich B zugeordnet.

Die untersuchten und bewerteten Böden werden klassifiziert und die entsprechenden Eigenschaften und Kennwerte den Homogenbereichen (HB) zugeordnet. Wenn keine Versuchsergebnisse nach den im Gutachten aufgeführten Anlagen vorliegen, wurden die entsprechenden Parameter anhand vergleichbarer Eigenschaften und benachbarter Untersuchungen korreliert bzw. abgeschätzt und als Erfahrungswerte dargestellt.

4. Baugrundeignung

Die Aussagen dieses Abschnittes sind aus dem Baugrundmodell abgeleitet und gelten in Verbindung mit der Geometrie nach Abschnitt 3 als unmittelbare Planungsgrundlage.

4.1 Bebaubarkeit der Bauflächen

Für die vorgesehene Bebauung mit der neuen Entwässerungstrasse und den Spielbereichen ist der Standort geeignet.

4.2 Belastbarkeit

Tabelle 7 Belastbarkeit

<i>Homogenbereich/ Baugrundsicht</i>	<i>Eignung als Gründungsschicht</i>	<i>Tragfähigkeit</i>	<i>Setzungsverhalten</i>
A / 1, Hang- und Lößlehm	geeignet	begrenzt	länger anhaltend
B / 2, Hangschutt	geeignet	tragfähig	schnell abklingend

4.3 Lösbarkeit (informativ als Kalkulationshilfe)

Die in den Aufschlüssen festgestellten Locker- und Festgesteine wurden hinsichtlich der Lösbarkeit der Bodenschichten informativ nach alter DIN 18300 wie folgt eingestuft:

Tabelle 8 Lösbarkeit

<i>Homogen- bereich</i>	<i>Bezeichnung / Schicht</i>	<i>Boden- bzw. Felsklasse</i>
A	Hang-, Lößlehm, Schluff, Ton, 1	4, bei Wassereinfluss 2
B	Hangschutt, Kies, 2	3 – 5 (je nach Steinanteil)

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass Bohrungen und Sondierungen nur punktförmig über den Baugrund, somit auch über die Boden- und Felsklassen, Aufschluss geben. Die genauen Anteile der einzelnen Boden- bzw. Felsklassen ergeben sich erst mit den Erdarbeiten.

4.4 Verwendbarkeit der Schüttstoffe aus Abtrag und Aushub / Wiedereinbaufähigkeit

Beim Wiedereinbau gelösten Bodens sind die Bestimmungen der ZTVE - StB 17 und der DIN 18300 zu beachten. Unter Berücksichtigung dieser Richtlinien ist die Verwendbarkeit der Homogenbereiche wie folgt zu bewerten:

Homogenbereich A:

Hang-, und Lößlehme der Schicht 1 als Schluffe und Tone sind als Verfüllmaterial in Leitungsgräben bedingt geeignet und sollten in Bereiche eingebaut werden, die keine besonderen qualitativen Anforderungen besitzen.

Homogenbereich B:

Die Kiese der Schicht 2 als Hangschutt sind als Verfüllmaterial der Hauptverfüllung in Leitungsgräben geeignet.

Durchfeuchtete Materialien sind generell auszuhalten bzw. vor dem Einbau entsprechend aufzubereiten (Trocknung, Stabilisierung durch hydraulische Bindemittel usw.).

Zur Hauptverfüllung der Leitungsgräben zu verwendende Schüttstoffe als Liefermaterial sind nach der Planung U 4.4 als Mineralgemisch 0/45 vorgesehen. Diese Liefererdstoffe können im Rahmen baubegleitender Untersuchungen von der BEB Jena Consult GmbH auf ihre Eignung untersucht werden. Gerade bei Mineralgemisch sollte nach ZTV E-StB 17 der Feinkornanteil aus Frostschutzgründen begrenzt werden.

5. Lösungsvorschläge

Die nachfolgenden Vorschläge sind Empfehlungen, über deren Realisierung der Anwender endgültig entscheidet.

5.1 Bauwerkseinordnung

Die lagemäßige Einordnung der vorgesehenen neuen Leitungstrasse auf dem Baugelände kann aus Baugrundsicht beibehalten werden, da auf der zur Verfügung stehenden Baufläche keine besseren Baugrundverhältnisse zu erwarten sind.

Die höhenmäßige Einordnung der Gründung der Leitungsschächte sollte so erfolgen, dass eine frostsichere Einbindung der Fundamente gewährleistet ist und diese den tragfähigen Baugrund des Homogenbereiches B (Schicht 2) erreichen. Bei Antreffen von gering tragfähigen Hanglehmpartien oder Restauffüllung kann es teilflächig punktuell zu einem Bodenaustausch von 20 -30 cm kommen.

5.2 Gründungsmethode

Für die Schachtgründung der Energieumwandlungsschächte DN 1000 PP ist nach den Plänen U 4.4 etwa 20 cm Betonbettung vorgesehen.

Für den Bereich des Ovals ist mit den geplanten Sitzstufen und der Pflasterung ein teilweiser Bodenaustausch einzuplanen, weil dieser Bereich die alte Entwässerungstrasse tangiert, wo die Aushubböden für die Neuanlage behandelt werden müssen. Teilflächig sollte neben körnigem Gründungspolster auch eine Betonausgleichsschicht eingeplant werden.

5.3 Bauwerksschutz / Abdichtung

Eine Abdichtung der geplanten Bauwerke ist nicht erforderlich.

Standsicherheit benachbarter Fundamente

Zum Schutz unmittelbar benachbarter Bauwerke ist die Standsicherheit der Fundamente in jeder Bauphase zu gewährleisten (Unterfangungen, Aussteifungen unter strikter Einhaltung der DIN 4123).

Werden zu unmittelbar benachbarten Bauwerken unterschiedliche Aushub- bzw. Gründungstiefen gewählt, ist ein Lastabtragswinkel von 45° nicht zu überschreiten.

5.4 Schutz des Baugrundes / Frostschutz

Für die Bauausführung wird an dieser Stelle nachdrücklich auf die hohe Wasserempfindlichkeit aller bindigen Schichten (Homogenbereiche A) hingewiesen.

Allgemeiner Frostschutz in Frostperioden (DIN 1054) durch Einhaltung der Mindestgründungstiefe bzw. frostsicheren Überdeckung der Fundamentsohlen von 0,8 m.

Niederschlags- und Brauchwasser ist in dichten Leitungen sicher abzuleiten.

5.5 Wasserhaltung

Für die Gründungsarbeiten im Baufeld ist eine offene Wasserhaltung erforderlich.

Der Wasserandrang aus dem Einzugsgebiet wird allgemein von Jahreszeit und Niederschlagssituation abhängen. Grundsätzlich empfiehlt sich deshalb, die Ausführung der Erdarbeiten möglichst in trockener Jahreszeit zu planen, um Bauaufwand für Wasserhaltung und Planumsschutz gering zu halten.

5.6 Schutz der Baugrube / Böschungsgestaltung

Baugruben und Gräben mit Tiefen über 1,25 m sind nach DIN 4124:2002-10 abzusteiern, zu verbauen oder abzuböschern.

Der zulässige Böschungswinkel richtet sich unabhängig von der Lösbarkeit des Bodens nach dessen bodenmechanischen Eigenschaften unter Berücksichtigung der Zeit, während der die Baugrube offen zu halten ist, und nach den äußeren Einflüssen, die auf die Böschung wirken.

Bei unbelasteten Böschungsschultern (lastfreier Streifen je nach Verkehrslasten und Erdaufschüttungen zwischen 1,0 m und 2,0 m) und Baugruben bis 5 m Tiefe gelten ohne rechnerischen Nachweis nachstehende max. zulässige Böschungswinkel:

Tabelle 9 zulässige Böschungswinkel

<i>Homogenbereich / Baugrundsicht</i>	<i>Zul. Böschungswinkel</i>
A / Hang-, Lößlehme, 1 als Schluffe, Tone	45° weiche Konsistenz, 60 ° mind. steife Konsistenz
B / Kies, 2	45 ° < 25 ° bei Wassereinfluss

Die obigen Angaben gelten nicht, wenn Sachverhalte der DIN 4124 Absatz 4.2.7 erfüllt sind. Tiefere Baugruben über 5 m und Gräben oder Baugruben mit belasteten Schultern sind rechnerisch nachzuweisen und zu verbauen.

Da die Baugrubenböschungen durch Witterungseinflüsse schnell ihre Festigkeit verlieren können, sind Sicherungsmaßnahmen wie Abhängung mit reißfesten Folien oder Geotextil der GRK 3 als Erosionsschutz einzuplanen.

Für im Einflussbereich der Baugrube liegende Nachbarfundamente der Bestandsgebäude sind Unterfangungsmaßnahmen unter strikter Einhaltung der DIN 4123 einzuplanen.

5.7 Planumsschutz, Planumsstabilisierung

Es wird geraten bis zum unmittelbaren Beginn der Erdarbeiten am Feinplanum der Gräben und Schachtgründungen eine Bodenschicht von 30 cm als Aufweichungsschutz über dem Feinplanum stehen zu lassen.

Das witterungsempfindliche Feinplanum unter den Schächten sollte zum Schutz vor Feuchtigkeit und als Arbeitsebene mit einer Betonschicht (mind. C20/25) von etwa 20 cm versiegelt werden, die gleichzeitig als Gründung geplant war.

6. Berechnungsgrundlagen

6.1 Generelle Berechnungsgrundlagen

Die Aussagen des Abschnittes - Baugrundmodell - gelten unmittelbar als Planungsgrundlage. Die Aussagen zur Geometrie des Baugrundes, wie Schichtgrenzen und Wasser-

stände, besitzen Abbildcharakter und wurden noch nicht unter Beachtung von Sicherheitsbedürfnissen modifiziert.

6.2 Spezielle Berechnungsgrundlagen

Zur Durchführung erdstatischer Berechnungen können neben den Angaben unter Abschnitt 3 die nachfolgenden Werte verwendet werden. Die angegebenen Merkmale entsprechen vorsichtig geschätzten Schichtenmittelwerten und beruhen z.T. auf territorialen Erfahrungswerten:

Tabelle 10 Charakteristische Bodenparameter

Homogen- bereich	Baugrund- schicht	natürl. Wichte γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	wirks.Reibungs- winkel ϕ'_k [Grad]	wirks.Kohäsion c'_k / undräßierte Kohäsion c_u [kN/m ²]	Steifemodul E_{sk} [MN/m ²]
A	1	19 - 21	9 - 11	26 - 27	5 – 10 / 25 - 40	8 - 12
B	2	18 - 20	10 - 12	30 - 32	0	25 - 45

Für alle Schichten sind die vorgefundenen sehr unterschiedlichen Konsistenzen bzw. Lagerungsdichten bei der Festlegung der Spannen der Scherfestigkeitswerte und der Steifemoduln als Maximal- und Minimalwerte berücksichtigt worden. Für erdstatische Nachweise müsste genau genommen mit den Spannen gerechnet werden, da die Eigenschaften teilweise auf kurze Entfernung schnell wechseln können.

6.2.1 Bemessungswiderstand des Sohldrucks für die einfache Flachgründung

Der Bemessungswiderstand des Sohldrucks für die Gründung der Schächte der Leitungstrasse auf einer Betonschicht bzw. einer einfachen Bodenplatte wird für die Vorbemessung mit einer bewussten Begrenzung auf einen Wert von $\sigma_{R,d} \leq 140 \text{ kN/m}^2$ empfohlen. Bei Ausnutzung dieses Sohldrucks ist mit Setzungen $s_m < 1 \text{ cm}$ zu rechnen.

6.2.2 Erddruckansätze

Für die Erddruckansätze zur erdstatischen Bemessung von eingearbeiteten Bauwerksteilen wird zunächst allgemein auf DIN 4085:2007-10 verwiesen.

Bei der Ermittlung des Erddrucks sind die Scherfestigkeitswerte im dräßierten Zustand des Baugrunds wirksamer Reibungswinkel ϕ' und wirksame Kohäsion c' anzusetzen.

Die GröÙe der Erddruckkraft ist von der möglichen Wandverschiebung abhängig.

Bei einem lagenweisen Einbau des Bodens in den Bauwerkshinterfüllungen mit intensiver Verdichtung, zur Erzielung ausreichender Tragfähigkeit, kommt es zum Anwachsen des Erddrucks über den Erddruck aus Eigenlast des Bodens hinaus. Die Erddruckzunahme aus dem Verdichtungserddruck als Sonderfall darf nach Bild 19 und Tabelle 3 der o.g. DIN bestimmt werden.

6.2.3 Anforderungen an Gründungspolster

Es sollte ein Material mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $U > 5$ verwendet werden. Der Gehalt an abschlämmbarem Korn (Frostempfindlichkeit) $d < 0,1 \text{ mm}$ muss im Einbau $< 7 \%$ sein, wobei ein gebrochenes, gut gestuftes Natursteinmaterial, z.B. der Körnung 0/45 oder 0/56, oder ein gleichwertiges kontaminations- und sulfatfreies Betonrecycling lagenweise mit einem Verdichtungsgrad von 100 % Proctordichte einzubauen ist.

Die stoffspezifische erdbautechnische und umweltrelevante Eignung ist gemäß TL Gestein-StB 04 bzw. TL BuB E-StB 09 nachzuweisen.

Es gelten die nachfolgenden Kennwerte für ein auf seine Eignung noch zu prüfendes Material.

Wichte des feuchten Bodens:	γ	=	19 kN/m ³
wirksamer Reibungswinkel	ϕ'	=	30 Grad
wirksame Kohäsion	c'	=	0 kN/m ²
Steifemodul	E_s	=	20 MN/m ²

Diese Werte gelten weiterhin unter den nachfolgend genannten Voraussetzungen:

Die Druckverteilung innerhalb des Gründungspolsters ist unter dem Winkel von 60 Grad zur Horizontalen gewährleistet.

Der erreichte Verformungsmodul, zur Gegenüberstellung zum rechnerischen Steifemodul; ist durch Messung vorzugsweise mit dem statischen Plattendruckversuch nach DIN 18134 zu überprüfen. Dabei ist ein Messwert von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verdichtungsverhältnis $E_{v2} / E_{v1} < 2,2$ nachzuweisen (Schichtstärke $\geq 0,5 \text{ m}$).

6.3 Entwässerungsleitungen

Für den Neubau von Entwässerungsleitungen ist zu beachten, dass entsprechend der Verlegetiefe sowohl bindige Böden des Homogenbereiches A als auch körnige Böden des Homogenbereiches B anstehen werden. Im Allgemeinen verfügen die bindigen Böden des Homogenbereiches A über eine für den Bauzweck ausreichende Tragfähigkeit, können unter Wassereinfluss jedoch stark aufweichen. Tragfähigkeitsverluste sind durch Auflager-

verstärkungen im Sinne von Bodenaustauschmaßnahmen zu kompensieren. Die körnigen Böden des Homogenbereiches B haben eine ausreichende Tragfähigkeit. Für die Bettung der Rohre wird generell Typ I nach DIN EN 1610 empfohlen, wobei die Minstdicke des Auflagers bzw. der unteren Bettungsschicht 100 mm betragen soll. Darüber hinaus sind ggf. höhere Forderungen aus der Rohrstatik bzw. des Rohrherstellers (Verlegeanleitung) zu beachten, welche dann Vorrang haben. Auflagerverstärkungen, die für ca. 50 % der geplanten Trassenlänge einzuplanen wären, sind mit mind. 15 cm vorzunehmen, so dass die Auflagerausbildung insgesamt mind. 25 cm beträgt. Als Bettungsmaterial sind gemäß DIN EN 1610 auf die Rohrdurchmesser bezogene, kornabgestufte Mineralgemische, z.B. Kiese/Schotter mit einem Größtkorn von 20 mm einzubauen, wobei der Sandanteil überwiegen muss, zu verwenden. Bei Lieferungen von Fremdmaterial sind weitgestufte, gut verdichtungsfähige Mineralgemische nach TL SoB-StB oder vergleichbare Böden der Bodengruppen GW, GU, SW, SU nach DIN 18196 zu empfehlen.

Rohrgrabenverfüllung

Die Kanalgrabenverfüllung oberhalb der Leitungszone (Hauptverfüllung) kann mit den Aushubböden bedingt realisiert werden. Die erforderlichen Verdichtungsgrade sind meist nur unter optimalen Voraussetzungen erreichbar, die aber unter Baustellenbedingungen meist nicht gegeben sind, so dass ein Wiedereinbau der Aushubböden (abgesehen von Böden des Homogenbereiches B) nicht empfohlen wird. Es wird die Verwendung geeigneter Liefermaterialien z.B. Baustoffgemische für Frostschutzschichten 0/45 nach TL SoB-StB 04/07 sowie Böden der Bodengruppen GW, SW, GU, GT, SU, ST nach DIN 18196 empfohlen.

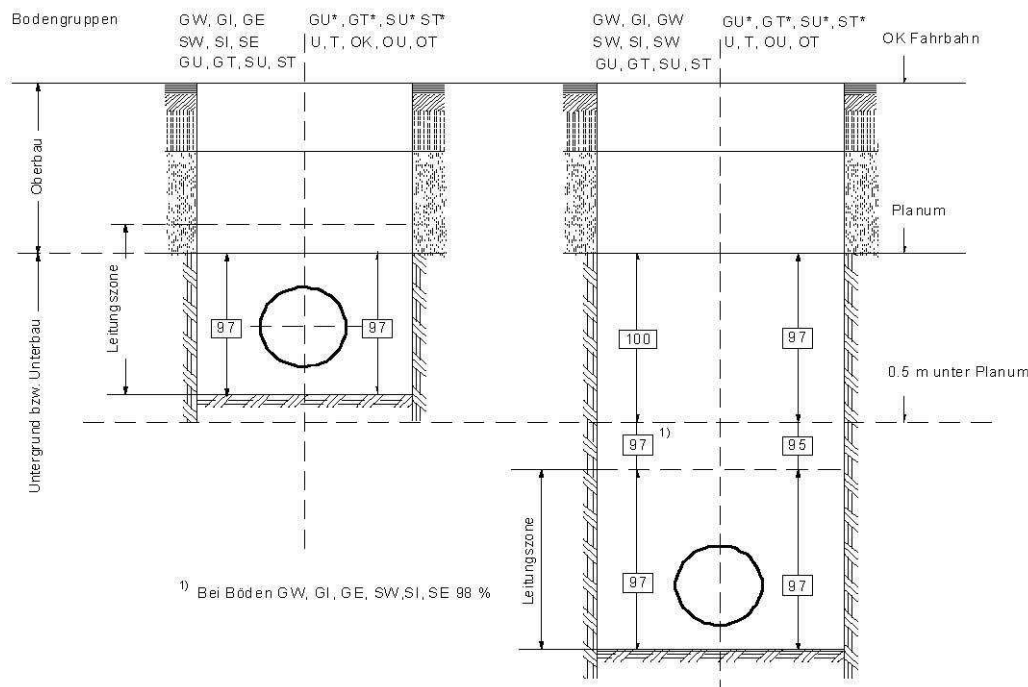
Der zu erreichende Verdichtungsgrad beträgt **oberhalb der Leitungszone (Verfüllzone)**:

Tabelle 11: Verfüllböden und Verdichtungsanforderungen nach ZTV E-StB 17

	Bereich	Bodengruppen	D_{pr} in %
1	Planum bis 1,0 m Tiefe bei Dämmen und bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	GW, GI, GE / SW, SE, SI GU, GT, SU, ST	100
2	1,0 m unter Planum bis Dammsohle	GW, GI, GE / SW, SI, SE GU, GT, SU, ST	98
3	Planum bis Dammsohle und bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	GU*, GT*, SU*, ST* U, T	97

Beim Wiedereinbau bindiger Materialien (GU*, U, T) ist unbedingt auf einen optimalen

Wassergehalt (Proctorversuch), sowie eine lagenweise ($D < 0,3 \text{ m}$) Verdichtung zu achten. Zudem gelten die Aussagen des Abschnittes 4.4 zur Verwendbarkeit der Aushuberdstoffe. Der zu erreichende Verdichtungsgrad beträgt beispielhaft nach alter ZTV A-StB dann:



Die Verdichtungsgrade nach ZTV A-StB bzw. ZTV E-StB sind einzuhalten und nachzuweisen. Verdichtungsnachweise sind vom Ausführenden im Sinne der Eigenüberwachung abzufordern und im LV zu verankern. Der Prüfumfang soll den Richtlinien der ZTV E-StB bzw. ZTV A-StB genügen.

Für Schachtbauwerke der Medientrassen gelten oben gemachte Aussagen zur Auflagerausbildung sinngemäß. Im Gründungssohlenbereich anstehende bindige, weiche Böden des Homogenbereiches A sind durch geeignete Bodenaustauschmaterialien (mind. 20 cm) bzw. Unterbeton zu ersetzen.

7. Hinweise

Der vorliegende geotechnische Bericht enthält die Beschreibung der Baugrund- und Grundwassersituation am Baustandort des Kindergartens „Klene Forscher“ in der Carl-Orff-Straße 8 in Jena. Aus der vorliegenden Baugrunderkundung, den durchgeführten Laboruntersuchungen und den beurteilten Grundwasserverhältnissen ergibt sich mit der vorliegenden Planung die Einstufung in die geotechnische Kategorie 2.

Zu Einzelheiten der möglichen Bauverfahren wurde Stellung genommen, soweit dies anhand der bisher übergebenen Unterlagen der Entwurfsplanung möglich war.

Es wird generell davon ausgegangen, dass die in der Planung beteiligten Ingenieure alle die den relevanten Normen und Regeln der Bautechnik entsprechenden Nachweise führen.

Abweichungen von den dargestellten Baugrundsichtprofilen sind generell nicht ausgeschlossen. Deshalb ist eine baubegleitende Abnahme der Aushubsohlen der Schachtbauwerk zu empfehlen.

Die Aussagen und Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung sind vom Planer sorgfältig zu prüfen.