

Neubau KiTa Regenbogen

Brüsseler Ring 59
67069 Ludwigshafen

Projekt Nr. H 1624 01

- Geo- und abfalltechnischer Bericht -

31. August 2020

Auftraggeber:

Verbund Prot. Kindertageseinrichtungen
im Prot. Kirchenbezirk Ludwigshafen
'Gemeinsam unter einem Dach'
Lutherstr. 1, 67059 Ludwigshafen



- BODEN • GRUNDWASSER • ALTLASTEN • ABFALL • SCHADSTOFFE
- SCHADENSFÄLLE • SANIERUNGSUNTERSUCHUNG • SANIERUNGSBETREUUNG
- BAUGRUNDUNTERSUCHUNG • BAUGRUNDGUTACHTEN • GRÜNDUNGSBERATUNG
- FLÄCHENRECYCLING • GEBÄUDEUNTERSUCHUNG • RÜCKBAU • AUSHUBUNTERSUCHUNG
- KAMPFMITTEL • RAUMLUFT • SCHIMMELPILZE • GEFAHRSTOFFE

BERATUNG • UNTERSUCHUNG • MESSUNGEN • GUTACHTEN • KOORDINATION • ÜBERWACHUNG

INHALTSVERZEICHNIS

1	VERANLASSUNG - AUFGABENSTELLUNG	1
2	GRUNDLAGEN	1
3	UNTERSUCHUNGSPROGRAMM	1
4	STANDORT - GEOLOGIE - HYDROGEOLOGIE - HYDROLOGIE	2
5	BAUGRUNDUNTERSUCHUNG	3
6	BAUGRUNDBEURTEILUNG	4
6.1	Untergrundaufbau	4
6.2	Bodenkenngrößen und Rechenwerte	4
6.2.1	Bodengruppen nach DIN 18196	4
6.2.2	Bodenkennwerte	5
6.2.3	Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08	5
6.2.4	Erdbeben	6
6.2.5	Frostempfindlichkeit	7
6.3	Ausführungshinweise	7
6.3.1	Gründungsniveau	7
6.3.2	Gründung	8
6.3.3	Bemessungswerte - Setzungen	9
6.3.4	Bauwerksabdichtung	9
6.3.5	Erdbau - Aushub	10
6.3.6	Wasserhaltung während der Bauzeit	11
6.3.7	Versickerung von Niederschlagswasser	11
7	ABFALLTECHNISCHE BEWERTUNG - DEKLARATION	12
7.1	Bewertung und orientierende Deklaration nach LAGA	12
7.2	Bewertung und orientierende Deklaration nach DepV	13
8	ANMERKUNGEN UND HINWEISE	13

1 VERANLASSUNG - AUFGABENSTELLUNG

Für den Neubau der nicht unterkellerten Kindertagesstätte Regenbogen im Brüsseler Ring 57 in Ludwigshafen sollen ein Baugrundgutachten erstellt und eine orientierende abfallrechtliche Beurteilung von aushubrelevanten Böden durchgeführt werden.

Die erforderlichen Leistungen wurden vom Bauherrn, Verbund Prot. Kindertageseinrichtungen im Prot. Kirchenbezirk Ludwigshafen, am 24.03.2020 schriftlich beauftragt.

2 GRUNDLAGEN

Zur Planung der Baugrunduntersuchungen und für die Gründungsberatung wurden vom Architekturbüro Held im Wesentlichen folgende Unterlagen und Informationen beigelegt:

- [1]: Grundrisse Erd- und Obergeschoss, Maßstab 1:100, Stand: 25. Juni 2020
- [2]: Lageplan, Maßstab 1:200, Stand: 25. Juni 2020
- [3]: 4 Ansichten und 4 Schnitte, Maßstab 1:100, Stand: 25. Juni 2020

3 UNTERSUCHUNGSPROGRAMM

Nach den Erfordernissen des Bauvorhabens wurde das Untersuchungsprogramm wie folgt festgelegt:

- 7 Rammkernsondierungen (RKS) bis 4 m unter Geländeoberkante (GOK)
- geologische und organoleptische Ansprache des Sondiergutes, Aufnahme der Schichtenverzeichnisse nach EN ISO 14688-1
- 2 schwere Rammsondierungen (DPH) bis 4 m unter GOK
- Aufnahme der Rammprofile nach DIN EN ISO 22476-2
- Entnahme einer repräsentativen Mischprobe von aushubrelevanten Böden aus den RKS und abfalltechnische Laboruntersuchung der Mischprobe

Darstellen der Untersuchungsergebnisse, Baugrundbeurteilung einschl. Gründungs- und Ausführungsberatung (geotechnischer Ergebnisbericht).

Bewertung und orientierende abfallrechtliche Deklaration von Aushub als Grundlage für eine geordnete Verwertung/Entsorgung.

4 STANDORT - GEOLOGIE - HYDROGEOLOGIE - HYDROLOGIE

Der Standort liegt zentral im Oberrheingraben, ca. 2,4 km westlich des Rheins im Bereich quartärer Ablagerungen des Rheins.

Der Untergrund wurde mit RKS bis in eine maximale Tiefe von 4 m unter GOK aufgeschlossen. Mit den Sondierungen wurden sowohl anthropogene Auffüllungen als auch anstehende Böden erschlossen, wie sie aufgrund der Standortgeologie zu erwarten waren. Schichtenfolge und Bodeneigenschaften sind in Kap. 6 näher beschrieben.

Nach Abschluss der Sondierarbeiten konnte wegen Bohrlochversturzes (fließender Feinsand) kein freier Wasserspiegel eingemessen werden. Die Ansprache des Sondiergutes ergab jedoch eine zunehmende Bodenfeuchte ab ca. 3 m unter GOK, was auf das Erreichen des Grundwassersaumes hindeutet.

Nach der hydrogeologischen Karte¹ liegt das mittlere Grundwasserniveau im obersten quartären Grundwasserleiter bei rd. 86,4 mNN; der Flurabstand wird lokal mit > 3 - 5 m angegeben. Saisonal und witterungsbedingt muss mit Schwankungen des Grundwasserspiegels gerechnet werden.

Nach der Ganglinie der etwa 500 m südöstlich gelegenen, amtlichen Grundwassermessstelle "1333 I Frankenthal" (O 455072, N 5488114, Zeitraum 06.11.1978 bis 30.03.2020) sowie unter Berücksichtigung weiterer im Umfeld gelegenen Messstellen liegt der bisher beobachtete Grundwasserhöchststand (HGW) bei rd. 88,1 mNN. Der Grundwasserfließrichtung entsprechend kann für den Standort ein etwa 0,1 m tieferer Grundwasserspiegel angenommen werden. Der **HGW** wird demnach mit rd. **88 mNN** angegeben. Bezogen auf die mittlere GOK im Baufeld (rd. 90,3 mNN) beträgt dabei der Flurabstand ca. 2,3 m.

Zur Ermittlung des Bemessungswasserstandes (BWS) wird neben den Grundwassermessstellen auch die Karte der SGD Süd² herangezogen. Auf Grundlage von sämtlichen vorliegenden Informationen zu den Grundwasserverhältnissen wird der Bemessungswasserstand (**BWS**) im Bereich des Baufelds nach Merkblatt BWK-M8³ mit **89,2 mNN** angegeben.

¹ Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum, 3. Bericht, Fortschreibung 1983-1998, Höhengleichen des Oberen Grundwassers am 01. Oktober 1990 und hydrologisches Messnetz, und Grundwasserflurabstand, 1999.

² Björnsen Beratende Ingenieure GmbH, Koblenz: Bemessungsgrundwasserstand für Frankenthal, Ludwigshafen und Teile des Rhein-Pfalz-Kreises, Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd (Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Bodenschutz), Neustadt an der Weinstraße, Stand: März 2009.

³ BWK-Regelwerk: Merkblatt BWK-M8 - Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes für die Bauwerksabdichtung, September 2009

Der BWS liegt ausreichend unterhalb der geplanten Gründungssohle des Bauwerks (siehe Kap. 6.3.1). Eine Einwirkung von Grundwasser auf das Bauwerk oder seine Gründungselemente ist demnach nicht zu erwarten.

Saisonal und witterungsbedingt ist mit Stauwasser in bzw. über bindigen Böden zu rechnen.

Das Grundstück liegt in einem gesetzlich festgelegten Überschwemmungsgebiet (HQ_{extrem}, nachrichtlich)⁴, jedoch außerhalb von Wasserschutzgebietszonen.

5 BAUGRUNDUNTERSUCHUNG

Die Baugrunduntersuchungen wurden am 29.07.2020 wie geplant durchgeführt. Da bis zum Beginn der Geländearbeiten keine Informationen zur Kampfmittelfreiheit vorlagen, wurden die Sondieransatzpunkte zuvor punktuell von der Oberfläche aus ohne relevanten Befund freigemessen (siehe Anlage 5).

Die Sondieransatzpunkte liegen innerhalb des Neubaugrundrisses (siehe Anlage 2) und wurden mit GPS höhenmäßig eingemessen. Die NN-Höhen der Sondieransatzpunkte sind in den Profilen (Anlagen 3 und 4) angegeben.

Sämtliche Sondierungen wurden bis in die geplante Tiefe von 4 m geführt. Die Sondierprofile nach DIN 4023 sind in Anlage 3, die Rammprofile nach DIN EN ISO 22476-2 in Anlage 4 zusammengestellt.

In allen Sondieröffnungen und in der jeweiligen Umgebungsluft wurden PID-Messungen auf organische Spurengase durchgeführt. Die Befunde waren ohne Ausnahme unauffällig (Bohrlochmessung abzgl. Umgebungsluftmessung < 3 ppm). Von einer Entnahme und Untersuchung von Anreicherungsproben wurde daher abgesehen.

⁴ GeoPortal: gesetzliche Überschwemmungsgebiete (Flächen), Stand: Dez. 2012, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten.

6 BAUGRUNDBEURTEILUNG

6.1 Untergrundaufbau

Mit den Rammkernsondierungen wurden bis zur max. Endteufe von 4 m unter GOK folgende Bodenschichten angetroffen:

Tiefe [m unter GOK]	Bodenart
	Lagerungsdichte / Konsistenz
bis max. 0,2	aufgefüllte Sande, kiesig <i>Fremdbestandteile < 10 % (Schlacke)</i> locker
bei RKS 3 ab 2,0 bis 3,1	Schluff, sandig, tonig weich-steif
bei RKS 7 ab 0,7 bis 2,8	Schluff, tonig, sandig halbfest-fest
bis Endteufe	Sand, teilweise schluffig Locker bis max. mitteldicht

Die erschlossenen Erdstoffe wurden im Wesentlichen als erdfeucht, oberflächennah vereinzelt als trocken bis erdfeucht angesprochen. Abgesehen von den o. g. Fremdbestandteilen in den Auffüllungen wurden keine weiteren visuellen und/oder geruchlichen Auffälligkeiten festgestellt.

6.2 Bodenkenngrößen und Rechenwerte

6.2.1 Bodengruppen nach DIN 18196

Aufgrund der geologischen Ansprache werden die Erdstoffe folgenden Gruppensymbolen zugeordnet:

Auffüllung, Schluff, tonig:	[UM]
Auffüllung, Schluff, sandig, tonig:	[UL / UM]
Auffüllung, Schluff, sandig:	[UL]
Auffüllung, Sand:	[SE]
Auffüllung, Sand, kiesig:	[SW]
Schluff, sandig, tonig:	UL / UM
Sand, schluffig:	SU
Sand:	SE

6.2.2 Bodenkennwerte

Bodenbezeichnung	Boden- gruppe nach DIN 18196	Boden- klasse DIN 18300 ^{A)}	Homogen- bereich	Konsistenz bzw. Lage- rungs- dichte	Wichte cal γ [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ [°]	Kohäsion cal c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]	Wasser- durchlässig- keitsbeiwert k_r [m/s]
Schluff	[UL]	4	A	fest	18,5 - 20,0 (10,0 - 11,0) ¹⁾	27,5	5 - 7	12 - 17	$10^{-6} - 10^{-8}$
Schluff	[UM]	4		steif - halb- fest	18,0 - 19,0 (9,5 - 10,0) ¹⁾	22,5	5 - 10	7 - 9	$10^{-7} - 10^{-8}$
Schluff	[UM]	6		fest	19,0 - 20,0 (10,0 - 11,0) ¹⁾	25	12 - 15	15 - 20	$10^{-7} - 10^{-8}$
Sand	[SE]	3	B	locker	16,0 (8,0) ¹⁾	30,0	-	20 - 25	$10^{-3} - 10^{-4}$
Sand	[SW]	3		locker	16,0 - 16,5 (8,0 - 8,5) ¹⁾	30,0	-	25 - 35	$10^{-3} - 10^{-4}$
Sand	[SW]	3		locker - mit- teldicht	16,5 - 17,5 (8,5 - 10,0) ¹⁾	30,0 - 32,5	-	35 - 40	$10^{-3} - 10^{-4}$
Schluff	UL	4	C	weich - steif	17,5 - 18,5 (9,0 - 10,0) ¹⁾	27,5	0 - 2	5 - 8	$10^{-6} - 10^{-8}$
Schluff	UL	4/6 ²⁾		halbfest - fest	19,5 - 20,5 (11,0 - 12,0) ¹⁾	27,5 - 30,0	5 - 10	15 - 20	$10^{-6} - 10^{-8}$
Schluff	UM	4		weich - steif	16,5 - 18,0 (8,5 - 9,5) ¹⁾	22,5	0 - 5	4 - 6	$10^{-7} - 10^{-8}$
Schluff	UM	4/6 ²⁾		halbfest-fest	19,5 - 20,5 (10,5 - 11,5) ¹⁾	22,5 - 25,0	10 - 15	15 - 19	$10^{-7} - 10^{-8}$
Sand	SU	3	D	locker - mit- teldicht	16,0 - 17,5 (8,5 - 9,5) ¹⁾	30,0 - 32,5	-	35 - 45	$10^{-4} - 10^{-5}$
Sand	SE	3		mitteldicht	17,0 (9,5) ¹⁾	32,5	-	35 - 45	$10^{-3} - 10^{-4}$

¹⁾ in Klammern Wichte unter Auftrieb (cal γ')

²⁾ bei Änderung der Konsistenz zu fest sind die Erdstoffe der Bodenklasse 6 zuzuordnen

^{A)} Klassifizierung nach DIN 18300:2010-04 (alt) und DIN 18300:2015-08 (neu), siehe auch Kap. 6.2.3

Die Bodenkennwerte wurden aus der visuellen und taktilen Bodenansprache unter Bezug auf DIN 1055-2:2010-11, Literaturangaben und Erfahrungswerten ermittelt.

6.2.3 Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08

Nach DIN 18300:2015-08 ist ein Homogenbereich ein aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten bestehender, begrenzter Bereich, der für einsetzbare Erd- baugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die Einteilung der erschlossenen Bö- den in Homogenbereiche erfolgt entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen. Dabei werden die Ergebnisse der (orientierenden) abfallrechtlichen Deklaration für die Auffül- lungsböden (vgl. Kap. 7) berücksichtigt. In Hinblick auf Lösen, Laden und Wiedereinbau werden die Böden vor Ort in folgende Homogenbereiche eingeteilt (vgl. Kap. 6.2.2):

Homogenbereich A: aufgefüllte Schluffe

Diese Schluffe sind von leichter bis mittlerer Plastizität und steifer bis fester Konsistenz. Sie sind mit einem Baggerlöffel mit glatter Schneide mittelschwer lösbar. Steine sind im Inventar dieser Böden nach den Ergebnissen der Sondierungen nicht enthalten, in der Fläche aber nicht auszuschließen. Diese Böden sind nur statisch und eingeschränkt verdichtbar sowie eingeschränkt tragfähig. Aufgrund ihrer bodenmechanischen Eigenschaften sind diese Schluffe nicht zur Verfüllung von Arbeitsräumen, Gruben und Gräben oder zum Wiedereinbau in zu überbauenden Bereichen geeignet, allenfalls zur Geländemodellierung unter Berücksichtigung ihrer abfallrechtlichen Relevanz (Einbauklasse Z 0, siehe Kap. 7.1).

Homogenbereich B: aufgefüllte, nichtbindige Sande

Diese Böden enthalten max. 5% Feinkorn und sind mit einem Baggerlöffel mit glatter Schneide leicht lösbar. Steine sind im Inventar dieser Böden nach den Ergebnissen der Sondierungen nicht enthalten, sind aber in der Fläche nicht auszuschließen. Diese Böden sind in mindestens erdfeuchtem Zustand dynamisch gut verdichtbar und im verdichteten Zustand gut tragfähig. Aus bodenmechanischer Sicht können diese Böden bei entsprechender Verdichtung zur Rückverfüllung und Anschüttung verwendet werden. Aus abfallrechtlichen Gründen sind bei einer erdbaulichen Verwendung die Vorgaben in Kap. 7.1 einzuhalten (Einbauklasse Z 0).

Homogenbereich C: anstehende Schluffe

Diese Böden sind von leichter bis mittlerer Plastizität und weich-steifer bis halbfester Konsistenz. Hinweise auf eine abfallrechtliche Relevanz liegen nicht vor; ansonsten wie Homogenbereich A.

Homogenbereich D: anstehende, nichtbindige Sande.

Diese Böden enthalten max. 15% Feinkorn. Hinweise auf eine abfallrechtliche Relevanz liegen nicht vor; ansonsten wie Homogenbereich B.

6.2.4 Erdbeben

Nach der Datenbank des GFZ (Deutsches Geoforschungszentrum, Potsdam) zur Erdbebenzonenkarte nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 liegt der Standort in der Erdbebenzone I, Untergrundklasse S. Regionalgeologisch bedingt ist nach den Kriterien der DIN EN 1998-1:2010-12 die Baugrundklasse C anzusetzen.

6.2.5 Frostempfindlichkeit

Nach DIN 1054:2010-12, Seite 40, ist für Bauwerke zwar eine frostsichere Gründungstiefe von mind. 80 cm zur Gewährleistung der Frostsicherheit vorzusehen, darüber hinaus sind für eine frostsichere Gründung jedoch weitere Faktoren, wie die örtliche Frosteintrittstiefe sowie die geologische Situation, zu berücksichtigen. Entsprechend Bild 6 der RStO 12 sowie dem Kommentar zur ZTVE-StB 94/97 (FLOSS, 2006), Abschn. 2.3.3, liegt der Standort in der Frosteinwirkungszone I/2, in der die Frosteintrittstiefe mit 0,95 m anzusetzen ist.

frostsichere Gründungstiefe: mind. 0,95 m unter GOK

Frostempfindlichkeitsklassen (ZTVE-StB 17):

Auffüllung, Schluff, tonig:	F3 (sehr frostempfindlich)
Auffüllung, Schluff, sandig, tonig:	F3 (sehr frostempfindlich)
Auffüllung, Schluff, sandig:	F3 (sehr frostempfindlich)
Auffüllung, Sand:	F1 (nicht frostempfindlich)
Auffüllung, Sand, kiesig:	F1 (nicht frostempfindlich)
Schluff, sandig, tonig:	F3 (sehr frostempfindlich)
Sand, schluffig:	F2 (gering-mittel frostempfindlich)
Sand:	F1 (nicht frostempfindlich)

6.3 Ausführungshinweise

6.3.1 Gründungsniveau

Absolute Höhen oder relative Höhen, z.B. mit Bezug auf das Straßenniveau oder die aktuelle GOK, sind in [1] - [3] nicht angegeben. Für die weiteren Betrachtungen wird Oberkante Fertigfußboden (OK FFB = +/- 0,00) 30 cm über Straßenniveau (89,81 mNN) auf 91,1 mNN angenommen. Unterkante Bodenplatte (**UK BP**) liegt bei einer angenommenen Stärke von 20 cm und einem Fußbodenaufbau von 18 cm auf rd. **89,8 mNN**.

Auf diesem Gründungsniveau liegt die Bauwerkssohle teils in aufgefüllten Schluffen steifer bis fester Konsistenz, teils in locker gelagerten aufgefüllten Sanden.

Weicht das Gründungsniveau von den getroffenen Annahmen ab, können sich Änderungen in den Gründungsanforderungen und Bemessungswerten (Kap. 6.3.2 und 6.3.3) ergeben. Die folgenden Aussagen sind dann nach Festlegung der endgültigen Fundamentabmessungen/Gründungstiefen auf der Grundlage von Bauwerkslasten (Angaben aus der Statik) vom Gutachter prüfen und ggf. anpassen zu lassen.

6.3.2 Gründung

Das Bauwerk soll mit einer lastverteilenden Bodenplatte gegründet werden. Bindige Böden im Roh- bzw. Erdplanum sind, falls erforderlich, nur statisch, allenfalls mit einer leichten Rüttelplatte (Dienstgewicht ≤ 300 kg), vibrations-/erschütterungsarm in **höchstens erdfeuchtem Zustand** nachzuverdichten. Nichtbindige Böden sind dynamisch in **mindestens erdfeuchtem Zustand** nachzuverdichten.

Unter der Bodenplatte ist ein **mind. 30 cm starkes Bettungspolster** zur Herstellung weitgehend einheitlicher Bettungsverhältnisse sowie zur Verringerung von Setzungen und Setzungsdifferenzen einzubauen. Der Überstand über Plattenaußenkante muss mind. der Stärke des Bettungspolsters entsprechen. Für das Bettungspolster ist Material der Bodengruppe GW (DIN 18196), beispielsweise Natursteinschotter der Körnung 0/45, zu verwenden. Alternativ kann auch RC-Material (max. Zuordnungsklasse Z 1.1) mit nachweislich gleichwertigen Eigenschaften verwendet werden. Das Größtkorn ist in beiden Fällen auf 45 mm zu begrenzen.

Das Bettungspolster ist lagenweise verdichtet aufzubringen, wobei die Lagenstärke in Bereichen mit Fehlhöhen (z.B. aus dem Rückbau des Altbestandes) auf max. 30 cm zu begrenzen ist. Dabei ist OK Bettungspolster ein $E_{v2} \geq 60$ MN/m² bzw. ein $E_{vd} \geq 30$ MN/m² nachzuweisen und zu dokumentieren (vgl. Kap. 7).

Bindige, vernässte und aufgeweichte Böden im Rohplanum sind zuvor in einer Mindeststärke von 30 cm auszutauschen. Bei tiefgründig aufgeweichten Böden ist die Stärke des Bodenaustausches auf 50 cm zu erhöhen.

Vor Einbau des Bettungspolsters ist auf dem Roh-/Erdplanum ein **Geotextil** der Robustheitsklasse GRK 3 (≥ 150 g/m²) auszulegen, sofern keine Beanspruchung durch Baustellenfahrzeuge erfolgt. Ansonsten ist bei rundkörnigem Schüttmaterial ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 (≥ 250 g/m²), bei scharfkantigem Schüttmaterial ein Geotextil der GRK 5 (≥ 300 g/m²) aufzubringen.

Ggf. kann als Einbauhilfe über aufgeweichten Böden eine 5 cm starke Magerbetonschicht (C8/10 bzw. C12/15) auf dem Rohplanum aufgebracht werden. In diesem Fall ist der Einbau eines Geotextils nicht erforderlich.

Zum Schutz vor Schäden durch Frosteinwirkung sind umlaufend betonierte Frostschrüzen bis in frostsichere Tiefe ($\geq 0,95$ m) herzustellen (bei der statischen Bemessung nicht als lastabtragende Bauwerksteile berücksichtigen). Alternativ kann die Frostsicherheit auch mit einer frostsicheren Bodenversiegelung mit einer Breite von mind. 0,95 m um das Bauwerk oder mit Frostriegeln (F1-Material bis 0,95 m unter GOK in einer Breite von 0,95 m) sichergestellt werden.

Vor Beginn der Erd-/Rückbauarbeiten ist die exakte Lage von Ver- und Entsorgungsleitungen aus der bisherigen Nutzung zu ermitteln. Evtl. Leitungen im Baufeld sind durch den Leitungsbetreiber fachgerecht still- bzw. umzulegen.

Sämtliche Bauwerksteile einschl. aller Gründungselemente des Altbestandes sind **vollständig zu entfernen**. Evtl. Fehlhöhen und/oder Vertiefungen sind mit gut verdichtbarem Material (V1-Material nach ZTV-A-StB 12) über einem Geotextil analog zum Bettungspolster lagenweise verdichtet zu verfüllen. Mit Kontrollprüfungen, z. B. Lastplattendruckversuche nach DIN 18134, sind zumindest in später zu überbauenden Bereichen Verformungsmoduln $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ bzw. $E_{vd} \geq 35 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen und zu dokumentieren.

6.3.3 Bemessungswerte - Setzungen

Für die Bemessung einer lastverteilenden, elastisch gebetteten Bodenplatte kann unter den Voraussetzungen in Kap. 6.3.2 bei einer annähernd gleichmäßigen Lastverteilung ein Bettungsmodul k_s von 8 MN/m^3 angegeben werden.

Bei exemplarisch angenommenen Sohlnormalspannungen von 125 kN/m^2 (charakteristisch) sind überschlägig Setzungen von rd. 1,7 cm und Setzungsdifferenzen von ca. 1,1 cm, bei 100 kN/m^2 (charakteristisch) Setzungen von rd. 1,3 cm und Setzungsdifferenzen von ca. 0,9 cm zu erwarten.

Die genannten Setzungen und Setzungsdifferenzen sind bei der Tragwerksplanung auf ihre Bauwerksverträglichkeit zu prüfen.

Für das unter Kap. 6.3.2 näher beschriebene Bettungspolster kann ein Steifemodul E_s von ca. $70 - 80 \text{ MN/m}^2$ angenommen werden. Die Steifemoduln für die unterlagernden Auffüllungen und anstehenden Böden sind in Kap. 6.2.2 zusammengestellt.

6.3.4 Bauwerksabdichtung

Die unterste Abdichtungsebene liegt in/über "wenig durchlässigen Böden" ($k_f \leq 10^{-4} \text{ m/s}$ nach DIN 18130-1).

Bei einer **Bauwerksabdichtung ohne Dränage** sind erdberührte Bauwerksteile der **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E, Situation 1**, nach Tab. 1 zu DIN 18533-1:2017-07 (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser bei $\leq 3 \text{ m}$ Eintauchtiefe) zuzuordnen, Räume mit erdberührten Bauteilen der **Raumnutzungsklasse RN2-E** ("übliche Anforderung" nach DIN 18533-1:2017-07, Abs. 5.5.3).

Erdberührte Bauteile mit Eintauchtiefen der untersten Abdichtungsebene ≤ 3 m sind in wenig durchlässigen Böden nach DIN 18533-1:2017-07, Abs. 8.6.1, abzudichten. Der Bemessungswasserstand ist dabei auf GOK anzusetzen.

Für die Ausführung nach wu-Richtlinie (DAfStB-Richtlinie, Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.) sind in diesem Fall die Beanspruchungsklasse 1 nach Abschn. 5.2 (2) und die Nutzungsklasse A nach Abschn. 5.3. (2) zugrunde zu legen.

6.3.5 Erdbau - Aushub

Bei der Herstellung von Gruben und Gräben sind die Vorgaben der DIN 4124 einzuhalten. Danach dürfen Gruben- und Grabenwände bis maximal 1,25 m Tiefe senkrecht hergestellt werden, wenn die anschließende Oberfläche bei nichtbindigen Böden nicht stärker als 1:10, bei bindigen Böden nicht stärker als 1:2 geneigt ist. Gruben und Gräben mit Tiefen zwischen 1,25 m und 1,75 m können bis 1,25 m senkrecht ausgeführt werden, zwischen 1,25 m und 1,75 m sind sie mit 45° Neigung anzulegen.

In nichtbindigen Böden darf ohne rechnerischen Nachweis ein Böschungswinkel von 45°, in bindigen Böden mind. steifer Konsistenz ein Böschungswinkel von 60° nicht überschritten werden. Sofern der jeweils zulässige Böschungswinkel nicht eingehalten werden kann, ist die betreffende Gruben-/Grabenwand zu verbauen. Böschungen und Grubensohlen sind gegen ungünstige Witterungsbedingungen (Austrocknen, Abschwemmen, Frosteinwirkung, mechanische Einwirkungen etc.) zu schützen.

An Böschungskronen ist ein mind. 0,6 m breiter, waagerechter Schutzstreifen von Aushubmaterial und Baustoffen etc. dauerhaft lastfrei zu halten. Allgemein zugelassene Straßenfahrzeuge sowie Baumaschinen bis 12 t Gesamtgewicht müssen einen Abstand von mindestens 1 m und schwerere Straßenfahrzeuge sowie Baumaschinen über 12 t bis 40 t von mindestens 2 m einhalten (lastfreier Streifen).

Wegen teils bindiger Erdstoffe auf Gründungsniveau dürfen die Erdarbeiten nur bei anhaltend trockener und frostfreier Witterung durchgeführt werden. Durchwurzelter Boden bzw. Oberboden im Baufeld ist abzuschieben und getrennt vom übrigen Aushub zu verwerten. Nach BauGB⁵ ist Oberboden ("Mutterboden") grundsätzlich von sonstigem Aushub/ Abtrag zu separieren, in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen.

⁵ BauG: vgl. § 202, Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes vom 20. November 2014 (BGBl. I S. 1748)

Beim Aushub ist ein Baggerlöffel mit glatter Schneide zu verwenden. Ein Auflockern der Sohle ist zu vermeiden. Sofern erforderlich, dürfen bindige Böden nur statisch, allenfalls mit einer leichten Rüttelplatte (Dienstgewicht ≤ 300 kg) erschütterungs-/vibrationsarm in höchstens erdfeuchtem Zustand nachverdichtet werden.

Bindiger Aushub/Abtrag ist wegen seiner ungünstigen bodenmechanischen Eigenschaften und wegen seiner Frostempfindlichkeit nicht zur Anschüttung bzw. zur Verfüllung von Arbeitsräumen/Gruben/Gräben geeignet. Hierfür ist gut verdichtbares Material (Verdichtbarkeitsklasse V 1 nach ZTVA-StB 12) zu verwenden, das lagenweise verdichtet in mindestens erdfeuchtem Zustand einzubauen ist.

Von einer Verwendung von RC-Material weniger als 1 m über dem BWS soll aus Gründen des vorsorgenden Grundwasserschutzes abgesehen werden.

Bei der Baugrunderkundung wurden Bodenproben für eine orientierende abfalltechnische Untersuchung von auszuhebenden Böden entnommen. Die Ergebnisse der orientierenden Deklaration von Aushub/Abtrag sind in Kap. 7 wiedergegeben.

Bei der Ausführung der Erdarbeiten sind die Vorgaben der Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten (DIN 18300) sowie die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften der DGUV/BG BAU uneingeschränkt einzuhalten.

6.3.6 Wasserhaltung während der Bauzeit

Eine Wasserhaltung ist unter den Verhältnissen, wie sie bei der Baugrunderkundung angetroffen wurden, nicht erforderlich.

6.3.7 Versickerung von Niederschlagswasser

Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt nach DWA-A 138 (2005) im k_f -Bereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s.

Eine gezielte Versickerung in Auffüllungsböden ist aus Gründen des vorsorgenden Grundwasserschutzes in der Regel nicht zulässig und bedarf daher in Abstimmung mit der zuständigen Behörde ggf. besonderer Nachweise.

Die Basis der Auffüllungsböden im Bestand (aus einer früheren baulichen Nutzung?) liegt zwischen rd. 88 und rd. 89,2 mNN.

Der MHGW für den Standort wurde aus der Grundwasserganglinie (vgl. Kap.4) mit rd. 86,9 mNN ermittelt (Zeitraum 2010 bis 2019). Der erforderliche vertikale Mindestabstand nach DWA-A 138 (2005) von > 1 m, z.B. einer Rigole, kann damit auch im ungünstigsten Fall noch eingehalten werden (siehe auch Hinweis/Anmerkung in Kap. 8).

7 ABFALLTECHNISCHE BEWERTUNG - DEKLARATION

Für die abfalltechnische Untersuchung von zu erwartendem Erdaushub wurden aus den RKS zur Baugrunduntersuchung Einzelproben bis aus max. 1,0 m Tiefe entnommen und zur repräsentativen Mischprobe **"MP 1"** zusammengeführt.

Die Mischprobe wurde von der DAkkS-akkreditierten EUROFINS Umwelt Südwest GmbH, Karlsruhe, auf die Parameter der LAGA TR Boden⁶ sowie auf die ergänzenden Parameter der DepV⁷ untersucht.

Die Einzelergebnisse sind im Laborprüfbericht zusammen mit den Bestimmungsmethoden und -grenzen aufgeführt (siehe Anlage 6). Dort ist auch das Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 beigelegt.

7.1 Bewertung und orientierende Deklaration nach LAGA

Für die abfalltechnische Bewertung und Einstufung von Bodenmaterial sind in Rheinland-Pfalz die Infoblätter 25⁸ und 26⁹ in Verbindung mit den Kriterien der LAGA TR Boden (2004) maßgeblich. Die parameterbezogene Bewertung der Laborergebnisse ist in der Anlage tabellarisch wiedergegeben. Dabei wurden entsprechend der geologischen Ansprache bei der Probenentnahme die Kriterien für die überwiegende Bodenart "Lehm/Schluff" angewandt.

Danach ist das Material formal der Zuordnungsklasse Z 1 zuzuordnen. Einstufungsrelevant ist der TOC-Gehalt. Allerdings wurden mit dem Schreiben des Ministeriums für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz vom 15.01.2016 ergänzende Regelungen hinsichtlich des TOC-Gehaltes getroffen. Danach wird aufgrund aktueller Einschätzung des Landesamtes für Umwelt und des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz für Verwertungen von Boden im Rahmen einer bodenähnlichen Anwendung der TOC-Gehalt auf 1,0 Masse-% angehoben. Entsprechend ist das Material der **Zuordnungsklasse Z 0** zuzuordnen. Das Aushubmaterial kann somit in bodenähnlichen Anwendungen und zur Verfüllung von Abgrabungen sowohl on-site als auch off-site verwertet werden.

⁶ Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Technische Regeln, Teil II, "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen" (LAGA TR 2004), Stand Nov. 2004

⁷ DepV: Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27. April 2009 und der ersten Verordnung zur Veränderung der Deponieverordnung vom 01.12.2011 (Anhang 3, Tabelle 2).

⁸ Infoblatt 25: Anforderungen an das Verfüllmaterial unterhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht bei bodenähnlichen Anwendungen Bodenschutz und Abfallwirtschaft, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht, Rheinland-Pfalz, Stand: Juli 2007

⁹ Infoblatt 26: Anforderungen an die Verwertung von Boden und Bauschutt bei technischen Bauwerken, Bodenschutz und Abfallwirtschaft, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht, Rheinland-Pfalz, Stand: Juli 2007

7.2 Bewertung und orientierende Deklaration nach DepV

Bei der Entsorgung von Aushub ist das Verwertungsgebot nach § 7, Abs. 2 KrWG zu beachten. Für den Fall, dass zum Zeitpunkt der Abfuhr keine geeignete Verwertungsmöglichkeit besteht oder die bodenmechanischen Eigenschaften des Materials eine Verwertung in technischen Bauwerken nicht zulassen und das Material auf eine Deponie verbracht werden soll bzw. muss (Qualitätsstufe > Z 2), wird das Material auch nach den Kriterien der DepV bewertet und orientierend deklariert (siehe Anlage).

Danach ist das Aushubmaterial der **Deponieklasse DK 0** zuzuordnen.

Die bodenmechanische bzw. bautechnische Eignung vorausgesetzt darf das untersuchte Material auch in einer Rekultivierungsschicht eingebaut werden.

Eine deponietechnische Verwertung sollte jedoch neben dem Verwertungsgebot auch aus Kostengründen vermieden werden.

8 ANMERKUNGEN UND HINWEISE

Die Aussagen zur Gründung und zu den Bemessungswerten wurden unter Annahme eines Gründungsniveaus (vgl. Kap. 6.3.1) getroffen und sind nach endgültiger Festlegung des Gründungsniveaus zu überprüfen, da sich Änderungen in den Gründungsanforderungen, bei den Setzungsbeträgen und in den Bemessungswerten ergeben können. Bei Abweichungen von den oben getroffenen Annahmen ist eine Anpassung der hier getroffenen Aussagen durch den Gutachter erforderlich.

Die erreichte **Verdichtungsleistung** und die ausreichende Tragfähigkeit sind mit Kontrollprüfungen in Fremdüberwachung auf Oberkante Bettungspolster im erdfeuchten Zustand zu prüfen bzw. nachzuweisen. Hierfür werden mind. 2 Kontrollprüfungen mit der dynamischen Lastplatte nach TP BF-StB, Teil B 8.3, empfohlen, wobei ein dynamischer Verformungsmodul $E_{vd} \geq 30 \text{ MN/m}^2$ einzuhalten ist. Die Ergebnisse der Kontrollprüfungen sind zu dokumentieren.

Aufgrund der begrenzten Prüftiefe von Lastplattendruckversuchen (max. 40 cm) sind bei mächtigeren Verfüllungen zusätzlich Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 bis mind. 0,5 m unter Schüttkörperbasis auszuführen. Hierbei sind mind. 7 Schläge je dm ($N_{10} \geq 7$) nachzuweisen. Alternativ können auch auf jeder 2. Lage Kontrollprüfungen mit der dyn. Lastplatte durchgeführt werden. Aussagekräftige Kontrollprüfungen können nicht auf gefrorenem oder vernässtem Plenum durchgeführt werden. Das Prüfplanum ist vor Vernässung/Frost zu schützen.

Die Beschreibung der **Gründung** und die Ausführungshinweise beziehen sich auf den vorgelegten Gründungsvorschlag ohne Berücksichtigung weiterer Gründungsmöglichkeiten. Sofern eine andere als die hier beschriebene Gründungsvariante ausgeführt werden soll, ist dies zuvor mit dem Gutachter abzustimmen.

Zulässigkeit und Machbarkeit einer **lokalen Versickerung von Niederschlagswasser** (bereichsweise gering- bis undurchlässige bindige Böden, Baumbestand, Verfüllungen nach Rückbau des Altbestandes etc.) bleiben nach engerer Wahl möglicher Standorte auf dem Grundstück, ggf. in Abstimmung mit der zuständigen Behörde, zu prüfen.

Die Aussagen in diesem Gutachten beruhen auf der Interpolation von punktuellen Aufschlüssen und gelten streng genommen nur für den unmittelbaren Bereich der Sondieransatzpunkte. Unvorhersehbare Unregelmäßigkeiten im Schichtenaufbau und den Bodenverhältnissen sind daher nicht auszuschließen. Werden bei der Durchführung (partiell) andere als die hier beschriebenen Bodenverhältnisse angetroffen, ist unbedingt der Gutachter hinzuzuziehen.

Treten im Verlauf der Gründungsarbeiten bzw. den vorbereitenden Arbeiten hierzu Unregelmäßigkeiten auf, ist der Gutachter sofort zu verständigen.

Änderungen der Gründungshöhe, -art und/oder -ausführung sind vor der Ausführung mit dem Gutachter abzustimmen.

Bei Planungsänderungen und/oder Abweichungen von den im Gutachten getroffenen Annahmen, Aussagen und Empfehlungen ist der Gutachter ebenfalls hinzuzuziehen.

Wir empfehlen, das Sohlplanum vor Einbau des Bettungspolsters sowie ggf. die Aushubsohle für den Einbau z.B. einer Rigole, vom Gutachter abnehmen zu lassen.

Die Ergebnisse aus der durchgeführten Kampfmitteldetektion sind ausschließlich für die unmittelbare Umgebung der einzelnen Messpunkte gültig. Eine Aussage zur Kampfmittelfreiheit in der Fläche kann daraus nicht abgeleitet werden. Hierfür sind je nach Verdachtslage (z.B. Ergebnisse aus Luftbildauswertungen) Flächendetektionen erforderlich.

Das Gutachten darf nur als Gesamtes an Dritte weitergegeben werden. Einzelne Aussagen oder Auszüge aus dem Gutachten, wie z.B. Vorab-Informationen, gelten nur in Verbindung mit der Gesamtheit des Gutachtens.

Schwetzingen, 31. August 2020



Dr.-Ing. Harald Fank



i.V.

M.Sc. Nadine Schönauf