



Baugrunduntersuchung, Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung

Bauvorhaben: Neubau Feuerwehrgerätehaus Asemissen
Heeper Straße
33818 Leopoldshöhe

Bauherr: Gemeinde Leopoldshöhe

Bearbeitungs-Nr.: 12.678

Bearbeiter: B.Sc. A. Marjeh

Verteiler: Gemeinde Leopoldshöhe
Fachbereich V – Kommunales
Gebäudemanagement
Kirchweg 1
33818 Leopoldshöhe

Borgholzhausen, den 11.03.2025

Zeichen: 12678 Neubau Feuerwehrgerätehaus Asemissen, Heeper Str. in Leopoldshöhe

Inhalt

1	Vorgang und Bauvorhaben.....	4
2	Unterlagen.....	5
3	Art, Umfang und Zeitpunkt der Untersuchungen	5
4	Baugrundaufbau.....	8
5	Ergebnisse der Rammsondierungen	9
6	Grundwasser	9
7	Bezeichnung der Böden und bodenmechanische Kennwerte	10
8	Homogenbereiche	15
8.1	Homogenbereiche nach DIN 18320 (Landschaftsbauarbeiten).....	15
8.2	Homogenbereiche nach DIN 18300 (Erdarbeiten)	16
9	Baugrundbeurteilung und Folgerungen für die Gründung	20
9.1	Allgemeines.....	20
9.2	Baugrundbeurteilung/Erdarbeiten.....	20
10	Gründung.....	22
11	Bauwerksabdichtung und Dränagen	24
12	Baugrube und Wasserhaltung	25
13	Versickerung.....	25
14	Verkehrsflächen	26
15	Orientierende abfalltechnische Untersuchungen	28
15.2	Bewertung von mineralischen Abfällen / Bauschutt / RC nach der EBV	28
15.3	Bewertung nach der Ersatzbaustoffverordnung	30
15.4	Bewertung nach der LAGA M20 2004, TR Boden.....	32
15.5	Bewertung nach der Deponieverordnung (DepV) 2020.....	33
16	Zusammenfassung, Weiteres	33

Anlagen

1	Körnungslinien	
2	Lageplan	M. 1: 500
3	Profilschnitte und Widerstandsdiagramme	M. 1: 50

Anhang

Probenahmeprotokolle nach LAGA PN 98

Analyseergebnisse der Eurofins Umwelt Nord GmbH, Osnabrück

1 Vorgang und Bauvorhaben

In der Gemarkung Asemissen, Flur 2 soll auf dem Flurstück 1526 ein nicht unterkellertes 1-geschossiges Feuerwehrgerätehaus wie in dem Plan verzeichnet errichtet werden. Darüber hinaus sind Außenflächen in Form von einer Übungsfläche, einer Ein-/Ausfahrt und 13 Stellplätzen geplant.

Das Gelände im Bereich der Baumaßnahme liegt zwischen ca. 132,02 m NN (im Süden) und 130,70 m NN (im Nordwesten) und fällt von Süden nach Nordwesten um ca. 1,32 m ab.

Das Baunull (OKFF EG) ist noch nicht festgelegt. Wir gehen vorläufig davon aus, dass das Baunull ca. 0,2 m über der mittleren Geländeoberfläche (Mittel = \bar{x} = ca. 131,55 m NN) bei 131,75 m NN liegen wird.

Unser Büro wurde beauftragt, den Baugrund zu untersuchen und ein Gründungsgutachten auszuarbeiten. Weiterhin soll die Möglichkeit einer Regenwasserversickerung beurteilt werden.

Zudem sollten aus dem erbohrten Bodenmaterial Mischproben zusammengestellt, nach der Ersatzbaustoffverordnung (EBV), der LAGA M20, TR-Boden und der Deponieverordnung (DepV) 2020 untersucht und eingestuft werden.

Neben der Untersuchungsstelle 1 wurden Asphaltstücke gefunden, welche anschließend mitgenommen und nach der RuVA-StB untersucht und eingestuft wurden.

2 Unterlagen

Zur Bearbeitung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

U/1	Auftrag vom 18.02.2025	
U/2	Lageplan (Vorkonzept)	M. 1 : 500
U/3	Lageplan (Kampfmitteldienst)	M. 1 : 2000
U/4	Leitungspläne	M. 1 : 500
U/5	Kanalbestandsplan	M. 1 : 500

Weiterhin wurde die Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Maßstab 1 : 100.000, hinzugezogen.

3 Art, Umfang und Zeitpunkt der Untersuchungen

Zur Erkundung des Untergrundes wurden am 26.02.2025 insgesamt 8 Kleinrammbohrungen (RKB 1 bis 8) gemäß DIN EN ISO 22475-1 bis 3,0/5,0 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft.

Zur Abschätzung der Tragfähigkeiten bzw. der Lagerungsdichten des Untergrundes wurde neben den Kleinrammbohrungen jeweils eine Rammsondierung (DPM 1 bis 8) mit der mittelschweren Rammsonde DPM-10 gemäß TP BF-StB, Teil B 15.1, gleichtief niedergebracht.

Der Anlage 2 sind die Ansatzpunkte der Aufschlüsse zu entnehmen. Die Sondierprofile mit den Rammdiagrammen sind in der Anlage 3 gemäß DIN 4023 farbig dargestellt.

Nach Beendigung der Feldarbeiten wurden die Ansatzpunkte auf den Festpunkt FP = 132,62 m NN = OK KD eingemessen (s. Anlage 2). Die Höhen sind in der Tabelle 1 zusammengestellt:

Tabelle 1: Höhen der Ansatzpunkte

Ansatzpunkt	Höhe [m NN]
RKB/DPM 1	132,02
RKB/DPM 2	131,68
RKB/DPM 3	130,90
RKB/DPM 4	130,70
RKB/DPM 5	131,75
RKB/DPM 6	131,98
RKB/DPM 7	131,94
RKB/DPM 8	131,45

Zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennziffern wurden in unserem Labor an repräsentativem Probenmaterial folgende Versuche durchgeführt:

- Ansprache von 52 gestörten Bodenproben
- 1 Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Schlämmanalyse gem. DIN EN ISO 17892-4
- 2 Bestimmungen der organischen Anteile durch Glühverlust gem. DIN 18128
- 8 Bestimmungen der Wassergehalte durch Ofentrocknung gem. DIN EN ISO 17892-1 (davon 5 Ausschließliche)

Die Ergebnisse der Glühverlust- und Wassergehaltsbestimmungen sind an die Schichtenprofile in der Anlage 3 angetragen.

Die manuelle und visuelle Bodenprobenansprache wurde durch die stichprobenartig durchgeführten labortechnischen Bestimmungen der Korngrößenverteilungen (s. Anlage 1) bestätigt.

Neben der RKB/DPM 1 wurden Asphaltstücke gesichtet und beprobt. Folgende Mischprobe wurde danach hergestellt und bzgl. PAK und Phenolindex nach RuVA-StB durch die Eurofins Umwelt Nord GmbH, Osnabrück untersucht:

- MP 1 - Asphalt bei RKB 1 (0,00-0,08 m)

Für die orientierenden abfalltechnischen Untersuchungen wurden aus etwa gleichartigem Bodenmaterial folgende Mischproben zusammengestellt:

Tabelle 2: Zusammenstellung der Mischproben

Mischprobe	RKB	Tiefe (m)		
MP 2 – Bauschutt / RC	1	0,00-0,30		
	2	0,00-0,10		
	6	0,00-0,60		
MP 3 – Oberboden	1	0,30-0,50		
	2	0,10-1,00		
	3	0,00-0,40		
	4	0,00-0,40		
	5	0,00-0,10	0,10-1,00	
	7	0,00-0,70		
	8	0,00-0,60		
MP 4 – Lehme	1	0,50-0,80	0,80-1,00	1,00-2,00
	2	1,00-2,00	2,00-3,00	
	3	0,35-1,00	1,00-2,00	2,00-3,00
	4	0,40-1,00	1,00-2,00	2,00-3,00
	5	1,00-2,00	2,00-3,00	
	6	0,60-1,00	1,00-2,00	2,00-3,00
	7	1,00-2,00	2,00-3,00	
	8	1,00-2,00	2,00-3,00	

Die Proben wurden der Eurofins Umwelt Nord GmbH übergeben. Folgendes Untersuchungsprogramm wurde durchgeführt:

- 1 chemische Untersuchung nach der ErsatzbaustoffV: EBV Anl. 1 Tab. 1 RC-Baustoffe (2:1 Schütteleluat) und Anl. 4 Tab. 2.2 RC Überwachungswerte
- 2 chemische Untersuchungen nach der ErsatzbaustoffV: BG-0*/BM-0* -Boden/Baggergut, Festst. < 2mm, Schütteleluat 2:1 (Anl. 1, Tab. 3) Fremdbestandteile < 10 Vol.-%
- 2 chemische Untersuchungen nach der LAGA M20 2004, TR Boden, Tabelle II.1.2-4 und II.1.2-5 (Feststoff und Eluat).

- 2 Analysen nach der Deponieverordnung (DepV) 2020, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5 (DK 0) abzgl. Parameter LAGA TR Boden.

Die Untersuchungsergebnisse liegen als Anhang bei und werden im Abschnitt 15 abfalltechnisch nach der RuVA-StB, ErsatzbaustoffV, LAGA und DepV eingestuft.

4 Baugrundaufbau

Die Geologische Karte von NRW weist im Untersuchungsbereich quartären Löss der Weichsel-Kaltzeit aus. Im Nahbereich sind quartäre Ablagerungen in Bach- und Flusstälern (Lehme/Sande) verzeichnet.

Bei den Kleinrammbohrungen RKB 4, 5, 7 und 8 wurde zunächst **bindiger Mutterboden** in Schichtdicken zwischen 0,1 bis 0,7 m erbohrt. Bei RKB 1, 2 und 6 wurden ab GOK **Auffüllungen/vermutliche Auffüllungen** bis in Tiefen zwischen 0,6 und 1,0 m aufgeschlossen. Bei den Auffüllungen handelt es sich teils um sandige und schwach schluffige Kiese, welche aus **RC-Material** mit **teils Asphaltresten** bestehen. Des Weiteren bestehen die Auffüllungen teils aus feinsandigem, schwach grobsandigem und schwach schluffigem Mittelsand. Die vermutlichen Auffüllungen bestehen aus feinsandigem, schwach tonigem, schwach kiesigem und teils schwach humosem Schluff.

Unter Vorgenannten und ab GOK bei RKB 3 wurde **Lösslehm** bis in Tiefen zwischen 3,0 und 4,7 m aufgeschlossen. Kornanalytisch wurde der Lösslehm als schwach feinsandiger und schwach toniger Schluff angesprochen, welcher teils oberflächennah schwach humos bis humos ist (RKB 5).

Dieser wird bei RKB 1 bis 6 bis zur Endteufe von **Geschiebelehm bzw. -mergel** unterlagert. Die Geschiebeböden wurden als sandige bis stark sandige, schwach kiesige bis kiesige und schwach tonige bis tonige Schluffe angesprochen.

Der genaue Baugrundaufbau mit Antragung der Bodenklassen nach DIN 18300: 2012 und der Bodengruppen nach DIN 18196 kann der Anlage 3 entnommen werden.

5 Ergebnisse der Rammsondierungen


Nach den Widerstandsdiagrammen (Anzahl der Schläge/10 cm Eindringtiefe = N_{10}) der mittelschweren Rammsonden DPM-10 sind die **sandigen und kiesigen Auffüllungen locker bis mitteldicht gelagert** und somit gering bis mäßig tragfähig. Die **bindigen vermutlichen Auffüllungen** sind nach der manuellen Konsistenzansprache weich bis steif. Dies wird durch die geringen bis mäßigen Rammwiderstände bestätigt, die bindigen vermutlichen Auffüllungen sind **somit gering bis mäßig tragfähig**.

Die überall vorhandenen **bindigen Böden bzw. Lösslehme und Geschiebeböden** weisen **zunächst** bis in Tiefen zwischen **3,3 und 4,4 m** bzw. bis zur Endteufe bei DPM 7 und 8 überwiegend **mäßige Konsolidierungen bzw. Tragfähigkeiten** auf. **Unter vorgenannten Tiefen** sind die bindigen Böden überwiegend **gut bis sehr gut konsolidiert bzw. tragfähig**.

6 Grundwasser

Bei den Feldarbeiten im **Februar 2025** wurde bei den Kleinrammbohrungen Grundwasser bei 1,5 und 2,2 m unter Gelände angebohrt.

Nach dem Bohrende stellten sich die Wasserstände bei den Kleinrammbohrungen 1 bis 6 in Tiefen zwischen 1,6 und 2,1 m ein.

Die Vernässungen/Wasserführungen sind durch die Symbole  an die Profilschnitte der Anlage 3 angetragen.

Nach lang anhaltenden/extremen Niederschlagsperioden ist aber damit zu rechnen, dass sich Wasser aufstaut (Bildung von Stau- und Sickerwasser), die Lösslehme dann stärker vernässt sind und bei Wassergehalten $w_n > 21$ bis 23 % ihre Konsistenz hin zu „weich bis

breiig“ ändern (**Bodenklasse 2 – fließende Bodenarten**). Das Wasser kann temporär bis GOK aufstauen.

Für die weitere Planung sollte somit ein **Bemessungswasserstand in Höhe der Geländeoberfläche bzw. in Höhe verlegter Ringdränagen** zu Grunde gelegt werden.

7 Bezeichnung der Böden und bodenmechanische Kennwerte

Durch die manuelle und visuelle Beurteilung des Bohrgutes sowie aufgrund unserer Erfahrungen mit geologisch und bodenmechanisch vergleichbaren Böden können den ange-troffenen Hauptbodenarten folgende bodenmechanischen Kennwerte und Eigenschaften zugeordnet werden:

a) Mutterboden, teils vermutlich aufgefüllt

Benennung	(DIN EN ISO 14688-1:2013)	Schluff; feinsandig, schwach tonig, schwach humos bis humos
Bodengruppe	(DIN 18196)	OU
Bodenklasse	(DIN 18300:2012)	1

Da der Mutterboden bzw. der Oberboden restlos aus dem Lastabtragungsbereich des Neubaus zu entfernen und somit gründungstechnisch ohne Relevanz ist, wird hier auf die Angabe von bodenmechanischen Kennziffern verzichtet.

b) sandige und kiesige Auffüllungen

Benennung	(DIN EN ISO 14688-1:2013)	Kies (RC-Material); sandig, schwach schluffig, teils Asphaltreste Mittelsand; feinsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig
Bodengruppe	(DIN 18196)	GU/SU
Bodenklasse	(DIN 18300:2012)	3
Bodenklasse	(DIN 18301:2012)	BN 1
Lagerungsdichte		locker bis mitteldicht
Frostempfindlichkeits- klasse	ZTV E-StB 17	F 2 (gering/mittel frostempfind- lich)
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A-StB 97	V 1
Wichte, erdfeucht		$\gamma_k = 17,0-18,0 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb		$\gamma'_k = 9,0-10,0 \text{ kN/m}^3$
Wasserdurchlässigkeit		$k_{f,k} \leq 1,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$
Reibungswinkel		$\phi'_k = 30,0-35,0^\circ$
Kohäsion		$c'_k = 0,0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul		$E_{s,k} = 30,0-80,0 \text{ MN/m}^2$

Hinweis: Grobe Bestandteile können durch die Kleinrammbohrungen nicht bestimmt werden. In den Auffüllungen können aber erfahrungsgemäß auch größere Steine/Blöcke vorhanden sein, die dann eine Einstufung in die **Bodenklasse 5, ggf. auch 6-7** erfordern.

c) bindige Auffüllungen/vermutliche Auffüllungen

Benennung	(DIN EN ISO 14688-1:2013)	Schluff; feinsandig, schwach tonig, schwach kiesig, teils schwach humos
Bodengruppe	(DIN 18196)	UL/UM
Bodenklasse	(DIN 18300:2012)	4
Bodenklasse	(DIN 18301:2012)	BB 2
Konsistenz		weich bis steif
Frostempfindlichkeitsklasse	ZTV E-StB 17	F 3 (sehr frostempfindlich)
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A-StB 97	V 3
Wichte, erdfeucht		$\gamma_k = 17,0-18,0 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb		$\gamma'_k = 7,0-8,0 \text{ kN/m}^3$
Wasserdurchlässigkeit		$k_{f,k} \leq 1,0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$
Reibungswinkel		$\varphi'_k = 26,0-28,0^\circ$
Kohäsion		$c'_k = 2,0-5,0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul		$E_{s,k} = 8,0-12,0 \text{ MN/m}^2$

Hinweis: Grobe Bestandteile können durch die Kleinrammbohrungen nicht bestimmt werden. In den Auffüllungen können aber erfahrungsgemäß auch größere Steine/Blöcke vorhanden sein, die dann eine Einstufung in die **Bodenklasse 5, ggf. auch 6-7** erfordern.

d) Lösslehm

Benennung	(DIN EN ISO 14688-1:2013)	Schluff; schwach feinsandig, schwach tonig, teils schwach humos bis humos
Bodengruppe	(DIN 18196)	UM/TL
Bodenklasse	(DIN 18300:2012)	4/(2 – bei Wasserzutritt/Ver- nässung und dynamischer Beanspruchung „fließende“ Bodenarten)
Bodenklasse	(DIN 18301:2012)	BB 2
Konsistenz		weich bis steif, steif
Frostempfindlichkeits- klasse	ZTV E-StB 17	F 3 (sehr frostempfindlich)
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A-StB 12	V 3
Wichte, erdfeucht		$\gamma_k = 17,0-18,5 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb		$\gamma'_k = 7,0-8,5 \text{ kN/m}^3$
Wasserdurchlässigkeit		$k_{f,k} \leq 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$
Reibungswinkel		$\phi'_k = 26,0-27,5^\circ$
Kohäsion		$c'_k = 3,0-5,0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul		$E_{s,k} = 5,0-12,0 \text{ MN/m}^2$

Die Lösslehme sind nur gering durchlässig ($k_f \leq 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$) und wirken wasserstauend. Es handelt sich dabei um sehr wasser- und frostempfindliche Böden. Bei Wasserzutritt und gleichzeitiger mechanischer Beanspruchung treten sehr schnell Konsistenzveränderungen auf, die zu einem Verlust der Tragfähigkeit führen.

Die Lösslehme sind für die Wiederverfüllung der Arbeitsräume und als Füllboden im Gründungsbereich **ohne eine Bodenverbesserung nicht geeignet**.

e) Geschiebelehm/-mergel

Benennung	(DIN EN ISO 14688-1:2013)	Schluff; sandig bis stark sandig, schwach kiesig bis kiesig, schwach tonig bis tonig
Bodengruppe	(DIN 18196)	UM/TL/TM
Bodenklasse	(DIN 18300:2012)	4
Bodenklasse	(DIN 18301:2012)	BB 2/3
Konsistenz		steif, steif bis halbfest
Frostempfindlichkeits- klasse	ZTV E-StB 17	F 3 (sehr frostempfindlich)
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A-StB 12	V 3
Wichte, erdfeucht		γ_k = 18,5-20,5 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb		γ'_k = 8,5-10,5 kN/m ³
Wasserdurchlässigkeit		$k_{f,k}$ $\leq 5,0 \times 10^{-8}$ m/s
Reibungswinkel		ϕ'_k = 27,5-31,0°
Kohäsion		c'_k = 5,0-10,0 kN/m ²
Steifemodul		$E_{s,k}$ = 12,0-15,0 MN/m ² (steif) = 15,0-20,0 MN/m ² (steif bis halbfest)

Die Geschiebeböden sind nur schwach durchlässig und wirken wasserstauend. Es handelt sich dabei um sehr wasser- und frostempfindliche Böden. Bei Wasserzutritt und gleichzeitiger mechanischer Beanspruchung treten sehr schnell Konsistenzveränderungen auf, die zu einem Verlust der Tragfähigkeit führen.

Die Geschiebeböden sind für die Wiederverfüllung der Arbeitsräume und als Füllboden im Gründungsbereich **ohne eine Bodenverbesserung nicht geeignet**.

In den Geschiebeböden können auch **Findlinge (Bodenklassen 5 bis 7)** enthalten sein.

8 Homogenbereiche

Durch die manuelle und visuelle Beurteilung des Bohrgutes sowie aufgrund unserer Erfahrungen mit geologisch und bodenmechanisch vergleichbaren Böden, können den angebotenen Böden Eigenschaften und Kennwerte zugeordnet und die Bodenschichten in folgende Homogenbereiche eingeteilt werden.

8.1 Homogenbereiche nach DIN 18320 (Landschaftsbauarbeiten)

Tabelle 3: Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18320

Homogenbereich A	
Ortsübliche Bezeichnung	bindiger Mutterboden, teils vermutlich aufgefüllt¹
Bodengruppen	
Bodengruppe DIN 18196	OU
Bodengruppe DIN 18195	6, 8
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke (untere-obere Werte in M.-%)	
Steine und Blöcke ²	0-10
Große Blöcke ²	0-5
Umweltrelevante Merkmale	
Zuordnung nach EBV	BM-F0* ³ (BM-0)

¹ Genaue Benennung siehe Bohrprofile

² durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten

³ Der TOC-Gehalt ist durch natürlichen Humus im Boden bedingt und deshalb kein Schadstoff. Abfälle aus organischen Materialien, wie Klärschlamm, Kompost oder Gärsubstrate liegen nicht vor. Da die anderen Werte der Materialklassen BM/BG-0 sowie BM/BG-0*eingehalten werden, ist ein höherer Gehalt als 1 % TOC zulässig und es gilt der Klammerwert. Sonstige Verwertungsmöglichkeiten sind mit der zuständigen unteren Abfallbehörde bzw. unteren Bodenschutzbehörde abzustimmen.

8.2 Homogenbereiche nach DIN 18300 (Erdarbeiten)

Tabelle 4: Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18300

Homogenbereich B		
Ortsübliche Bezeichnung		kiesige und sandige Auffüllungen¹
Korngrößenverteilung Boden (untere-obere Werte in M.-%)		
Ton		0-3
Schluff		5-15
Sand		40-95
Kies		0-55
Steine und Blöcke ²		0-15
Große Blöcke ²		0-5
Eigenschaften / Kennwerte		
Dichte ρ	[g/cm ³]	1,7-1,8
Undränierete Scherfestigkeit c_u	[kN/m ²]	-
Wassergehalt w_n	[M.-%]	4-15
Plastizitätszahl I_P	[%]	
Plastizität	[-]	
Konsistenzzahl I_c	[-]	-
Konsistenz	[-]	-
Lagerungsdichte I_D	[%]	15-65
Lagerung	[-]	locker bis mitteldicht
Organischer Anteil V_{gl}	[M.-%]	0-3
Bodengruppe DIN 18196	[-]	GU/SU
Umweltrelevante Merkmale		
Zuordnung nach EBV (RC) / LAGA / DepV		(s. unten) ³ / Z 1.2 / DK II (MP 2)

¹ Genaue Benennung siehe Bohrprofile

² Durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten

³ Die Materialwerte für RC-1 werden eingehalten. Die Überwachungswerte werden nicht eingehalten.

Tabelle 5: Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18300

Homogenbereich C		
Ortsübliche Bezeichnung		bindige vermutliche Auffüllungen¹
Korngrößenverteilung Boden (untere-obere Werte in M.-%)		
Ton		5-15
Schluff		40-80
Sand		5-30
Kies		5-15
Steine und Blöcke ²		0-5
Große Blöcke ²		0-1
Eigenschaften / Kennwerte		
Dichte ρ	[g/cm ³]	1,7-1,8
Undrainede Scherfestigkeit c_u	[kN/m ²]	25-150
Wassergehalt w_n	[M.-%]	10-25
Plastizitätszahl I_P	[%]	4-22
Plastizität	[-]	leicht/mittel
Konsistenzzahl I_c ³	[-]	0,50 bis <1,00
Konsistenz ³	[-]	weich bis steif
Lagerungsdichte I_D	[%]	-
Lagerung	[-]	-
Organischer Anteil V_{gl}	[M.-%]	0-5
Bodengruppe DIN 18196	[-]	UL/UM
Umweltrelevante Merkmale		
Zuordnung nach EBV / LAGA / DepV		nicht analysiert

¹ Genaue Benennung siehe Bohrprofile² Durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten³ Bei Wasserzutritt/dynamischer Belastung auch breiig bzw. $I_c = 0,00$ bis <0,50

Tabelle 6: Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18300

Homogenbereich D		
Ortsübliche Bezeichnung		Lösslehm¹
Korngrößenverteilung Boden (untere-obere Werte in M.-%)		
Ton		5-15
Schluff		60-90
Sand		5-15
Kies		0-2
Steine und Blöcke ²		0-1
Große Blöcke ²		0-1
Eigenschaften / Kennwerte		
Dichte ρ	[g/cm ³]	1,70-1,85
Undrainede Scherfestigkeit c_u	[kN/m ²]	25-150
Wassergehalt w_n	[M.-%]	13-26
Konsistenzzahl I_c^3	[-]	0,50 bis 1,00
Konsistenz ³	[-]	weich bis steif, steif
Plastizitätszahl I_P	[%]	4-22
Plastizität	[-]	leicht bis mittel
Lagerungsdichte I_D	[%]	-
Lagerung	[-]	-
Organischer Anteil V_{gl}	[M.-%]	0-2
Bodengruppe DIN 18196	[-]	UL/UM
Umweltrelevante Merkmale		
Zuordnung nach EBV / LAGA / DepV		BM-0 / Z 0 / DK 0 (MP 4)

¹ Genaue Benennung siehe Bohrprofile² durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten³ bei Wasserzutritt/dynamischer Belastung auch breiig bzw. $I_c = 0,00$ bis 0,50

Tabelle 7: Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18300

Homogenbereich E		
Ortsübliche Bezeichnung		Geschiebeböden¹
Korngrößenverteilung Boden (untere-obere Werte in M.-%)		
Ton		5-30
Schluff		40-75
Sand		15-40
Kies		5-30
Steine und Blöcke ²		0-15
Große Blöcke ²		0-2
Eigenschaften / Kennwerte		
Dichte ρ	[g/cm ³]	1,85-2,05
Undrained Scherfestigkeit c_u	[kN/m ²]	60-300
Wassergehalt w_n	[M.-%]	15-25
Konsistenzzahl I_c^3	[-]	0,75 bis 1,25
Konsistenz ³	[-]	steif, steif bis halbfest
Plastizitätszahl I_p	[%]	4-22
Plastizität	[-]	leicht bis mittel
Lagerungsdichte I_D	[%]	-
Lagerung	[-]	-
Organischer Anteil V_{gl}	[M.-%]	0-2
Bodengruppe DIN 18196	[-]	UM/TL/TM
Umweltrelevante Merkmale		
Zuordnung nach EBV / LAGA / DepV		nicht analysiert

¹ Genaue Benennung siehe Bohrprofile² durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten³ bei Wasserzutritt/dynamischer Belastung auch breiig bzw. $I_c = 0,00$ bis $0,50$

9 Baugrundbeurteilung und Folgerungen für die Gründung

9.1 Allgemeines

Die geologischen Verhältnisse sind nur für den Bereich um den jeweiligen Aufschlusspunkt repräsentativ. Entsprechend dem Abstand der Bodenaufschlüsse muss eine lineare Interpolation des Schichtenverlaufes zwischen den Bohrpunkten nicht immer exakt mit der Wirklichkeit übereinstimmen.

Die Dicke des Mutterbodens/vermutlich aufgefüllten Mutterbodens ist wegen der Stauung in der Rammkernsonde nicht genau erfassbar. Auch sind bei den Kleinrammbohrungen mit geringem Durchmesser gröbere Bestandteile oder evtl. vorhandene Fremdstoffe häufig nicht erkennbar. Deshalb empfehlen wir zusätzlich Baggerschürfe auszuführen, wenn der Mutterboden/aufgefüllte Mutterboden und die Auffüllungen/vermutlichen Auffüllungen genauer erkundet werden sollen.

Witterungsbedingt können die Verhältnisse günstiger oder ungünstiger sein.

Sollten bei den Erd- und Aushubarbeiten zwischen unseren Aufschlusspunkten veränderte Verhältnisse festgestellt werden, so ist unser Büro zur Festlegung eventueller weiterer Maßnahmen kurzfristig zu benachrichtigen.

Örtlich auf der Baustelle vorhandene Verhältnisse sind maßgebend.

9.2 Baugrundbeurteilung/Erdarbeiten

Wie im Abschnitt 1 erwähnt, soll ein nicht unterkellertes 1-geschossiges Feuerwehrgerätehaus wie in dem Plan verzeichnet errichtet werden. Darüber hinaus sind Außenflächen in Form von einer Übungsfläche, einer Ein-/Ausfahrt und 13 Stellplätze geplant.

Das Gelände im Bereich der Baumaßnahme liegt zwischen ca. 132,02 m NN (im Süden) und 130,70 m NN (im Nordwesten) und fällt von Süden nach Nordwesten um ca. 1,32 m ab.

Das Baunull (OKFF EG) ist noch nicht festgelegt. Wir gehen vorläufig davon aus, dass das Baunull ca. 0,2 m über der mittleren Geländeoberfläche (Mittel = \bar{x} = ca. 131,55 m NN) bei 131,75 m NN liegen wird. Somit wird das Gelände nach Osten bzw. Südosten angeschnitten und nach Nordwesten nach Abtrag des Mutterbodens teilweise um ca. 1,45 m aufgefüllt.

Nach den Erkundungsergebnissen steht im Bereich der Baumaßnahme bei den Kleinrammbohrungen RKB 4, 5, 7 und 8 zunächst bindiger Mutterboden an. Bei RKB 1, 2 und 6 wurden oberflächennah ab GOK Auffüllungen/vermutliche Auffüllungen aufgeschlossen. Bei den Auffüllungen handelt es sich um Kiese, Sande und Lehme. Die sandigen und kiesigen Auffüllungen sind locker bis mitteldicht gelagert und somit gering bis mäßig tragfähig. Die bindigen vermutlichen Auffüllungen sind nach der manuellen Konsistenzansprache weich bis steif, weisen geringe bis mäßige Rammwiderstände auf und sind somit gering bis mäßig tragfähig. Unter Vorgenanntem und ab GOK bei RKB 3 wurde Lösslehm bis in Tiefen zwischen 3,0 und 4,7 m aufgeschlossen. Dieser wird bei RKB 1 bis 6 bis zur Endteufe von Geschiebelehm bzw. -mergel unterlagert. Die bindigen Böden bzw. Lösslehme und Geschiebeböden weisen zunächst bis in Tiefen zwischen 3,3 und 4,4 m bzw. bis zur Endteufe bei DPM 7 und 8 überwiegend mäßige Tragfähigkeiten auf. Unter vorgenannten Tiefen sind die bindigen Böden überwiegend gut bis sehr gut tragfähig.

Die Lösslehme sind sehr wasserempfindlich und können nach Niederschlägen ihre Konsistenz hin zu „weich“ ändern. Bei Wassergehalten $w_n > 21$ bis 23 % und Wasserzutritt/dynamischer Belastung ändern die Lösslehme bekanntermaßen ihre Konsistenz hin zu „weichbreiig“ und erreichen die **Bodenklasse 2 – fließende Bodenarten**.

Für die **Erdarbeiten** ist darauf hinzuweisen, dass die bindigen Böden besonders wasserempfindlich sind und bei Niederschlägen nicht ungeschützt offen liegen und insbesondere nicht durch Befahren, Einleitung von Verdichtungsenergien oder Ähnliches dynamisch be-

ansprucht werden dürfen. Diese Böden werden thixotrop und zeigen das sogenannte „Pumpen“. Kostenaufwändige Zusatzmaßnahmen zur Stabilisierung können dann erforderlich werden. Der Erdaushub muss rückschreitend im sogenannten Auflastverfahren durchgeführt werden, d.h., es ist jeweils noch im Auslegerbereich des Baggers der Schotter aufzulegen und zu verdichten. Bei der Verdichtung ist darauf zu achten, dass die Verdichtungsenergie nicht in die bindigen Böden gelangt („leichtes“ Gerät oder statische Verdichtung).

Witterungsbedingt können die Verhältnisse günstiger oder ungünstiger sein. Auch im Baubereich unterschiedliche Wassergehalte in Form von Vernässungen und/oder Schicht-/Grundwasserführungen können wechselnde Tragfähigkeiten bedingen.

Es wird empfohlen die Erdarbeiten in „trockenen“ Jahreszeiten durchzuführen, was natürlich nicht immer eingehalten werden kann.

10 Gründung

Aus bodenmechanischer Sicht kann der Neubau **flach auf einer Stahlbetonplatte** gegründet werden. Zur Verringerung und Vergleichmäßigung der Setzungen sowie zur Vergleichmäßigung der Auflagerbedingungen muss unter der Sohlplatte nach Abtrag des Mutterbodens, der Auffüllungen und der schwach humosen bis humosen Lehme eine Bettungsschicht in einer Schichtdicke von mind. 0,6 m auf **Trennvlies GRK 3** eingebaut werden.

Als Bettung ist **grobkörniges Brechkorn oder RC-Material der Körnung 0/45 oder 0/56 mm mit Feinanteilen von < 5 %** zu verwenden. Die Verdichtung der untersten Lage sollte mit „leichtem“ Gerät oder statisch erfolgen. Das Bettungsmaterial muss auf 100 % der einfachen Proctordichte verdichtet werden.

Für eventuelle Geländeauffüllungen (RKB 3 bis 5) ist als Baustoff **Kiessand** der Boden- gruppe **GW/SW, grobkörniges Brechkorn oder RC-Material der Körnung 0/32 oder 0/45 mm mit Feinanteilen von < 5 %** zu verwenden. Bei der Verdichtung der Geländeauffüllungen ist ein Verdichtungsgrad von $D_{pr} = 100 \%$ der einfachen Proctordichte zu erreichen.

Bei Verwendung von **RC-Schotter** ist die **Wasserrechtliche Erlaubnis** zu beachten.

Die Verdichtung sollte gem. ZTV E-StB 17 überwacht und kontrolliert werden.

Bei Einhaltung o.g. Forderungen sollten bei der Dimensionierung der Gründung der **Bemessungswert** des Sohlwiderstandes und der **charakteristische** Wert der Bettungsziffer von

Sohlwiderstand
Bettungsziffer

$\sigma_{R,d} = 170 \text{ kN/m}^2$
 $k_{s,k} = 12 \text{ MN/m}^3$

nicht überschritten werden. Bei den Bemessungswerten sind die Sicherheitsfaktoren zu berücksichtigen (**Abminderung**). Die zulässige Bodenpressung beträgt somit **$\sigma_{zul} = 120 \text{ kN/m}^2$** .

Erfahrungsgemäß ist mit Gesamtsetzungen in einer Größenordnung von ca. $s = 1,0\text{-}1,5 \text{ cm}$ und entsprechend kleineren Setzungsdifferenzen zu rechnen.

Zur Gewährleistung der Frostsicherheit ist eine Frostschräge anzuordnen.

Alternativ kann der Neubau **flach** auf **Streifen- bzw. Einzelfundamenten** in dem mind. steifen Lehm gegründet werden. Wir haben die Grenze zwischen gering/nicht und mittel/gut tragfähigem Baugrund an die Profilschnitte in der Anlage 3 als „**Gt. erf.**“ angetragen. Danach ist mit Gründungstiefen von 1,0 m unter jetziger GOK zu rechnen.

Bei planmäßig nicht ausreichender Fundamenttiefe können diese über die statische Fundamenthöhe hinaus in mind. Fundamentbreite mit **Unterbeton** tiefer geführt werden.

Bei Untergrundverhältnissen wie bei RKB 1, 4 und 6 kann planmäßig in einer frostfreien Tiefe von mindestens 0,8 m gegründet werden.

Örtliche Verhältnisse sind maßgebend, Baugrubenabnahmen werden empfohlen.

Bei der Dimensionierung der Gründung sollten der **Bemessungswert** des Sohlwiderstandes und der **charakteristische** Wert der Bettungsziffer für

Streifenfundamente

$\sigma_{R,d} = 280 \text{ kN/m}^2$ (Mindestabmessungen: $b/h = 0,5/0,8 \text{ m}$)
(b = Fundamentbreite, h = Einbindetiefe)

$k_{s,k} = 20 \text{ MN/m}^3$ (Bettungsziffer)

Einzelfundamente

$\sigma_{R,d} = 310 \text{ kN/m}^2$ (Mindestabmessungen: $a/b/h = 1,0/1,0/0,8 \text{ m}$)
(a/b = Fundamentbreite u. -länge h = Einbindetiefe)

nicht überschritten werden. Bei den Bemessungswerten sind die Sicherheitsfaktoren zu berücksichtigen (Abminderung). Die zulässigen Bodenpressungen betragen somit $\sigma_{zul} = 200 \text{ kN/m}^2$ für die Streifenfundamente und $\sigma_{zul} = 220 \text{ kN/m}^2$ für die Einzelfundamente.

Auf eine frostfreie Einbindung der Außenfundamente ($t \geq 1,0 \text{ m}$ unter späterem Gelände) ist zu achten.

Erfahrungsgemäß ist mit Gesamtsetzungen in einer Größenordnung von ca. $s \leq 1 \text{ cm}$ und entsprechend kleineren Setzungsdifferenzen zu rechnen, die sich unmittelbar nach der Belastung einstellen. Diese sind als bauwerksverträglich einzustufen. Die Grundbruchsicherheiten sind bei o.g. Bodenpressungen und Fundamentabmessungen gewährleistet.

11 Bauwerksabdichtung und Dränagen

Bei dem wenig wasserdurchlässigen Untergrund ($k_f < 10^{-4} \text{ m/s}$) muss damit gerechnet werden, dass sich Wasser vor einbindenden Bauteilen zeitweise aufstaut und als drückendes Wasser einwirkt (**Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** nach DIN 18533-1:2017).

Wird aufstauendes Wasser durch über GOK angeordneter Sohle, Einbau einer kapillARBrechenden Schicht und Profilierung des Außengeländes um das Gebäude mit Gefälle weg von diesem verhindert, genügt eine Abdichtung gegen Bodenfeuchte (**Wassereinwirkungsklasse W1.1-E**).

Bei Einbindung ins Gelände (richtet sich nach dem Baunull und dem späteren Gelände) werden entweder eine wasserdichte Ausbildung des Übergangs zu den aufgehenden Wänden (**Wassereinwirkungsklasse W2.1-E**) oder in noch abzugrenzenden Bereichen Flächen- und Ringdränagen nach DIN 4095 (dann **Wassereinwirkungsklasse W1.2-E**) empfohlen.

12 Baugrube und Wasserhaltung

Eine Baugrube im engeren Sinne entsteht nicht. Bei ausreichendem Platzangebot können die Baugrubenwände für einen Bodenaustausch unter $\beta = 45^\circ$ abgebösch werden. Die Baufläche ist mit einem leichten Gefälle vorzusehen.

Nach vorliegendem Kenntnisstand sind Maßnahmen der offenen Wasserhaltung mit Dränsträngen und Pumpensümpfen ausreichend.

13 Versickerung

Gemäß DWA - REGELWERK Arbeitsblatt DWA-A 138 (Oktober 2024) "Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau und Betrieb" sollte im Frühstadium der Planung eine Ersteinschätzung erfolgen, ob eine Versickerung von Niederschlagswasser grundsätzlich möglich ist.

Der Abstand der Sohle der Versickerungsanlage zum maßgeblichen mittleren höchsten Grundwasserstand (*MHW*) von ≥ 1 m sollte in der Regel eingehalten werden, andernfalls muss eine Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde erfolgen.

Für eine ausschließliche Versickerung ohne zusätzliche Ableitungsmöglichkeit sollte der Durchlässigkeitsbeiwert k_f der aufnehmenden Bodenschicht in der Regel mindestens 1×10^{-6} m/s betragen.

Die Mächtigkeit des Sickerraumes bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand sollte in der Regel mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Bei dem anstehenden Untergrund handelt es sich um schwach bis sehr schwach wasser-durchlässige Böden, welche die erforderlichen Bedingungen hinsichtlich der Wasserdurch-lässigkeit nicht erfüllten und für eine **Regenwasserversickerung nicht geeignet** sind.

14 Verkehrsflächen

Im Zuge der Baumaßnahme sind 13 Pkw-Stellplätze an der Nordostseite sowie eine Aus-/Einfahrt für den Hof geplant.

Nach den Erkundungsergebnissen steht oberflächennah bindiger Baugrund an. Aus die-sem Grund ist der Untergrund in die

Frostempfindlichkeitsklasse F3 „sehr frostempfindlich“

einzustufen.

Für die Verkehrsflächen gelten dabei unter Zugrundelegung der RStO 12 für den frostsicheren **entwässerten Gesamtaufbau** folgende Mindeststärken.

Tabelle 8: Mindestdicken für den frostsicheren entwässerten Oberbau

Frostempfindlichkeits- klasse	Dicken [cm] bei Belastungsklassen		
	Bk100 bis BK10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
F3	65	60	50

Zusätzlich zu den genannten Dicken muss für **ungünstige Grundwasserverhältnisse** (Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum) ein **Zuschlag von +5 cm** geplant werden:

Bei Entwässerung der Fahrbahn und der Randbereiche über Rinnen darf eine Minderdicke von -5 cm angesetzt werden.

Das Planum unter den Verkehrsflächen muss dauerhaft trocken gehalten, d. h., entwässert werden.

Der Untergrund bzw. das Planum muss gem. ZTV E-StB 17 ein Verformungsmodul von mind. **$E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$** aufweisen. Dieser Verformungsmodul wird bei den bindigen Böden vor allem in Nasszeiten ohne Bodenverbesserungsmaßnahmen nicht zu erreichen sein.

Die gering tragfähigen Böden können durch **hydraulische Bindemittel** in einer Schichtdicke von 40 cm verbessert werden, falls eine evtl. Staubverwehung unschädlich ist. Die Festlegung der Bindemittelzugabe ist durch Anlegen von Probefeldern und/oder durch Eignungsprüfungen durch die bauausführende Fachfirma zu ermitteln. Für die Kalkulation ist vorläufig von ca. 25 – 30 kg/m² auszugehen, wobei dies natürlich abhängig von den Witterungsbedingungen und den in der Fläche wechselnden Wassergehalten ist. Dabei ist ein staubarmes Bindemittel oder eine ummantelte Fräse zu verwenden und auf die Windrichtung zu achten.

Stärker humose Lehme können nicht stabilisiert werden und müssen ausgetauscht werden. **Alternativ** kann ein mind. 40 cm dicker **Bodenaustausch** auf Trennvlies GRK 3 ausgeführt werden. Hierfür ist grobkörniges, kornabgestuftes Brechkorn oder RC-Material der Körnung 0/45 – 0/63 mm mit Feinanteilen von < 5 M.-% zu verwenden und auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Der Einbau von RC-Material ist mit der Unteren Wasserbehörde abzustimmen (Wasserrechtliche Erlaubnis).

Die Tragfähigkeit des Planums und die genaue Dicke des evtl. erforderlichen Bodenaustausches sollten vor Baubeginn durch die Anlage von Versuchsfeldern mit Hilfe von Lastplattendruckversuchen überprüft bzw. festgelegt werden.

15 Orientierende abfalltechnische Untersuchungen

Die Ergebnisse der orientierenden chemischen Analysen und die Auswertung gemäß RuVA-StB, ErsatzbaustoffV (EBV), LAGA M20 2004, TR Boden sowie gemäß der Depo-nieverordnung (DepV) 2020 sind im Anhang aufgeführt.

15.1 Bewertung nach RuVA-StB

Gemäß „Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau“ RuVA-StB kann die untersuchte Probe wie folgt zugeordnet werden:

Tabelle 9: Untersuchungsergebnisse (Grenzwerte in Klammern) und Verwertungsklassen nach RuVA-StB

Probe	Summe PAK (EPA) [mg/kg]	Eluat Phenolindex [mg/l]	Verwertungsklasse
MP 1 - Asphalt bei RKB 1 (0,00-0,08 m)	n.b. (≤ 25)	$< 0,01$ ($\leq 0,1$)	A

n.b. = nicht berechnbar = unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze

Das Material der Probe enthält **kein Teer/Pech** (PAK-Gehalt ≤ 25 mg/kg) und ist somit der **Verwertungsklasse A** zuzuordnen und kann unter dem Abfallschlüssel 170302 entsorgt und im Heißmischverfahren für Straßenausbaustoffe eingesetzt werden.

15.2 Bewertung von mineralischen Abfällen / Bauschutt / RC nach der EBV

In der folgenden Tabelle sind die Materialwerte für RC-1 bis RC-3 gemäß der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) Anlage 1, Tabelle 1 und die Überwachungswerte Anlage 4, Tab. 2.2 zusammengestellt:

Tabelle 10: (gemäß EBV, Anl. 1, Tabelle 1 + Anl. 4, Tabelle 2.2)*Materialwerte und Überwachungswerte für Bauschutt/RC*

Parameter	Dim.	RC-1	RC-2	RC-3
Materialwerte für geregelte Ersatzbaustoffe RC-1 bis RC-3 nach Anl. 1, Tab. 1				
pH-Wert ^{1,6}		6-13	6-13	6-13
Elektrische Leitfähigkeit ^{2,6}		2 500	3 200	10 000
Sulfat	mg/l	600	1 000	3 500
PAK ₁₅ ³	µg/l	4,0	8,0	25
PAK ₁₆ ⁴	mg/kg	10	15	20
Chrom, ges.	µg/l	150	440	900
Kupfer	µg/l	110	250	500
Vanadium	µg/l	120	700	1 350
Überwachungswerte (Feststoffwerte) bei RC-Baustoffen nach Anl. 4, Tab. 2.2				
Arsen	mg/kg	40		
Blei	mg/kg	140		
Chrom	mg/kg	120		
Cadmium	mg/kg	2		
Kupfer	mg/kg	80		
Quecksilber	mg/kg	0,6		
Nickel	mg/kg	100		
Thallium	mg/kg	2		
Zink	mg/kg	300		
Kohlenwasserstoffe ⁵	mg/kg	300 (600)		
PCB ₆ und PCB-118	mg/kg	0,15		

¹ Nur bei GRS Grenzwert, ansonsten stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen um mehr als 0,5 Einheiten ist die Ursache zu prüfen.² Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen von mehr als 10 % ist die Ursache zu prüfen.³ PAK₁₅: PAK₁₆ ohne Naphthalin und Methyl-naphthaline.⁴ PAK₁₆: stellvertretend für die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) werden nach der Liste der Environmental Protection Agency (EPA) 16 ausgewählte PAK untersucht: Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen, Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[g,h,i]perylene, Benzo[k]fluoranthren, Chrysen, Dibenz[a,h]anthracen, Fluoranthren, Fluoren, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Naphthalin, Phenanthren und Pyren.⁵ Der angegebene Wert gilt für Kohlenwasserstoffverbindung mit einer Kettenlänge von C10 bis C22. Der Gesamtgehalt (C10 – C40), bestimmt nach der DIN EN 14039, Ausgabe Januar 2005, darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten. Überschreitungen, die auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.⁶ Bei frisch gebrochenem, reinem Betonmaterial können die Materialwerte „pH-Wert“ und „elektrische Leitfähigkeit“ unberücksichtigt bleiben, wenn die Materialwerte für Sulfat und die übrigen Materialwerte für Recycling-baustoffe der jeweiligen materialklasse nach Anlage 1 Tabelle 1 eingehalten werden.Nachfolgend ist die Zuordnung der untersuchten Probe **MP 2 - Bauschutt / RC** aufgeführt:

Die Materialwerte für RC-1 werden eingehalten. Die Überwachungswerte hingegen werden nicht eingehalten

15.3 Bewertung nach der Ersatzbaustoffverordnung

Nach EBV/BBodSchV ist Bodenmaterial (BM) in eine der drei Bodenarten-Hauptgruppen Sand, Lehm/Schluff oder Ton einzustufen, für welche unterschiedliche Materialwerte in der Kategorie BM-0 angegeben sind. Näherungsweise können die Mischproben **MP 3 und MP 4** in die Bodenarten-Hauptgruppe **Schluff** eingestuft werden.

Natürliches Gestein wird wie Naturkies ebenfalls als BM eingestuft. Weiterhin ist der Anteil mineralischer Fremdbestandteile F (z. B. Beton, Ziegel, Asphalt, Schlacke) abzuschätzen.

Folgende Materialklassen kommen häufig vor:

- BM (Bodenmaterial mit $F \leq 10$ Vol.-%, [F kaum sichtbar]),
- BM-F (Bodenmaterial mit $F \leq 50$ Vol.-%, [F deutlich sichtbar, aber nicht über 50 %]),
- RC (Bauschutt, welcher zu RC-Material aufbereitet werden soll [$F > 50$ Vol.-%]).

Für eine Zuordnung als Bodenmaterial dürfen Störstoffe S wie Plastik, Glas, Eisen usw. nicht bzw. nur in vernachlässigbaren Anteilen vorkommen.

Nach der Bodenansprache liegt für die Mischproben MP 3 und MP 4 die Materialklasse BM vor.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut gem. EBV, Anlage 1, Tabelle 3, zusammengestellt.

Tabelle 12: (gemäß EBV, Anl. 1, Tabelle 3)
Materialwerte für Bodenmaterial¹ und Baggergut

Parameter	Dim.	BM-0 BG-0 Sand ²	BM-0 BG-0 Lehm, Schluff ²	BM-0 BG-0 Ton ²	BM-0 [*] BG-0 ³	BM-F0 [*] BG-F0 [*]	BM-F1 BG-F1	BM-F2 BG-F2	BM-F3 BG-F3
Mineralische Fremdbestandteile	Vol.-%	Bis 10	Bis 10	Bis 10	Bis 10	Bis 50	Bis 50	Bis 50	Bis 50
pH-Wert ⁴						6,5–9,5	6,5–9,5	6,5–9,5	5,5–12,0
Elektrische Leitfähigkeit ⁴	µS/cm				350	350	500	500	1000
Sulfat	mg/l	250 ⁵	250 ⁵	250 ⁵	250 ⁵	250 ⁵	450	450	1000
Arsen	mg/kg	10	20	20	20	40	40	40	150
Arsen	µg/l				8(13)	12	20	85	100
Blei	mg/kg	40	70	100	140	140	140	140	700
Blei	µg/l				23(43)	35	90	250	470
Cadmium	mg/kg	0,4	1,0	1,5	1 ⁶	2	2	2	10

Cadmium	µg/l				2(4)	3,0	3,0	10	15
Chrom, gesamt	mg/kg	30	60	100	120	120	120	120	600
Chrom, gesamt	µg/l				10(19)	15	150	290	530
Kupfer	mg/kg	20	40	60	80	80	80	80	320
Kupfer	µg/l				20(41)	30	110	170	320
Nickel	mg/kg	15	50	70	100	100	100	100	350
Nickel	µg/l				20(31)	30	30	150	280
Quecksilber	mg/kg	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Quecksilber ¹²	µg/l				0,1				
Thallium	mg/kg	0,5	1,0	1,0	1,0	2	2	2	7
Thallium ¹²	µg/l				0,2(0,3)				
Zink	mg/kg	60	150	200	300	300	300	300	1200
Zink	µg/l				100 (210)	150	160	840	1600
TOC	M%	1 ⁷	1 ⁷	1 ⁷	1 ⁷	5	5	5	5
Kohlenwasserstoffe ⁸	mg/kg				300 (600)	300 (600)	300 (600)	300 (600)	1000 (2000)
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	0,3	0,3					
PAK15 ⁹	µg/l				0,2	0,3	1,5	3,8	20
PAK16 ¹⁰	mg/kg	3	3	3	6	6	6	9	30
Naphthalin und Methyl-naphthaline, gesamt	µg/l				2				
PCB ₆ und PCB-118	mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,1				
PCB ₆ und PCB-118	µg/l				0,01				
EOX ¹¹	mg/kg	1	1	1	1				

¹ Die Materialwerte gelten für Bodenmaterial und Baggergut mit bis zu 10 Volumenprozent (BM und BG) oder bis zu 50 Volumenprozent (BM-F und BG-F) mineralischer Fremdbestandteile im Sinne von § 2 Nummer 8 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung mit nur vernachlässigbaren Anteilen an Störstoffen im Sinne von § 2 Nummer 9 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 erfüllen die werterebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 7 Absatz 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 Sand erfüllen die werterebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung; Bodenmaterial der Klasse BM-0* und Baggergut der Klasse BG-0* erfüllen die werterebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 3 Nummer 1 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.

² Bodenarten-Hauptgruppen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover 2009 (KA 5); stark schluffige Sande, lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande sowie Materialien, die nicht bodenartsspezifisch zugeordnet werden können, sind entsprechend der Bodenart Lehm, Schluff zu bewerten.

³ Die Eluatwerte in Spalte 6 sind mit Ausnahme des Eluatwertes für Sulfat nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der jeweilige Feststoffwert nach Spalte 3 bis 5 überschritten wird. Der Eluatwert für PAK₁₅ und Naphthalin und Methyl-naphthaline, gesamt, ist maßgeblich, wenn der Feststoffwert für PAK₁₆ nach Spalte 3 bis 5 überschritten wird. **Die in Klammern genannten Werte gelten jeweils bei einem TOC-Gehalt von ≥ 0,5 %.**

⁴ Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.

⁵ Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungseignung im Einzelfall zu entscheiden.

⁶ Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm, Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.

⁷ Bodenmaterialspezifischer Orientierungswert. Der TOC-Gehalt muss nur bei Hinweisen auf erhöhte Gehalte nach den Untersuchungsverfahren in Anlage 5 bestimmt werden. § 6 Absatz 11 Satz 2 und 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung ist entsprechend anzuwenden. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse zu berücksichtigen.

⁸ Die angegebenen Werte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C₁₀ bis C₂₂. Der Gesamtgehalt bestimmt nach der DIN EN 14039, „Charakterisierung von Abfällen – Bestimmung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen von C₁₀ bis C₄₀ mittels Gaschromatographie“, Ausgabe Januar 2005 darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

⁹ PAK₁₅: PAK₁₆ ohne Naphthalin und Methyl-naphthaline.

¹⁰ PAK₁₆: stellvertretend für die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) werden nach der Liste der US-amerikanischen Umweltbehörde, Environmental Protection Agency (EPA), 16 ausgewählte PAK untersucht: Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen, Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[a]perylene, Benzo[k]fluoranthren, Chrysen, Dibenzo[a,h]anthracen, Fluoranthren, Fluoren, Indeno [1,2,3- cd]pyren, Naphthalin, Phenanthren und Pyren.

¹¹ Bei Überschreitung der Werte sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen zu untersuchen.

¹² Bei Quecksilber und Thallium ist für die Klassifizierung in die Materialklassen BM-F0*/BG-F0*, BM-F1/BG-F1, BM-F2/BG-F2, BM-F3/BG-F3 der angegebene Gesamtgehalt maßgeblich. Der Eluatwert der Materialklasse BM-0*/BG-0* ist einzuhalten

In der folgenden Tabelle ist die Zuordnung der untersuchten Proben aufgeführt:

Tabelle 13: Einstufung gem. ErsatzbaustoffV, Anl. 1, Tabelle 3
Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut

Probe	Einstufung	Bemerkung
MP 3 – Oberboden	BM-F0* ¹ (BM-0)	TOC = 1,7 Ma.-%
MP 4 – Lehme	BM-0	-

¹Der TOC-Gehalt ist durch natürlichen Humus im Boden bedingt und deshalb kein Schadstoff. Abfälle aus organischen Materialien, wie Klärschlamm, Kompost oder Gärsubstrate liegen nicht vor. Da die anderen Werte der Materialklassen BM/BG-0 sowie BM/BG-0* eingehalten werden, ist ein höherer Gehalt als 1 % TOC zulässig und es gilt der Klammerwert. Sonstige Verwertungsmöglichkeiten sind mit der zuständigen unteren Abfallbehörde bzw. unteren Bodenschutzbehörde abzustimmen.

15.4 Bewertung nach der LAGA M20 2004, TR Boden

Die Wiederverwendbarkeit von **mineralischen Abfällen** mit mineralischen Fremdbestandteilen < 10 % kann nach den Technischen Regeln der LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln - Allgemeiner Teil I“ vom 06.11.2003 beurteilt werden.

In den Technischen Regeln werden die folgenden Einbauklassen bzw. Zuordnungswerte (Z) genannt (s. Abbildung 1).

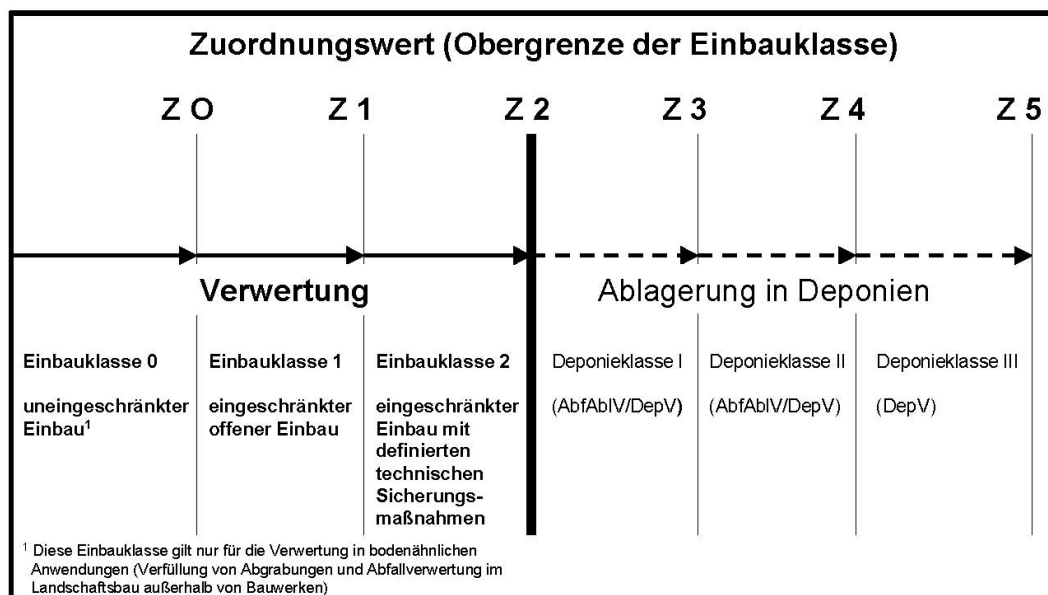


Abb. 1: Darstellung der Einbauklassen

Einbauklasse 0 (Zuordnungswerte Z 0):

Ein Sonderfall, der die uneingeschränkte Verwertung von geeignetem **Bodenmaterial** in bodenähnlichen Anwendungen (Verfüllung von Abgrabungen und Abfallverwertung im Landschaftsbau außerhalb von Bauwerken) darstellt.

Einbauklasse 1 (Zuordnungswerte Z 1.1 und Z 1.2):

Eingeschränkter offener Einbau (wasserdurchlässige Bauweise),

Einbauklasse 2 (Zuordnungswerte Z 2):

Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (nicht oder nur gering wasserdurchlässige Bauweise)

Mineralische Abfälle mit Schadstoffgehalten oberhalb der Z 2-Werte können ohne Behandlung nicht wiederverwendet werden und müssen entsorgt werden.

In der folgenden Tabelle ist die Zuordnung der untersuchten Proben aufgeführt:

Tabelle 14: Zuordnung der untersuchten Proben gemäß der LAGA M20 2004, TR-Boden

Probe	Einbauklasse	Bemerkung
MP 2 – Bauschutt / RC	Z 1.2	Leitfähigkeit bei 25° = 385 µS/cm, pH-Wert = 11,0
MP 4 – Lehme	Z 0	-

15.5 Bewertung nach der Deponieverordnung (DepV) 2020

In der folgenden Tabelle ist die Zuordnung der untersuchten Proben aufgeführt:

Tabelle 15: Zuordnung der untersuchten Proben gemäß der DepV 2020

Probe	Deponieklasse	Bemerkung
MP 2 – Bauschutt / RC	DK II	Glühverlust = 3,7 %, TOC = 1,3 %
MP 4 – Lehme	DK 0	-

16 Zusammenfassung, Weiteres

In der vorliegenden Bearbeitung wurden auf der Grundlage der Baugrunderkundungen Vorschläge für die Gründung des Neubaus ausgearbeitet.

Die Verdichtung sollte gemäß ZTV E-StB 17 überwacht und kontrolliert werden.

Werden bei den Erd- und Aushubarbeiten zwischen unseren Aufschlusspunkten veränderte Verhältnisse festgestellt, so ist unser Büro unverzüglich zu informieren und zur Baugrubenabnahme aufzufordern.

Damit ist unser Auftrag abgeschlossen.

Für Rückfragen stehen wir jederzeit zur Verfügung.

ERDBAULABOR SCHEMM GmbH – INGENIEURBÜRO



B.Sc. A. Marjeh



Dipl.-Ing. Marjeh