

Neubau BRK, Kitzingen

Geotechnischer Bericht



Quelle: Roth und Partner Architekten

Ort: Kitzingen
Auftraggeber: Bayerisches Rotes Kreuz,
Projektleiter: Dr.-Ing. H.-J. Franke
GMP-Projektnr.: 221130
Datum: 04.08.2021

GMP - Geotechnik GmbH & Co. KG Beratende Ingenieure und Geologen | Hedanstraße 17 | 97084 Würzburg
Telefon: 0931 61 44-0 | Fax: 0931 61 44-200 | mail: mail@gmp-geo.de | web: www.gmp-geo.de

GMP - Geotechnik GmbH & Co. KG
Beratende Ingenieure und Geologen
Würzburg,
Amtsgericht Würzburg, HRA 6477

Pers. haft. Gesellschafterin:
GMP Ingenieurbeteiligungsgesellschaft mbH
Würzburg,
Amtsgericht Würzburg, HRB 10485

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Hans-Jörg Franke
Dipl.-Ing. Hubert Hansel
Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Johannsen
Dr. Verena Herrmann

Akkreditiertes Prüflabor
nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
DAkS-Akkreditierungsnr.
D-PL-14479-01-00

Unterlagen: Roth und Partner Architekten:

- /1/ Grundriss EG + OG, M = 1:500, Stand 11.01.2021
- /2/ Schnitte + Ansichten Rettungswache, M = 1:200,
Stand 15.02.2021
- /3/ Schnitt + Ansichten Tagespflege, M=1:200,
Stand 15.02.2021

Geologisches Landesamt Bayern:

- /4/ Geologische Karte von Bayern, M = 1:25.000, Blatt 6227,
Iphofen

**Länderübergreifende Regelungen für die abfalltechnische
Bewertung:**

- /4/ Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Mitteilung Nr. 20 „Anfor-
derungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen
Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln“, Stand
06.11.1997

**Länderspezifische Regelungen für die abfalltechnische
Bewertung:**

- /5/ Bayerisches Landesamt für Umwelt: Merkblatt „Beprobung
von Boden und Bauschutt“, Stand: November 2017

Anlagen:

1. Übersichtslageplan, M = 1:25.000
2. Lageplan der Aufschlüsse M = 1:500,
3. Ingenieurgeologische Schnitte M. 1:100 mit Tiefenprofilen und
Rammdiagrammen
4. Fotodokumentation der Aufschlusspunkte
5. Entnommene Bodenproben Geotechnik
6. Entnommene Bodenproben Umwelttechnik
7. Zusammenstellung der Laborversuche
8. Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
9. Körnungslinien nach DIN EN ISO 17892-4
10. Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
11. Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128
12. Körnungsbänder Homogenbereiche

Anhang: CLG - Chemisches Labor Dr. Graser, Schonungen:
- Prüfbericht 21/06/2120804 vom 24.06.2021

AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg vom 06.07.2021
- Prüfbericht 3167249 – 801560
- Prüfbericht 3167249 – 801561
- Prüfbericht 3167249 – 801562
- Prüfbericht 3167249 – 801563

Projektdokumentation:

Datum	Index	Thema	Gez.	Gepr.
04.08.2021		Gutachten fertiggestellt	Fr	Jo

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1. Vorgang.....	6
2. Örtliche Verhältnisse	6
2.1 Geplante Baumaßnahme	6
2.2 Erdbebenzone	7
2.3 Frosteinwirkung.....	7
2.4 Radonbelastung	7
2.5 Schutzgebiete.....	7
2.6 Hochwassergefährdung.....	7
3. Untergrunderkundung	8
3.1 Durchgeführte Aufschlüsse	8
3.2 Einmessung der Aufschlüsse.....	9
4. Probenahme	9
4.1 Geotechnische Probenahme	9
4.2 Umwelttechnische Probenahme	9
5. Untergrundverhältnisse	10
5.1 Geologische Verhältnisse.....	10
5.2 Auffüllungen (A).....	10
5.3 Terrassensande (q).....	11
5.4 Tonsteine (ku/mo).....	12
6. Grundwasserverhältnisse	13
7. Geotechnische Laborversuche.....	14
7.1 Grundwasserchemismus	14
8. Orientierende abfalltechnische Untersuchungen.....	15
8.1 Bewertungsgrundlage	15
8.2 Durchgeführte Untersuchungen	15
8.3 Analysenergebnisse	16
9. Geotechnische Kenngrößen.....	17

10.	Geotechnische Empfehlungen.....	17
10.1	Gründungsempfehlungen.....	17
10.2	Herstellung der Baugrube	19
10.3	Maßnahmen gegen Wasser	19
10.3.1	Bemessungswasserstand	19
10.3.2	Bauzeitliche Maßnahmen.....	20
10.3.3	Abdichtung.....	20
10.4	Unterbau unter Bodenplatten	20
10.5	Unterbau befestigte Flächen.....	21
10.5.1	Tragfähigkeit Planum	21
10.5.2	Beurteilung der Frostsicherheit	23
11.	Bewertung orientierende abfalltechnische Untersuchungen.....	23
12.	Homogenbereiche	24
12.1	Geotechnische Klassifizierung	24
12.2	Schichteinteilung	24
12.3	Zahlenwerte Homogenbereiche DIN 18320	26
12.4	Zahlenwerte Homogenbereiche DIN 18300	26
12.4.1	Boden.....	27
13.	Zusammenfassung und weitergehende Empfehlungen.....	28
13.1	Empfehlungen zur weiteren Erkundung	28
13.2	Hinweise für Planung, Ausschreibung und Durchführung der Entsorgungsmaßnahmen	28
13.3	Empfehlungen zur geotechnischen Überwachung	30
13.4	Empfehlungen zur umwelttechnischen Überwachung	30

1. Vorgang

Das Bayerische Rote Kreuz plant den Neubau eines zentralen Gebäudekomplexes in Kitzingen.

Im Vorfeld sollte der Baugrund im Umgriff der Neubaumaßnahme erkundet werden. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung dienen dem federführenden Architekturbüro Roth und Partner Architekten, Kitzingen, als Planungsgrundlage.

Die GMP - Geotechnik GmbH & Co. KG wurde im Namen des Bayerischen Roten Kreuzes von dem Architekturbüro Roth und Partner Architekten mbB mit E-Mail vom 09.04.2021 mit der Durchführung der Baugrunduntersuchung und der Ausarbeitung des geotechnischen Berichts beauftragt. Grundlage ist das GMP-Angebot A21208 vom 23.03.2021.

2. Örtliche Verhältnisse

2.1 Geplante Baumaßnahme

Die Baumaßnahme erfolgt auf der östlichen Mainseite im Norden des Stadtteiles Et-washausen der Stadt Kitzingen (siehe Anlage 1).

Nach den vorliegenden Planunterlagen /1/, /2/ und /3/ soll auf dem Flurstück 5283/1 ein neuer zentraler Gebäudekomplex des Bayerischen Roten Kreuzes (BRK) gebaut werden. Zunächst soll die Rettungswache mit Verwaltung und Schulungsräumen errichtet werden. Parallel dazu oder im Anschluss daran sollen nördlich des Neubaus eine Tagespflegeeinrichtung für Senioren und eine Sozialstation realisiert werden. In einem weiteren Bauabschnitt ist der Neubau eines ein- bis zweigeschossigen Gebäudes für den Katastrophenschutz vorgesehen.

Die maximalen Grundrissabmessungen können den vorliegenden Plänen mit ca. 42,5 m x 42,5 m für die Rettungswache und mit ca. 25,0 m x 17,5 m für die Tagespflegeeinrichtung entnommen werden. Die Gebäude werden nicht unterkellert.

Die vorgesehene Baufläche ist nahezu eben, der maximale Höhenunterschied der bestehenden Geländeoberkante an den ausgeführten Aufschlüssen beträgt 0,31 m. Sie wird derzeit als Ackerfläche genutzt.

2.2 Erdbebenzone

Diese Baumaßnahme fällt nach EN 1997-1, DIN 1054 und DIN 4020 in die geotechnische Kategorie GK 2.

Das Baugelände gehört gemäß DIN EN 1998-1 keiner Erdbebenzone und keiner Untergrundklasse an.

2.3 Frosteinwirkung

Das Bauvorhaben liegt gemäß der RStO in der Frosteinwirkungszone II. Damit ist ein Frostindex von $F_i > 250$ bis ≤ 330 [$^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$] anzusetzen. Daraus lässt sich eine Frosteindringung zwischen 80 cm und 90 cm abschätzen.

2.4 Radonbelastung

Auf dem Geoportal des Bundesamtes für Strahlenschutz wird im Baubereich eine Radon-222-Belastung in der Bodenluft von 27,1 kBq/m³ prognostiziert.

2.5 Schutzgebiete

Die Baumaßnahme befindet sich außerhalb von Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebieten.

2.6 Hochwassergefährdung

Gemäß der Onlinekarte „Hochwassergefahrenflächen“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt liegt der neu zu errichtende Gebäudekomplex vollständig in den Überschwemmungsgebieten HQ₁₀₀ (Hochwasserwahrscheinlichkeit mindestens 1 mal in 100 Jahren). und HQ extrem (Hochwasserwahrscheinlichkeit kleiner HQ₁₀₀ oder bei Extremereignissen).

Laut den Angaben der Roth und Partner Architekten mbB liegt das HQ₁₀₀ auf der Höhe von 186,90 m NN und damit ca. 0,90 m über der geplanten Fußbodenoberkante (OK FB) des Gebäudekomplexes. Ein extremes Hochwasser könnte die Höhe 188,20 m NN erreichen und damit 2,20 m über der geplanten OK FB liegen.

3. Untergrunderkundung

3.1 Durchgeführte Aufschlüsse

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden im Baubereich zehn Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 10) bis in eine Tiefe von 5 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Die relative Tragfähigkeit des Baugrundes wurde durch sieben Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH 1 bis DPH 7) und drei Sondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL 1 bis DPL 3) ermittelt.

Die Erkundungsarbeiten fanden vom 09.06. - 10.06.2021 statt.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind in den Lageplan der Anlage 2 im Maßstab 1:500 eingetragen. Die Aufschlussstellen sind in Anlage 4 dokumentiert.

Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind in Form von höhenorientierten Tiefenprofilen in zwei Gelände- und Bauwerksschnitte eingezeichnet (siehe Anlage 3.1).

Rechts neben den Tiefenprofilen sind die angetroffenen Boden- und Felsarten mit Kurzzeichen nach DIN 4023 beschrieben. Angegeben sind außerdem die Farben und die geologischen Kennzeichnungen der Boden- und Felsarten.

Die verwendeten Signaturen der Tiefenprofile und die Kurzzeichen für Boden- und Felsarten sind in den Legenden der Anlage 3.0 erläutert.

Die Nummern und Tiefen der entnommenen Bodenproben sind links neben den Tiefenprofilen angegeben.

Die Anzahl der Schläge, die erforderlich ist, um die schwere bzw. leichte Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2:2012 (DPH) 10 cm in den Boden einzurammen, ist in der Anlage 3.1 in den Rammdiagrammen aufgetragen.

3.2 Einmessung der Aufschlüsse

Alle Erkundungspunkte wurden satellitengestützt mittels GPS und dem Korrektursystem SAPOS HEPS eingemessen. Die Lage der Messpunkte wird in ETRS89-Koordinaten angegeben. Die Geländehöhen wurden im Bezugssystem DHHN2016 (Deutsches Haupthöhennetz 2016) in m NHN (Höhen über Normalhöhen-Null) gemessen. Zum ursprünglichen Gauß-Krüger- (Lagebezug) und DHHN12-System (Höhenbezug) ergeben sich Abweichungen, die regional unterschiedlich in einer Größenordnung von wenigen Zentimetern liegen.

Bei der Darstellung der Erkundungsergebnisse wird auf eine Umrechnung in andere Höhensysteme (z.B. mNN) verzichtet. Dies ist bei der Planung und Festlegungen zu berücksichtigen.

4. Probenahme

4.1 Geotechnische Probenahme

Zur Bestimmung wichtiger bodenphysikalischer Kennwerte wurden aus den Aufschlüssen Proben entnommen, die tabellarisch in der Anlage 5 zusammengestellt sind. Die Nummern und Tiefen der entnommenen Bodenproben sind außerdem neben den Tiefenprofilen der Anlage 3.1 angegeben.

Nach Sichtung und Beurteilung wurden an ausgewählten Proben Versuche im bodenmechanischen Labor von GMP durchgeführt (siehe Anlage 5). Die Ergebnisse der Laborversuche sind in den Anlagen 7.1 und 7.2 zusammengestellt. Die übrigen Proben werden rückgestellt und bei GMP eingelagert. Die Rückstellproben werden bis drei Monate nach Abgabe des Gutachtens aufbewahrt und anschließend fachgerecht entsorgt, soweit keine längere Aufbewahrung durch den Auftraggeber gefordert wird.

4.2 Umwelttechnische Probenahme

Aus den Aufschlüssen wurden Boden-/Materialproben für orientierende abfalltechnische Untersuchungen entnommen, im GMP-Labor gesichtet und abfalltechnisch beurteilt. In den aufgeschlossenen Auffüllungsmaterialien wurden geringe Anteile an bodenfremden Bestandteilen (jeweils <1% Ziegelreste) angetroffen. Geruchliche Auffälligkeiten wurde an keinem der Schürfe festgestellt.

In der Tabelle 1 der Anlage 6 sind die für orientierende abfalltechnische Untersuchungen entnommenen Boden-/Materialproben, mit der Angabe ihrer Verwendung zur Mischprobenerstellung sowie der an den Proben durchgeführten Analytik, zusammengestellt.

5. Untergrundverhältnisse

5.1 Geologische Verhältnisse

Nach der Geologischen Karte von Bayern /3/ und nach den durchgeführten Aufschlüssen stehen im Untergrund Tonsteine des Oberen Muschelkalk (mo) und/oder des Unteren Keuper (ku) an. Die Festgesteine werden von Verwitterungsschichten, quartären Sedimenten der Unterterrasse des Mains sowie von Auffüllungen überlagert. Oberflächennah wurde aufgefüllter Oberboden erbohrt.

Die genaue Schichtenfolge kann den Tiefenprofilen der Anlage 3.1 entnommen werden.

Aus geotechnischer Sicht kann der Untergrundaufbau vereinfacht mit drei Schichten dargestellt werden:

1. Auffüllungen (A)
2. Terrassensande (q)
3. Tonsteine (ku/mo)

5.2 Auffüllungen (A)

In allen Sondierungen wurde als Geländeabschluss aufgefüllter Oberboden in einer Mächtigkeit von 0,40 m bis 0,55 m (186,61 m NHN bis 185,80 m NHN) angetroffen.

An den Sondierpunkten RKS 1 und RKS 2 wurden unterhalb des Oberbodens bis in Tiefen von 0,75 m bis 0,90 m unter GOK (186,03 m NHN bis 185,53 m NHN) mit-teldicht gelagerte Auffüllungen angetroffen.

Sowohl der aufgefüllte Oberboden als auch die Auffüllungen bestehen aus Sanden mit schluffigen, humos-organischen und kiesigen Bestandteilen (Kurzzeichen: S, u, h, o, g).

An anthropogenen Bestandteilen wurden an allen Aufschlüssen im Oberboden und in darunter folgenden Auffüllungen Ziegelreste erkundet, deren Volumenanteil auf jeweils unter 1 % abgeschätzt wurde.

Die Schlagzahlen der leichten und schweren Rammsondierungen (DPL $N_{10} \approx 1 - 8$, DPH $N_{10} \approx 1 - 3$) weisen auf keine Verdichtung hin. Die ermittelte Tragfähigkeit ist aufgrund der Ackernutzung plausibel und zu erwarten.

5.3 Terrassensande (q)

Unterhalb der Auffüllungen wurden an allen Aufschlüssen bis zu einer Tiefe von 186,21 m NHN bis 181,30 m NHN die Terrassensande des Mains angetroffen. Die Sedimentschicht ist im Untersuchungsbereich zwischen 1,70 m und 4,50 m mächtig. Sie besteht überwiegend aus Sanden mit Beimengungen aus Schluffen, Tonen und Kiesen. Bis auf die Aufschlüsse RKS 5 und RKS 6 wurden in den Sanden organische Bestandteile (Kurzzeichen: S, t, g, u, o) angetroffen.

An den Aufschlüssen RKS 1, RKS 3, RKS 9 und RKS 10 wurden einzelne Lehm-schichten angetroffen. An RKS 7 sind die Terrassensande aus wechselgelagerten Sand- und Lehmhorizonten zusammengesetzt. Die Lehme bestehen aus Schluffen mit sandigen, tonigen und kiesigen Bestandteilen (Kurzzeichen: U, s, t, g). An Aufschluss RKS 2 wurde stark schluffiger, sandiger Ton mit organischen Beimengungen erkundet. Bei RKS 6 liegt unter den Sanden stark sandiger, schluffiger Kies.

An den Aufschlüssen wurden unterschiedliche Konsistenzen der bindigen Horizonte beobachtet. Größtenteils wurde eine steife und halbfeste Konsistenz festgestellt.

An den Sondierpunkten DPL 1 bis DPL 3 werden mit der leichten Rammsonde in den Sanden Schlagzahlen von ($N_{10} > 70$) erreicht. Die Lagerung wurde im Feld mit mitteldicht bis dicht angesprochen. Da die Sandhorizonte sickernwasserbeeinflusst sind, ist jedoch von einer sehr dichten Lagerung auszugehen.

Die an dem Sondierpunkt RKS 6 aufgeschlossenen Flusskiese sind ebenfalls sehr dicht gelagert.

Die schweren Rammsondierungen erreichen größtenteils Schlagzahlen $N_{10} \approx 5 - 15$ (mitteldichte bis dichte Lagerung). An DPH 3 wurden in den Kiesen deutlich höhere Werte $N_{10} \approx 15 - 45$ (dichte bis sehr dichte Lagerung) gezählt. Schlagzahlspitzen sind auf eingelagerte Steine und Gerölle zurückzuführen.

5.4 Tonsteine (ku/mo)

Das Baugelände liegt im Übergangsbereich zwischen Oberen Muschelkalk und Unteren Keuper. Mit den hier eingesetzten Kleinbohrungen, kann nicht näher eingegrenzt werden, ob die angetroffenen Tonsteine dem Unteren Keuper oder dem Oberen Muschelkalk zuzuordnen sind, da ein tieferes Erkunden mit den Kleinbohrungen nicht möglich ist.

An dem Sondierpunkt RKS 10 wurde zwischen 2,10 m und 2,40 m unter GOK (184,44 m NHN bis 184,14 m NHN) Verwitterungslehm erbohrt, der den Übergang zum Festgestein bildet. Der Verwitterungslehm besteht aus Schluff mit sandigen, tonigen und kiesigen Bestandteilen (Kurzzeichen: U, s, t, g).

Die Schluffe weisen eine feste Konsistenz auf.

Die Beobachtungen zur Konsistenz werden durch die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen bestätigt. An dem Sondierpunkt DPH 7 wurden Schlagzahlen $N_{10} > 10 - 25$ erreicht, was auf eine mitteldichte bis dichte Lagerung schließen lässt.

An den Aufschlüssen RKS 2, RKS 4, RKS 5 und RKS 9 steht das Festgestein ab 3,30 m bis 4,60 m unter GOK (183,26 m NHN bis 181,78 m NHN) an.

Aus Erfahrung sind die Tonsteine eng- bis mittelständig geklüftet und feinlaminiert bis groblaminiert geschichtet.

Infolge der stark ansteigenden Eindringwiderstände in den mäßig bis stark verwitterten Tonsteinen konnte die schwere Rammsonde nur wenige Zentimeter in diese Schichten vordringen. Die Schlagzahlen erreichen hier in der Regel Werte von $N_{10} \approx 60 - 100$ (sehr dichte Lagerung), bevor die Rammsonde in den Tonsteinen festkommt. Nur an dem Sondierpunkt DPH 1 sind die Schlagzahlen mit $N_{10} \approx 10$ deutlich geringer (mitteldichte Lagerung).

6. Grundwasserverhältnisse

Am Tag der Baugrunduntersuchung wurden mit Ausnahme von RKS 10 an allen Aufschlüssen Sickerwasserzutritte beobachtet:

Tabelle 1: Hydrogeologische Verhältnisse

Aufschluss	Datum	Ansatzpunkt des Aufschlusses [m NHN]	Art des Wassers	Tiefe unter GOK [m]	Absolute Höhe
RKS1	09.06.21	186,43	Sickerwasser	0,69	185,74
RKS2	09.06.21	186,43	Sickerwasser	0,62	185,81
RKS3	09.06.21	186,30	Sickerwasser	1,11	185,19
RKS4	09.06.21	186,38	Sickerwasser	0,69	185,69
RKS5	09.06.21	186,56	Sickerwasser	0,71	185,85
RKS6	10.06.21	186,61	Sickerwasser	1,75	184,86
RKS7	10.06.21	186,39	Sickerwasser	0,93	185,46
				1,9	184,49
RKS8	10.06.21	186,31	Sickerwasser	0,83	185,48
RKS9	10.06.21	186,33	Sickerwasser	0,73	185,60

Die Sickerwasserzutritte erfolgten zwischen 0,62 m und 1,11 m unter GOK (185,85 m NHN bis 185,19 m NHN) in den Auffüllungs- und Sandhorizonten wenig unterhalb der Oberböden. Es ist zu vermuten, dass es sich hier um einen schwebenden Grundwasserspiegel handelt.

Die Wasserzutritte in RKS 6 und RKS 7 bei 1,75 m bzw. 1,90 m unter GOK (184,86 m NHN bis 184,49 m NHN) könnten einen Hinweis auf den möglichen quartären Grundwasserspiegel geben. Aus Erfahrung ist bekannt, dass der Grundwasserstand ca. 300 m westlich bei ca. 183,0 m NHN liegt, daher wäre ein dauerhafter Grundwasserstand von 184,86 m NHN plausibel.

Im Allgemeinen ist in und nach längeren Nässeperioden oder Niederschlagsereignissen in bindigen Böden Staunässe zu erwarten bzw. ist mit der Ausbildung von schwebenden Grundwasserspiegeln zu rechnen. Zur Stärke und Tiefenlage von Wasserzutritten sind keine Angaben möglich.

7. Geotechnische Laborversuche

Zur Bestimmung wichtiger bodenphysikalischer Eigenschaften wurden an repräsentativ ausgewählten Bodenproben im geotechnischen Labor von GMP Versuche entsprechend folgender Normen ausgeführt:

Tabelle 2: Normung Laborversuche

Art	Versuch	Norm	Ausgabe	Anlage	Anzahl
Boden	Bestimmung des Wassergehalts	DIN EN ISO 17892 - 1	03-2015	8	9
	Bestimmung der Kornverteilung	DIN EN ISO 17892 – 2	04-2017	9	9
	Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen	DIN EN ISO 17892 - 12	10-2018	10	3
	Bestimmung des Glühverlustes	DIN 18128		11	1

Die Ergebnisse der Laborversuche sind im Einzelversuch in der Anlage 8 - 11 dargestellt und in der Anlage 7 zusammengefasst. Es gab keine Auffälligkeiten zwischen ingenieurgeologischer Ansprache und Klassifikationsversuch.

7.1 Grundwasserchemismus

Zur Beurteilung des Betonangriffsgrades wurde eine Grundwasserprobe entnommen und vom Chemischen Labor CLG auf Inhaltsstoffe nach DIN 4030 analysiert.

Die Ergebnisse der Wasseruntersuchung zur Beurteilung betonangreifender Wässer sind im Anhang beigelegt und in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 3: Untersuchungsergebnisse der Grundwasseranalyse

Aufschluss	Probenahmetiefe [m u. GOK]	Prüfbericht	Betonangriff	Parameter
RKS 1	0,69	21/06/2120804	Nicht angreifend	--

8. Orientierende abfalltechnische Untersuchungen

8.1 Bewertungsgrundlage

Zur orientierenden umwelttechnischen Bewertung werden folgende Bewertungsgrundlagen herangezogen:

- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Mitteilung Nr. 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln“, Stand 06.11.1997 /4/
Nachfolgend: LAGA M20
- Bayerisches Landesamt für Umwelt: Merkblatt „Beprobung von Boden und Bauschutt“ /5/, Stand: November 2017

8.2 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erhöhung der Planungssicherheit und für die Ausschreibung der Baumaßnahme wurden orientierende abfalltechnische Untersuchungen an Mischproben aus den Auffüllungsmaterialien und dem natürlichen Untergrund durchgeführt. Die Mischproben wurden anhand der Erkenntnisse aus der Probensichtung aller Einzelproben aufgrund ähnlicher Materialbeschaffenheit sowie deren räumlichen Bezug zueinander zusammengestellt.

Die für die Herstellung der Mischproben verwendeten Einzelproben sind der Tabelle 1 der Anlage 6 zu entnehmen.

Die Mischproben wurden von dem nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Labor AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg auf den Parameterumfang der LAGA M20 laboranalytisch analysiert. Die chemischen Analysen der Auffüllungsmaterialien erfolgte in der Gesamtfraktion die des natürlichen Untergrundes in der Feinfraktion < 2mm.

Die Aufschlüsse wurden in Abständen von ca. 5 – 30 m niedergebracht.

Die Misch- bzw. Einzelproben werden für einen Zeitraum von sechs Wochen nach Datum des Prüfberichtes (Laborproben) bzw. drei Monaten nach Erstellung des Gutachtens (Rückstellproben GMP) zurückgestellt. Die Rückstellfristen können gegebenenfalls nach vorheriger Anmeldung verlängert werden.

8.3 Analysenergebnisse

LAGA M20

Die Prüfergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen der Boden-/Materialproben aus den Auffüllungen und dem natürlichen Untergrund sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. In der Tabelle werden die Entnahmetiefe, die Materialbeschreibung, die orientierende abfalltechnische Einstufung gemäß LAGA M20, Hinweise für eine maßnahmeninterne Verwertung sowie die für die Einstufung maßgeblichen Parameter angegeben.

Die in der Tabellenspalte „Verwertung vor Ort“ angegebenen potentiellen internen Verwertungsmöglichkeiten beziehen sich ausschließlich auf den GMP-bekanntem Planungsstand (siehe Kapitel 2.1 und Anlagen 2+3).

Tabelle 4: Orientierende abfalltechnische Einstufung von Aushubmaterialien

Probe (Entnahmetiefe)	Material	Orientierende abfalltechnische Einstufung		Verwertung vor Ort (Einbaubereich) ¹
		LAGA M20 (Boden)	maßgebli. Parameter	
MP 1 RKS 1+2 (0,4 – 0,9 m)	Auffüllungen: Sand, stark schluffig, schwach kiesig, humos/or- ganisch Fremdbestandteile: <1% Ziegelreste	Z1.2	Blei 290 mg/kg	Ja (über > 2 m dichter Deckschicht aus Lehm/Ton/Schluff, o- der unter dichter Deck- schicht, Grundwasser- abstand > 1 m)
MP 2 RKS 1-4 (0,5 – 5,0 m)	Natürlicher Untergrund: Sand, schluffig, schwach kiesig	Z0	-	Ja (gesamte Baumaß- nahme)
MP 3 RKS 5-10 (0,4 – 4,4 m)	Natürlicher Untergrund: Sand, schluffig, schwach kiesig	Z0	-	Ja (gesamte Baumaß- nahme)
MP 4 RKS 2+4+5 (3,3 – 5,0 m)	Natürlicher Untergrund: Tonstein	Z1.2 [Z1.1]	Chlorid 12 mg/kg [Chrom 70 mg/kg, Kupfer 48 mg/kg, Nickel 82 mg/kg]*	Ja (über > 2 m dichter Deckschicht aus Lehm/Ton/Schluff, o- der unter dichter Deck- schicht, Grundwasser- abstand > 1 m)

Z...: Einstufung gemäß LAGA-Mitteilung Nr. 20, Teil Boden, Stand 1997

LAGA M20: Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln" Teil II, Stand 06.11.1997

¹: Bewertet wird nur die abfallrechtliche, nicht die bautechnische Eignung.

*: Die leicht erhöhten Chrom-, Kupfer- und Nickel-Gehalte entsprechen den geogenen Hintergrundwerten der BAG Einheit 49b. Die Materialien können aus fachtechnischer Sicht innerhalb dieser geologischen Einheit oder innerhalb geologischer Einheiten mit ähnlichen geogenen Hintergrundgehalten analog Z0-Material verwertet werden.

9. Geotechnische Kenngrößen

Nach den Ergebnissen der Aufschlüsse und Laborversuche sowie den Erfahrungen des Gutachters können für erdstatische Berechnungen die nachfolgenden charakteristischen Bodenkennwerte angesetzt werden.

Tabelle 5: Charakteristische Bodenkennwerte

Baugrund	Feuchtwichte (Auftriebswichte) γ_k [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Undr. Kohäsion c'_u [kN/m ²]	Steifemodul ¹⁾ (min - max) E_s [MN/m ²]	Hydraulische Durchlässigkeit k_f [m/s]
Auffüllungen	19,0 (9,0)	27,5	2,5	50,0	7,5 – 12,5	-
Terrassensande	19,5 (9,5)	30,0	2,5	50,0	12,5 – 20,0	5,0 x 10 ⁻⁷
Tonsteine	24,0 (14,0)	30,0	50,0	200,0	50,0 – 100,0	1,0 x 10 ⁻⁴

¹⁾ in Abhängigkeit vom Spannungsbereich (150 – 300 kN/m²)

10. Geotechnische Empfehlungen

10.1 Gründungsempfehlungen

Im Untergrund stehen Auffüllungen, Terrassensande und Tonsteine an.

Aus geotechnischer Sicht ist eine Flachgründung auf den Terrassensanden möglich. In den Terrassensanden sind willkürlich Lehmlinsen eingelagert, die setzungsanfällig sind.

Eine Flachgründung auf den bindigen Terrassensanden kann nach Nachverdichtung mit einem Bemessungswert des Sohlwiderstands

$$\sigma_{R,d} \leq 320 \text{ kN/m}^2$$

konzipiert werden. Dabei werden Setzungen in der Größenordnung von 2,0 cm aktiviert, die auch als unterschiedliche Setzungen auftreten können. Die Auffüllungen sind restlos zu beseitigen.

Die anstehenden Lehmlinsen sind stark wasserempfindlich, daher ist die Gründungssohle mit einer Sauberkeitsschicht vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Die Gebäude können auch auf einer gebetteten Bodenplatte gegründet werden. Dazu ist eine Polsterschicht mit einer Stärke von 0,50 m erforderlich. In Bereichen von Lehmlinsen ist diese Schicht um 0,20 m auf 0,70 m zu verstärken. Als Material ist ein Korngemisch 0/56 gem. TL Sob StB 20, Bild B7 einzusetzen.

Als Verdichtungsanforderung je Lage wird definiert:

$$\begin{aligned}D_{pr} &\geq 1,0 \\n_a &\leq 0,12 \\E_{v2} &\geq 45 \text{ MN/m}^2 \\E_{v2}/E_{v1} &\leq 2,3\end{aligned}$$

Auf OK Polster gilt:

$$\begin{aligned}D_{pr} &\geq 1,0 \\n_a &\leq 0,12 \\E_{v2} &\geq 120 \text{ MN/m}^2 \\E_{v2}/E_{v1} &\leq 2,3\end{aligned}$$

Die maximale Schüttstärke darf 0,25 m betragen. Da das Bauwerk im Überschwemmungsgebiet liegt, darf nur natürliches Material eingesetzt werden. In Bereichen von bindigen Linsen ist das Polster filterstabil vom Untergrund zu trennen. Wir empfehlen ein Geotextil GRK III, $m \geq 250 \text{ g/m}^2$ einzusetzen.

Auf diesem Polster kann die Bodenplatte mit einem Bettungsmodul

$$15,0 \text{ MN/m}^3 \leq k_s \leq 20,0 \text{ MN/m}^3$$

bemessen werden. In Bereichen von Wänden und Stützen kann die Bettung verdoppelt werden. Die Auffüllungen sind restlos zu beseitigen, das kann bedeuten, dass lokale Anpassungen in der Stärke des Bodenpolsters erforderlich werden.

Alternativ zur Flachgründung sind Tiefgründungsmaßnahmen möglich. Aus geotechnischer Sicht können sämtliche Gründungsvarianten (mantelverpresste duktile Rammpfähle, Mikropfähle, Bohrpfähle, Ortbetonrammpfähle) zum Einsatz kommen. Aus geotechnischer Sicht wären bei diesen Verhältnissen verpresste duktile Rammpfähle eine gute Lösung. Bei den duktilen Rammpfählen wird solange gerammt, bis diese Pfähle entweder festkommen oder das Rammkriterium erreicht wird. Die duktilen Rammpfähle sind Spitzendruckpfähle und beim Festkommen entspricht die innere Tragfähigkeit der äußeren Tragfähigkeit. Diese Pfähle sind aber nicht zum Abtrag von

Horzontallasten geeignet, Horizontallasten müssen bei diesem System über Schrägpfähle abgeleitet werden.

Zur **Vorbemessung** einer Bohrpfahlgründung kann von folgenden Erfahrungswerten ausgegangen werden.

Tabelle 6: Schätzwerte Spitzendruck und Mantelreibung

Schichteinheit	$q_{b,K}$ [MN/m ²]	$q_{s,K}$ [MN/m ²]
Tonstein	5,0	0,4

Diese Angaben gelten für Einzelpfähle mit einem Abstand $a \leq 2,5 D$. Die Mindesteinbindungstiefe in den Fels muss bei den vorliegenden Verhältnissen ohne Aufschlussbohrung mit 4,0 m angesetzt werden.

Mikropfähle können mit einem Schätzwert

$$q_{s,K,MP} \leq 400 \text{ kN/m}^2$$

vorbemessen werden. Die Mindesteinbindungstiefe in den Fels ohne Aufschlussbohrung muss mit 5,0 m angesetzt werden.

Zur Bemessung einer Tiefgründung sind Aufschlussbohrungen bis 5,0 m unter Pfahlsohle erforderlich.

10.2 Herstellung der Baugrube

Es sind aus geotechnischer Sicht nur geringe Baugrubentiefen ($t \leq 1,0$ m) erforderlich. Diese können mit einem Neigungswinkel von 45° frei geböscht werden. Voraussetzung ist, dass die schwebenden Grundwasserspiegel durch die u.g. Wasserhaltung abgesenkt sind.

10.3 Maßnahmen gegen Wasser

10.3.1 Bemessungswasserstand

Der Bemessungswasserstand gegen Auftrieb entspricht dem HW_{100} des Main.

10.3.2 Bauzeitliche Maßnahmen

Im Baugelände wurden Sickerwasserzutritte zwischen 185,19 m NHN und 185,60 m NHN beobachtet, das bedeutet, dass die Gründungsarbeiten im Bereich schwebender Grundwasserspiegel stattfinden. Bei den vorliegenden Wasserständen ist eine Absenkung um ca. 0,75 m erforderlich (ca. 0,50 m unter Aushub, bzw. Gründungssohle). Da es sich um schwebende Grundwasserspiegel handelt, ist eine offene Wasserhaltung möglich. Dazu müssen im Baubereich der Gebäude Ringdrainagen auf ca. 0,50 m unter Gründungssohlen gelegt werden und über Pumpensümpfe das Wasser abgepumpt werden.

Bei der Ausführung einer offenen Wasserhaltung zur Absenkung temporärer schwebender Grundwasserspiegel, schätzen wir den Grundwasserandrang auf ca. 0,5 l/s bis 1,0 l/s ab. Da es sich um temporär schwebende Grundwasserspiegel handelt, kann über den zeitlichen Umfang nichts ausgesagt werden.

10.3.3 Abdichtung

Im Hochwasserfall stehen die Gebäude unter Wasser, dauerhaft ist mindestens mit aufstauendem Grundwasser bis GOK zu rechnen, das belegen die hoch anstehenden schwebenden Grundwasserstände. Aus den hoch anstehenden schwebenden Grundwasserständen ist auch abzuleiten, dass der Untergrund gering durchlässig ist ($k_f \leq 10^{-4}$ m/s) Die Abdichtung der Bodenplatte ist nach DIN 18533 daher dauerhaft auf den Fall W2-E auszulegen.

Eine Flächendrainage wird nicht empfohlen, da diese nicht wartbar ist und eine Dauerhaftigkeit nicht gewährleistet ist.

10.4 Unterbau unter Bodenplatten

Wenn die Gebäude nicht auf einer tragenden Bodenplatte gegründet werden, so ist unter den nicht befahrenen Bodenplatten ein Unterbau mit $d = 0,20$ m mit Material 0/56 gem. TL Sob StB 20 Bild B7, erforderlich.

Als Verdichtungsanforderung wird definiert:

$$\begin{aligned}D_{pr} &\geq 1,0 \\n_a &\leq 0,12 \\E_{v2} &\geq 45 \text{ MN/m}^2 \\E_{v2}/E_{v1} &\leq 2,3\end{aligned}$$

Unter den befahrenen Bodenplatten wird davon ausgegangen, dass hier Fahrzeuge mit einer Achslast von 10 t, bzw. Radlast von 5 t bewegt werden. Gabelstapler sind nicht vorgesehen.

Damit werden auf dem Unterbau folgende Verdichtungsanforderungen gestellt:

$$\begin{aligned}D_{pr} &\geq 1,0 \\n_a &\leq 0,12 \\E_{v2} &\geq 100 \text{ MN/m}^2 \\E_{v2}/E_{v1} &\leq 2,3\end{aligned}$$

Diese Werte sind mit einem Unterbau $d = 0,40$ m zu erreichen. Wenn in der Aushubsohle bindige Schichten anstehen, ist die Stärke des Unterbaus um $0,20$ m auf $0,60$ m zu verstärken. Als Material wird ebenfalls 0/56 gem. TL SOB STB 20 Bild B7 empfohlen.

10.5 Unterbau befestigte Flächen

Planum wird nach RStO 2.1.1 die unmittelbar unter dem Oberbau liegende Oberfläche des Untergrundes auch „Erdplanum“ genannt. Die Planung sieht vor, dass die Oberkante der befestigten Flächen auf der aktuellen Geländeoberkante liegt, damit liegt das Planum ca. $0,60$ m unter GOK.

10.5.1 Tragfähigkeit Planum

Gemäß ZTVE-StB 17 ist auf dem Planum ein E_{v2} -Modul von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Im Niveau des Erdplanums liegen Auffüllungen oder Terrassensande, in die bindige Lehmlinsen eingeschaltet sind.

Auf den Auffüllungen kann auch bei bestmöglicher Verdichtung der erforderliche E_{v2} -Modul nicht oder nur in Ausnahmefällen erreicht werden. Auf den bindigen Terrassensanden ist der Nachweis ebenfalls nicht erzielbar.

Das Planum muss ertüchtigt werden. Zur Stabilisierung kann ein Bodenaustausch durch Schottermaterial durchgeführt werden. Die Dicke des Bodenaustauschs ist maßgeblich abhängig von der Witterung und muss vor Ort während der Erdarbeiten festgelegt werden. Die genaue Mächtigkeit des Austausches ist abhängig von verschiedenen Faktoren, im Wesentlichen auch von den Witterungsverhältnissen vor und während der Bauausführung, so dass endgültige Angaben erst nach Anlegen von Probefeldern und Ausführung von Plattendruckversuchen gemacht werden können.

Bei den zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung festgestellten Verhältnissen kann davon ausgegangen werden, dass auf dem Planum eine Stabilisierung von ca. 0,20 m erforderlich wird. Auf den bindigen Lehmlinsen muss die Stabilisierung um 0,20 m verstärkt werden.

Wird ein Bodenaustausch durchgeführt, muss vor dem Einbringen der Stabilisierung auf das vorhandene Planum ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 (Flächengewicht ca. 250 g/m² – 300 g/m²) verlegt werden. Das Geotextil verhindert ein Eindringen von Feinteilen aus dem Untergrund in die Stabilisierungsschicht, die danach geringere E_{v2}-Werte aufweisen würde.

Alternativ zu einem Bodenaustausch kann die Stabilisierung auch durch Einfräsen von Bindemittel erfolgen. Hierfür sind ausschließlich genormte Bindemittel gem. ZTV E-StB zu verwenden. Die Mächtigkeit der Stabilisierung ist in etwa in der gleichen Größenordnung anzusetzen wie bei einem Bodenaustausch. Die genaue Bindemittelart und -menge ist abhängig vom Wassergehalt während der Bauzeit und kann daher je nach Jahreszeit und Witterungsverhältnissen variieren. Bei den bei der Baugrunduntersuchung festgestellten Wassergehalten muss davon ausgegangen werden, dass ca. 2 - 3 Gew.-% an Bindemitteln zugegeben werden müssen (entspricht ca. 30 - 50 kg/m³). Bei den vorhandenen örtlichen Verhältnissen wird ein Mischbindemittel gem. ZTV E-StB empfohlen, wobei auch das Mischungsverhältnis Kalk/Zement erst im Rahmen der Bauausführung vor Ort endgültig festgelegt werden kann. Zunächst sollte von einem Verhältnis Kalk/Zement von ca. 70/30 bis 50/50 ausgegangen werden.

Im Bereich von halbfesten Lehmen ist ein zusätzliches Befeuchten des Planums erforderlich, damit genügend Feuchtigkeit für die Hydratation des Bindemittels vorhanden ist. Nach den Ergebnissen der Laborversuche muss von einer erforderlichen Wasserzugabe von ca. 10,0 l/m³ - 30,0 l/m³ ausgegangen werden.

Der Vorteil einer Stabilisierung mit Bindemittel liegt darin, dass das Planum nach Stabilisierung relativ witterungsunempfindlich ist und nicht mehr aufweichen kann.

Bei einem Bodenaustausch kann sich an der Unterkante der Schotterschicht Wasser sammeln, das zu einer Aufweichung der darunter anstehenden Böden führen kann, was zu einer entsprechenden Reduzierung der Tragfähigkeit führt. Dafür kann bei einem Bodenaustausch besser auf lokal begrenzte ungleichmäßige Tragfähigkeit reagiert und die Mächtigkeit der Stabilisierung entsprechend angepasst werden.

Bei einer Stabilisierung mit Bindemitteln ist eine Staubemission nicht vermeidbar. Es ist zu prüfen, ob diese Emission akzeptiert werden kann (z.B. Naturschutz, Objektschutz).

10.5.2 Beurteilung der Frostsicherheit

Nach den durchgeführten Baugrunduntersuchungen sind im Planum der befestigten Flächen überwiegend schluffige Sande vorhanden. Diese sind als sehr frostempfindlich (Klasse F3) einzustufen.

In den Bereichen, in denen eine Ertüchtigung des Planums erforderlich wird, ist die Mächtigkeit der Frostschutzschicht abhängig von der Frostempfindlichkeit der stabilisierten Schicht. Bei einem Bodenaustausch mit einer Mächtigkeit von mindestens 20 cm kann bei Verwendung von geeignetem, frostsicherem Material die Frostschutzschicht nach der Klasse F2 ausgelegt werden.

Eine Bodenverbesserung mit Bindemittel hat nur einen geringen Einfluss auf die Frostempfindlichkeit, so dass in diesem Fall die Frostschutzschicht nach der Klasse F3 ausgelegt werden muss.

11. Bewertung orientierende abfalltechnische Untersuchungen

LAGA M20

Die in der Tabelle 4 angegebenen Hinweise zu maßnahmeninternen Verwertungsmöglichkeiten beziehen sich ausschließlich auf den GMP bekannten Planungsstand (siehe Kapitel 2.1 und Anlage 2+3) sowie die untersuchten Materialien. Bei Planungsänderungen sind die internen Verwertungsmöglichkeiten neu zu bewerten. Bei einer externen Verwertung sind die Hinweise der LAGA M20 zu beachten.

Für die auf Grund des Chloridgehaltes als Z1.2-Material gem. LAGA M20 charakterisierten Materialien aus MP 4 RKS 2+4+5 (3,3 – 5,0 m) kann eine Verwertung in Gruben, Brüchen oder Tagebauen vermutlich als Z1.1- oder Z0-Material gem. Verfüll-Leitfaden Bayern erfolgen.

12. Homogenbereiche

12.1 Geotechnische Klassifizierung

Für das geplante Bauvorhaben wird davon ausgegangen, dass nur Homogenbereiche für das/die folgenden Gewerke anzugeben sind:

- ATV DIN 18320 „Landschaftsbauarbeiten“
- ATV DIN 18300 „Erdarbeiten“

Im Gutachten wurden bereits Empfehlungen zu Bohrpfählen usw. gegeben. Falls diese ausgeführt werden sollen, ist eine Aufschlussbohrung erforderlich, damit die Kennwerte der Homogenbereiche für die Bohrarbeiten angegeben werden können.

12.2 Schichteinteilung

Bei der Festlegung der Homogenbereiche wird die in nachfolgender Tabelle zusammengestellte Schichteinteilung verwendet.

Tabelle 7: Schichteinteilung

Schicht-Nr.	Bodenschichtung	Einstufung	
		Boden	Fels
1	Oberboden	x	
2	Auffüllungen	x	
3	Terrassensande	X	
4	Tonsteine		x

Die Schicht „Tonsteine“ des Oberen Muschelkalks/Unterer Keuper wird in den Homogenbereichen noch nicht berücksichtigt, da dazu eine Aufschlussbohrung erforderlich wird. Die Homogenbereiche werden wie folgt definiert:

Tabelle 8: Festlegung Homogenbereiche

Schicht-Nr.	Homogenbereich nach DIN 18320	Homogenbereich nach DIN 18300
1	HOB 1	---
2	---	HEB 1
3	---	HEB 2

Da es sich bei Schicht 2 um Auffüllungen handelt, sind diese gesondert zu behandeln (siehe hierzu Kapitel 11). Eine Unterscheidung der Homogenbereiche aufgrund der chemischen Belastung wird nicht durchgeführt, da es sich um eine orientierende Einstufung handelt.

Die endgültigen Homogenbereiche sowie ggf. erforderliche Homogenbereiche für weitere Gewerke sind im weiteren Verlauf der Planungen in enger Abstimmung zwischen den Fachprojektanten und GMP festzulegen.

Die angegebenen Grenzwerte der nachfolgenden Tabellen ergeben sich aus den Ergebnissen der Laborversuche sowie der Auswertung von zahlreichen Versuchen in vergleichbaren geologischen Verhältnissen. Unter Berücksichtigung der Entstehungsgeschichte sowie durch äußere Einflüsse (z.B. Witterungsverhältnisse) können Abweichungen nach oben wie unten nicht ausgeschlossen werden.

12.3 Zahlenwerte Homogenbereiche DIN 18320

Oberboden wird hinsichtlich der Bearbeitbarkeit nach DIN 18915 in Oberbodengruppen eingeteilt. Die Ausschreibung erfolgt nach DIN 18320.

Tabelle 9: Homogenbereiche Boden entsprechend VOB DIN 18320

Homogenbereich	HOB 1	
Schicht-Nr.	1	
Eigenschaft / Kennwert	von	bis
Ortsübliche Bezeichnung	<i>Oberboden</i>	
Bodengruppe (DIN 18196)	<i>GU, SU, GW</i>	
Bodengruppe (DIN 18915)	<i>2, 3, 4, 10</i>	
Massenanteil Steine, D > 63 mm [Gew. %] (DIN EN ISO 14688-1)	<i>0</i>	<i>30</i>
Massenanteil Blöcke, D > 200 mm [Gew. %] (DIN EN ISO 14688-1)	<i>0</i>	<i>30</i>
Masseanteil große Blöcke, D > 630 mm [Gew. %] (DIN EN ISO 14688-1)	<i>10</i>	

¹⁾ indirekt bestimmt über Rammsondierungen

nb: nicht bestimmt, nicht bestimmbar

kursiv: Erfahrungswert, Schätzwert, oder indirekt bestimmt

12.4 Zahlenwerte Homogenbereiche DIN 18300

Infolge der Abhängigkeit der Homogenbereiche von den Bauverfahren können diese nur soweit eingeteilt werden, als sie zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung und Gutachtererstellung bekannt sind.

Bei der vorgenommenen Einteilung der Homogenbereiche werden folgendes Vorgehen und folgende Planungsgrundlagen vorausgesetzt:

- Einsatz eines Kettenbaggers von ca. 20 bis 30 t Betriebsgewicht (z.B. Liebherr R 920)
- Ausreichend Flächen zur Zwischenlagerung des Aushubs sind vorhanden.
- Kontinuierliche geotechnische Fachbetreuung zur Separation des Aushubs.

12.4.1 Boden

Tabelle 10: Homogenbereiche Boden entsprechend VOB DIN 18300

Homogenbereich	HEB 1		HEB 2		
	2		3		
Schicht-Nr.					
Eigenschaft / Kennwert	von	bis	von	bis	
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen		Terrassensande		
Bodengruppe (DIN 18196)	GU, GW, GT		SU*/ST*, GU*/GT*, TL, TM, TA,		
Korngrößenverteilung (DIN 17892)	Körnungsband Anlage 12.1		Körnungsband Anlage 12.2		
Massenanteil Steine, D > 63 mm (DIN EN ISO 14688-1)	[Gew. %]	0	25	0	5
Massenanteil Blöcke, D > 200 mm (DIN EN ISO 14688-1)	[Gew. %]	0	5	0	5
Masseanteil große Blöcke, D > 630 mm (DIN EN ISO 14688-1)	[Gew. %]	nb		nb	
Dichte (DIN 18125-2)	[g/cm ³]	18,0	21,0	18,0	22,0
undrainierte Scherfestigkeit (DIN 4094-4)	[kN/m ²]	nb		50,0	> 200
Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	[-]	nb		8,0	35,0
Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	[-]	nb		0,15	0,35
Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	[-]	nb		0,50	1,50
Lagerungsdichte ¹⁾ (DIN EN ISO 14688-2)	[-]	<i>sehr locker</i>	<i>locker</i>	-	
Organischer Anteil (DIN 18128)	[Gew. %]	0	5	0	5

¹⁾ indirekt bestimmt über Rammsondierungen

nb: nicht bestimmt, nicht bestimmbar

kursiv: Erfahrungswert, Schätzwert, oder indirekt bestimmt

13. Zusammenfassung und weitergehende Empfehlungen

Im Untergrund stehen Auffüllungen, Terrassensande und Tonsteine des Unteren Keupers/Oberen Muschelkalks an. Auf den Terrassensanden kann eine konventionelle Flachgründung der Gebäude erfolgen.

Alternativ ist eine Tiefgründung möglich, dafür wurden zur Vorbemessung Werte genannt, die durch Aufschlussbohrungen bestätigt werden müssen.

13.1 Empfehlungen zur weiteren Erkundung

Aus geotechnischer Sicht ist alternativ eine Tiefgründungsmaßnahme möglich. Für diese Tiefgründung werden ergänzende Baugrundaufschlussbohrungen erforderlich. Die Tiefe und Anzahl der erforderlichen Aufschlussbohrungen ist abhängig vom Umfang der geplanten Tiefgründungsmaßnahmen. Dazu wurden im Gutachten Schätzwerte gegeben, um eine Vordimensionierung der Tiefgründungselemente zu ermöglichen. Bei der Wahl von duktilen Rammpfählen sind noch ergänzende überschwere (DPSH) Rammsondierungen erforderlich.

13.2 Hinweise für Planung, Ausschreibung und Durchführung der Entsorgungsmaßnahmen

Hinsichtlich der Planung, Ausschreibung und Durchführung der Aushubmaßnahme empfehlen wir folgende Vorgehensweise:

- Hinweis auf den orientierenden Charakter der durchgeführten abfalltechnischen Untersuchungen und die Beschränkung auf die untersuchten Materialien
- Berücksichtigen von Entsorgungspositionen für Boden (Z0 / Z1.2) gemäß LAGA M20 und gegebenenfalls Z1.1- oder Z0-Material gem. Verfüll-Leitfaden Bayern bei der Ausschreibung
- Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse der orientierenden abfalltechnischen Einstufung bei der Gewichtung der Aushubmassen je Entsorgungsposition
- Angabe der geplanten Entsorgungswege für sämtliche Zuordnungs- bzw. Deponieklassen durch die Bieter bereits bei der Angebotsabgabe

- Für alle im Entsorgungskonzept genannten Entsorgungsstellen sollten zur Überprüfung der Zulässigkeit des Entsorgungsweges folgende Unterlagen beigelegt sein:
 - Bezeichnung der Entsorgungsstelle mit Anschrift
 - Art der geplanten Entsorgung (z.B. Entsorgung auf einer Deponie, Verwertung als Deponieersatzbaustoff usw.)
 - Vollständiger Genehmigungsbescheid mit dem Positivkatalog der zugelassenen Abfallarten, Annahmekriterien der Entsorgungsstelle sowie gegebenenfalls Einzelfallentscheidungen der zuständigen Behörden
 - Annahmeerklärung des Entsorgers für die im Leistungsverzeichnis genannten Abfälle
- Prüfung der Zulässigkeit der Entsorgungswege bis spätestens zur Auftragserteilung
- Entsorgung/Verwertung der Aushubmaterialien durch einen zertifizierten Entsorgungsfachbetrieb gemäß § 52 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG).
- Aushubüberwachung durch eine verantwortliche Person zur Gewährleistung einer gleichbleibenden Zusammensetzung der Aushubmaterialien.
- Abstimmung mit Betreiber der geplanten Entsorgungsstelle und gegebenenfalls mit der zuständigen Fachbehörde ob für die abfalltechnische Einstufung der Aushubmaterialien \leq Z1.2 die vorliegenden in-situ-Untersuchungen ausreichend sind.
- Verbindliche abfalltechnische Deklaration der Aushubmaterialien \leq Z1.2 über Haufwerksuntersuchung (empfohlenes Mietenvolumen maximal 500 m³), wenn von der geplanten Entsorgungsstelle die vorliegenden in-situ Ergebnisse nicht anerkannt werden, oder eine Untersuchung behördlich im Einzelfall gefordert wird.

In Auffüllungsmaterialien kann das Vorhandensein bodenfremder Bestandteile (Fremdbestandteile) nicht ausgeschlossen werden. Allein das Vorhandensein bestimmter Fremdbestandteile (z.B. Asphaltdecken, Ziegelreste) kann zu einer schlechteren abfalltechnischen Einstufung oder einem anderen Entsorgungsweg führen. Dies ist im Zweifelsfall mit der konkreten Entsorgungsstelle im Vorfeld der Aushubmaßnahme abzuklären.

Die Untersuchungen erfolgten unter den im Bericht genannten Bedingungen auf Grundlage der zum Zeitpunkt der Untersuchung geltenden Kenntnisse, Vorschriften und Normen. Trotz sorgfältiger Vorgehensweise kann das Vorhandensein weiterer schadstoffhaltiger Materialien nicht ausgeschlossen werden. Eine Haftung aufgrund nicht identifizierter schadstoffhaltiger Materialien wird ausgeschlossen.

Ergeben sich im Zuge der Erdbauarbeiten Hinweise auf weitere Schadstoffbefunde wird empfohlen, GMP hinzuziehen.

13.3 Empfehlungen zur geotechnischen Überwachung

Wir empfehlen, die Gründungssohlen oder Pfahlsohlen von einem geotechnischen Sachverständigen abnehmen zu lassen bzw. eine Bestätigung, dass die prognostizierten Gründungsverhältnisse mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmen und die Kennwerte unverändert angesetzt werden können.

13.4 Empfehlungen zur umwelttechnischen Überwachung

Die Aushubmaßnahme ist durch eine verantwortliche Person fachtechnisch zu begleiten, um eine ordnungsgemäße Verwertung der Aushubmaterialien zu gewährleisten.

Die Hinweise für Planung, Ausschreibung und Durchführung der Entsorgungsmaßnahmen in Kapitel 13.2 sind zu beachten. Für Aushubmaterialien \leq Z1.2 ist im Vorfeld mit der geplanten Entsorgungsstelle und gegebenenfalls der zuständigen Fachbehörde abzustimmen, ob die vorliegenden in-situ-Ergebnisse für eine abfalltechnische Einstufung ausreichend sind.

Bei Nichtbeachtung der abfalltechnischen Empfehlungen kann es zu Bauverzögerungen und Kostenmehrungen kommen.

Bei der Beprobung über Haufwerke ist bei der Planung der Baustellenlogistik zu berücksichtigen, dass für die chemische Analytik ein Zeitaufwand von sechs bis sieben Werktagen benötigt wird. Bis zum Vorliegen der Analyseergebnisse darf dann das Haufwerk nicht mehr durch weitere Anschüttungen oder Abgrabungen verändert werden.

Die Untersuchungen erfolgten unter den im Bericht genannten Bedingungen auf Grundlage der zum Zeitpunkt der Untersuchung geltenden Kenntnisse, Vorschriften und Normen. Trotz sorgfältiger Vorgehensweise kann das Vorhandensein weiterer schadstoffhaltiger Materialien nicht ausgeschlossen werden. Eine Haftung aufgrund nicht identifizierter schadstoffhaltiger Materialien wird ausgeschlossen.

Ergeben sich im Zuge der Erdbauarbeiten Hinweise auf weitere Schadstoffbefunde wird empfohlen, GMP hinzuziehen.



Dr.-Ing. H.-J. Franke
(Geschäftsführer)



M. Sc. Phys. Geogr. D. Klein
(Projektleiter Umwelttechnik)

Verteiler:

Roth & Partner Architekten mbB, Herrn Müller (2x Schriftform, 1x digital)