

Gutachten

Projekt:

23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

Auftraggeber:

Köster GmbH
Wingertshecke 6
35392 Gießen

Sachbearbeiterin:

Dipl.-Ing. Karola Rößling

Sachstand:

23.11.2023

ERKUNDUNG
BEWERTUNG
BERATUNG
BAUGRUND
UMWELT
HYDROGEOLOGIE

FON 060 28/9 90 43-0
FAX 060 28/9 90 43-9
E-MAIL MAIL@GGC-AB.DE
INTERNET WWW.GGC-AB.DE

RUCHELNHEIMSTRASSE 4
63743 ASCHAFFENBURG



ZERTIFIZIERT NACH
ISO 9001:2015

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	2
2	Anlagenverzeichnis	3
3	Unterlagen	5
4	Grund und Veranlassung	6
5	Topografie und Bauwerk	6
6	Durchgeführte Untersuchungen.....	6
7	Geologie und Grundwasser	8
7.1	Allgemeines.....	8
7.2	Oberboden / Auffüllungen.....	8
7.3	Lösslehme	9
7.4	Hangsedimente.....	10
7.5	Gneis	11
7.6	Grund- und Schichtenwasser	12
8	Bodenkennwerte und Bemessungswasserstand	12
8.1	Bodenkennwerte	12
8.2	Bemessungswasserstand	14
9	Gründung	14
9.1	Allgemeines.....	14
9.2	Einzelfundamente.....	15
9.3	Frei aufliegende Bodenplatten	17
9.4	Linien- und Flächenlasten	17
10	Bauausführung.....	18
10.1	Allgemeines.....	18
10.2	Baugruben und Erdarbeiten	18
10.3	Gründung und Bauwerksabdichtung	21
10.4	Versickerung unschädlicher Niederschlagswässer	21
10.5	Verkehrsflächen	22
10.6	Klassifizierung des Erdaushubs	23
11	Schlussbemerkungen	25

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

2 Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Lageskizzen

Blatt 1.1	Lageskizze der Aufschlüsse
Blatt 1.2	Höhengleichenpläne
Blatt 1.3	Aufmassbericht

Anlage 2 Profilschnitte

Blatt 2.1	Profilschnitt RKS 1	Blatt 2.18	Profilschnitt RKS 18
Blatt 2.2	Profilschnitt RKS 2	Blatt 2.19	Profilschnitt RKS 19
Blatt 2.3	Profilschnitt RKS 3	Blatt 2.20	Profilschnitt RKS 20
Blatt 2.4	Profilschnitt RKS 4	Blatt 2.21	Profilschnitt RKS 21
Blatt 2.5	Profilschnitt RKS 5	Blatt 2.22	Profilschnitt RKS 22
Blatt 2.6	Profilschnitt RKS 6	Blatt 2.23	Profilschnitt RKS 23
Blatt 2.7	Profilschnitt RKS 7	Blatt 2.24	Profilschnitt RKS 24
Blatt 2.8	Profilschnitt RKS 8	Blatt 2.25	Profilschnitt RKS 25
Blatt 2.9	Profilschnitt RKS 9	Blatt 2.26	Profilschnitt RKS 26
Blatt 2.10	Profilschnitt RKS 10	Blatt 2.27	Profilschnitt RKS 27
Blatt 2.11	Profilschnitt RKS 11	Blatt 2.28	Profilschnitt RKS 28
Blatt 2.12	Profilschnitt RKS 12	Blatt 2.29	Profilschnitt RKS 29
Blatt 2.13	Profilschnitt RKS 13	Blatt 2.30	Profilschnitt RKS 30
Blatt 2.14	Profilschnitt RKS 14	Blatt 2.31	Profilschnitt RKS 31
Blatt 2.15	Profilschnitt RKS 15	Blatt 2.32	Profilschnitt RKS 32
Blatt 2.16	Profilschnitt RKS 16	Blatt 2.33	Profilschnitt RKS 33
Blatt 2.17	Profilschnitt RKS 17		

Anlage 3 Rammdiagramme

Blatt 3.1	Rammdiagramm DPH A	Blatt 3.12	Rammdiagramm DPH L
Blatt 3.2	Rammdiagramm DPH B	Blatt 3.13	Rammdiagramm DPH M
Blatt 3.3	Rammdiagramm DPH C	Blatt 3.14	Rammdiagramm DPH N
Blatt 3.4	Rammdiagramm DPH D	Blatt 3.15	Rammdiagramm DPH O
Blatt 3.5	Rammdiagramm DPH E	Blatt 3.16	Rammdiagramm DPH P
Blatt 3.6	Rammdiagramm DPH F	Blatt 3.17	Rammdiagramm DPH Q
Blatt 3.7	Rammdiagramm DPH G	Blatt 3.18	Rammdiagramm DPH R
Blatt 3.8	Rammdiagramm DPH H	Blatt 3.19	Rammdiagramm DPH S
Blatt 3.9	Rammdiagramm DPH I	Blatt 3.20	Rammdiagramm DPH T
Blatt 3.10	Rammdiagramm DPH J	Blatt 3.21	Rammdiagramm DPH U
Blatt 3.11	Rammdiagramm DPH K		

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

Anlage 4 Bodenmechanische Laborversuche

- | | |
|-----------|--|
| Blatt 4.1 | Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1 (Ofentrocknung) |
| Blatt 4.2 | Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 (Nasssiebung) |
| Blatt 4.3 | Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 (Kombinierte Sieb-/Schlamm-analyse) |
| Blatt 4.4 | Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 (Fließ- und Ausrollgrenze) |
| Blatt 4.5 | Proctorversuche nach DIN 18127 |

Anlage 5 Umweltanalytische Untersuchungen

- | | |
|-----------|--|
| Blatt 5.1 | Untersuchung von Bodenmischproben gemäß LAGA M20, Tabelle II 1.2-2 und 1.2-3 |
| Blatt 5.2 | Zuordnungswerte gemäß Leitfaden |
| Blatt 5.3 | Probenahmeprotokolle |

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

3 Unterlagen

- [1] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT:
Digitale Geologische Karte von Bayern, Blatt 6021 Haibach, M. 1:25.000,
UmweltAtlas „Geologie“
- [2] BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT:
Hydrogeologische Grundlagenkarte, Blatt L6120 Aschaffenburg,
M. 1:50.000, Stand 1990
- [3] KÖSTER GMBH (digital):
Lageplan, Konzeptplanung, Stand 27.09.2023, M. 1:1.500
- [4] DWA-REGELWERK (April 2005):
Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versi-
ckerung von Niederschlagswasser
- [5] FGSV, ARBEITSGRUPPE „ERD- UND GRUNDBAU“:
Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bin-
demitteln, Ausgabe 2004
- [6] LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (1997):
Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststof-
fen/Abfällen - Technische Regel
- [7] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT, ... (2023):
Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen; Fort-
schreibung

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

4 Grund und Veranlassung

Der Auftraggeber plant den Neubau eines Industrie-, Produktions- und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach-Keilberg.

Die Gesellschaft für Geo- und Umwelttechnik Consulting mbH wurde am 08.09.2023 auf Grundlage des Angebotes 230341 vom 07.09.2023 von der Köster GmbH, Wingertshecke 6 in 35392 Gießen, mit der Durchführung der geotechnischen Erkundung und Begutachtung für o.g. Bauvorhaben beauftragt.

Das vorliegende Gutachten soll Aufschluss über die Untergrundverhältnisse im Baufeld und Hinweise zur Gründung und Bauausführung geben sowie den anfallenden Erdaushub abfallrechtlich bewerten.

5 Topografie und Bauwerk

Das Erkundungsgebiet liegt am nordöstlichen Rand der Ortslage Bessenbach-Keilberg. Das Areal wird im Nordosten von der BAB 3 begrenzt. Im Nordwesten schließt eine bestehende Gewerbebebauung an. Nach Süden erfolgt eine Abgrenzung zum Landschaftsschutzgebiet „Spessart“. Bisher unterlag die Fläche einer landwirtschaftlichen Nutzung.

Das natürliche Gelände im Betrachtungsbereich fällt in nordöstlicher bis südwestlicher Richtung ab (s. auch Blatt 1.2-1). Der Höhenunterschied im Baufeld beträgt ca. 10 [m].

Die Konzeptplanung sieht den Neubau von drei zusammenhängenden Hallen mit einer überbauten Grundfläche von insgesamt ca. 27.050 [m²] vor. Die Zufahrt ist im Nordwesten über eine ausgebaute Bestandsstraße vorgesehen. Die Andienung der Hallen erfolgt über Tiefhöfe. Im Südwesten sind Pkw-Stellplätze projektiert.

Die anfallenden Niederschlagswässer sollen im Südosten über eine Mulde versickert werden.

6 Durchgeführte Untersuchungen

Zwischen dem 09.10.2023 und dem 17.10.2023 wurden durch Mitarbeiter unserer Gesellschaft folgende Arbeiten zur Erkundung des Untergrundes durchgeführt:

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

- 33 Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 33), Durchmesser 60 – 36 [mm], mit einer Teufe von max. 8,0 [m u. GOK]
- 21 Sondierungen mittels Schwerer Rammsonde gemäß DIN 4094 (DPH A bis DPH U) mit einer Teufe von max. 8,0 [m u. GOK]
- Makroskopische und organoleptische Bodenansprache
- Aufnahme der Bohrprofile und Rammdigramme
- Entnahme gestörter Bodenproben
- Einmessen der Bohransatzpunkte nach Lage und Höhe mittels georeferenzier-tem GPS-Gerät

Bis zum 31.10.2023 wurden folgende bodenmechanische und umweltanalytische Untersuchungen durchgeführt:

- Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1 durch Ofentrocknung für 38 Einzelproben (GGC mbH)
- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 durch Nass-siebung für vier Einzelproben (GGC mbH)
- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 durch kom-binierte Sieb-/Schlamm-analyse für fünf Einzelproben (GGC mbH)
- Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 (Fließ- und Aus-rollgrenze) für fünf Einzelproben (GGC mbH)
- Bestimmung des optimalen Wassergehaltes für drei Mischproben mittels Proctorversuch nach DIN 18127 (GGC mbH)
- Untersuchung von fünf Bodenmischproben nach dem in Bayern gültigen Leit-faden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen (AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg)

Die Lage der Bohransatzpunkte ist in einer Lageskizze (Anlage 1) verzeichnet. Der Anlage 1 sind zudem Höhengleichenpläne zum Geländeverlauf und der Felsober-kante, eine Darstellung der Auf- und Abtragsbereiche sowie der Aufmassbericht beigefügt.

Die Bohrprofile und Rammdigramme finden sich als graphische Darstellungen in den Anlagen 2 und 3. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind in der Anlage 4 zusammengestellt, die Ergebnisse der umweltanalytischen Untersuchungen sind in der Anlage 5 dokumentiert.

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

7 Geologie und Grundwasser

7.1 Allgemeines

Gemäß der Geologischen Karte ([1]) stehen im Erkundungsgebiet Lösslehmablagerungen an, welche von lehmigen bis gemischtkörnigen Hangsedimenten unterlagert werden. Das Liegende bildet Gneis des kristallinen Grundgebirges, welches im nördlichen Betrachtungsbereich oberflächennah erwartet wird.

Die Erkundungsergebnisse bestätigen die Vorinformationen. Im Einzelnen können folgende Schichthorizonte unterschieden werden:

- **Oberboden / Auffüllungen**
- **Lösslehme**
- **Hangsedimente**
- **Gneis**

Der Grundwasserspiegel wird nach [2] etwa auf Niveau der Aschaff ab ca. 160 [mNN] erwartet, entsprechend ab ca. 15 [m u. GOK]. Es kann von einer nördlich bis nordöstlich auf die Aschaff gerichteten Fließrichtung ausgegangen werden.

7.2 Oberboden / Auffüllungen

Sämtliche Bohrungen wurden in unversiegelten ehemaligen Ackerflächen abgeteuft. Es wurde ein ca. 10 bis 20 [cm] mächtiger Oberboden aufgeschlossen, welcher lokal auf bis zu ca. 50 [cm] verstärkt sein kann (RKS 33). Aufgrund der Vornutzung handelt es sich um umgelagertes Bodenmaterial.

Für den durchwurzelten Oberboden werden die Bodengruppe OH nach DIN 18196 sowie die ehemalige Aushubklasse 1 nach DIN 18300: 2012-09 maßgeblich.

Der Oberboden ist zu Beginn der Baumaßnahme abzuschieben.

Mit RKS 31 wurden direkt ab GOK bis in eine Teufe von ca. 1,8 [m u. GOK] Auffüllungen aufgeschlossen. Es handelt sich um umgelagertes Bodenmaterial von brauner bis rotbrauner Farbe; anthropogene Fremdanteile waren nicht zu beobachten.

Gemäß Bodenansprache können die Bodengruppen [SU*] und [UL/TL] nach DIN 18196, die Aushubklasse 4 nach DIN 18300: 2012-09 sowie die Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB angegeben werden.

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

Im zugehörigen Rammdiagramm DPH U zeigen die Auffüllungen mit Schlagzahlen n_{10} von 1 bis 3 [Schläge je 10 cm Eindringung] eine lockere Lagerung bzw. eine sehr weiche bis weiche Konsistenz.

Die Erdstoffe neigen bei erhöhter Durchfeuchtung unter Baustellenverkehr bzw. beim Eintrag von Verdichtungsenergie u. Ä. zum „Walken“. Aufgeweichte Lehme in breiiger Konsistenz gehören der ehemaligen Aushubklasse 2 an.

7.3 Lösslehme

Der Oberboden wird überwiegend von sandig-schluffigen bis schluffig-tonigen Lösslehm von hellbrauner bis brauner Färbung unterlagert. Die Schichtunterkante wird zwischen ca. 0,5 und 6,8 [m u. GOK] verortet. Im nördlichen Bau Feld, bei hoch liegender Felsoberkante (s. Kap. 7.5 und Blatt 1.2-2), fehlt die Lösslehmauflage. Im Übrigen nimmt die Mächtigkeit der Ablagerung nach Südwesten zu.

Zur erdbautechnischen Einordnung wurden für zwei Einzelproben die Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 sowie für drei Einzelproben die Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 durch kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse ermittelt. Die Ergebnisse sind nachfolgend tabellarisch zusammengestellt und können im Detail der Anlage 4 entnommen werden.

Bohrung	Probe-Nr.	Teufe [m u. GOK]	Ergebnisse	Bodengruppe n. DIN 18196
RKS 2	114568	2,7 – 4,0	U, f_s^* , m_s , t'	UL
RKS 7	114607	3,3 – 4,0	U, f_s^* , t' , m_s'	UL
RKS 10	114633	2,7 – 3,4	$w_L = 31,2$ [%], $I_P = 16,2$ [%], $I_C = 0,735$ [-]	TL, weich – steif
RKS 17	114675	1,9 – 3,0	U, f_s^* , $t'-t$, m_s'	TL
RKS 27	114735	5,0 – 6,0	$w_L = 26,6$ [%], $I_P = 11,4$ [%], $I_C = 0,543$ [-]	TL, weich

Tabelle 1

Nach den Laborergebnissen sowie gemäß Bodenansprache werden für die Lösslehme überwiegend die Bodengruppen UL und TL nach DIN 18196 maßgeblich. Bei verstärktem Sandanteil kann untergeordnet auch die Bodengruppe SU* auftreten. Insgesamt gelten die Aushubklasse 4 nach DIN 18300: 2012-09 sowie die Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB.

Die Rammsondierungen erbrachten für die entsprechenden Teufenlagen überwiegend Schlagzahlen n_{10} von 2 bis 7 [Schläge je 10 cm Eindringung]. Damit ist eine weiche bis steife Konsistenz gegeben.

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

Bei RKS 10 / DPH H und RKS 15 / DPH K liegen die oberen ca. 2 [m] mit $n_{10} = 1 - 2$ in sehr weicher Konsistenz vor, was auf eine erhöhte Durchfeuchtung zurückgeführt wird.

Allgemein reagieren die Lehme empfindlich auf Wassergehaltsänderungen; eine erhöhte Durchfeuchtung führt zu einer raschen Verschlechterung der Konsistenz. Unter mechanischer Beanspruchung muss mit „Walken“ gerechnet werden. Aufgeweichte Lehme in breiiger Konsistenz gehören der ehemaligen Aushubklasse 2 an.

7.4 Hangsedimente

Die Lösslehme bzw. der Oberboden und in RKS 31 die Auffüllungen werden von Hangsedimenten unterlagert, welche ebenfalls eine vorwiegend sandig-schluffige bis schluffig-tonige Zusammensetzung aufweisen. Lokal sind gemischtkörnige Lagen eingeschaltete. Die Farbe reicht von braun über orangebraun und rotbraun bis grau.

Im südlichen Baufeld, ab der Linie RKS 3 – RKS 10 – RKS 14 – RKS 27, konnten die Hangbildungen bis zur Endteufe bei 8 [m u. GOK] nicht durchörtert werden. Im nördlichen Baufeld liegt die Schichtunterkante zwischen ca. 0,3 und 4,5 [m u. GOK].

Zur erdbautechnischen Einordnung wurden für drei Einzelproben die Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 sowie für fünf Einzelproben die Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 durch Nasssiebung bzw. kombinierte Sieb-/Schlammanalyse ermittelt. Die Ergebnisse sind nachfolgend tabellarisch zusammengestellt und können im Detail der Anlage 4 entnommen werden.

Bohrung	Probe-Nr.	Teufe [m u. GOK]	Ergebnisse	Bodengruppe n. DIN 18196
RKS 4	114585	4,5 – 6,1	$w_L = 29,4$ [%], $I_P = 13,4$ [%], $I_C = 0,920$ [-]	TL, steif
RKS 9	114627	5,7 – 6,7	$w_L = 27,4$ [%], $I_P = 12,0$ [%], $I_C = 0,677$ [-]	TL, weich
RKS 14	114652	3,2 – 3,9	mS, fs*, u, t''	SU*
RKS 19	114697	4,4 – 5,8	S, g, u	SU/SU*
RKS 21	114712	3,7 – 5,0	U, fs, t, ms'	TL
RKS 29	114752	3,7 – 4,8	S, g*, u	SU/SU*
RKS 31	114766	4,7 – 6,3	$w_L = 28,4$ [%], $I_P = 12,6$ [%], $I_C = 0,751$ [-]	TL, weich – steif
RKS 32	114775	6,3 – 7,4	mS, u, fs, gs', g'	SU*

Tabelle 2

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

Nach den Laborergebnissen sowie gemäß Bodenansprache können die Hangsedimente den Bodengruppen SU/SU* und UL/TL nach DIN 18196, den Aushubklassen 3 bis 4 nach DIN 18300: 2012-09 sowie den Frostempfindlichkeitsklassen F2 bis F3 nach ZTVE-StB zugeordnet werden.

Die Rammsondierungen erbrachten vorwiegend Schlagzahlen n_{10} von 3 bis 10 [Schläge je 10 cm Eindringung]. Damit liegt überwiegend eine mitteldichte Lagerung bzw. eine steifen Konsistenz vor. Höhere Schlagzahlen sind primär an gemischtkörnige Lagen mit verstärktem Kiesanteil gebunden; es kann von mitteldichten bis dichten Lagerungsverhältnissen ausgegangen werden.

Analog zu den Lösslehmen neigen auch die Hangsedimente bei erhöhter Durchfeuchtung unter mechanischer Beanspruchung zum „Walken“. Für aufgeweichte Lehme in breiiger Konsistenz wird die ehemalige Aushubklasse 2 maßgeblich.

7.5 Gneis

Im nördlichen Baufeld wurde unter den Hangsedimenten anfänglich zersetzter Gneis von hellbrauner bis brauner, graubrauner und grauer Färbung aufgeschlossen (s. auch Blatt 1.2-2).

Das Bohrgut liegt als sandig-schluffiges bis gemischtkörniges Bodenmaterial vor. Zur erdbautechnischen Einordnung wurde für eine Einzelprobe die Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 durch Nasssiebung ermittelt. Das Ergebnis ist nachfolgend tabellarisch aufgeführt und kann im Detail aus der Anlage 4 ersehen werden.

Bohrung	Probe-Nr.	Teufe [m u. GOK]	Ergebnisse	Bodengruppe n. DIN 18196
RKS 12	114643	1,5 – 2,4	S, u-u*, g	SU*

Tabelle 3

Nach dem Laborergebnis sowie gemäß Bodenansprache kann der Gneiszersatz in die Bodengruppen SU bis SU* nach DIN 18196, in die Aushubklassen 3 bis 6 nach DIN 18300: 2012-09 sowie in die Frostempfindlichkeitsklassen F2 bis F3 nach ZTVE-StB gestellt werden.

Die zugehörigen Rammsondierungen erbrachten Schlagzahlen n_{10} von 7 bis 30 [Schläge je 10 cm Eindringung]. Damit kann von mitteldichten bis dichten Lagerungsverhältnissen ausgegangen werden.

Auch verstärkt feinkornführender Gneiszersatz neigt bei erhöhter Durchfeuchtung unter mechanischer Beanspruchung zum „Walken“.

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

Die Bohrungen mussten in einer Teufe zwischen 1,8 und 5,8 [m u. GOK] aufgrund zu hoher Widerstände abgebrochen werden. Dabei betrug die Eindringtiefe zwischen 0,5 und 2,0 [m].

Auch die Rammsondierungen konnten mit Ausnahme von DPH J nicht bis zur planmäßigen Endteufe von 8 [m u. GOK] geführt werden. Bei Schlagzahlen von $n_{10} > 100$ erfolgte der Abbruch zwischen 3,1 und 6,7 [m u. GOK].

Insgesamt muss mit lokal engräumig variierenden Zersetzungs-/Verwitterungsgraden gerechnet werden. Erfahrungsgemäß kann der Gneis bis zur Abbruchteufe noch mittels eines schweren Hydraulikbaggers gerissen werden. Spätestens ab der Abbruchteufe sollten in der Ausschreibung Meißel-/Fräsarbeiten berücksichtigt werden (ehem. Aushubklasse 7).

7.6 Grund- und Schichtenwasser

Im Rahmen der Erkundung fanden sich keine Hinweise auf Grund- oder Schichtenwasser. Auch die für den Zeitpunkt der Erkundung festgestellten Wassergehalte liegen im Erwartungshorizont für erdfeuchtes Bodenmaterial. Für den Lösslehm wurden Wassergehalte zwischen ca. 12,9 und 21,3 [M.-%] bestimmt und für die Hangsedimente zwischen ca. 5,0 und 20,5 [M.-%] (s. Blatt 4.1).

Mit Grundwasser wird erst ab ca. 15 [m u. GOK] innerhalb des Festgesteins gerechnet. Dieses bildet einen Kluftwasserleiter. Darüber ist lediglich witterungsabhängig temporär und lokal mit einstauenden Sickerwässern zu rechnen. Dabei ist die Wasserwegsamkeit bevorzugt an primär sandig-kiesige Lagen gebunden.

Daneben weisen auch rollige Leitungsgrabenverfüllungen u. Ä. eine bevorzugte Wasserwegsamkeit auf.

8 Bodenkennwerte und Bemessungswasserstand

8.1 Bodenkennwerte

Im Folgenden werden die Bodenkennwerte tabellarisch für die erteuften Bodenarten aufgeführt. Bodeninhomogenitäten sind nur soweit aufgeschlossen berücksichtigt. Bei den angegebenen Kennwerten handelt es sich um charakteristische Werte nach DIN V 1054-100, Anhang A und Anhang B, sowie den Erfahrungen der GGC mbH.

Verbaugewerke dürfen auf den aktiven Erddruck bemessen werden. Bei setzungsempfindlichen Bauwerken und/oder Leitungen in unmittelbarer Nähe zu Baugruben muss der erhöhte aktive Erddruck angesetzt werden.

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

Bezeichnung	Auffüllung / Lösslehm	Hangsedimente	Gneis
Bodenart	Schluff / Sand	Sand / Schluff	Sand
Beimengungen	sandig, tonig / schluffig, tonig	kiesig, schluffig / sandig, tonig	schluffig, kiesig
Schichtunterkante [m u. GOK]	ca. 0,5 – 6,5	ca. 0,3 – 4,5 / > 8,0	n. b.
Lagerungsdichte [-]	(locker – mitteldicht)	mitteldicht	mitteldicht – dicht
Konsistenz [-]	weich – steif	steif	-
Bodengruppe nach DIN 18196	UL/TL, SU*	SU/SU*, UL/TL	SU/SU*
Aushubklasse n. DIN 18300: 2012-09	3 – 4 / (2)	3 – 4 / (2)	3 – 6, ab Abbruchtiefe: 6/7
Homogenbereiche n. DIN 18300: 2015-08	A2 / B3	B4	B5 / X6
Bodengruppe nach ATV A 127	G3 – G4	G2 – G4	G2 – G3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTV A-StB 97	V2 – V3	V1 – V3	V1 – V2
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE	F3	F2 – F3	F2 – F3
Wichte γ_k , erdf. [kN/m ³]	18,0 – 20,0	18,0 – 21,0	19,0 – 21,0
Wichte γ'_k , Auftrieb [kN/m ³]	9,0 – 10,0	9,0 – 11,0	9,5 – 11,5
Reibungswinkel ϕ'_k [°]	25,0 – 30,0	25,0 – 32,5	30,0 – 45,0
Kohäsion c'_k/c_{uk} [kN/m ²]	0 – 10 / 0 – 60	2 – 10 / 5 – 150	2 – 5 / -
Mittlerer Steifemodul E_s [kN/m ²]	ca. 3.000 – 9.000	ca. 15.000 – 40.000	ca. 15.000 – 40.000 / ab Abbruch: ≥ 100.000

Tabelle 4

Die DIN 18300: 2012-09 („Erdarbeiten“) wurde von der DIN 18300: 2015-08 abgelöst. In den aktuellen Regelwerken ist statt der bisherigen Angabe der Boden- und Felsklassen eine Einteilung in „Homogenbereiche“ vorzunehmen. Diese sind unter anderem in Abhängigkeit von der geplanten späteren Verwendung der Aushubmassen sowie den eingesetzten Geräten zu definieren, und nicht mehr ausschließlich anhand der ermittelten Bodengruppen. Entsprechend kann eine Einteilung in Homogenbereiche nur in Abstimmung mit dem Auftraggeber bzw. Planer vorgenommen werden.

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

Vorläufig werden sechs Homogenbereiche definiert: O1 (Oberboden), A2 (Auffüllungen), B3 (Lösslehme), B4 (Hangsedimente), B5 (Gneiszersatz) und X6 (Gneis, Festgestein).

8.2 Bemessungswasserstand

Nach derzeitigem Kenntnisstand muss mit keinem für das geplante Bauvorhaben relevanten Wasserspiegel gerechnet werden. Auf die Angabe eines Bemessungswasserstandes wird daher verzichtet.

9 Gründung

9.1 Allgemeines

Die Konzeptplanung sieht den Neubau von drei zusammenhängenden Hallen mit einer überbauten Grundfläche von insgesamt ca. 27.050 [m²] vor. Die Zufahrt ist im Nordwesten über eine ausgebaute Bestandsstraße vorgesehen. Die Andienung der Hallen erfolgt über Tiefhöfe. Im Südwesten sind Pkw-Stellplätze projektiert.

Die aktuelle Höheneinstellung geht von OK FF bei 184,0 [mNN] aus. Damit ergibt sich überwiegend ein flächiger Abtrag bis ca. 1 [m]. Nach Norden und Westen wird im Bereich der Hallen 1 und 2 eine Geländeanschüttung bis ca. 3 [m] erforderlich (vgl. Blatt 1.2-3). Die Geländeanschüttung soll mit mittels Bodenbinder aufbereitetem Erdaushub vorgenommen werden (s. Kap. 10.2).

Im Baufeld stehen flächig vorwiegend lehmig ausgebildete Lössablagerungen und Hangbildungen an, welche im Norden von anfänglich zersetztem Gneis unterlagert werden. Bei derzeitiger Höheneinstellung wird kein Eingriff in das Grundgebirge erforderlich.

Nähere Informationen zur Gründung und den zu erwartenden Lasten liegen derzeit noch nicht vor. In Anlehnung an vergleichbare Projekte wird eine Gründung über Einzelfundamente mit Einzellasten von bis zu ca. 2.000 [kN] und einer Beschränkung der Sohlnormalspannungen unter charakteristischer Last auf ca. 300 [kN/m²] angenommen. Für die Bodenplatten wird von Gabelstaplerverkehr bzw. eine Flächenlast bis ca. 50 [kN/m²] ausgegangen.

Daneben wird für die Heiz- und Sprinkleranlagen mit einer Streifenfundamentierung mit Linienlasten von ca. 50 bis 100 [kN/m] bzw. einer Fundamentplatte mit einer Flächenlast von ca. 110 [kN/m²] bei einem Durchmesser von 11 [m] für den Sprinklertank gerechnet.

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

9.2 Einzelfundamente

Nachfolgend wird auch in Abtragsbereichen von einer mind. 0,5 [m] mächtigen Bodenverbesserung unter den Fundamentkörpern und einer Einbindetiefe von mind. 1 [m] ausgegangen. Es werden eine ungünstige Geländesituation mit Löss-/Hangbildungen bis zur Erkundungstiefe von 8 [m] und eine günstige Geländesituation mit ca. 2 [m] Bodenverbesserung und oberflächennahem Fels unterschieden.

Zur Begrenzung der Setzungen und Setzungsdifferenzen sollte in Anlehnung an vergleichbare Projekte eine Begrenzung der Sohlnormalspannungen unter charakteristischer Last auf 300 [kN/m²] vorgenommen werden, entsprechend auf einen Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ nach DIN 1054: 2012-12 von 420 [kN/m²].

Auf Basis einer überschlägigen Grundbruchberechnung kann dies unter oben aufgeführten Randbedingungen sowohl für günstige als auch ungünstige Geländesituationen für quadratische Einzelfundamente ab einer Kantenlänge von 2 [m] eingehalten werden. Dabei ist ein mittiger, lotrechter Lastangriff vorausgesetzt. Waagerechte Einwirkungen sind ggf. nach DIN 1054: 2010-12, A 6.10.2.4 zu berücksichtigen.

Die Gründungskörper dürfen nach dem Bettungsmodulverfahren bemessen werden. Nachfolgend werden tabellarisch Bettungsmodule und rechnerische Setzungen (rein physikalische Werte, keine Sicherheitsbeiwerte) für verschiedene Fundamentabmessungen und Einzellasten angegeben. Dabei wurden verschiedene Gründungssituationen betrachtet.

Den Berechnungen liegt ein logarithmischer Zusammenhang zwischen Spannungen und Dehnungen zugrunde. Dieses Stoffgesetz berücksichtigt die Versteifung des Bodens mit zunehmender Belastung. Zu beachten ist eine Beschränkung der Sohlspannungen unter charakteristischer Last auf 300 [kN/m²] (s. o.).

Im Baufeld werden überwiegend nachfolgende Gründungssituationen V1 und V2 maßgeblich. Damit sind rechnerische Setzungen zwischen ca. 0,5 und 2,0 [cm] zu erwarten und bei gleicher Laststufe beschränken sich die Setzungsdifferenzen auf ca. 1 [cm] (s. Tabelle 5 und Tabelle 6). Dies wird als verträglich für die aufgehende Konstruktion eingeschätzt.

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

Quadratische Einzelfundamente – V1
ungünstige Geländesituation, 50 [cm] Bodenverbesserung (RKS 17)

Einzellast [kN]	500	750	1.000	1.500	2.000
Kantenlänge					
a = 2,0 [m]					
Setzung s [cm]	0,90	1,25	1,60	-	-
Bettungsmodul k_s [kN/m ³]	14.000	14.500	15.500	-	-
a = 2,5 [m]					
Setzung s [cm]	0,70	1,00	1,30	1,80	-
Bettungsmodul k_s [kN/m ³]	11.500	12.000	12.500	13.000	-
a = 3,0 [m]					
Setzung s [cm]	0,50	0,80	1,05	1,50	1,90
Bettungsmodul k_s [kN/m ³]	10.500	10.500	10.500	11.000	11.500

Tabelle 5

Quadratische Einzelfundamente – V2
günstige Geländesituation, 50 [cm] Bodenverbesserung (RKS 22/23)

Einzellast [kN]	500	750	1.000	1.500	2.000
Kantenlänge					
a = 2,0 [m]					
Setzung s [cm]	0,60	0,80	0,95	-	-
Bettungsmodul k_s [kN/m ³]	20.500	24.000	26.500	-	-
a = 2,5 [m]					
Setzung s [cm]	0,45	0,65	0,75	1,00	-
Bettungsmodul k_s [kN/m ³]	16.500	18.500	20.500	24.000	-
a = 3,0 [m]					
Setzung s [cm]	0,40	0,55	0,65	0,85	1,00
Bettungsmodul k_s [kN/m ³]	14.500	15.500	17.000	19.500	22.000

Tabelle 6

Bei Gründung etwa auf derzeitiger GOK, am Übergang vom Ab- zum Auftragsbereich treten rechnerisch erhöhte Setzungen von ca. 2 bis 4 [cm] auf. Dies betrifft nachzeitigem Planungs- und Kenntnisstand etwa die Achsen A und B am Westrand und die Achsen 20 bis 23 im Norden. Hier wird zur Angleichung eine Verstärkung der Bodenverbesserung unter den Fundamentkörpern auf ca. 1 [m] erforderlich.

Allgemein sind die Gründungskörper so zu wählen, dass auftretende rechnerische Setzungsunterschiede möglichst gering ausfallen.

Die Setzungen in den Lehm Böden treten mit Verzögerung ein. Etwa 2/3 werden während der Rohbauphase erwartet, das restliche Drittel bis ca. 3 Monate spä-

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

ter. Setzungen aus der Geländeanschüttung sind bei obiger Betrachtung nicht berücksichtigt.

9.3 Frei aufliegende Bodenplatten

Für die Bodenplatten wird eine Stärke von ca. 20 bis 30 [cm] angenommen. Darunter sollte eine ca. 1 [m] mächtige Bodenverbesserung vorgenommen werden, wovon mind. die oberen 30 [cm] als Schottertragschicht auszubilden sind.

Damit ergeben sich unter Berücksichtigung eines Rastermaßes von 8 auf 8 [m] für charakteristische Sohlspannungen von ca. 20 bis 50 [kN/m²] rechnerische Setzungen (rein physikalische Werte, keine Teilsicherheitsbeiwerte) von ca. 0,65 bis 1,55 [cm] bei einem Bettungsmodul k_s von ca. 3.000 [kN/m³].

Bei Dimensionierung für Radlasten aus einem Bemessungsfahrzeug SLW 30 bzw. SLW 60 (z. B. Staplerverkehr) kann unter gleichen Randbedingungen mit rechnerischen Setzungen von ca. 0,40 bis 0,65 [cm] bei einem Bettungsmodul k_s von ca. 15.000 [kN/m³] gerechnet werden.

Alternativ ist die Ausführung von stahlfaserbewehrten Bodenplatten möglich. Dabei ist zu beachten, dass ein unterschiedliches Setzungsverhalten von Tragwerk und Platte rasch zu Rissbildung führt. Die Dimensionierung erfolgt über Lastplattendruckversuche. Im Vorfeld sind Probefelder zu Festlegung des erforderlichen Unterbaus einzuplanen (s. auch Kap. 10.3).

9.4 Linien- und Flächenlasten

Am Südwestrand der Halle 3 ist die Errichtung einer Heiz- und einer Sprinkleranlage mit oberirdischem Sprinklerbehälter vorgesehen. Für die Heiz- und Sprinklerzentrale werden auf Basis eines vergleichbaren Projektes Linienlasten von 50 bis 100 [kN/m] erwartet. Für den Sprinklertank kann von einer Sohlspannung von ca. 110 [kN/m²] ausgegangen werden, bei einem Durchmesser von 11 [m].

Am geplanten Standort wird bei derzeitiger Höheneinstellung ein Geländeauftrag von ca. 0,0 bis 1,5 [m] erforderlich (vgl. Blatt 1.2-3).

Unter Berücksichtigung einer frostfreien Einbindetiefe von 0,8 [m] sowie einer Bodenverbesserung unterhalb der Fundamentsohle von 0,5 [m] ergeben sich nachfolgende zulässige Sohlnormalspannungen:

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

Zulässige Sohlnormalspannungen Gründung auf 0,5 [m] Bodenverbesserung

Streifenfundamente	
Fundamentbreite b [m]	zul. Sohlspannung [kN/m ²]
0,50	200
0,75	200
1,00	210

Tabelle 7

Die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ ergeben sich aus der Multiplikation mit dem Faktor 1,4 [-].

Für ein Streifenfundament mit einer Breite von 0,5 [m] auf einer 0,5 [m] starken Bodenverbesserung liegen die rechnerischen Setzungen für Linienlasten von 50 bis 100 [kN/m] bei ca. 1,4 bis 2,3 [cm] bei einem Bettungsmodul k_s von ca. 7.000 [kN/m³].

Für den Sprinklertank ist unter Berücksichtigung einer Bodenverbesserung von 1,0 [m] unter UK Bodenplatte, bestehend aus 0,5 [m] aufbereitetem Lehm und 0,5 [m] Schotter, mit Setzungen von ca. 3,5 [cm] zu rechnen. Der zugehörige Bettungsmodul k_s beträgt 3.000 [kN/m³].

10 Bauausführung

10.1 Allgemeines

Für alle Erdarbeiten gelten die einschlägigen Vorschriften und Regelwerke. Die Vorschriften der Regelwerke sind hier nicht noch einmal erläutert. Sämtliche Arbeiten haben nach den Regeln der Technik zu erfolgen.

Sollten Baugrund- und Gründungsverhältnisse vorgefunden werden, die von den durch die Erkundung festgestellten abweichen, so ist ein Baugrundsachverständiger hinzuzuziehen.

10.2 Baugruben und Erdarbeiten

Zu Beginn der Baumaßnahme sind Oberbodenbildungen abzuschleiben. Sämtliche Erdarbeiten sollten möglichst bei trockener Witterung erfolgen.

Derzeit wird für das Bauvorhaben von einem Geländeabtrag bis ca. 1,5 [m] und einem Geländeauftrag bis ca. 3,0 [m] ausgegangen. Es soll der anfallende Aushub an Löss-/Hanglehm für die Anschüttung verwendet werden.

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

Die erdbautechnischen Randbedingungen für den verdichteten Einbau der Löss/Hanglehme wurden für drei Mischproben mittels Proctorversuch nach DIN 18127 ermittelt (s. Blatt 4.5). Die in den Mischproben enthaltenen Einzelproben sind nachfolgend tabellarisch gelistet.

Bezeichnung	Bodenmaterial	Bohrung	Proben-Nr.	Teufe [m u. GOK]
MP 1	Lösslehm	RKS 2	114565 – 114566	0,2 – 2,0
		RKS 3	114574 – 114575	0,1 – 2,0
		RKS 4	114581 – 114583	0,2 – 3,2
		RKS 5	114588 – 114590	0,2 – 3,1
MP 2	Lösslehm	RKS 9	114621 – 114622	0,2 – 1,7
		RKS 10	114630 – 114632	0,2 – 2,7
		RKS 14	114649 – 114651	0,2 – 3,2
		RKS 15	114657 – 114659	0,2 – 3,3
		RKS 16	114665 – 114667	0,2 – 2,8
MP 3	Löss-/Hanglehm	RKS 27	114732 – 114734	0,2 – 2,9
		RKS 28	114740 – 114742	0,3 – 3,2
		RKS 29	114748 – 114751	0,1 – 3,7
		RKS 31	114763	1,8 – 3,0

Tabelle 8

Für die Böden ergibt sich eine Proctordichte zwischen 1,826 und 1,885 [g/cm³] bei einem optimalen Wassergehalt von 12,18 bis 14,74 [M.-%]. Der natürliche Wassergehalt bewegt sich bis in eine Teufe von ca. 4 [m u. GOK] überwiegend zwischen ca. 16,0 und 21,7 [M.-%] (s. Blatt 4.1).

Damit liegen die Böden insgesamt auf dem „feuchten Ast“ der Proctorkurve. Ohne Aufbereitung dürfte ein Verdichtungsgrad von max. 97 [%] zu erzielen sein. Für höhere Verdichtungsgrade wird eine Aufbereitung mittels Bindemittel erforderlich.

Es wird die Verwendung eines Kalk-Zement-mischbinders 70/30 bis 50/50 empfohlen. Die Zugabemenge liegt erfahrungsgemäß zwischen ca. 3 und 6 [Gew.-%], je nach Durchfeuchtung zum Ausführungszeitpunkt. Die Frästiefe beträgt in der Regel zwischen 0,3 und 0,5 [m] ([5]). Auf dem verbesserten Planum können im Lastplattendruckversuch E_{v2} -Werte von mind. 60 [MN/m²] erzielt werden.

Um möglichst witterungsunabhängig arbeiten zu können, ein Zerfahren von Gründungsplani zu vermeiden und den Aufwand für Baustraßen gering zu halten, sollte nach Abschieben der Oberböden und Vormodellierung des Geländes zunächst flächig eine Bodenverbesserung des Rohplanums in einer Stärke von ca. 50 [cm] vorgenommen werden.

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

Im Bereich von Baustraßen und Lagerflächen o. Ä. sollte darüber eine Verschleißschicht aus Schotter aufgebaut werden. Die Mächtigkeit richtet sich nach den Anforderungen sowie den Witterungsbedingungen bei Bauausführung. Es kann mit ca. 30 [cm] für Lagerflächen und ca. 50 [cm] für Baustraßen u. Ä. kalkuliert werden.

Es wird die Verwendung von möglichst kubisch gebrochenem Schotter 0/45 oder 0/56 empfohlen. Bei Recyclingmaterial ist auf eine Zulassung für den Straßenbau zu achten. Der Schotter kann außerhalb von Frostschutzschichten (Verunreinigungen durch Gebrauch) wieder eingebaut werden.

Höhere Anforderungen dürften insbesondere an Kranstandorte gestellt werden. Der Aufbau ist mit dem Aufsteller abzustimmen.

Gruben und Gräben können aus geotechnischer Sicht unverbaut erstellt werden. Für lastfreie Böschungen ab einer Tiefe > 1,25 [m] sind in den Löss-/Hanglehmen in Anlehnung an DIN 4124 Böschungswinkel bis max. 45 [°] ohne gesonderten Nachweis zulässig. In den mit Bindemittel verbesserten Böden kann weitgehend senkrecht abgegraben werden. Die Böschungswandungen sind in geeigneter Weise vor der Witterung zu schützen.

Es sollte eine offene Wasserhaltung vorgehalten werden, um ggf. eindringende Oberflächen- und Schichtenwässer entfernen zu können.

Bei Sohlen von Gräben für Ver- und Entsorgungsleitungen innerhalb der unverbesserten Löss-/Hangsedimente sollte generell ein Bodenaustausch von max. 0,3 [m] vorgesehen werden. Hierfür kommt primär gebrochenes Schottermaterial (s. o.) in Betracht. Der Bodenaustausch ist in ein Trennvlies einzuschlagen. Gleiches gilt für den Auflagerbereich und die Leitungszone. Es ist auf eine planmäßige Entwässerung zu achten, um den Einstau von Sicker-/Schichtenwasser zu verhindern.

Die zum Wiedereinbau vorgesehenen Erdstoffe sind witterungsgeschützt zu lagern. Offensichtlich ungeeignetes Material (z.B. aufgeweichte, vernässte Böden) ist zu separieren und extern zu verwerten.

Alternativ bzw. zusätzlich kann Fremdmaterial eingebaut werden. Das Fremdmaterial sollte einem weitgestuften Boden der Verdichtbarkeitsklasse V1 bzw. den Bodengruppen G1 bis G2 entsprechen. Der Einbau hat lagenweise verdichtet zu erfolgen. Es ist eine mindestens mitteldichte Lagerung zu erzielen.

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

10.3 Gründung und Bauwerksabdichtung

Unter den Fundamentkörpern ist eine mind. 0,5 [m] starke Bodenverbesserung vorzunehmen. Darüber ist zumindest unter den Bodenplatten eine ca. 30 [cm] mächtige Schottertragschicht anzuordnen (s. Kap. 9). Dabei ist auf eine planmäßige Entwässerung zu achten, um den Einstau von Sicker- und Schichtenwasser zu unterbinden.

Die Bodenverbesserung und Schottertragschichten sind unter Beachtung eines Lastausbreitungswinkels von 45 [°] herzustellen.

Im Bereich der Einzelfundamente sollte im statischen Lastplattendruckversuch ein E_{v2} -Wert von ≥ 80 [MN/m²] bei einem Verhältniswert E_{v2}/E_{v1} von $\leq 2,5$ [-] nachgewiesen werden.

Für Bodenplatten richtet sich das Abnahmekriterium und damit letztendlich auch die Aufbaustärke nach den Anforderungen und Herstellervorgaben. Erfahrungsgemäß ist für eine frei aufliegende Bodenplatte unter Berücksichtigung von Pkw- oder Staplerverkehr ein E_{v2} -Werte von ≥ 80 [MN/m²] bei einem Verhältniswert E_{v2}/E_{v1} von $\leq 2,5$ [-] als Abnahmekriterium empfehlenswert. Bei Ausführung einer stahlfaserbewehrten Bodenplatte werden in der Regel E_{v2} -Werte von ≥ 100 bis ≥ 120 [MN/m²] gefordert.

Zur Festlegung des Aufbaus sollten Probefelder vorgesehen werden. Zur Abschätzung der Mächtigkeit der Schottertragschicht kann von einer Verbesserung des E_{v2} -Wertes um ca. 10 bis 15 [MN/m²] pro 10 [cm] Schotter ausgegangen werden. Auf verbesserten Erdplani können erfahrungsgemäß E_{v2} -Werte von mind. 60 [MN/m²] erzielt werden.

Im Baufeld kann keine ausreichende Durchlässigkeit nach DIN 18533-1: 2017-07 gewährleistet werden ($k_f < 1 \cdot 10^{-4}$ [m/s], s. auch Kap. 10.4). Daher ist bei Abdichtung der erdberührten Bauteile gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser durch Verlegung einer dauerhaft funktionstüchtigen Drainage eine die erdberührten Bauteile beanspruchende Stauwasserbildung sicher zu vermeiden (Wassereintrittsklasse W1.2-E).

10.4 Versickerung unschädlicher Niederschlagswässer

Voraussetzung für das Versickern von Niederschlagswässern ist eine ausreichende Durchlässigkeit und Mächtigkeit des vorhandenen Sickerraumes ([4]). Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt in einem k_f -Wertebereich von $1,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s] bis $1,0 \cdot 10^{-6}$ [m/s]. Die Mächtigkeit des Si-

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

ckerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, mindestens 1 [m] betragen.

Auffüllungen dürfen aus Vorsorgegründen nicht durchsickert werden. Für den gewachsenen Untergrund kann der Durchlässigkeitsbeiwert k_f näherungsweise aus den Körnungslinien ermittelt werden. Die Abschätzung erfolgt nach HAZEN bzw. FISCHER & KAUBISCH. Der für die Dimensionierung maßgebliche Bemessungs- k_f -Wert wird unter Ansatz eines Korrekturfaktors bestimmt. Nach DWA-A 138 ist dieser für die Ermittlung aus Laborversuchen mit 0,2 [-] anzusetzen. Die Versuchsergebnisse sind nachfolgend tabellarisch zusammengestellt:

Bohrung	Probe-Nr.	Teufe [m u. GOK]	k_f -Wert [m/s]	Bemessungs- k_f -Wert [m/s]
Lösslehm				
RKS 2	114568	2,7 – 4,0	ca. $1,5 \cdot 10^{-7}$	ca. $3,0 \cdot 10^{-8}$
RKS 7	114607	3,3 – 4,0	ca. $5,0 \cdot 10^{-8}$	ca. $1,0 \cdot 10^{-8}$
RKS 17	114675	1,9 – 3,0	ca. $1,5 \cdot 10^{-8}$	ca. $3,0 \cdot 10^{-9}$
Hangsedimente				
RKS 14	114652	3,2 – 3,9	ca. $2,5 \cdot 10^{-6}$	ca. $5,0 \cdot 10^{-7}$
RKS 19	114697	4,4 – 5,8	ca. $4,0 \cdot 10^{-6}$	ca. $8,0 \cdot 10^{-7}$
RKS 21	114712	3,7 – 5,0	ca. $5,0 \cdot 10^{-9}$	ca. $1,0 \cdot 10^{-9}$
RKS 29	114752	3,7 – 4,8	ca. $3,5 \cdot 10^{-6}$	ca. $7,0 \cdot 10^{-7}$
RKS 32	114775	6,3 – 7,4	ca. $9,0 \cdot 10^{-7}$	ca. $1,8 \cdot 10^{-7}$
Gneiszersatz				
RKS 12	114643	1,5 – 2,4	ca. $3,0 \cdot 10^{-7}$	ca. $6,0 \cdot 10^{-8}$

Tabelle 9

Wie aus Tabelle 9 ersichtlich, kann im Betrachtungsbereich keine ausreichende Durchlässigkeit gewährleistet werden. Daher wird von einer Versickerung abgeraten. Stattdessen kann der Bau von Rückhaltebecken mit einem Drosselablauf vorgesehen werden.

Rückhaltebecken können aufgrund der sehr geringen Untergrunddurchlässigkeit (vgl. Tabelle 9) als Erdbecken ausgeführt werden. Die Beckenwandungen sollten nicht steiler als 1:2 ausgeführt werden und sind als Erosionsschutz zu begrünen. Die Zulauf- und Ablaufbereiche sind gesondert über Wasserbausteine zu schützen.

10.5 Verkehrsflächen

Der Aufbau von Zufahrten und Stellflächen sollte in Anlehnung an die Vorgaben der RStO und ZTVE erfolgen. Für die Bemessung des frostsicheren Oberbaus wird

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

die Frostempfindlichkeitsklasse F3 empfohlen. Das Projektareal liegt in der Frosteinwirkungszone I.

Bei einer flächigen Bodenverbesserung ist davon auszugehen, dass der auf dem Erdplanum gemäß ZTVE erforderliche E_{v2} -Wert von ≥ 45 [MN/m²] durchgängig erreicht wird.

Für die ungebundene Frostschutz- und/oder Tragschicht sollte möglichst kubisch gebrochener Schotter 0/45 o. vgl. verwendet werden. Recyclingmaterial darf bei Vorlage eines entsprechenden Eignungsnachweise eingesetzt werden. Die Tragschicht sollte planmäßig entwässert werden,

Die Ausschreibung sollte die Anlage von Probefeldern und Lastplattendruckversuche zur Kontrolle berücksichtigen.

10.6 Klassifizierung des Erdaushubs

Aus den im Zuge der Erkundungsarbeiten gesicherten Bodenproben wurden fünf Mischproben zusammengestellt und zur Analytik an die AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg weitergeleitet. Die Analyseergebnisse sind in der Anlage 5.1 dokumentiert.

Die Mischproben wurden nach dem Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen ([7]) untersucht und bewertet, dem die Zuordnungswerte der LAGA ([6]) zugrunde liegen. Die entsprechenden Zuordnungswerte sind in der Anlage 5.2 beigefügt.

Die in den Mischproben enthaltenen Einzelproben sind in nachfolgender Tabelle 10 zusammengestellt:

Bezeichnung	Bodenmaterial	Bohrung	Proben-Nr.	Teufe [m u. GOK]
MP547/23-1	Löss-/Hanglehm	RKS 1	114557	0,2 – 1,0
		RKS 2	114565 – 114567	0,2 – 2,7
		RKS 3	114574 – 114576	0,1 – 2,8
		RKS 4	114581 – 114583	0,2 – 3,2
		RKS 5	114588 – 114591	0,2 – 3,1
		RKS 6	114597 – 114599	0,1 – 3,0
MP547/23-2	Löss-/Hanglehm & Gneiszersatz	RKS 7	114604 – 114607	0,2 – 4,0
		RKS 8	114613 – 114616	0,2 – 4,0
		RKS 9	114621 – 114624	0,2 – 3,5
		RKS 10	114630 – 114634	0,2 – 5,2
		RKS 11	114638 – 114640	0,2 – 3,4
		RKS 12	114641 – 114643	0,1 – 2,4

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

MP547/23-3	Löss-/Hanglehm	RKS 13	114644 – 114647	0,1 – 3,1
		RKS 14	114649 – 114651	0,2 – 3,2
		RKS 15	114657 – 114660	0,2 – 4,2
		RKS 16	114665 – 114669	0,2 – 5,6
		RKS 17	114673 – 114677	0,2 – 5,6
		RKS 18	114681 – 114687	0,1 – 5,2
MP547/23-4	Löss-/Hanglehm & Gneiszersatz	RKS 19	114692 – 114697	0,2 – 5,8
		RKS 20	114700 – 114704	0,2 – 5,0
		RKS 21	114708 – 114711	0,2 – 3,7
		RKS 22	114716 – 114719	0,2 – 4,0
		RKS 23	114720 – 114722	0,1 – 2,3
		RKS 25	114726 – 114727	0,1 – 2,3
MP547/23-5	Löss-/Hanglehm & Gneiszersatz	RKS 26	114729 – 114731	0,1 – 1,9
		RKS 27	114732 – 114735	0,2 – 4,0
		RKS 28	114740 – 114744	0,3 – 4,7
		RKS 29	114748 – 114752	0,1 – 4,8
		RKS 30	114758 – 114759	0,2 – 2,6
	Auffüllungen	RKS 31	114761 – 114763	0,0 – 3,0

Tabelle 10

In keiner der Mischproben wurde eine Grenzwertüberschreitung für die untersuchten Parameter festgestellt. Damit kann vorläufig eine Einstufung in die Zuordnungsklasse Z 0 vorgenommen werden.

Allgemein sind durchwurzelte Oberbodenbildungen grundsätzlich von einer Verbringung in Rekultivierungsgebiete ausgenommen. Gleiches gilt für fremdstoffhaltige Auffüllungen; hier ist mit erhöhten Verwertungskosten zu rechnen.

Bei einer externen Verwertung von Erdaushub werden Deklarationsanalysen erforderlich. Die Gültigkeit beträgt in der Regel 6 Monate. In Abhängigkeit von der anfallenden Kubatur sowie der Verwertungsstelle werden ggf. weitere Analysen gefordert. Es gelten die Zulassungsbestimmungen der jeweiligen Verwertungsstelle.

Weiterhin sind seit 01.08.2023 die Vorgaben der Ersatzbaustoffverordnung (sog. „Mantelverordnung“) zu beachten.

Projekt: 23-P-0547

Geotechnische Erkundung für den
Neubau eines Industrie-, Produktions-
und Logistikstandortes in 63856 Bessenbach

11 Schlussbemerkungen

Das Gutachten wurde auf Basis der aufgeführten Unterlagen und der Ergebnisse der Gelände- und Laborarbeiten erstellt.

Aschaffenburg, den 23.11.2023



i.A. Dipl.-Ing. K. Rößling

 Stempel
Gesellschaft für Geo- und Umweltechnik
Consulting MBH
Ruchelshausstr. 4 • 63773 Aschaffenburg
Tel.: (06028) 99043-0 • Fax: 99043-9

Dipl.-Geol. J. Picker