

- **Hydrogeologie**
Wassererschließung
Grundwassermodellierung
Schutzzonenausweisung
- **Ingenieurgeologie**
Baugrund - Gründungsberatung
Bohrtechnik - Brunnenbau
- **Umweltgeologie**
Altlasten - Deponien
Sanierungen – Rückbau
Geothermie
Regenwasserversickerung

[Hydrosond Winnipeg Ave. B112 77836 Rheinmünster](#)

Stadtverwaltung Kehl
z.Hd. Herrn Heitzmann
Rathausplatz 1

77694 Kehl

BV Neubau Verwaltungszentrum Kehl

Rathausplatz, 77694 Kehl

Flst.-Nr.: 17/15, 17/17

Geotechnisches Gutachten

Auftrags-Nr. : 25288

Datum : 07.04.2026

Verteiler : 1 x Stadtverwaltung Kehl, pdf
: 1 x Schulz und Schulz Architekten GmbH, Berlin, pdf

INHALTSVERZEICHNIS

1. Veranlassung
2. Durchgeführte Untersuchungen
3. Geplantes Bauwerk
4. Baugrund
5. Grundwasser
6. Bodenmechanische Kennwerte
7. Erdbeben
8. Folgerungen für die Gründung
9. Niederschlagsversickerung
10. Schadstoffuntersuchungen bzw. Entsorgungsrelevanz
11. Baugrube, Abdichtung
12. Hinweise für die Bauausführung

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anl. 1: Lageplan
- Anl. 2: Bohrprofile der Bohrungen, Bk1 – Bk8
- Anl. 3: Protokolle der Rammsondierungen, DPH1 – DPH3
- Anl. 4: Profilschnitte A - A, B – B (schematisch)
- Anl. 5: Kornverteilung nach DIN 18 123-5
- Anl. 6: Setzungsberechnungen
- Anl. 7: Grundwasseranalytik
- Anl. 8: Schadstoffuntersuchung (Schwarzdecke)

1. Veranlassung

Die Stadtverwaltung Kehl, plant den Neubau eines Verwaltungszentrums (VZK) in Kehl. Das Geologische Büro HYDROSOND, 77836 Rheinmünster, wurde mit der Durchführung einer Baugrund- und Schadstoffuntersuchung für das Bauvorhaben beauftragt.

2. Geplantes Bauwerk

Das Baufenster befindet sich in Kehl, nördlich der Friedrichstraße und südlich vom Rathausplatz. Die derzeitige Geländeoberfläche ist relativ eben und liegt zwischen rd. 137,0 mNN und 137,6 mNN und ist überwiegend durch Pflaster- und Asphaltdecke versiegelt.

Das Baufenster ist derzeit bebaut; der Bestand soll vor den Baumaßnahmen abgerissen werden.



Abb. 1: Baufensterbereich, abzureißendes Bestandsgebäude

Die Lasten des dreigeschossigen Bestandsgebäudes werden über Streifenfundamente abgetragen, die Bodenplatte des Gebäudes liegt bei rd. 0,8 m u. GOK, bzw. bei rd. 136,2 mNN.

Das geplante Bauwerk umfasst ein fünfgeschossiges Bürogebäude, das nicht unterkellert wird. Gemäß Planung sollen die Lasten über eine tragende und elastisch gebettete Bodenplatte in den Untergrund abgetragen werden.

Unter Berücksichtigung der geplanten Stärke der Bodenplatte von $h = 0,6 \text{ m}$ und vorgesehener Dämmung und Sauberkeitsschicht würde die Gründungsebene bei rd. 136,7 mNN zu liegen kommen.

Für die Vorbemessung der Bodenplatte wurde eine einheitliche Flächenlast von 150 kN/m^2 angenommen.

Anm.: Bei der Gründungsebene der Bodenplatte von rd. 136,7 mNN würde im Bereich des Baufenster eine Bodenabschiebung in einer Stärke zwischen 0,3 m und 0,9 m erforderlich.

2. Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Aufschlüsse

Die Erkundung des Baugrundes und der Grundwasserverhältnisse erfolgte durch 8 Rammkernbohrungen (Bk1 – Bk8), die im Bereich des Baufensters abgeteuft wurden (s. Anl. 1).

Es ist anzumerken, dass aufgrund der Versorgungsleitungen wurden alle Aufschlüsse außerhalb der versiegelten Flächen abgeteuft.

Die Erkundungstiefe der Bohrungen lag bei max. 6,0 m unter Geländeoberkante (m u. GOK), bzw. bei rd. 131,2 mNN.

Zur Ermittlung der Lagerungsdichte der rolligen Bodenschichten wurden zusätzlich 3 Rammsondierungen (DPH1 – DPH3) mit der schweren Rammsonde bis in eine Tiefe von rd. 6,5 m u. GOK ausgeführt.

Zur Klärung der Grundwassersituation und für die Entnahme einer Grundwasserprobe (Pumpprobe) wurde die Bohrung Bk7 – die im Bereich einer geplanten Niederschlagsversickerung (Mulde) abgeteuft wurde - zu einer 2“-Grundwassermessstelle ausgebaut.

Die Bohrungen wurden geotechnisch aufgenommen und in Anlehnung an DIN 4022 und DIN 4023 beschrieben und als Profile dargestellt (Anl. 2).

Die Ansatzpunkte wurden nach ihrer Lage und Höhe eingemessen und können der Anlage 1 entnommen werden.

2.2 Beprobung

Aus dem Bohrgut der Bohrungen wurden mehrere Bodenproben entnommen.

Die Proben aus der Bohrung Bk7 wurden zur Ermittlung der Durchlässigkeit einer Analyse der Kornverteilung nach DIN 18 123-5 unterzogen:

- 1,2 – 2,6 m. u. GOK (Pr7.1)
- 2,6 – 4,0 m u. GOK (Pr7.2)
- 4,0 – 6,0 m u. GOK (Pr7.3)

Zur Bestimmung der Entsorgungsrelevanz des Aushubmaterials wurden aus den Einzelproben der Bohrungen folgende Bodenmischproben gebildet:

- Mischprobe MP1 – Oberboden (HB-A)
- Mischprobe MP2 – schluffige Auffüllungen (HB-B/1)
- Mischprobe MP3 – naturgewachsene Schluffe (HB-C)

Die Proben wurden nach Vorgaben des Auftraggebers vorläufig nicht analysiert und sind als Rückstellproben zurückgestellt.

Zur Bestimmung der Entsorgungsrelevanz der vorhandenen Schwarzdecke wurde eine Probe (Ap1) auf PAK-Gehalte (im Feststoff und Eluat) analysiert.

Weiterhin wurde aus der 2“-Grundwassermessstelle GM1 (Bk7) eine Grundwasserpumpprobe entnommen und auf Betonaggressivität und Eisen- und Mangangehalt analysiert.

4. Untergrundverhältnisse

Zur Beschreibung des Bodenaufbaus werden die angetroffenen Untergrundverhältnisse vereinfachend in Homogenbereiche unterteilt und beschrieben:

- Oberboden - Pflaster- Asphaltdecke – Homogenbereich A (HB-A)
- Auffüllungen – Homogenbereich B (HB-B)

Anm.: Bezogen auf die Zusammensetzung wurden die Auffüllungen in zwei Homogenbereiche unterteilt:

- HB-B/1 schluffige Auffüllungen (Grünfläche)
- HB-B/2 kiesige Auffüllungen (Unterbau Pflaster- Schwarzdecke)
- Naturgewachsene Schluffe - Homogenbereich C (HB-C)

- Kiese - Homogenbereich D (HB-D)

Anm.: Bezogen auf die Zusammensetzung, Tragfähigkeit und Durchlässigkeit wurden die Kiese in zwei Homogenbereiche unterteilt:

- HB-D/1 schluffige Kiese
- HB-D/2 sandige Kiese

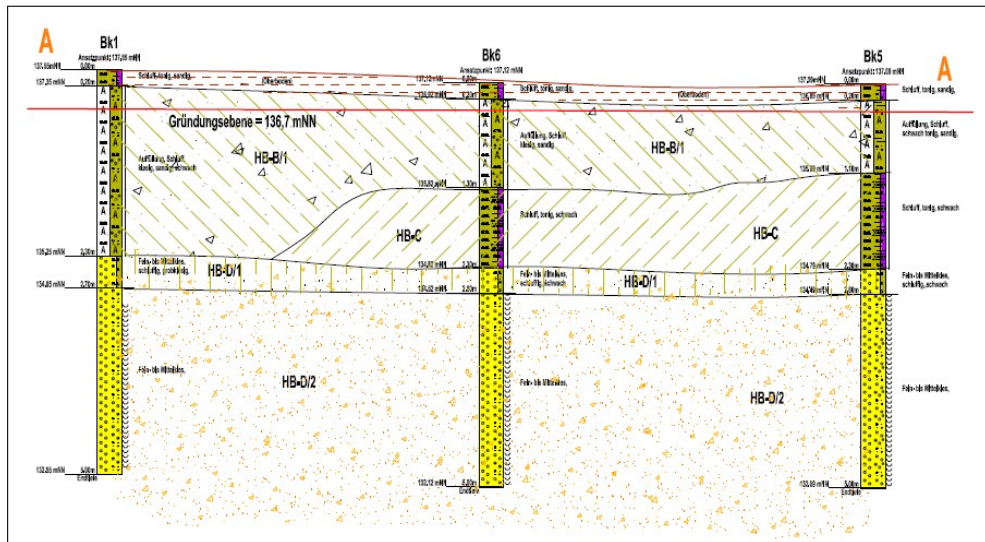


Abb. 2: geotechnischer Schnitt A – A (schematisch)

4.1 Oberboden / Pflaster- Asphaltdecke

Die humosen Schluffe des Oberbodens wurden in allen Bohrungen in einer Mächtigkeit von rd. 0,2 m angetroffen.

Die tonigen, sandigen, schwach kiesigen Schluffe mit organischen Beimengungen wurden der **Bodengruppe OU** und dem **Homogenbereich A** zugeordnet.

Im Norden und Westen ist die Bebauungsfläche mit einer Pflasterdecke (Ø 0,1 m) versiegelt, im südlichen Bereich mit einer Schwarzdecke (Ø 0,1 m).

4.2 Auffüllungen, HB-B

Das Bauwerksfenster ist großflächig aufgeschüttet.

Bezogen auf die Tragfähigkeit und Zusammensetzung wurden die Auffüllungen in 2 Homogenbereiche unterteilt:

- schluffige Auffüllungen mit Bauschuttbeimengungen, HB-B/1
- kiesige Auffüllungen des Unterbaues der Pflaster-/Schwarzdecke, HB-B/2

4.2.1 Schluffige Auffüllungen HB-B/1

Die sandigen, kiesigen Schluffe mit Bauschuttbeimengungen (Ziegel-, Asphalt-Betonreste) wurden in allen Bohrungen angetroffen.

Die UK der Auffüllungen schwankt zwischen rd. 0,9 m u. GOK und rd. 2,4 m u. GOK, bezogen auf NN liegt die UK zwischen 136,3 mNN und 134,8 mNN.

Nach den Schlagzahlen der Rammsondierungen waren die Auffüllungen äußerst locker gelagert, bzw. unverdichtet eingebaut.

Die schluffigen Auffüllungen können einheitlich der **Bodengruppe GU** und dem **Homogenbereich B/1** zugeordnet werden.

4.2.2 Kiesige Auffüllungen des Unterbaues der Pflaster-/Schwarzdecke HB-B/2 (vermutet)

Im Bereich der versiegelten Flächen wurden keine Bohrungen abgeteuft. Wir gehen allerdings davon aus, dass unterhalb der Pflaster- und Schwarzdecke sandige Fein- bis Mittelkiese (vermutet) als Unterbau zu erwarten sind; nach RStO läge die Mächtigkeit des Unterbaues bei rd. 0,6 m.

Für den Unterbau werden in der Regel Kiese der **Bodengruppe GW** verwendet.

4.3 Naturgewachsene Schluffe, HB-C

Die naturgewachsenen Schluffe wurden nur in den Bohrungen Bk4, Bk5, Bk6 und Bk7 unmittelbar ab UK der Auffüllungen erbohrt.

Ihre vertikale, wie auch die laterale Verbreitung ist nicht konstant.

Die Tiefenlage der UK der Schluffschicht variiert zwischen 1,2 m u. GOK (Bk7) und 2,3 m u. GOK (Bk4), bezogen auf NN schwankt die UK der Schicht zwischen rd. 134,0 mNN und rd. 134,7 mNN.

Die Mächtigkeit des HB-C variiert in den Bohrungen zwischen 0,3 m (Bk7) und 1,2 m (Bk5).

Die sandigen, tonigen Schluffe mit geringen organischen Beimengungen sind durchgehend von steifer Konsistenz und wurden einheitlich der **Bodengruppe UM** zugeordnet.

4.4 Kiese, HB-D

Bezogen auf Zusammensetzung, Tragfähigkeit und Durchlässigkeit wurde die Kiese in 2 Homogenbereiche unterteilt:

- HB-D/1 schluffige Kiese
- HB-D/2 sandige Kiese

4.4.1 schluffige Kiese HB-D/1

In oberen Tiefenbereich der Kiesschicht, d.h. unterhalb der Auffüllungen (HB-B) bzw. der Schluffe (HB-C) wurden stark die schluffigen Kiese des HB-D/1 erbohrt.

Ihre UK lag in den Bohrungen zwischen 2,6 m und 3,1 m u. GOK, bezogen auf NN relativ einheitlich bei rd. 134,4 mNN.

Die Mächtigkeit variiert zwischen 0,3 m und 0,9 m.

Anm.: In der Bk7 (Bereich der geplanten Niederschlagsversickerung) liegen die stark schluffigen Kiese zwischen 1,2 m und 2,6 m u. GOK.

Die grauen Kiese des HB-D/1 sind nach den Schlagzahlen der Rammsondierungen ($n_{10} = 7/10$) durchgehend mitteldicht gelagert.

Anhand der Kornverteilung handelt es sich hier um stark schluffige, schwach mittelsandige, schwach feinsandige Kiese, die der **Bodengruppe GÜ** zuzuordnen sind.

4.4.2 sandige Kiese HB-D/2

Die schluffigen Kiese (HB-D/1) werden von sandigen Kiesen (HB-D/2) unterlagert und halten bis zur die Endtiefe von ca. 6,0 m u. GOK durch, anhand der Rammsondierung bis $\geq 6,0$ m u. GOK.

Die grauen, sandigen und wasserführenden Kiese sind nach den Schlagzahlen der Rammsondierungen ($n_{10} = 10/12$) durchgehend mitteldicht gelagert.

Anhand der Kornverteilung (Pr7.2 und Pr7.3) wurden die schwach feinsandigen, schwach mittelsandigen, feinkiesigen Mittel- bis Grobkiese geotechnisch einheitlich der **Bodengruppe GI** zugeordnet.

5. Grundwasser- und Hochwasserverhältnisse

5.1 Grundwasser

Grundwasser wurde in den Bohrungen am 04.03.2026 an der UK der schluffigen Kiese (HB-D/1) i.M. bei rd. 2,7 m u. GOK angetroffen, ein exakter Grundwasserspiegel konnte wegen geringer Standfestigkeit der Bohrlöcher nicht gemessen werden. Bezogen auf NN läge dann der Grundwasserspiegel z. Zt. d. Aufn. bei rd. 134,4 mNN.

In der neu eingerichteten Grundwassermessstelle GM1 wurde der Grundwasserspiegel am 04.03.2026 bei rd. 134,5 mNN gemessen.

Anm.: Der Grundwasserspiegel dürfte aufgrund der im Raum Kehl betriebenen permanenten Grundwasserhaltung relativ konstant sein. Dennoch ist bei Hochwasserlagen oder bei variierendem Pumpbetrieb kurzzeitig mit geringen Schwankungen im Flurabstand zu rechnen.

5.2 Bemessungswasserstand

Nach Interpolation der Grundwasserschwankungen der Grundwassermessstellen 102/064-6: 3085 Kehl 1, 809/064-2: 176 NBA Kehl und 134/064-1:118 NBA Kehl ist unter Berücksichtigung des Grundwassergefälles und der Strömungsrichtung für den Bereich der Bebauung anzusetzen:

- Mittlerer Grundwasserstand (MGW): ca. 134,7 mNN
- Höchster Grundwasserstand (HGW): ca. 135,2 mNN
- Niedrigster Grundwasserstand (NGW): ca. 133,6 mNN

Damit läge im Bereich des Baufensters der **Bemessungsgrundwasserstand bei rd. 135,5 mNN** (HGW + 0,3 m Sicherheitszuschlag).

***Anm.:** Somit wären bei der Gründungsebene von 136,7 mNN die Grundwasser-
verhältnisse für die Gründung und Ausführung nicht relevant.*

5.3 Hochwasserrisiko

Nach Angaben des Hochwasser Risikomanagements Baden-Württemberg wird die Bebauungsfläche bei Überflutung (HQ₁₀₀) nicht betroffen, bei HQ_{EXSTREM} kann die Überflutungstiefe rd. 0,5 m erreichen (138,8 mNN).

6. Bodenmechanische Kennwerte

Nach den Ergebnissen der Laboruntersuchungen und nach unseren Erfahrungen an vergleichbaren Böden können u.E. bei erdstatischen Berechnungen für die einzelnen Schichten die nachstehend aufgeführten bodenmechanischen Kennwerte als Rechenwerte angesetzt werden (Tabellenwerte aus Grundbautaschenbuch Bd. 1, S. 64/65 bzw. nach der DIN 1055).

Tab. 1: Bodenklassifizierung nach DIN 18196; DIN 18300; ZTVE

HB	Bodengruppe (DIN 18 196)	Bodenklasse (DIN 18 300)	Frostklasse (ZTVE)
Homogenbereich A	OU	1	F3
Homogenbereich B/1	GU	4	F2
Homogenbereich B/2	GW	3	F1
Homogenbereich C	UM	4	F3
Homogenbereich D/1	GÜ	3/4	F2
Homogenbereich D/2	GI	3	F1

Tab. 2: Bodenphysikalische Kennwerte nach DIN 1055

HB	Konsistenz/ Lagerungsdichte	Wichte γ' [kN/m ³]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Reibungswinkel φ' [°]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Oberboden (HB-A)	-	-	-	-	-
Auffüllungen (HB-B/1)	-	19,0	-	27,5	-
Auffüllungen (HB-B/2)	-	19,0	-	27,5	-
Schluffe (HB-C)	steif	19,5	4	22,5	6
Kiese (HB-D/1)	mitteldicht	20,0	-	32,5	50
Kiese (HB-D/2)	mitteldicht	21,0		32,5	50

7. Erdbeben

Das Baugelände befindet sich nach DIN 4149, 2005-04 und der darin enthaltenen Karte der Erdbebenzonen im Bereich der **Erdbebenzone 1**.

Nach DIN 4149, 2005-04, Bild 3, liegt das Baufenster in der **Untergrundklasse S**.

Nach den Untersuchungen ist der Baugrund im Bereich des Baufensters der **Baugrundklasse C** zuzuordnen.

Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung ist mit $0,4 \text{ m/s}^2$ anzusetzen. Nach DIN 4249: 2005-04 liegen die dominierenden Scherwellengeschwindigkeiten etwa zwischen 150 m/s und 350 m/s .

Die Spitzenbodenbeschleunigung $a_{g,R}$ kann für das Baufenster mit $0,715 \text{ m/s}^2$ angesetzt werden.

8. Folgerungen für die Gründung

8.1 Bewertung der Tragfähigkeit des Untergrundes

- Die Schluffe des Oberbodens (HB-A) sind generell für eine Gründung nicht geeignet und müssen bei den Baumaßnahmen ohnehin ausgehoben und abtransportiert werden.
- Bei den schluffigen Auffüllungen (HB-B/1) handelt es sich um nicht tragfähige Böden. Sie sind für die Abtragung der Lasten nicht geeignet.
Unterhalb der Gründungsebene von rd. 136,7 mNN müssten i.M. rd. 2,0 m der schluffigen Auffüllungen ausgehoben, entsorgt und ersetzt werden.
- Die vermuteten kiesigen Auffüllungen (HB-B/2) des Unterbaus der Pflaster- und Asphaltdecke könnten allerdings als Schüttmaterial (z.B. für ein Bodenaustauschpolster) verwendet werden.

- Die Schluffe der Schicht 3 (HB-C) besitzen durchgehend eine steife Konsistenz und sind damit als gering tragfähig einzustufen. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Schluffe im Bereich des Baufensters sehr unterschiedliche Mächtigkeit besitzen, die in den Bohrungen zwischen 0,0 m und 1,2 m variiert. Daher ist die Abtragung der Lasten in die Schluffe eventuell mit Setzungsdifferenzen verbunden.
- Die Kiese (HB-D/1, HB-D/2) sind als gut tragfähiger Baugrund zu bezeichnen und können für die Abtragung von Lasten empfohlen werden.

8.2 Gründung

Gemäß Planung werden die Lasten über eine tragende und elastisch gebettete Bodenplatte abgetragen. Bei dieser Art der Gründung würden die Wände auf die Fundamentplatte aufgestellt.

Bei der Gründungsebene von 136,7 mNN würden die Lasten einheitlich in die Auffüllungen (H-B/1) abgetragen.

Bei einer für das 5-geschossige Gebäude angenommenen Flächenlast von 150 kN/m^2 kann die Gründung in die Auffüllungen nicht empfohlen werden und wird damit nicht weiter verfolgt.

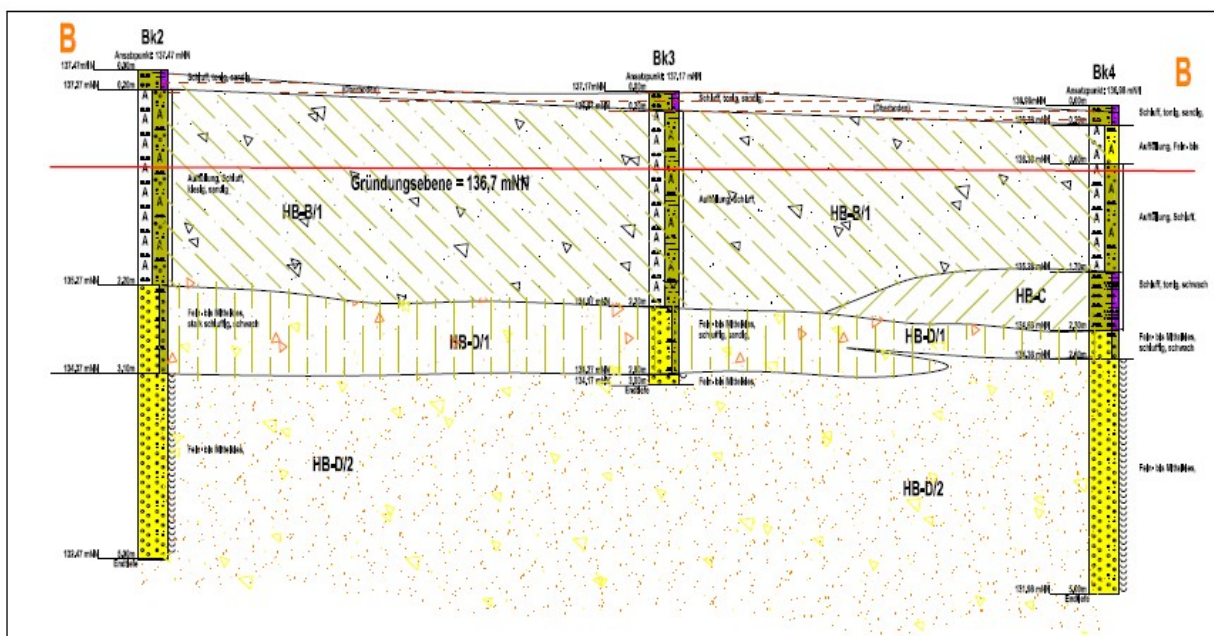


Abb. 3: geotechnischer Schnitt B – B (schematisch)

Für das geplante Verwaltungszentrum wurden von uns daher zwei Gründungsvarianten in Betracht gezogen:

- Variante 1: Abtragung der Lasten über ein Bodenaustauschpolster

In diesem Fall würden die vorhandenen Auffüllungen (HB-B/1, HB-B/2) und Schluffe (HB-C) unterhalb der Bodenplatte vollständig ausgehoben und durch verdichtungsfähiges und frostsicheres Material ersetzt.

- Variante 2: Abtragung der Lasten über eine tiefführende Bodenverbesserung

In diesem Fall würden die Lasten aus der Bodenplatte über Rüttelstopfsäulen (tiefführende Bodenverbesserung) bis in die Kiese des Homogenbereichs D abgetragen.

8.2.1 Variante 1

Bei dieser Gründungsvariante gehen wir davon aus, dass die Auffüllungen (HB-B/1 und HB-B/2) und die Schluffe (HB-C) vollständig ausgehoben werden; die Abtragung der Lasten aus der Bodenplatte würde dann über ein Bodenaustauschpolster in einer Mächtigkeit i.M. von rd. 2,0 m erfolgen.

Bei den angetroffenen Verhältnissen wäre u.E. wie nachfolgend dargestellt vorzugehen:

- zunächst ist eine Abschiebung des Oberbodens (HB-A) erforderlich,
- anschließend sollte eine einheitliche Arbeitsebene (Planum) bei ca. 134,7 mNN hergestellt werden (UK HB-B/1, bzw. UK HB-C),
- für die Herstellung des Planums auf Höhe der Arbeitsebene könnte das im westlichen Bereich anfallende Material des HB-D/1 geschüttet werden.

Auch die zwischengelagerten Kiese des Unterbaus der Pflaster- Asphaltdecke (HB-B/2) könnten für die Herstellung des Polsters verwendet werden,

- die Differenz zwischen Arbeitsebene und Gründungsebene wäre mit verdichtungsfähigem und frostsicherem Material (in diesem Fall kann auf die Frostschränken verzichtet werden) in Lagen in einer Mächtigkeit von ca. 0,3 m und unter ausreichender Verdichtung (100% Proctordichte) aufzubauen.

Damit würden die Lasten aus der Bodenplatte für das Bauwerk über ein ca. 2,0 m dickes und ordnungsgemäß verdichtetes Aufschüttungspolster in den tieferen Untergrund abgetragen werden.

Anm.: Bei der aufzubringenden Aufschüttung gehen wir von einer Verdichtung auf 100%-Proctordichte aus, für die Berechnungen wurde ein einheitlichen Steifemodul von $E_s = 50 \text{ MN/m}^2$ eingesetzt.

Für die Vorbemessung der Platte nach dem Bettungsmodulverfahren (Annahme Flächenlast = 150 kN/m²) ist für die Bodenplatte mit folgenden rechnerischen Setzungen und entsprechenden Bettungsmoduli:

- **s = 1,5 cm** (Rand der Bodenplatte) und **s = 2,5 cm** (Mitte der Bodenplatte)
- **k_s = 7,4 MN/m³** (Rand der Bodenplatte) und **k_s = 10,7 MN/m³** (Mitte der Bodenplatte)

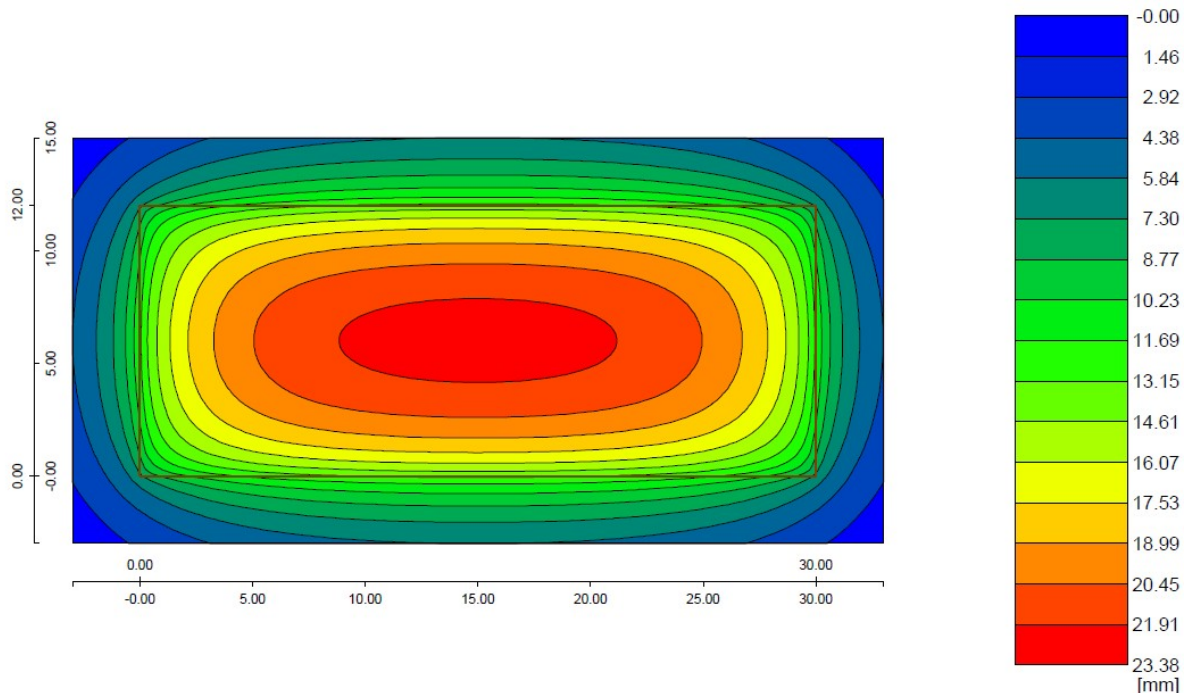


Abb. 4: Setzungsverhalten der Bodenplatte unter Auflast

8.2.2 Variante 2

Als Alternative zum Bodenaustausch könnten die Bauwerklasten über einen mittels Spezialtiefbauverfahren verbesserten Untergrund abgetragen werden. Die Bodenverbesserung wäre in dem für die Setzungen relevanten Tiefenbereich (HB-B/1, HB-C) durchzuführen.

Mit dem Rüttelstopfverfahren kann eine flächige Baugrundverbesserung vorgenommen werden.

Diese Gründungsvariante wurde durch die Fa. Keller, Renchen, geprüft. Um die zu erwartenden Setzungen wesentlich zu reduzieren, wäre die Bodenverbesserung bis in eine Tiefe von mindestens ca. 5,0 m erforderlich. Die Anzahl der Rüttelstopfsäulen könnte nach Angaben der Fa. Keller (geschätzt) bis zu 600 Stk. betragen.

Die rechnerischen Setzungen würden dann unter **s = 2,5 cm** liegen, Setzungsdifferenzen wären nicht zu erwarten.

Für die Bemessung der Bodenplatte kann ein einheitlichen Bettungsmodul von **k_s = 6,0 MN/m³** eingesetzt werden.

8.3 Gründungsempfehlungen

Bei Abtragung der Lasten über eine tragende Bodenplatte (Variante 1) liegen - bei einer einheitlichen Flächenlast von 150 kN/m^2 - die rechnerischen Setzungen im zulässigen Bereich.

Zur Bemessung der Bodenplatte mit einem einheitlichen Bettungsmodul wäre es sinnvoll, ein $k_s = 7,4 \text{ MN/m}^3$ nicht zu überschreiten.

Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass bei dieser Art der Gründung mit Aushub bis in eine Tiefe von bis zu rd. 2,5 m u. GOK und mit Entsorgung von eventuell schadstoffbelastetem Material zu rechnen wäre.

Anm.: Bei dieser Aushubtiefe und einem Böschungswinkel i.M. von rd. 45° wäre eine Sicherung der Baugrube entlang der Friedrichstraße erforderlich.

Die Variante 2 (Bodenverbesserung-Rüttelstopfverdichtung) ist u.E. bei den angetroffenen Untergrundverhältnissen am besten geeignet. Bei dieser Art der Gründung wäre kein Aushub und keine Entsorgung von evtl. belastetem Boden erforderlich. Für die Befahrung der Fläche müsste allerdings eine Arbeitsebene hergestellt werden, auf dem Planum wäre ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Für die Abschätzung der Kosten kann – nach Angaben der Fa. Keller – mit rd. 250,0 €/Rüttelstopfsäule + die Baustelle Einrichtung von rd. 15.000 € gerechnet werden. Die genaue Anzahl und Positionierung der Rüttelstopfsäulen kann bei Angaben der tatsächlichen Lasten ermittelt werden.

Diese Gründungsvariante kann u.E. in Erwägung gezogen werden und wäre wirtschaftlich zu prüfen.

9. Niederschlagsversickerung

Nach der Hydrogeologischen Kartierung Raum Bühl-Offenburg besitzen die anstehenden Kiese der Rheinaue einen mittleren Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 2,7 \times 10^{-3} \text{ m/s}$.

Um die Möglichkeiten einer derzeit beabsichtigten Versickerung von Niederschlägen abzuklären, wurde zur Abschätzung der Durchlässigkeiten das Profil der Rammkernbohrung Bk7 herangezogen, die im Bereich der geplanten Versickerungsmulde abgeteuft wurde.

Zur Untersuchung der Durchlässigkeit des Bodens wurden aus dem Bohrgut der Bohrungen vier Bodenproben entnommen und jeweils die Kornverteilung nach DIN 18 123-5 ermittelt:

- 0,9 m – 1,2 m u. GOK (Schluffe, HB-C)
- 1,2 m – 2,6 m u. GOK (schluffige Kiese, HB-D/1)
- 2,6 m – 4,0 m u. GOK (sandige Kiese, HB-D/2)
- 4,0 m – 6,0 m u. GOK (sandige Kiese, HB-D/2)

9.1 Durchlässigkeitsbeiwerte

Nach dem Profil der Bohrung Bk7 können die angetroffenen Untergrundverhältnisse nachfolgend in 4 Tiefenbereiche unterschiedlicher Durchlässigkeit unterteilt werden.

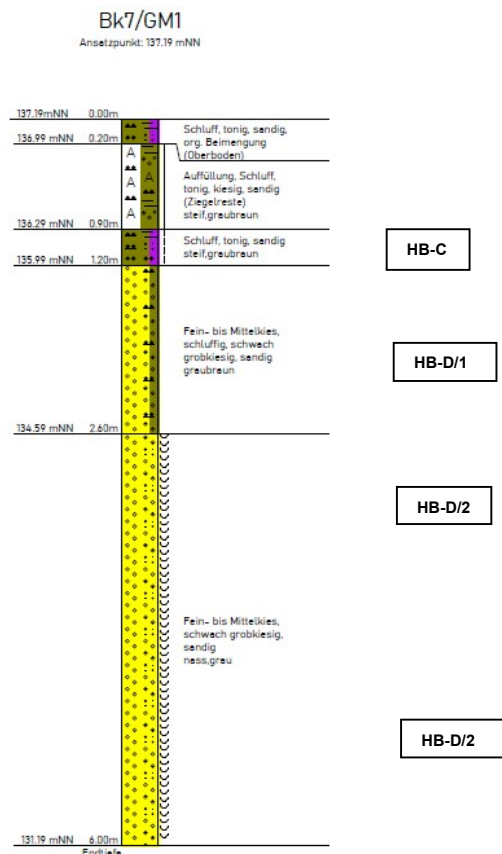


Abb. 5: Profil Bk7

Bereich I = Homogenbereich C: ab 0,9 m und bis eine Tiefe von 1,2 m u. GOK: sandige, tonige Schluffe der **Bodengruppe UM**. Nach HÖLTING (Hydrogeologie) können die bindigen Böden des Homogenbereiches B mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = n \times 10^{-6/-8} \text{ m/s}$ als gering durchlässig eingestuft werden.

Anm.: Auf eine Bestimmung der Kornverteilung der Probe wurde von uns verzichtet.

Bereich II = Homogenbereich D/1: ab 1,2 m u. GOK und bis 2,6 m u. GOK: schwach feinsandige, schwach mittelsandige, stark schluffige, feinkiesige Mittel- bis Grobkiese der **Bodengruppe GÜ**.

Nach Kornverteilung (n. Kaubisch) sind die Kiese des Homogenbereiches C mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 2,7 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ als gering durchlässig einzustufen.

Bereich III = Homogenbereich D/2: ab 2,6 m u. GOK und bis 4,0 m u. GOK: schwach feinsandige, schwach mittelsandige, feinkiesige, grobkiesige Mittelkiese der **Bodengruppe Gl**.

Nach Kornverteilung (n. Seiler) sind die Kiese des Homogenbereiches D/1 mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,2 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ als stark durchlässig einzustufen.

Bereich IV = Homogenbereich D/2: ab 4,0 u. GOK und bis 6,0 m u. GOK: schwach mittelsandige, feinkiesige Mittel- Grobkiese der **Bodengruppe Gl**.

Nach Kornverteilung (n. Seiler) sind die Kiese des Homogenbereiches D/2 mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 9,3 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ als stark durchlässig einzustufen.

9.2 Fazit

Im Untersuchungsgebiet wird der Untergrund bis rd. 2,5 m u. GOK von Auffüllungen geprägt. Für eine Niederschlagsversickerung über Auffüllungen ist eine Genehmigung durch die Behörde u.E. fraglich.

Die tonigen Schluffe des HB-C weisen in der Regel Durchlässigkeitsbeiwerte, die für die Einleitung von Niederschlagswasser nicht geeignet sind.

Damit sind u.E. die Versickerungsmöglichkeiten über die oberflächennahen Böden als ungünstig einzustufen.

Auch die schluffigen Kiese des Homogenbereichs D/1 weisen mit $k_f = 2,7 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ keine ausreichende Durchlässigkeit für eine Niederschlagsversickerung auf, daher kann die Einleitung des Niederschlagswassers in die Kiese des HB-D/1 von uns nicht empfohlen werden.

Die Kiese des Homogenbereichs D/2 sind mit Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f = 1,2/9,3 \times 10^{-2}$ als stark durchlässig einzustufen und wären somit für eine Versickerung am besten geeignet.

Daher kann überlegt werden, Niederschlagswässer über eine Mulden-Rigolen-Versickerung ohne längeren Rückstau in den tieferen Untergrund abzuleiten, allerdings wäre der erforderliche Abstand ($> 1,0 \text{ m}$) zwischen Versickerungssohle und mittleren höchsten Grundwasserspiegel unbedingt einzuhalten.

10. Schadstoffuntersuchungen

10.1 Boden Entsorgungsrelevanz

In Ergänzung zu den geotechnischen Aufnahmen wurde das Bohrgut auch aus umwelttechnischer Sicht begutachtet.

Im vorliegenden Fall ergaben sich nach organoleptischen Kriterien keine Hinweise auf eventuelle Schadstoffbelastungen des Bodens.

Nach Rücksprache mit dem Planer wurde vorläufig auf die chemisch-analytische Überprüfung des Untergrundes bezüglich der Entsorgungsrelevanz verzichtet.

Die Mischproben, die aus den Bohrungen entnommen wurden: MP1 (Oberboden HB-A), MP2 (schluffige Auffüllungen HB-B/1) und MP3 (naturgewachsene Schluffe HB-C) wurden als Rückstellproben zurückgestellt.

Es ist allerdings zu beachten, dass es sich bei den Bodenproben um Mischproben aus Rammkernbohrungen handelt, die a priori nicht für das gesamte Aushubmaterial als repräsentativ anzusehen sind. Für eine repräsentative Bewertung und Entsorgung des Materials wäre nach LAGA (1997) jeweils 1 Bodenprobe je 500 m³ vorzusehen.

Bei Bedarf könnten Mischproben aus Baggerschürfen (gemäß PN98), bzw. während des Aushubs entnommen und nach Ersatzbaustoffverordnung (EBV) analysiert werden.

10.2 Entsorgungs- und Verwertungskonzept

Bei Ausführung der Gründung über einen Bodenaustausch (Variante 1) gehen wir - für die Ermittlung der Menge des Aushubmaterials - von der gesamten Fläche der geplanten Bebauung von rd. 2.000 m² aus. Demnach würde nach unseren überschlägigen Schätzungen Aushubmaterial von insgesamt ca. 4.000 m³ anfallen, das wie folgt beschrieben werden kann:

- Beim Aushub der Baugrube fallen rd. 50 m³ Oberboden (HB-A) an. Bei dem Oberbodenmaterial handelt es sich um humose, sandige, tonige Schluffe ohne organoleptischen Verdacht auf eine Schadstoffbelastung. Das Oberbodenmaterial könnte u.E. im Bereich zukünftiger Grünflächen für die Modellierung wiederverwendet werden.

- rd. 2.000 m³ Auffüllmaterial (HB-B/1), das aus sandigen, kiesigen Schluffen mit Bauschuttbeimengungen besteht. Bei den Auffüllungen handelt es sich um Material der Bodengruppe GU; damit ist das Material nicht frostsicher und kann im Bereich des Baufensters nicht wiederverwendet werden. Das Material muss auf eine Deponie des Ortenaukreises abtransportiert werden. Bei Aushub, bzw. vor Abtransport wäre das Material nach PN98 (Haufwerk, Baggerschürfe) zu beproben und zu bewerten.

- rd. 1.250 m³ Auffüllung (HB-B/2), das aus sandigen Fein- Mittelkiesen (Unterbau Pflaster- und Asphaltdecke) besteht. Es handelt es sich um Material der Bodengruppe GW und damit frostsicheres und verdichtungsfähiges Material. Nach Aushub kann ggf. das Material auf dem Grundstück für rd. 6-10 Wochen zwischengelagert und danach vollständig wieder eingebaut werden.

- rd. 700 m³ des Aushubs würden aus naturgewachsenen sandigen, tonigen Schluffen (HB-C) ohne organoleptischen Verdacht auf eine Schadstoffbelastung bestehen. Das Material muss auf eine Deponie des Ortenaukreises abtransportiert werden. Bei Aushub, bzw. vor Abtransport wäre das Material nach PN98 (Haufwerk, Baggerschürfe) zu beproben und zu bewerten.

10.3 Grundwasser

Aus der 2“-Grundwassermessstelle GM1 (die Bohrung Bk7 wurde zur 2“ - Grundwassermessstelle ausgebaut) wurde eine Grundwasserpumpprobe entnommen.

Bezogen auf eine geplante Grundwassernutzung wurde die Wasserprobe im Labor SGS Analytics Germany GmbH, Fellbach, auf die Parameter Eisen- und Mangan analysiert: Eisen = 0,116 mg/l; Mangan = 0,0349 mg/l (Anl. 7).

Anm.: Anlagenbedingt sind die Grenzwerte für Eisen von 0,2 mg/l und für Mangan von 0,1 mg/l einzuhalten.

Zusätzlich wurde die am 27.03.2026 entnommene Grundwasserprobe auf Betonaggressivität analysiert.

Anhand der Analytik (s. Prüfbericht, Anl. 7) ist das Wasser **nicht** betonangreifend.

10.4 Schwarzdecke

Zur Bestimmung der Entsorgungsrelevanz der vorhandenen Schwarzdecke wurde 1 Probe (Ap1) auf PAK-Gehalte (im Feststoff und Eluat) analysiert.

Die Ergebnisse der Analytik liegen noch nicht vor und werden nachgereicht.

11. Baugrube, Abdichtung

11.1 Baugrube

Die Bodenklassen der zu lösenden Böden sind im Abschnitt 6 genannt.

Beim Aushub der Baugrube (Variante 1) werden Bodenmaterial der Homogenbereichen A, B und C anfallen.

Generell können die Böschungen innerhalb der angetroffenen Böden bis zu einer Höhe von 5,0 m ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit nach DIN 4124 und ohne Verbau mit folgender Neigung ausgeführt werden:

- *die Baugrubenböschungen innerhalb der Auffüllungen (HB-B) können mit einer Neigung von 45° abgebösch werden,*
- *die Baugrubenböschungen im Bereich des Homogenbereichs HB-C (Schluffe) können u.E. mit einem Winkel von 60° ausgeführt werden,*
- *im Bereich des Homogenbereichs D (Kiese) können die Böschungen in der Regel (falls erforderlich) mit einem Winkel von 45° ausgeführt werden.*

Es ist allerdings hinzuweisen, dass sich die Kiese im Grundwasserschwankungs-bereich befinden und daher nicht steiler als 30/35° abgebösch werden können.

Bei der geplanten Gründungsebene würde die Böschungshöhe rd. 2,5 m betragen.

Bei den angetroffenen Untergrundverhältnissen und einem Böschungswinkel i.M. von 45° ist im Süden (Friedrichstraße) der horizontale Platzbedarf für eine verbaufreie Böschung nicht ausreichend.

Daher würde hier eine Sicherung der Baugrube durch einen Verbau erforderlich.

Als zweckmäßige Variante für den Verbau wäre die Trägerbohlwand (Berliner Verbau) zu empfehlen.

Trägerbohlwand: *hier werden die vertikalen Trägerelemente von Stahlprofilen gebildet, die in Bohrlöcher eingestellt werden. Die Ausfachung zwischen den Trägern besteht aus Holzbalken. Der Mindesteinbindetiefe der Träger liegt bei 1,5 m, der horizontale Abstand beträgt im Allgemeinen zwischen 2 und 3 m.*

Die Standsicherheit der Böschung bzw. der Verbau müssen durch entsprechende Berechnungen nachgewiesen werden.

Anm.: *Es ist darauf hinzuweisen, dass bei Herstellung der Baugrube eventuelle Auswirkungen auf die Nachbarbebauung unbedingt zu berücksichtigen sind.*

11.2 Abdichtung

Gemäß der Planung liegt die Gründungsebene bei ca. 136,7 mNN (UK-Sauberkeitsschicht). Daher können u.E. die erdberührenden Bauteile (Bodenplatte) gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser gemäß DIN 18533-1, Klasse W1.1-E, abgedichtet werden.

Unter Annahme der UK der Bodenplatte der Aufzugsanlage von rd. 135,0 mNN reicht die Platte des Aufzugsschachts ins Grundwasser hinein und wird auch langfristig in ständigem Kontakt mit dem Grundwasser stehen.

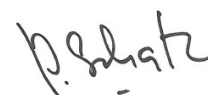
Daher wäre es sinnvoll den Aufzugsschacht gegen drückendes Wasser gemäß DIN 18533-1, Klasse W2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser $\leq 3,0$ m Eintauchtiefe), abzudichten.

12. Allgemeines

Bezüglich der Überschüttung von Bauwerken verweisen wir auf die Empfehlungen und Vorschriften des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB) und der ZTVE-StB 09.

In den wiederverfüllten und überschütteten Bereichen ist der erreichte Verdichtungsgrad mittels Plattendruckversuchen (DIN 18134) in unterschiedlichen Einbauniveaus zu überprüfen.

Die hier getroffenen Aussagen, Vorgaben und Empfehlungen beruhen auf den punktuellen Bohrungen. Daher sind die getroffenen Annahmen über die Untergrundverhältnisse während der Erdarbeiten durch den Baugrundgutachter auf Übereinstimmung zu überprüfen. Weiterhin sind die Aushubarbeiten und der Einbau des Verfüllmaterials durch den Bodengutachter zu beaufsichtigen und die ggf. vorgegebenen Verdichtungen des Auffüllmaterials zu überprüfen.



Doz. B. Krauthausen
- Diplom-Geologe -

P. Schatz
- Diplom-Ing. -