

# **Geotechnischer Bericht 02**

## **zum Planstand vom 16.05.2025**

**25. Juni 2025**

**Projekt** **Trockau, Bockshügel 1**  
**Autobahnmeisterei, Anbau einer Technikzentrale**

**Bauherr / Auftraggeber** Bundesrepublik Deutschland vertreten durch  
Die Autobahn GmbH des Bundes  
Niederlassung Nordbayern Abteilung Hochbau  
Flaschenhofstr. 55  
90402 Nürnberg

Architekt/Planung

Tragwerksplanung

Bearbeiter

E-Mail

Der Geotechnische Bericht umfasst 37 Seiten und 11 Anlagen und ist nur in Gesamtheit gültig.

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>1 BEAUFTRAGUNG / VORGANG</b>	<b>5</b>
<b>2 UNTERLAGEN</b>	<b>6</b>
<b>3 BAUVORHABEN</b>	<b>8</b>
3.1 Projekt	8
3.2 Örtliche Verhältnisse	8
3.3 Neubau	8
3.4 Bestand	9
3.5 Relevante Höhen des Neubaus und des bestehenden Verwaltungsgebäudes	10
<b>4 UNTERGRUND- UND GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE</b>	<b>11</b>
4.1 Geologie	11
4.2 Hydrogeologie	11
4.3 Erdbebenzone nach DIN 4149	11
4.4 Radon-Vorsorgegebiete	11
4.5 Baugrunderkundung	12
4.6 Aufschlüsse	13
4.7 Grundwasserverhältnisse	15
<b>5 LABOR- UND FELDUNTERSUCHUNGEN</b>	<b>18</b>
<b>5.1 Boden- und felsmechanische Untersuchungen</b>	<b>18</b>
5.1.1 Korngrößenverteilung	18
5.1.2 Konsistenzgrenzen und natürlicher Wassergehalt	18
5.1.3 Einaxiale Druckfestigkeiten	18
<b>5.2 Chemische Laboruntersuchungen</b>	<b>19</b>
5.2.1 Betonaggressivität Wasser nach DIN 4030	19
5.2.2 Orientierende abfallrechtliche Untersuchung Boden	19
<b>5.3 Feldversuche - Bohrlochsickerversuche</b>	<b>21</b>
<b>6 BAUGRUNDMODELL, HOMOGENBEREICHE</b>	<b>22</b>
<b>6.1 Grundlagen</b>	<b>22</b>

<b>6.2</b>	<b>Homogenbereiche</b>	<b>22</b>
<b>6.3</b>	<b>Kennwerte Homogenbereiche</b>	<b>23</b>
<b>6.4</b>	<b>Charakteristische Bodenkennwerte</b>	<b>25</b>
<b>6.5</b>	<b>Geotechnische Kategorie</b>	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>GRÜNDUNG</b>	<b>26</b>
<b>7.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>26</b>
<b>7.2</b>	<b>Baugrundbeurteilung</b>	<b>26</b>
<b>7.3</b>	<b>Gründungsempfehlung</b>	<b>27</b>
7.3.1	Unterkellerte/unterirdische Bauteile (Heizzentrale + Lagerraum Heizmittel + Kriechgang)	27 27
<b>7.4</b>	<b>Statische Bemessungskennwerte (lastabtragende Bodenplatten unterkellerte/unterirdische Bauteile)</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>SCHUTZ GEGEN WASSER</b>	<b>29</b>
<b>8.1</b>	<b>Bemessungswasserstand</b>	<b>29</b>
<b>8.2</b>	<b>Möglichkeit zum Herabsetzen des Bemessungswasserstandes:</b>	<b>29</b>
<b>8.3</b>	<b>Sicherung gegen Auftrieb</b>	<b>32</b>
<b>9</b>	<b>BAUAUSFÜHRUNG</b>	<b>33</b>
<b>9.1</b>	<b>Herstellung der Baugrube</b>	<b>33</b>
<b>9.2</b>	<b>Wasserhaltung</b>	<b>33</b>
<b>9.3</b>	<b>Erdarbeiten</b>	<b>34</b>
<b>10</b>	<b>VERSICKERUNG</b>	<b>35</b>
<b>10.1</b>	<b>Anforderungen / Untergrundverhältnisse</b>	<b>35</b>
<b>10.2</b>	<b>Folgerungen</b>	<b>36</b>

## Tabellen

Seite

<b>Tabelle 1: Aufschlüsse</b>	13
<b>Tabelle 2: Schichtunterkanten</b>	15
<b>Tabelle 3: Grundwasserstände</b>	15
<b>Tabelle 4: Korngrößenverteilung</b>	18
<b>Tabelle 5: Konsistenzgrenzen und natürlicher Wassergehalt</b>	18
<b>Tabelle 6: Einaxiale Druckfestigkeiten</b>	19
<b>Tabelle 7: Betonaggressivität Wasser</b>	19
<b>Tabelle 8: Orientierende abfallrechtliche Untersuchung Boden</b>	20
<b>Tabelle 9: Durchlässigkeitsbeiwert (<math>k_f</math>-Wert) natürlich anstehender Sandstein</b>	21
<b>Tabelle 10: Kennwerte Homogenbereiche Lockerboden</b>	23
<b>Tabelle 11: Kennwerte Homogenbereiche Fels</b>	24
<b>Tabelle 12: Charakteristische Bodenkennwerte</b>	25
<b>Tabelle 13: Bettungsmoduli nach Bauteilen mit rechnerischen Setzungen</b>	28

## Anlagen

Anlage 1: Übersichtslageplan
Anlage 2: Lageplan
Anlage 3: Bohr- und Sondierprofile
Anlage 4: Bohrkernfotos
Anlage 5: Laborversuche – Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
Anlage 6: Laborversuche – Konsistenzgrenzen nach DIN 17892-12
Anlage 7: Laborversuche – Punktlastversuch nach TP BF-StB C5
Anlage 8: Laborversuche – Einaxialer Druckversuch nach TP BF-StB C1
Anlage 9: Laborversuche – Wasserproben nach DIN 4030
Anlage 10: Orientierende abfallrechtliche Bewertung ( )
Anlage 11: Auswertung Versickerungsversuche nach USBR

## 1 Beauftragung / Vorgang

Die Autobahn GmbH des Bundes plant auf dem Gelände der Autobahnmeisterei Trockau den Anbau einer Technikzentrale an das bestehende Dienstgebäude.

Zum Bauvorhaben liegt bereits ein Geotechnischer Bericht vom 20. Februar 2024 (U1) sowie ein Geotechnischer Bericht vom 31.05.2025 vor. Die Planung sieht aktuell eine Bauweise ohne Sozialtrakt bzw. reduziert auf den unterkellerten Anbau einer Technikzentrale vor. Für die aktuelle Bauweise ist ein angepasster Geotechnischer Bericht notwendig.

Mit dem Schreiben vom 06.06.2025 erteilte „Die Autobahn GmbH“ der  
vorab den Auftrag, für das o. g. Bauvorhaben einen überarbeiteten Geotechnischen Bericht zu erstellen. Grundlage der Auftragserteilung bildet unser Kostenangebot vom 18.06.2025.

Der vorliegende Bericht behandelt ausschließlich den Neubau/Anbau an das bestehende Dienstgebäude auf Basis der aktuellen Planung (U2) bis (U7).

## 2 Unterlagen

Zur Bearbeitung des Geotechnischen Berichtes standen folgende relevante Unterlagen zur Verfügung:

- (U1) Geotechnischer Bericht – BAB A9 Nürnberg-Berlin, Autobahnmeisterei Trockau, Neubau einer Heizzentrale und Erweiterung der AM Trockau, Autobahn GmbH des Bundes NL Nordbayern Team 31 – Geotechnik, Stand: 20.02.2024
- (U2) Vorabzug 16.05.2025 – Ausführungsplanung, Untergeschoss - AM Trockau, DG - Anbau Technikzentrale, Maßstab 1:50, , Stand: 16.05.2025
- (U3) Vorabzug 16.05.2025 – Ausführungsplanung, Erdgeschoss - AM Trockau, DG - Anbau Technikzentrale, Maßstab 1:50, , Stand: 16.05.2025
- (U4) Vorabzug 16.05.2025 – Ausführungsplanung, Schnitt A-A, Schnitt B-B - AM Trockau, DG - Anbau Technikzentrale, Maßstab 1:50, , Stand: 16.05.2025
- (U5) Vorabzug 16.05.2025 – Ausführungsplanung, Baugrube Grundriss, Schnitt E-E, Schnitt K-K, Baugrube Schnitt A-A, Schnitt C-C, Schürfgrube - AM Trockau, DG - Anbau Technikzentrale, Maßstab 1:50, , Stand: 16.05.2025
- (U6) Vorabzug 16.05.2025 – Ausführungsplanung, Schnitt Z-Z, AM Trockau, DG - Anbau einer Technikzentrale, Maßstab 1:50, , Stand: 16.05.2025
- (U7) Vorabzug 16.05.2025 – Ausführungsplanung, Schnitt X-X, Schnitt Y-Y, AM Trockau, DG - Anbau einer Technikzentrale, Maßstab 1:50, , Stand: 16.05.2025
- (U8) Lageplan – Entwässerung Neubau, Dienstgebäude - Anbau Technikzentrale, Maßstab 1:100, , Stand: 24.10.2024
- (U9) Schnitt E-E, Schnitt F-F, Schnitt G-G, Schnitt H-H, AM Trockau (A9) Dienstgebäude Anbau mit Technikzentrale (Plan VA-005), Maßstab 1:50, , Stand: 23.04.2024
- (U10) Schnitt I-I, Schnitt K-K, AM Trockau (A9) Dienstgebäude Anbau mit Technikzentrale (Plan VA-006), Maßstab 1:50, , Stand: 23.05.2024
- (U11) Schnitt C-C, Schnitt D-D, AM Trockau (A9) Dienstgebäude Anbau mit Technikzentrale (Plan VA-007), Maßstab 1:50, , Stand: 23.04.2024
- (U12) Aktennotiz – Nr. 32, , Stand: 17.10.2024
- (U13) Statische Positionsübersicht Tektur 1, Neubau Heizraum & Erweiterung AM-Trockau, Grundriss-Gründung, Maßstab: 1:100/25, , Stand 20.02.2024
- (U14) Statische Positionsübersicht Tektur 1, Neubau Heizraum & Erweiterung AM-Trockau, Grundriss-Erdgeschoss, Maßstab: 1:100/25, , Stand 20.02.2024
- (U15) Statische Positionsübersicht Tektur 1, Neubau Heizraum & Erweiterung AM-Trockau, Grundriss-Untergeschoss, Maßstab: 1:100/25, , Stand 20.02.2024
- (U16) Geologische Karte von Bayern, Blatt 6135 Creußen einschließlich Erläuterungen, Maßstab 1: 50.000, herausgegeben vom Bayerischen Geologischen Landesamt 1956

Aus unserem Archiv:

- (U17) Trockau, Autobahnmeisterei – Umbau Entwässerung, , Stand:  
06.10.2017
- (U18) Geotechnischer Bericht 01, Trockau, Bockshügel 1 – Autobahnmeisterei, Anbau Technikzentrale,  
, Stand: 31.05.2024

## 3 Bauvorhaben

### 3.1 Projekt

Die Autobahn GmbH des Bundes plant im Osten der Autobahnmeisterei in Trockau die Erweiterung durch einen Anbau an das bestehende Verwaltungsgebäude (FI.Nr. 601, Gem. Trockau). Die Situation zeigt der Lageplan auf Anlage 1 und 2.

### 3.2 Örtliche Verhältnisse

Die Untersuchungsfläche befindet sich nordöstlich von Trockau innerhalb des bestehenden Betriebsgeländes der Autobahnmeisterei. Die Lage ist dem Übersichtslageplan auf Anlage 1 zu entnehmen.

Auf dem Baufeld befindet sich im südlichen Teil aktuell eine geschotterte Fläche, der nördliche Teilbereich ist mit Asphalt versiegelt. Südlich des geplanten Neubaus waren auf dem geschotterten Bereich zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung im April 2024 zwei Baucontainer abgestellt. Der nordöstliche Bereich des geplanten Neubaus (Teilbereich Lagerraum Heizmittel und Heizzentrale) war während der Baugrunduntersuchungen noch durch Garagenbauwerke bebaut. Gemäß (U2) und (U3) erfolgt ein Rückbau dieser Garagen.

Die Untersuchungsfläche im Bereich der geplanten Erweiterung ist im Wesentlichen eben, was sich auch in den eingemessenen Höhen der relevanten Aufschlusspunkte (B1 bis B2 und S1 bis S2) zwischen 530,4 und 530,5 mNHN zeigt.

### 3.3 Neubau

Gemäß den vorliegenden Planunterlagen (U2) bis (U4) soll östlich des bestehenden Verwaltungsgebäudes der Anbau einer Technikzentrale erfolgen. Für den Neubau sind folgende Abmessungen vorgesehen:

- Untergeschoss (Heizzentrale mit Pufferspeicher und Lagerraum Heizmittel) mit 8,80 x 18,41 m mit Kriechgang zum Bestandsgebäude mit 2,30 x 4,66 m

- Erdgeschoss von 7,10 x 9,10 m

Die Gründung ist mittels elastisch gebetteter (tragender) Bodenplatten geplant.

### 3.4 Bestand

Das bestehende Verwaltungsgebäude weist gemäß (U9) bis (U11) eine Unterkellerung mit zwei verschiedenen Höhenniveaus auf. Im Zuge der bisherigen Planung erfolgten zur Verifizierung/Feststellung der Gründungssituation am 21.05.2024 zwei Baggerschürfe am Bestandsgebäude.

Zur Vollständigkeit werden die Erkundungsergebnisse dieser Schürfe im vorliegenden Bericht mit aufgenommen. Die ungefähre Lage kann der folgenden Skizze entnommen werden:

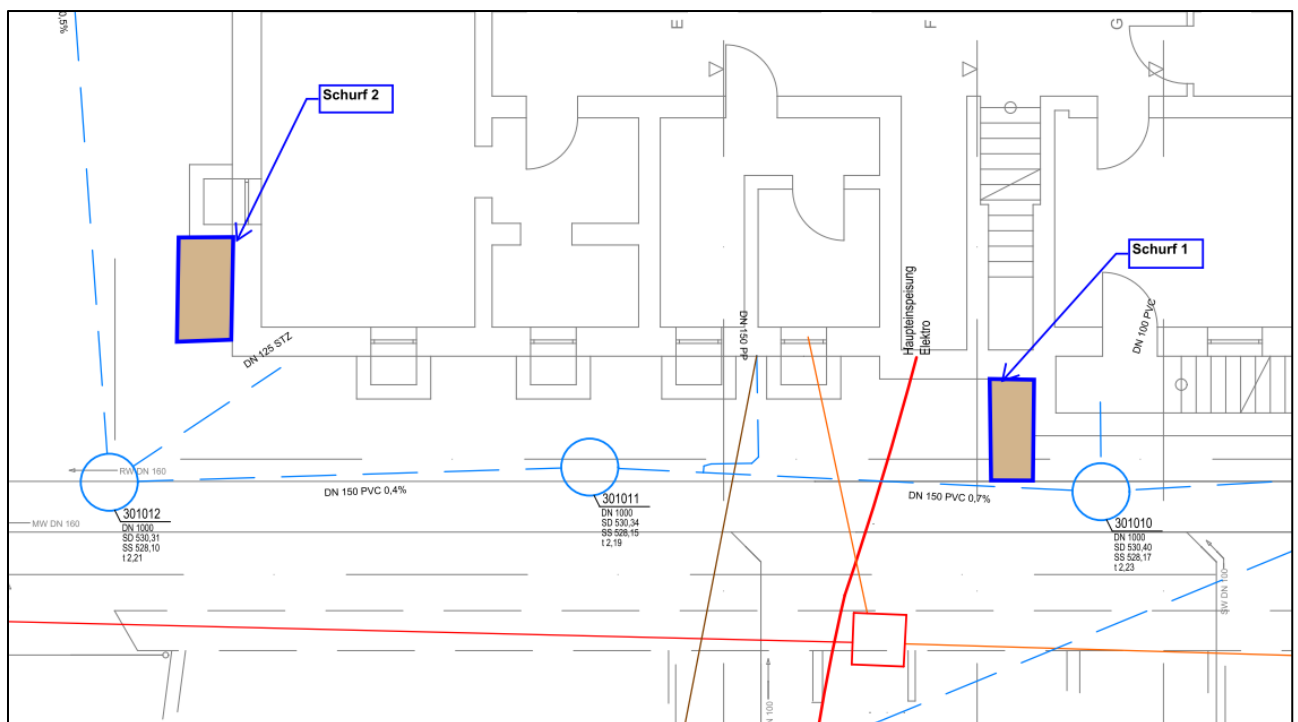


Abbildung 2: Skizze mit Lage der ausgeführten Baggerschürfe

Zusammengefasst wurde bei den Schürfen Folgendes erkundet:

- Schurf 1: - Unterkante Gründung Kellerabgang (Außenwand) mittels GPS bei 528,1 mNHN eingemessen
- Gründung auf natürlich anstehenden bindigen Sanden (Verwitterungshorizont)
  - Freilegung Gründung Gebäude nicht möglich (eingeschränkte Platzverhältnisse, vorh. Treppe, etc.)

Schurf 2: - Unterkante Gründung Verwaltungsgebäude mittels GPS bei 527,9 mNHN eingemessen  
- Gründung auf entfestigten Sandstein/bindigen Sanden (Verwitterungshorizont)

Vermutlich bzw. augenscheinlich besteht die Gründung des bestehenden Verwaltungsgebäudes aus einer Lage Ziegelsteine, welche mit Beton vergossen wurde.

Eine Unterfangung gemäß DIN 4123 ist bei den vorliegenden Gegebenheiten nicht möglich (z.B. keine Gründung auf Streifenfundamenten oder Stahlbetonplatte vorhanden).

### 3.5 Relevante Höhen des Neubaus und des bestehenden Verwaltungsgebäudes

Gemäß den Planunterlagen (U2) bis (U9) sind folgende Höhen für den Neubau relevant:

• OK FFB EG Bestand	Kote $\pm$ 0,00	= 530,59 mNHN
• OK FFB EG Neubau	Kote - 0,07	= 530,52 mNHN
• OK Bodenplatte UG Bestand „SÜD“	Kote - 2,16	= 528,43 mNHN
• UK Bodenplatte Kriechgang Neubau	Kote - 2,68	= 527,91 mNHN
• UK Bodenplatte Bauteil Pufferspeicher Neubau	Kote - 3,33	= 527,26 mNHN
• UK Bodenplatte Bauteil Heizzentrale Neubau	Kote - 3,97	= 526,62 mNHN
• OK Bodenplatte UG Bestand „NORD“ (Technikkeller)	Kote - 4,16	= 526,43 mNHN
• UK Pumpenschacht in Heizzentrale Neubau	Kote - 4,72	= 525,87 mNHN

Anhand der ausgeführten Schürfe am Bestand sind weiterhin folgende Höhenlagen anzunehmen:

• UK Gründung Außenwand Kellerabgang Bestand	Kote rd. - 2,5	= rd. 528,1 mNHN
• UK Gründung bestehendes Verwaltungsgebäude	Kote rd. - 2,7	= rd. 527,9 mNHN

Die relevanten Höhen sind in der Anlage 3/1 eingetragen.

## **4 Untergrund- und Grundwasserverhältnisse**

### **4.1 Geologie**

Gemäß dem Blatt 6135 der Geologischen Karte von Bayern sind im Bereich der Baumaßnahme Schichten des Dogger-Beta (Eisensandstein) zu erwarten. Der Sandstein wird als fein- bis mittelkörniger, eisenschüssiger Sandstein beschrieben. Zum Teil liegen die Schichten oberflächennah als Sande mit eingeschalteten Tonlagen vor (Verwitterungsprodukte). Weiter wird beschrieben, dass das Liegende des Horizontes meist von Tonen gebildet wird und vielfach Quellaustritte hervorgerufen werden. Weiterhin ist im Dogger-Beta ein Hauptflözhorizont (überwiegend Tone z.T. sandig bzw., in tonigen Sand übergehend) beschrieben. Innerhalb des Sandsteins sind Tonlagen, dünne Tonhäutchen und Eisenerzflöze enthalten.

### **4.2 Hydrogeologie**

Das Baufeld befindet sich nach den Angaben des Informationsdienstes BayernAtlas des Bayerischen Staatsministerium der Finanzen und für Heimat außerhalb von Trinkwasserschutz- und Heilquellenschutzgebieten sowie Einzugsgebieten zur Wasserversorgung.

Außerdem befindet sich das Baufeld außerhalb von Hochwassergefahrenflächen und Überschwemmungsgebieten und liegt in keinem festgelegten sog. wassersensiblen Bereich.

### **4.3 Erdbebenzone nach DIN 4149**

Das Baugrundstück befindet sich nach der Erdbebenzonenkarte der DIN 4149 in keiner Erdbebenzone.

### **4.4 Radon-Vorsorgegebiete**

Gemäß Bundesamt für Strahlenschutz werden Gebiete, in denen in Gebäuden eine hohe Konzentration von Radon zu erwarten ist von den jeweiligen Bundesländern als Radon-Vorsorgegebiete ausgewiesen. Gemäß der Übersichtskarte mit den ausgewiesenen Radon-Vorsorgegebieten des

Bundesamtes für Strahlenschutz (kurz BfS, Stand 15.06.2021) liegt das Baufeld in keinem Vorsorgegebiet.

Erhöhte Radon-Werte können gemäß BfS in Gebäuden auch außerhalb von Radon vorsorgegebieten nicht völlig ausgeschlossen werden.

Die auf der Internetseite des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) veröffentlichten Radonkarten stellen dar, wie Radon in Deutschland räumlich verteilt ist. Aus diesen Karten aussagekräftige Rückschlüsse für einzelne Grundstücke oder ein Gebäude zu ziehen, ist jedoch nicht möglich.

Gemäß Auskunft der Radon-Fachstelle Bayern legt das Strahlenschutzgesetz fest, dass bei Neubauten immer ein Basisschutz vor Radon umgesetzt werden muss – unabhängig davon, ob es sich um ein Gebäude mit Arbeitsplätzen oder ein Wohngebäude handelt. Diese Pflicht gilt als erfüllt, wenn zum Beispiel die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erforderlichen Maßnahmen zum Feuchteschutz eingehalten werden (siehe hierzu auch Strahlenschutzgesetz §123). Da vorbeugende Maßnahmen einfacher, effektiver und langfristig kostengünstiger sind als nachträgliche Radonsanierungen, sollten dies bei der Planung berücksichtigt werden.

#### **4.5 Baugrunderkundung**

Zur Baugrunderkundung wurden im Januar 2024 fünf Bohrungen im Kleinramm- und Schneckenbohrverfahren (Bohrungen B2 bis B6), eine Bohrung im Rotationskernbohrverfahren (Bohrung B1) sowie sechs Sondierungen mit der schweren Rammsonde DPH ausgeführt. Die Bohrungen wurden mit B1 bis B6, die Sondierungen mit S1 bis S6 bezeichnet.

Vor Ausführung der Aufschlüsse erfolgte durch die eine Kampf-mittelfreigabe der einzelnen Aufschlusspunkte. Hierbei mussten Aufschlüsse aufgrund von Auffälligkeiten kleinräumig versetzt werden. Die Irritationen bei den ferromagnetischen Messungen werden v. a. auf Bestandsbauwerke sowie künstliche Auffüllungen zurückgeführt.

**Tabelle 1: Aufschlüsse**

Bohrung	Lage/Bereich	Aufschlusstiefe [m]	Sondierung	Lage/Bereich	Sondiertiefe [m]
B1	Technikzentrale	12,0	S1	Technikzentrale	3,2
B2		10,0	S2		3,8
B3	bisherige Planung nur informativ dargestellt	5,0	S3	bisherige Planung nur informativ dargestellt	3,8
B4		5,0	S4		4,1
B5	Versickerungsfläche	5,0	S5	Technikzentrale	3,6
B6		5,0	S6		2,7

Die Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig mittels GPS-Vermessung eingemessen.

Die Lage der Aufschlüsse zeigt der Lageplan auf Anlage 2. Die Bohr- und Sondierprofile sind als Anlagengruppe 3 beigefügt. Die Sondierergebnisse sind hierbei in Form von Rammdiagrammen wiedergegeben. Aufgetragen ist die Anzahl der Schläge für 10 cm Eindringung der Sondenspitze. Die Bohrkernfotos der Rotationskernbohrungen B1 sind in Anlage 4 hinterlegt.

## 4.6 Aufschlüsse

Grob kann von der nachfolgenden Schichtenfolge ausgegangen werden:

- Künstliche Auffüllungen
- Sande mit Toneinschaltungen (Verwitterungshorizont)
- Sandstein mit Tonlagen (Eisensandstein)

### Künstliche Auffüllungen

Bei allen Aufschlüssen wurden zunächst künstliche Auffüllung angetroffen. Die künstlichen Auffüllungen wurden überwiegend als unterschiedlich bindige, teils unterschiedlich steinige Kiese und Sande sowie zum Teil als schwach kiesige, unterschiedlich sandige, teils schwach organische Schluffe mit steifer Konsistenz angetroffen. Als Fremdanteile sind vor allem Ziegelstücke, Sandsteinbruch sowie zum Teil Granitbruch und Schlacke enthalten. Bei den in (U1) hergestellten Schürfgruben wurde der Anteil an bodenfremden Stoffen bzw. „Bauschutt“ mit rd. 40 % abgeschätzt. Die teilweise festgestellten organischen Anteile (u.a. Haarwurzeln) können ggf. auf einen überschütteten Oberboden hindeuten. Die Schlagzahlenwerte der schweren Rammsondierung von überwiegend

$N_{10} = 0 \dots 8$  sind als eine überwiegend lockere bis mitteldichte Lagerung der rolligen Auffüllungen bzw. eine weiche bis steife Konsistenz der bindigen Auffüllungen zu interpretieren. Die zum Teil festgestellten höheren Schlagzahlenwerte (vgl. Sondierung S1) werden v.a. auf eingebaute mitteldicht bis dicht gelagerte Tragschichten und ggf. Steinanteile zurückgeführt.

### **Sande und Toneinschaltungen (Verwitterungshorizont)**

Unterhalb der künstlichen Auffüllung wurde der natürlich anstehende Boden überwiegend als bindiger bis stark bindiger Sand erbohrt. Teilweise wurden feinsandige Tone mit steifer Konsistenz erbohrt. Die Schichtunterkante bzw. der Übergang zum unterlagernden Festgestein wird anhand der Aufschlüsse zwischen rd. 2,0 m bis 3,8 m unter Geländeoberkante angenommen. Im Bereich des Verwitterungshorizonts wurden stark variierende Schlagzahlenwerte zwischen 3...>>30 bzw. im Übergang zum unterlagernden Sandstein von bis zu > 100 festgestellt. Diese deuten auf eine lockerer bis mitteldichte teils dichte bis sehr dichte Lagerung der Sande (z.T. entfestigter bzw. sehr mürber Sandstein) mit steifen Tonlagen hin.

### **Sandstein mit Tonlagen (Eisensandstein)**

Der Übergang zum Fels wurde zwischen rd. 2,0 m und 3,8 m unter Geländeoberkante erbohrt. Bei den schweren Rammsondierungen wurde zwischen 2,7 m und 4,1 m unter Gelände das Abbruchkriterium von mindestens > 100 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe erreicht. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Aufschlussbohrungen ist in dieser Tiefenlage mit dem anstehenden, mindestens sehr mürben Festgestein zu rechnen. Hierbei handelt es sich überwiegend um schwach bindige bis bindige Sandsteine mit sehr mürber bis mittelharter Festigkeit. Korrelierend zur Geologischen Karte wurden innerhalb des Sandsteins unregelmäßig eingeschaltete Tonlagen festgestellt. Die Verteilung der Toneinschaltungen ist auf wenige Zentimeter begrenzt und als nicht horizontbeständig zu beschreiben. Der Schichtflächenabstand des Festgesteins ist anhand der Bohrung B1 als dünnplattig bis dünnbankig einzustufen. Die aktuellen Bohrungen enden wie geplant bei 5,0 bis 12,0 m innerhalb des Eisensandsteins.

Die Schichtgrenzen sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

**Tabelle 2: Schichtunterkanten**

Auf- schlu ss	Schichtunterkanten					
	künstliche Auffüllungen		Verwitterungshorizont Eisensandstein		Eisensandstein	
	[mNHN]	[m u GOK]	[mNHN]	[m u GOK]	[mNHN]	[m u GOK]
B1	527,7	2,8	526,7	3,8	< 518,5	> 12,0
B2	528,4	2,0	527,8	2,6	< 520,4	> 10,0
B3	527,3	2,8	526,5	3,6	< 525,1	> 5,0
B4	527,8	2,4	527,2	3,0	< 524,2	> 6,0
B5	526,1	1,8	525,8	2,1	< 522,9	> 5,0
B6	527,2	1,5	526,7	2,0	< 523,7	> 5,0

#### 4.7 Grundwasserverhältnisse

Grund- bzw. Schichtenwasser wurde in den Bohrungen im April 2024 bei den Aufschlüssen B1 und B2 angetroffen. In der folgenden Tabelle werden die eingemessenen Grundwasserstände dargestellt:

**Tabelle 3: Grundwasserstände**

Auf- schluss	Datum	Tiefe unter Gelän- deoberkante [m]	Tiefe [mNHN]	Höhe bzgl. Kote ± 0,00 (530,59 mNHN) [m]
B1	25.04.2024 nach Bohrende	11,60	518,94	-11,65
	26.04.2024	11,73	518,81	-11,78
B2	24.04.2024 Nach Bohrende	7,59	522,80	-7,79

Im Rahmen der aktuellen Baugrunduntersuchungen im April 2024 wurde freies Wasser in einer Tiefe zwischen rd. 7,6...11,7 m unter Gelände ( $\cong$  518,9...522,8 mNHN) festgestellt. Bei Bohrungen im unmittelbaren Umfeld Autobahnmeisterei (z.B. aus (U17) und hinterlegten Bohrungen im Umweltatlas des Bayerischen Landesamt für Umwelt) wurden vergleichbare Wasserstände zwischen rd. 519...523 mNHN erkundet. Aufgrund der kleinräumig stark schwankenden Wasserstände und unter Berücksichtigung der geologischen Untergrundverhältnisse (eingeschaltete Tonlagen, Flöze, Quellaustritte etc.) wird das angetroffene Grundwasser in erster Linie auf Stau- und Schichtenwasser zurückgeführt. Der Grundwasserspiegel ist deshalb stark niederschlags- bzw. jahreszeitabhängig.

Gemäß den vom Auftraggeber übermittelten Informationen sind im Untergeschoss des bestehenden Verwaltungsgebäudes Feuchteinwirkungen zumindest temporär zu verzeichnen. Bei einem Handschurf im Untergeschoss des Verwaltungsgebäudes im Jahr 2013 wurde Wasser augenscheinlich wenige Dezimeter unterhalb der Fußbodenoberkante festgestellt, siehe folgende exemplarische Fotos:



**Foto 1: Foto von Schurf im Untergeschoss des bestehenden Verwaltungsgebäudes (aus dem Jahr 2013, erhalten durch am 22.02.2024)**



**Foto 2: Detailfoto von Schurf im Untergeschoss des bestehenden Verwaltungsgebäudes (aus dem Jahr 2013, erhalten durch am 22.02.2024)**

Die bei o.g. Schurf festgestellte Feuchte ist auf das beschriebene zumindest temporär auftretende Stau- und Schichtenwasser innerhalb der Eisensandsteinschichten zurückzuführen. In (U1) wurde die Höhe dieser „Wasserführung“ mit ca. 526,0 mNHN angegeben.

## 5 Labor- und Felduntersuchungen

### 5.1 Boden- und felsmechanische Untersuchungen

#### 5.1.1 Korngrößenverteilung

Zur Bestimmung der Korngrößenverteilung wurden aus den Bohrungen zwei Nass- und Trockensiebungen nach DIN 17892-4 durchgeführt. Die Ergebnisse sind im Detail aus Anlage 5 ersichtlich.

**Tabelle 4: Korngrößenverteilung**

Bohrung	Entnahmetiefe [m]	Schlammkornanteil < 0,063 mm [%]	Massenanteil Sand [%]	Massenanteil Kies [%]	Gruppensymbol nach DIN 18196	Kornkennzahl
B3	3,3 – 3,6	27	64	9	SU*/ST*	0 3 6 1
B4	3,0 – 3,6	23	73	4	SU*/ST*	0 2 8 0 ... 0 3 7 0

#### 5.1.2 Konsistenzgrenzen und natürlicher Wassergehalt

An einer Probe wurden die Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO17892-12 und der natürliche Wassergehalt nach DIN EN ISO17892-1 bestimmt (siehe Anlage 6).

**Tabelle 5: Konsistenzgrenzen und natürlicher Wassergehalt**

Bohrung	Entnahmetiefe [m]	Fließgrenze $w_L$ / Ausrollgrenze $w_P$ [%]	Plastizitätszahl $I_P$ [%]	Natürlicher Wassergehalt $w_n$ [%]	Konsistenzzahl $I_c$ / Konsistenz [-]	Gruppensymbol nach DIN 18196
B2	2,0 – 2,6	42,4 / 18,4	24,0	21,7	0,861 / steif	TM

#### 5.1.3 Einaxiale Druckfestigkeiten

An vier Felsproben wurde die einaxiale Druckfestigkeit nach TP BF-StB, Teil C1 bestimmt bzw. mittels Punktlastversuch nach TP BF-StB, Teil C5 abgeschätzt. Die Ergebnisse sind im Detail den Anlagen 7 und 8 zu entnehmen.

**Tabelle 6: Einaxiale Druckfestigkeiten**

Bohrung	Entnahmetiefe [m]	Einaxiale Druckfestigkeit $q_u$ , einaxialer Druckversuch nach TP BF-StB, Teil C1 [MN/m <sup>2</sup> ]	Abschätzung einaxiale Druckfestigkeit, Punktlastversuch nach TB BF-StB, Teil C5 [MN/m <sup>2</sup> ]	Felsart	Gesteinsfestigkeit nach DIN EN ISO 14689-1
B1	4,5 – 4,6	-	~ 13,5	Sandstein	gering
B1	5,3 – 5,4	-	~ 0,5	Sandstein	außerordentlich gering
B1	7,4 – 7,8	5,0	-	Sandstein	sehr gering
B1	9,1 – 9,3	6,4	-	Sandstein	gering

## 5.2 Chemische Laboruntersuchungen

### 5.2.1 Betonaggressivität Wasser nach DIN 4030

Aus der nachfolgenden Bohrung wurden Wasserproben entnommen und im Labor auf betonangreifende Eigenschaften untersucht. Die Prüfzeugnisse sind als Anlage 9 beigefügt.

**Tabelle 7: Betonaggressivität Wasser**

Bohrung	Angriffsgrad nach DIN 4030-1 (Expositionsklasse)	Parameter
B2	stark angreifend (Expositionsklasse XA2)	Aggressive Kohlensäure

### 5.2.2 Orientierende abfallrechtliche Untersuchung Boden

Zur orientierenden, abfallrechtlichen Bewertung des anstehenden Bodens wurden drei Bodenmischproben aus den Proben der durchgeführten Bohrungen zusammengestellt (Bezeichnung „Mischprobe 1“ bis „Mischprobe 3“). Die Mischproben wurden auf die Parameter gemäß Ersatzbaustoffverordnung (EBV) BM-O\* (Eluat im Schüttelverfahren 2:1) und gemäß Eckpunktepapier (Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen – „Verfüll-Leitfaden“) sowie ergänzend auf die Parameter der Deponieverordnung (DepV) im akkreditierten Labor

untersucht und durch die

ausgewertet. Eine

Übersicht der Untersuchungsergebnisse kann der folgenden Tabelle entnommen werden (die einstufigsrelevanten Parameter sind hierbei in Klammern dargestellt).

**Tabelle 8: Orientierende abfallrechtliche Untersuchung Boden**

Bohrung	Entnahmetiefe [m]	Probe	Beschreibung	Orientierende Einstufung		
				Materialklasse gem. EBV	Zuordnungsklasse gem. Verfüll-Leitfaden	Deponieklasse nach DepV
B1	0,1 – 1,5	Mischprobe 1	Künstliche Auffüllungen überwiegend Kiese	BM-F1 (Eluat: PAK)	Z1.1 (Feststoff: Kupfer, Nickel // Eluat: pH-Wert)	DK0
B2	0 – 0,7					
B3	0 – 1,6					
B4	0 – 0,5					
B1	1,5 – 2,0	Mischprobe 2	Künstliche Auffüllungen überwiegend Schluffe und Sande	BM-0	Z0	DK0
B2	0,7 – 2,6					
B3	2,1 – 3,6					
B4	0,5 – 3,0					
B5	0,7 – 1,5					
B6	0 – 1,8					
B2	2,6 – 5,0	Mischprobe 3	Natürlich anstehende Sande und Sandstein	BM-F0* (Feststoff: Arsen)	Z1.2 (Feststoff: Arsen)	DK0
B3	4,1 – 5,0					
B4	3,0 – 3,5					
B4	3,6 – 5,0					
B5	2,0 – 5,0					

Anmerkungen:

- Bei den durchgeführten Analysen handelt sich um eine orientierende abfallrechtliche Untersuchung an punktuell entnommenen Proben. Die Schadstoffbelastung innerhalb des Baufeldes kann schwanken.
- Zur abschließenden abfallrechtlichen Deklaration sind Beprobungen im Zuge der Erdarbeiten erforderlich (z. B. repräsentativen Haufwerksbeprobungen gemäß LAGA PN98).
- Um die Entsorgungskosten zu minimieren, wird eine fachgutachterliche Aushubüberwachung/Begleitung zum Separieren der jeweiligen Abfallchargen empfohlen.

Details können der orientierenden abfallrechtlichen Bewertung der in Anlage 10  
entnommen werden.

### 5.3 Feldversuche - Bohrlochstickerversuche

Im Zuge der durchgeführten Untersuchungen wurde in den Bohrungen B5 und B6 Versickerungsversuche durchgeführt, um die Durchlässigkeit des anstehenden Untergrundes zu beurteilen. Die Sickerversuche wurden dabei in einer Bohrtiefe von ca. 5 m ausgeführt, der Bohrl Lochdurchmesser beträgt 105 mm. Nach erfolgter Vorsättigung des Untergrundes wurde das Bohrloch mit Wasser aufgefüllt und anschließend wurde der zeitliche Verlauf der Wasserspiegelabsenkung gemessen. Die Versuchsergebnisse sind im Detail der Anlage 11 zu entnehmen.

Es erfolgte eine Betrachtung/Auswertung des für die Versickerung relevanten Homogenbereiches X1 (siehe hierzu auch Kapitel 10 Versickerung). Die Auswertung der Versuche nach USBR Earth Manual ergibt folgende Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes:

**Tabelle 9: Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ -Wert) natürlich anstehender Sandstein**

Bohrloch	Schicht	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$	Durchlässigkeit nach DIN 18130-1
B5	natürlich anstehender Sandstein	$1,8 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$	durchlässig bis schwach durchlässig
B6		$2,3 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$	durchlässig bis schwach durchlässig

## 6 Baugrundmodell, Homogenbereiche

### 6.1 Grundlagen

Gemäß ATV DIN 183xx sind Boden und Fels entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte, Bohrgeräte usw. vergleichbare Eigenschaften aufweist. Oberboden ist gemäß ATV DIN 18320 unabhängig von seinem Zustand vor dem Lösen ein eigener Homogenbereich.

### 6.2 Homogenbereiche

Der im Projektbereich anstehende Untergrund kann, ausgehend von den durchgeführten Erkundungen für die relevante Norm ATV DIN 18300 Erdarbeiten in 3 Homogenbereiche gegliedert werden. Jeder Homogenbereich repräsentiert eine Zusammenfassung von Boden- bzw. Felsarten mit weitgehend einheitlichen geotechnischen Eigenschaften. Im Einzelnen beschreiben die Homogenbereiche folgende Boden- bzw. Felsarten:

#### **Homogenbereich B1 - Künstliche Auffüllungen**

Der Homogenbereich B1 umfasst die inhomogenen künstlichen Auffüllungen. Im Bereich der geplanten Erweiterung liegen teilweise Versiegelungen aus Asphalt vor (Bereich B1 und S1). Die künstlichen Auffüllungen liegen überwiegend als Kiese und Sande mit variierendem bindigem Anteil und teils steinigen Anteilen sowie zum Teil als unterschiedlich sandige, steife Schluffe vor. Die Lagerungsdichte der rolligen Böden ist locker bis dicht. An anthropogenen Anteilen wurden vor allem Ziegel-, Sandstein- und zum Teil Granit- und Schlackestücke festgestellt.

### **Homogenbereich B2 – Sande und Toneinschaltungen (Verwitterungshorizont)**

Unterhalb der Auffüllungen folgen bindige bis stark bindige Sande mit überwiegend mitteldichter und im Übergangsbereich zum Sandstein dichter bis sehr dichter Lagerung. Lokal ist mit Lockerzonen innerhalb der Sande und eingeschalteten Tonlagen mit überwiegend steifer Konsistenz zu rechnen. Dieses Schichtpaket bildet den Homogenbereich B2.

### **Homogenbereich X1 – Sandstein mit Tonlagen (Eisensandstein)**

Die Sandsteine mit eingeschalteten Tonlagen des Homogenbereichs X1 weisen eine mit sehr mürb bis mittelhart zu beschreibende Härte auf.

Die in Kapitel 4.6 für die einzelnen Bohrungen angegebenen Schichtgrenzen gelten sinngemäß.

## **6.3 Kennwerte Homogenbereiche**

Für die Homogenbereiche ist von folgenden Eigenschaften und Kennwerten sowie deren ermittelten Bandbreiten auszugehen. Die angegebenen Eigenschaften und Kennwerte beruhen auf Feldversuchen bzw. üblichen Korrelationen, Laborversuchen und zum Teil auf Erfahrungswerten. Der Beschreibung des anstehenden Untergrundes liegen die DIN EN ISO Normen 14688-1, 14688-2 und 14689-1 zugrunde.

**Tabelle 10: Kennwerte Homogenbereiche Lockerboden**

Homogenbereich	B1	B2a	B2b
Ortsübliche Bezeichnung	Künstliche Auffüllungen (Kiese, Sande, Schluffe)	Sande (Verwitterungshorizont)	Tone (Verwitterungshorizont)
Eigenschaften/Kennwerte			
Korngrößenverteilung (Kornkennzahlen)	n. bek.	0 0 10 0...0 1 9 0	n. bek.
Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke	0 ... 40%	0 ... 10 %	0 ... 5 %
Dichte $\rho$	1,7 ... 2,2 t/m <sup>3</sup>	1,8 ... 2,1 t/m <sup>3</sup>	1,7 ... 1,9 t/m <sup>3</sup>
Undrained Scherfestigkeit $c_u$	Sande/Kiese: - Schluffe: 50 ... 100 kN/m <sup>2</sup>	-	50 ... 125 kN/m <sup>2</sup>
Kohäsion	0 kN/m <sup>2</sup>	-	5 ... 10 kN/m <sup>2</sup>

Homogenbereich	B1	B2a	B2b
Ortsübliche Bezeichnung	Künstliche Auffüllungen (Kiese, Sande, Schluffe)	Sande (Verwitterungshorizont)	Tone (Verwitterungshorizont)
Eigenschaften/Kennwerte			
Wassergehalt $w_n$	n. bek.	0 2 8 0 ... 0 3 6 1	n. bek.
Plastizitätszahl $I_p$	Schluffe: n. bek. Sande/Kiese: -	-	n. bek.
Konsistenzzahl $I_c$	Schluffe: 0,75...1,0 Sande/Kiese: -	-	0,75...1,0
Bezogene Lagerungsdichte $I_D$	Schluffe: - Sande/Kiese: 15...85 %	Sande: 15...85 %	-
Organischer Anteil	0 ... 6 %	0 ... 2 %	0 ... 2 %
Abrasivität	nicht bekannt	<i>kaum abrasiv ... abrasiv</i>	<i>nicht abrasiv ... kaum abrasiv</i>
Bodengruppe nach DIN 18196	[SU/ST], [SU*/ST*], [GW], [GU/GT], [GU*/GT*], [TL/UL], [TM/UM], [BL], [BS]	SU/ST, SU*/ST*	TM/UM, TL/UL

**Tabelle 11: Kennwerte Homogenbereiche Fels**

Homogenbereich	X1a
Ortsübliche Bezeichnung	Dogger, Eisensandstein
Eigenschaften/Kennwerte	
Benennung nach DIN EN ISO 14689-1	Sandstein mit Tonlagen
Dichte $\rho$	2,1 ... 2,5 t/m <sup>3</sup>
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689-1	schwach ... vollständig verwittert veränderlich ... stark veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit $q_u$	1 ... 25 MN/m <sup>2</sup>
Trennflächenrichtung	<i>Schichtflächen überwiegend söhlilig</i>
Trennflächenabstand	10 ... 300 mm
Gesteinskörperform	nicht bekannt
Abrasivität	<i>abrasiv (Sandstein) nicht...kaum abrasiv (Tonlagen)</i>

**Legende:**

- für Schicht nicht relevant
- kursiv* Erfahrungswerte auf Grundlage Bodenansprache
- n. bek. Angaben zum Parameter liegen nicht vor
- () untergeordnet vorhanden

**6.4 Charakteristische Bodenkenwerte**

Für erdstatische Berechnungen können dem anstehenden Untergrund folgende charakteristische Bodenkenwerte zugeordnet werden:

**Tabelle 12: Charakteristische Bodenkenwerte**

Schicht	Wichte erdfeucht  $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte unter Auftrieb  $\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungs- winkel  $\phi'_k$ [°]	Kohäsion  $c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul (statisch)  $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
<b>Künstliche Auffüllungen</b> (Sande, Kiese, Schluffe)	18,0 ... 21,0	9,0 ... 12,0	27,5 ... 32,5	0	8 ... 50
<b>Sande mit Toneinschal- tungen</b> <b>(Verwitterungshorizont)</b> (Sande mitteldicht...dicht)	19,0 ... 20,0	11,0 ... 12,0	32,5...35,0	0	30 ... 60
(Tone steif)	19,5	9,5	25,0	5	5 ... 8
<b>Sandstein mit Tonlagen</b> <b>(Eisensandstein)</b> (Sandstein <i>sehr</i> <i>mürbe...mittelhart</i> )	21,0 ... 23,0	11,0 ... 13,0	35,0...40,0	0 ... 40	60 ... 120

**6.5 Geotechnische Kategorie**

Die Baumaßnahme ist auf Grundlage der Ergebnisse der Baugrunderkundungen und der geplanten Ausführung gemäß DIN EN 1997-2 in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen.

## 7 Gründung

### 7.1 Allgemeines

Wie bereits beschrieben sieht das aktuelle Gründungskonzept eine Gründung mittels elastisch gebetteter Bodenplatte für die unterirdischen Bauteile vor.

Gemäß (U11) bis (U13) ist von folgenden Lasten auszugehen:

- Untergeschoss Neubau  $\sigma_{ed, max} = 220 \text{ kN/m}^2$  (im Mittel zw. 100...150 kN/m<sup>2</sup>)
- Kriechgang/Verbindungstunnel  $\sigma_{ed, max} = 100 \text{ kN/m}^2$  (im Mittel zw. 95...100 kN/m<sup>2</sup>)

### 7.2 Baugrundbeurteilung

Nach den durchgeführten Baugrunduntersuchungen wird der Baugrund im Bereich des geplanten Neubaus von folgenden relevanten Bodenschichten gebildet:

- Künstliche Auffüllungen
- Sande und Toneinschaltungen (Verwitterungshorizont)
- Sandstein mit Tonlagen (Eisensandstein)

Die anthropogenen, inhomogenen künstlichen Auffüllungen mit unterschiedlichen bodenfremden Anteilen (Homogenbereich B1) sind nicht ausreichend tragfähig. Prinzipiell sind die Sande des Homogenbereichs B2 als tragfähig zu bezeichnen. Die Tragfähigkeit der Sande des Homogenbereichs B2 wird jedoch durch unregelmäßig eingeschaltete bindige Lagen (Tonlagen/Tonlinsen) oder Lockerzonen zum Teil deutlich reduziert werden. Die Tragfähigkeit der bindigen Einschaltungen ist abhängig von deren Konsistenz. Steife bindige Böden sind als gering/begrenzt tragfähig, sowie stark kompressibel und infolgedessen erhöht setzungsempfindlich zu bezeichnen. Der im Liegenden ab ca. 2,6...3,8 m ( $\cong$  526,5 ... 527,8 mNHN) erbohrte Sandstein ist als gut tragfähig zu bezeichnen.

## 7.3 Gründungsempfehlung

### 7.3.1 Unterkellerte/unterirdische Bauteile

#### (Heizzentrale + Lagerraum Heizmittel + Kriechgang)

Ausgehend von der geplanten Flachgründung mittels lastabtragender Bodenplatte liegt die Gründungssohle der Heizzentrale und des Lagerraums für Heizmittel voraussichtlich durchwegs innerhalb des sehr mürben bis mittelharten Eisensandsteins (Homogenbereich X1). Die Gründungssohle des Kriechgangs liegt nur wenige Dezimeter über der dort erkundeten Sandsteinoberkante (vgl. Bohrung B2). Von der Planung wurde für den Kriechgang bereits eine verdickte Sauberkeitsschicht von 20 cm vorgesehen (U4), wodurch die Gründungssohle ebenfalls innerhalb des Eisensandsteins (Homogenbereich X1) zu erwarten ist

Gegen die geplante Flachgründung mittels lastabtragender Bodenplatte bestehen keine Bedenken. Bei Ausführung einer Flachgründung sind die nachfolgenden Maßnahmen zu beachten:

- Die Gründungssohlen sind innerhalb des anstehenden Festgesteins (Homogenbereich X1) zu erwarten. Die Aushubsohlen sind unmittelbar nach dem Aushub mit einer Betonsauberkeitsschicht zu versehen. Bei lokal eventuell in der Gründungssohle anstehenden Lockerböden sind diese bis auf das anstehende Festgestein (Sandstein) auszutauschen ( $\triangleq$  verdickte Sauberkeitsschicht).
- Durch den im Gründungssohlenbereich überwiegend zu erwartenden Fels, resultiert voraussichtlich keine ebene Aushubsohle.
- Das anstehende Festgestein ist als witterungsempfindlich einzustufen. Vor dem endgültigen Aushub ist daher eine Schutzschicht mit einer Dicke von mindestens 0,3 m zu belassen.
- Die Gründungssohlen sind vor dem Einbau der Betonsauberkeitsschicht durch den Baugrundgutachter abzunehmen.

## 7.4 Statische Bemessungskennwerte (lastabtragende Bodenplatten unterkellerte/unterirdische Bauteile)

Bei der Ausführung der o. g. Maßnahmen besitzt der anstehende Baugrund in Höhe der Gründungssohlen für die unterkellerten Bauteile erfahrungsgemäß einen mittleren Steifemodul in der Größenordnung von 60...120 MN/m<sup>2</sup>.

### Hinweis:

Der Bettungsmodul ist keine Bodenkonstante, sondern von den Fundamentabmessungen /-geometrie und dem Spannungsniveau abhängig. Weiterhin wirken auch Bodenplatten mit unterschiedlicher Gründungstiefe aufeinander ein.

Die Ermittlung der folgenden Bettungsmodule basiert auf Basis der aktuellen Planung mit den aktuell zu erwartenden Lasten und dienen zur Dimensionierung der Bodenplatten. Bei Änderungen der aktuellen Planung bitten wir um Rücksprache.

**Tabelle 13: Bettungsmoduli nach Bauteilen mit rechnerischen Setzungen**

Bauteil	$\sigma_{ed, max}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Rechnerische zu erwartende Setzungen [cm]	Bettungsmodul $k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]
Heizraum + Heizmittel	220	~ 0,5	20
Pufferspeicher	220	~ 0,5	20
Kriechgang	100	< 0,5	25

## 8 Schutz gegen Wasser

### 8.1 Bemessungswasserstand

Grund- bzw. Schichtenwasser wurde auf der Untersuchungsfläche zum Zeitpunkt der Untersuchungen im April 2024 zwischen rd. 7,8 bis 11,7 m unter Gelände ( $\pm$  rd. 518,9 bis 522,8 mNHN) angetroffen. Bei den früheren Untersuchungen wurde Wasser im Bereich des bestehenden Verwaltungsgebäudes deutlich höher bei rd. 526,0 mNHN) angetroffen. Bei dem angetroffenen Wasser handelt es sich, wie bereits in Kapitel 4.7 beschrieben, Stau- und Schichtenwasser.

Angaben zu einem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand (HGW) liegen nicht vor. Bei den vorliegenden Untergrundverhältnissen ist zumindest zeitweise mit Stau- und Schichtenwasser auf gering wasserdurchlässigen Schichten (z.B.: bindigen Böden bzw. bindigen Sanden und Sandstein mit  $k_f$ -Wert  $\ll 10^{-4}$  m/s) zu rechnen. Außerdem kann bei erdeinbindenden Bauteilen Oberflächenwasser in den hinterfüllten Arbeitsraum eindringen und sich dort aufstauen.

Der anstehende Untergrund besitzt durchwegs Wasserdurchlässigkeiten von  $k_f < 10^{-4}$  m/s. Ohne zusätzliche Maßnahmen ist normgerecht der Bemessungswasserstand in Höhe der zukünftigen Geländeoberkante anzusetzen.

Zur Berücksichtigung von zeitweise auftretendem Schichtenwasser sind erdeinbindende Gebäudeteile gemäß Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (bis 3 m Eintauchtiefe unterhalb des Bemessungswasserstandes) bzw. gemäß W2.2-E (bei Eintauchtiefen über 3 m) der DIN 18533-1 abzudichten.

Als Alternative hierzu können die erdeinbindenden Bauteile in WU-Bauweise ausgeführt werden.

### 8.2 Möglichkeit zum Herabsetzen des Bemessungswasserstandes:

Die aktuelle Planung sieht im Osten des Untergeschosses des Neubaus eine Kellerabgangstreppe vor. Im Umfeld der Außentreppe wird das Gelände abgetragen und am Fußpunkt der Treppe im Anschluss an das Bauwerk eine Pflasterfläche mit Gefälle (ca. 2% vom Gebäude weg) hergestellt. Gemäß Aktennotiz zum Jour fixe vom 17.10.2024 (U10) werden durch technische Maßnahmen Wasserzutritte in das Untergeschoss des Neubaus vermieden. Laut (U10) soll hierzu ein von den Fachplanung ) erarbeitetes Konzept

bestehend aus einer Wanne vor der Kellertüre, in welcher anfallendes Wasser gesammelt und kontrolliert über die vorhanden Drain-Ableitung abgeleitet wird, ausgeführt werden.

In den folgenden Planauszügen aus (U6) und (U7) sind die o.g. technischen Maßnahmen dargestellt.

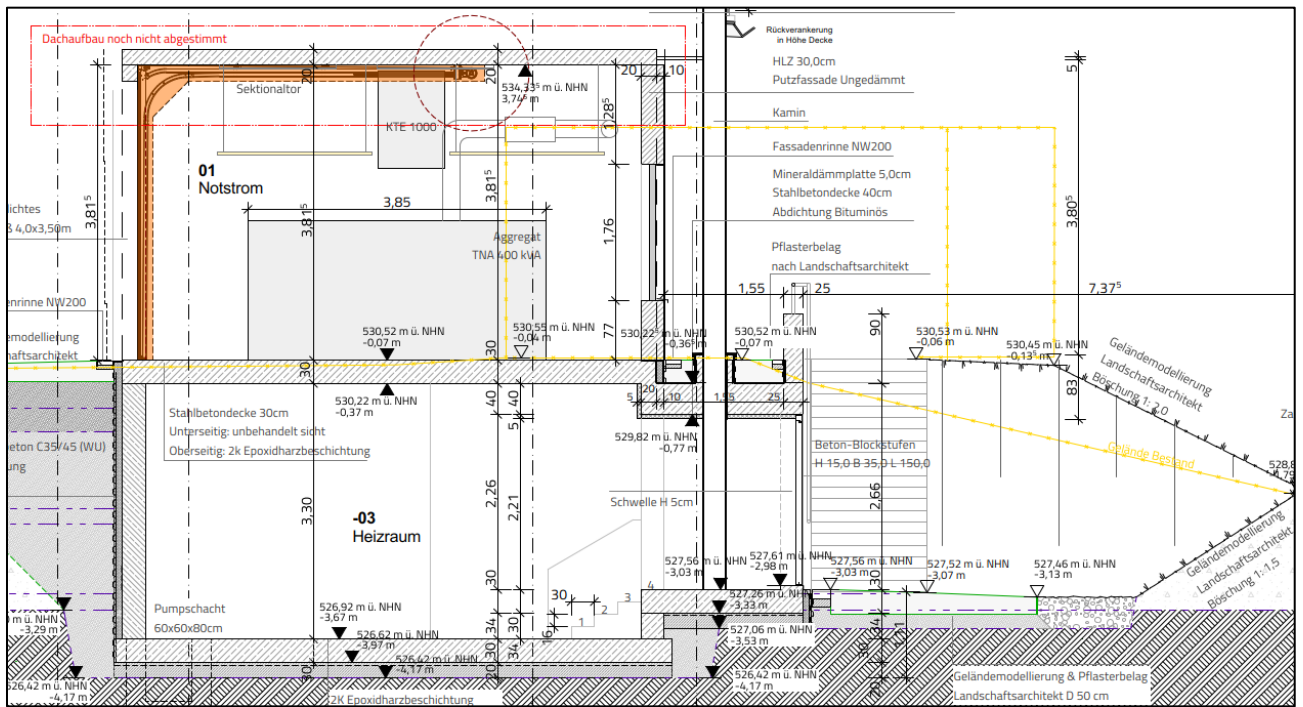


Abbildung 3: Auszug aus (U6)

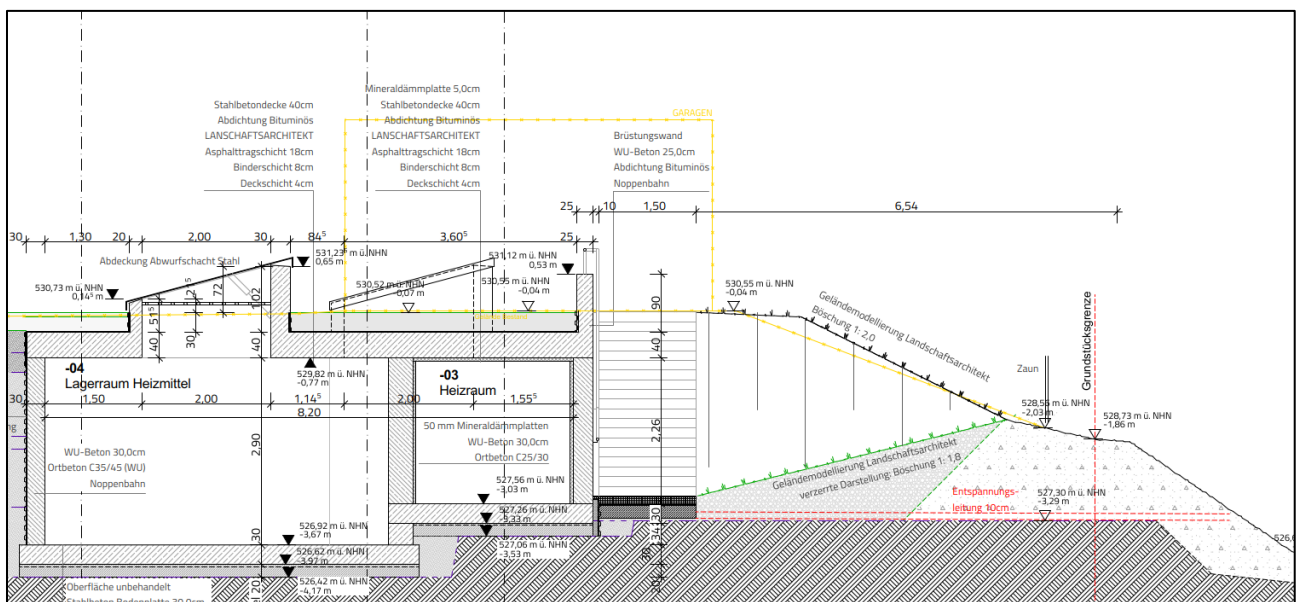


Abbildung 4: Auszug aus (U7)

**Im Vorliegenden Fall bietet sich aufgrund der obigen Planung (U6)+(U7) und dem geplanten Geländeverlauf ein Herabsetzen des Bemessungswasserstandes durch eine ausreichend durchlässige Hinterfüllung der erdeinbindenden Gebäudeteile (Untergeschoss) mit ggf. dem Einbau einer u-förmigen Drainageleitung auf Höhe des Bemessungswasserstandes ( $\triangleq 527,56$  mNHN) mit einem rückstaufreien Auslauf am Geländetiefpunkt (auf Pflasterfläche am Fuß der Außentreppe) an. Der Bemessungswasserstand kann hierdurch auf den an das Bauwerk angrenzenden Geländetiefpunkt herabgesetzt werden ( $\triangleq 527,56$  mNHN bei Pflasterfläche Bereich der Kelleraußentreppe), wenn ein rückstaufreier Auslauf/Ablauf der durchlässigen Bauwerkshinterfüllung gegeben ist (vgl. z.B. geplante Entspannungsleitungen der obigen Abbildung 4).**

Folgende Maßnahmen sind hierbei zu beachten:

- Die Hinterfüllung von erdeinbindenden Bauteilen hat mit durchlässigem Material ( $k_f > 10^{-4}$  m/s) zu erfolgen. Durch einen vollumfänglichen Einbau dieses Materials um die erdeinbindenden Bauteile, kann somit ein Aufstau von Sicker- und ggf. Stauwasser innerhalb dieser Schicht vermieden werden bzw. eine Entwässerung (im Extremfall) erfolgen.
- Das Verfüllmaterial der Arbeitsräume ist in Anlehnung an die DIN 18533 in einer Mindestbreite von 0,5 m am erdeinbindenden Bauwerk mit stark durchlässigen Böden ( $k_f$ -Wert  $> 10^{-4}$  m/s nach DIN 18130-1) herzustellen. Entsprechendes Bodenmaterial fällt im Rahmen der Baumaßnahme nicht an. Weshalb von Liefermaterial auszugehen ist (Sande mit  $k_f > 10^{-4}$  m/s). Es empfiehlt sich die Eignung des Hinterfüllmaterials, sofern keine Nachweise vom Liefermaterial vorliegen, durch eine Beprobung und bodenmechanische Laborversuche zu prüfen.
- Um die Filterstabilität zwischen dem stark durchlässigen Material (Material mit  $k_f > 10^{-4}$  m/s) direkt am Bauwerk und dem weiteren Hinterfüllmaterial zu gewährleisten, sind die Materialien vor dem Einbau durch den Sachverständigen für Geotechnik zu bewerten. Bei den vorliegenden Bedingungen empfiehlt sich die Verwendung von Sand mit  $k_f > 10^{-4}$  m/s direkt an den erdeinbindenden Bauteilen.
- Um den Bemessungswasserstand herabzusetzen, ist zwingend ein dauerhaft rückstaufreier Auslauf von Stau- und Sickerwasser aus der Bauwerkshinterfüllung notwendig (hier Pflasterfläche am Fußpunkt der Kelleraußentreppe mit Ableitung vgl. Abbildung 4).

### **8.3 Sicherung gegen Auftrieb**

Die Unterkante der Bodenplatten des Untergeschosses kommt, bei Einhaltung der Maßnahmen gemäß Kapitel 8.2, bis zu etwa 0,9 m unter dem Bemessungswasserstand zu liegen. Die Gebäudeteile, die bis unterhalb des Bemessungswasserstandes einbinden sind im Bau- und Endzustand bis zum angegebenen Bemessungswasserstand gegen Auftrieb zu sichern.

Im Bauzustand ist zur Gewährleistung der Auftriebssicherheit eine Wasserhaltung vorzuhalten.

Zur Gewährleistung der Auftriebssicherheit im Endzustand, im Speziellen der nicht überbauten Bereiche des Untergeschosses, bieten sich folgende Möglichkeiten an:

- Verstärkung der Bauteildicken (Erhöhung des Gewichtes).
- Anordnung von Bodenplattenüberständen zur Aktivierung einer Erdauflast.

## 9 Bauausführung

### 9.1 Herstellung der Baugrube

Anzulegende Böschungen können bis zu einer Tiefe von 1,25 m senkrecht angelegt werden. Ansonsten beträgt der maximal zulässige Böschungswinkel oberhalb von Grundwasser und lastfreiem Streifen am Böschungskopf von 2 m Breite 45° im Lockerboden und 70° im Sandstein.

Bei der Planung und Ausführung der Bau-/Fundamentgruben sind die Unfallverhütungsvorschriften, die Vorschriften der DIN 4123 und der DIN 4124 sowie die „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben“ (EAB) der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V.“ zu beachten.

Anhand der vorliegenden Platzverhältnisse und der aktuellen Planung wird bei dem im vorhergehenden beschriebenen Gründungskonzept derzeit nicht davon ausgegangen, dass Verbaumaßnahmen oder eine Sicherung des Bestandsgebäudes erforderlich werden.

### 9.2 Wasserhaltung

Bei den aktuellen Baugrunduntersuchungen im April 2024 wurde auf dem Baufeld Wasser zwischen rd. 7,8 bis 11,7 m unter Gelände ( $\cong$  rd. 518,9 bis 522,8 mNHN) angetroffen. Bei einem Schurf im Keller des Bestandsgebäudes wurde 2013 ein deutlich höherer Wasserstand von rd. 526,0 mNHN festgestellt. Wie bereits in Kapitel 4.7 beschrieben, handelt es sich hierbei um Stau- und Schichtenwasser.

Die geplanten Aushubsohlen liegen demnach voraussichtlich über dem zu erwartenden zusammenhängenden Grundwasserspiegel. Jedoch ist vor allem in niederschlagsreichen Zeiten mit Tag- und Stau- und Schichtenwasser über den gering durchlässigen Schichten zu rechnen (z.B. bindige Zwischenlagen oder Sandsteinoberkante). Hierzu ist offene Wasserhaltung, bestehend aus Schachtbrunnen/Pumpensümpfen und Drängräben mit eingelegten Dränrohren zu berücksichtigen.

Für die Planung und Ausführung der Wasserhaltung ist Folgendes zu beachten:

- Für den Betrieb der Wasserhaltung ist vorab eine wasserrechtliche Erlaubnis zu beantragen.
- Vor der Ableitung des Wassers ist dieses über einen Sandfang/ein Absetzbecken zu leiten.

- Es muss eine ausreichende Vorflut (z.B. Kanalisation) für die Ableitung des Wassers vorhanden sein.
- Im Bereich von eventuell frei geböschten Baugruben ist aufgrund der Gefahr von Materialauspülungen im Bedarfsfall zudem der Einbau eines Dränschotterkeils an den Böschungsfüßen (Auflastfilter) aus grobem Schotter vorzusehen, um ein Ausfließen der Böschungen zu verhindern.
- Ein Ausfall der Wasserhaltungsanlage ist zu verhindern. Für die Stromversorgung der Pumpen sind zwei unabhängige Energiequellen (z.B. Anschluss an das öffentliche Netz und Notstromaggregat) vorzusehen. Die Wasserhaltung ist 24 Stunden rund um die Uhr durch geeignete Mess- und Meldesysteme zu überwachen. Alternativ kann im Extremfall eine Flutung des Bauwerks erfolgen.
- Die für die Bauausführung notwendigen Wasserhaltungseinrichtungen sind nach Abschluss der Baumaßnahme rückzubauen.

Die Drängräben sind mindestens 0,5 m unterhalb des geplanten Aushubniveaus zu führen. Die Anordnung der Drängräben mit den eingelegten Dränleitungen hat ringförmig am Baugrubenrand zu erfolgen.

### **9.3 Erdarbeiten**

Die anstehenden Böden sind nahezu durchwegs als witterungsempfindlich einzustufen. Um negative Auswirkungen zu vermeiden, muss während der Erdarbeiten eine „Schutzschicht“ mit einer Mindeststärke von 30 cm auf der endgültigen Aushubsohle belassen werden. Die Aushubsohle ist unmittelbar nach dem Freilegen / Abziehen mit der Betonsauberkeitsschicht abzudecken. Eventuell aufgeweichtes Material ist zu entfernen und durch Beton zu ersetzen. Um das Erdplanum bzw. die Aushubsohlen mit schwerem Gerät befahren zu können, sind ggf. ergänzend zu den vorhandenen Betriebsstraßen Baustraßen anzulegen bzw. es ist ein befahrbares Planum aus verdichtetem Tragschichtmaterial zu schaffen.

Bei dem anstehende Festgestein ist grundsätzlich das Lösen mittels Bagger möglich. Hieraus resultiert jedoch eine unebene Aushubsohle. Bereichsweise (v.a. bei Fels mit mittelharter Festigkeit) bietet sich die Verwendung einer Felsfräse (Anbaufräse) an.

## 10 Versickerung

*Vorbemerkung:*

*Zur Prüfung ob potenziell eine dezentrale Versickerung von anfallendem Stau- und Schichtenwasser aus dem geplanten Neubau möglich ist, sollten auftragsgemäß zwei Bohrungen (Bohrungen B5 und B6) mit der Ausführung von Bohrlochsickerversuchen erfolgen.*

### 10.1 Anforderungen / Untergrundverhältnisse

Zur Beurteilung des Untergrunds für die Versickerung von Niederschlagswasser ist das DWA-Arbeitsblatt A 138 heranzuziehen. Maßgebend für eine mögliche Versickerung von Niederschlagswasser sind die Durchlässigkeit des Untergrundes und die Mächtigkeit der durchlässigen Schicht (Mächtigkeit des Sickerraums). Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt etwa in einem  $k_f$ -Wert-Bereich von  $1 \cdot 10^{-3}$  bis  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s. Die Mächtigkeit des Sickerraums sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, grundsätzlich mindestens 1 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Die zum Zeitpunkt der Untersuchungen im April 2024 zwischen 7,8 m und 11,7 m unter Gelände ( $\cong$  rd. 518,9...522,8 mNHN) festgestellten Wasserstände, sind wie in Kapitel 4.7 beschrieben auf Stau-/Schichtenwasser zurückzuführen. Deutlich höhere Stau- und Schichtwasserstände sind zumindest temporär nicht auszuschließen (Wasserstand in Schurf des Untergeschosses des Verwaltungsgebäudes bei ca. 526,0 mNHN).

Angaben zu dem für Versickerungsanlagen maßgebenden mittleren Höchststand des Grundwassers (MHGW) bzw. eine langjährige Aufzeichnung von Grundwassermessständen im Bereich der Untersuchungsfläche liegen nicht vor.

Der mittlere Höchststand des Grundwasserspiegels (MHGW) im Bereich der Bohrungen B5 und B6 wird anhand der vorliegenden Informationen bei rd. 524,0 mNHN abgeschätzt. Bei den aktuellen Untersuchungen wurde zudem Stau-/Schichtenwasser festgestellt. Bei möglichen Versickerungsanlagen sind die angetroffenen Stau-/Schichtenwasserstände als relevante Wasserstände zu berücksichtigen.

## 10.2 Folgerungen

Bei den Versickerungsversuchen (Bereich Bohrungen B5 und B6) wurde kein Wasser bis rd. 5 m unter Gelände ( $\approx$ rd. 523,7...522,7 mHNN) angetroffen. Der maßgebende Grundwasserstand in diesen Bereichen wird nicht unter 524,0 mHNN angenommen. Ausgehend von einer Versickerung mittels Rigolen, kann der Abstand zum maßgebenden Grundwasserstand voraussichtlich noch eingehalten werden.

Hinsichtlich der vorhandenen Bodenhorizonte sind die vorhandenen künstlichen Auffüllungen als schadstoffhaltig anzusehen, von einer Versickerung durch bzw. innerhalb der künstlichen Auffüllungen wird deshalb abgeraten (siehe hierzu auch orientierende abfallrechtliche Untersuchungen). Aufgrund des bereits vergleichsweise oberflächennah anstehenden Sandsteins sind eventuelle Versickerungsanlagen innerhalb des Sandsteins mit Tonlagen (Homogenbereich X1) zu erwarten. Der Homogenbereich B2 liegt hier unter Berücksichtigung der bautechnisch erforderlichen Einbindetiefe voraussichtlich nicht in ausreichender Mächtigkeit (Mindestmächtigkeit des Sickerraums > 1,0 m) vor.

Im vorliegenden Fall wurden zur Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte zwei Sickerversuch im Bohrloch durchgeführt (Bohrungen B5 und B6). Für den Sandstein wurden Durchlässigkeiten von  $1,8 \times 10^{-6}$  bis  $2,3 \times 10^{-6}$  m/s abgeleitet. Die ermittelten Durchlässigkeiten liegen im Grenzbereich der Anforderungen gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A138 (geforderte Durchlässigkeiten  $\geq 1 \times 10^{-6}$  m/s).

Die ermittelten Durchlässigkeiten sind erfahrungsgemäß tendenziell als zu hoch anzusehen für den anstehenden Sandstein. Eine Abschätzung der Durchlässigkeiten anhand einer Auswertung der durchgeführten Sieblinien der bindigen Sande des Verwitterungshorizontes (entfestigter Sandstein) ergab Durchlässigkeiten in der Größenordnung von  $1...4 \times 10^{-7}$  m/s. Die ermittelten höheren Durchlässigkeiten bei den Bohrlochsickerversuchen sind auf die Klüfte im Sandstein zurückzuführen. Die innerhalb des Sandsteins unregelmäßig eingeschalteten Tonlagen sind hingegen als sehr schwach durchlässig ( $k_f$ -Wert  $< 10^{-8}$  m/s) einzustufen. Für den „inhomogenen“ Eisensandstein mit unregelmäßig eingeschalteten Tonlagen/Flözen und variierender Klüftung ist eine Gesamtdurchlässigkeit dieses Schichtpaktes von  $< 1 \times 10^{-6}$  m/s anzunehmen.

Bei zu geringen Durchlässigkeiten stauen die Versickerungsanlagen lange ein. Gemäß DWA-A 138 können dann anaerobe Verhältnisse in der ungesättigten Zone auftreten, die das Rückhaltevermögen ungünstig beeinflussen.

**Zusammengefasst ergibt sich, dass der natürlich anstehende Untergrund im Bereich der ausgeführten Bohrungen die Anforderungen gemäß Arbeitsblatt DWA-A138 grundsätzlich nicht einhält.**

**Bei den vorliegenden Untergrundverhältnissen, mit dem potenziellen Stau- und Schichtenwasser sowie der überwiegend geringen Durchlässigkeit des für die Versickerung relevanten Untergrundes wird von einer Versickerung im untersuchten Bereich abgeraten.**

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.