

BAUGRUND  
GRUNDBAU  
UMWELTGEOTECHNIK  
SPEZIALTIEFBAU  
HYDROGEOLOGIE

## GEOTECHNISCHER BERICHT

Projekt-Nr. 1501.25

10.02.2026

**Bauvorhaben:** Wehringen  
Großbatteriespeicher

**Auftraggeber:** Aura Power Germany GmbH  
Friedrichstraße 15  
70174 Stuttgart

## INHALTSVERZEICHNIS

1	Allgemeines.....	4
1.1	Vorgang und Veranlassung .....	4
1.2	Planung und Bestand .....	4
2	Verwendete Unterlagen.....	4
3	Feld- und Laboruntersuchungen.....	5
4	Ergebnisse der Untersuchungen und Baugrundbeurteilung.....	7
4.1	Allgemeiner geologischer Überblick.....	7
4.2	Schichtenfolge.....	8
4.2.1	Schicht 1: Oberboden.....	8
4.2.2	Schicht 2: Löß-/Lößlehm .....	10
4.2.3	Schicht 3: Quartäre Kiese und Sande.....	12
4.3	Baugrundbeurteilung und Klassifizierung der anstehenden Böden.....	14
4.3.1	Schicht 1: Oberboden.....	14
4.3.2	Schicht 2: Löß-/Lößlehm .....	15
4.3.3	Schicht 3: Quartäre Kiese und Sande.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
4.4	Homogenbereiche .....	17
5	Bodenkenngößen und Erdbebenwirkung.....	17
5.1	Bodenrechenwerte .....	17
5.2	Erdbebenwirkung .....	18
6	Hydrogeologische Verhältnisse .....	18
7	Bautechnische Folgerungen .....	19
7.1	Gründung .....	19
7.2	Baugrube.....	22
8	Hinweis zur Planung und Ausführung.....	23
8.1	Allgemeine Hinweise .....	23
8.2	Erdbau .....	23
8.3	Baugrundabnahme.....	24
8.4	Wiederverwendbarkeit.....	24
8.5	Chemische Analytik des Bodens mit Bewertung.....	25
8.6	Frostsicherheit.....	26
8.7	Beweissicherung .....	26
8.8	Sicherheitsmaßnahmen.....	26
8.9	Hinterfüllung.....	26
8.10	Versickerung von Oberflächenwasser, Niederschlagswasser.....	27
9	Schlussbemerkungen.....	28

## ANLAGEN

- Anlage 1: Lagepläne
- Anlage 2: Geotechnischer Profillängsschnitt
- Anlage 3: Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse
- Anlage 4: Rammdiagramme
- Anlage 5: Bodenmechanische Laborversuche
- Anlage 6: Chemische Laborversuche
- Anlage 7: Kampfmittelfreimessung der Aufschlusspunkte

## TABELLENVERZEICHNIS

- Tabelle 1: Durchgeführte Kleinrammbohrungen
- Tabelle 2: Durchgeführte schwere Rammsondierungen (DPH)
- Tabelle 3: Erkundeter Oberboden im Untersuchungsbereich
- Tabelle 4: Zuordnung der chemischen Analytik nach EPP, Feststoff – Schicht 1
- Tabelle 5: Mächtigkeit und Tiefenlage des Löß-/Lößlehm
- Tabelle 6: Sieb- und Schlämmanalyse des Löß-/Lößlehm
- Tabelle 7: Durchlässigkeit des Löß-/Lößlehm
- Tabelle 8: Zustandsgrenzen des Löß-/Lößlehm
- Tabelle 9: Glühverluste des Löß-/Lößlehm
- Tabelle 10: Zuordnung der chemischen Analytik nach EPP, Feststoff – Schicht 2
- Tabelle 11: Mächtigkeit und Tiefenlage der Quartären Kiese und Sande
- Tabelle 12: Sieb-/Sieb- und Schlämmanalysen der Quartären Kiese und Sande
- Tabelle 13: Durchlässigkeit der Quartären Kiese und Sande
- Tabelle 14: Zustandsgrenzen der Quartären Kiese und Sande
- Tabelle 15: Tabellarische Zusammenfassung der geotechnischen Eigenschaften Schicht 1
- Tabelle 16: Tabellarische Zusammenfassung der geotechnischen Eigenschaften Schicht 2
- Tabelle 17: Tabellarische Zusammenfassung der geotechnischen Eigenschaften Schicht 3
- Tabelle 18: Bodenkenngrößen (Rechenwerte)

## **1 Allgemeines**

### **1.1 Vorgang und Veranlassung**

Die Aura Power Germany GmbH plant auf den Grundstücken mit der Fl.-Nr. 818, 850 und 851 in der Gemeinde Wehringen den Neubau einer Großbatteriespeicheranlage. Unsere Geotechnikum Ingenieurgesellschaft mbH wurde auf Grundlage unseres Angebotes Nr. A2287.25 vom 17.11.2025 beauftragt eine Baugrunduntersuchung für die geplante Maßnahmen durchzuführen und in einem geotechnischen Bericht zu den Untergrundverhältnissen und zur hydrogeologischen Situation Stellung zu nehmen. Bestandteil der Untersuchungen ist auch, die erkundeten Böden auf chemische Verunreinigungen zu überprüfen.

Zur Untersuchung der Untergrundverhältnisse wurden Kleinrammbohrungen (RKS) und schwere Rammsondierungen (DPH) durchgeführt. Im vorliegenden geotechnischen Bericht werden die Erkundungsergebnisse dargestellt, beschrieben und beurteilt.

### **1.2 Planung und Bestand**

Auf den Grundstücken im Untersuchungsgebiet ist die Errichtung einer Großbatteriespeicheranlage geplant. Nähere Angaben zu den geplanten Bauwerken, insbesondere zu Höhenkoten liegen uns aktuell noch nicht vor. Aufgrund unserer Erfahrung mit vergleichbaren Bauvorhaben gehen wir von oberflächennahen Gründungen mittels Einzel- und Streifenfundamenten aus.

Derzeit ist das Grundstück unbebaut und landwirtschaftlich genutzt. Nach den Ansatzpunkten der Aufschlüsse beträgt der Höhenunterschied innerhalb der Flächen ca. 1,4 Meter.

Das Baugebiet liegt östlich von Wehringen und westlich von Oberottmarshausen. Im Osten befindet sich das bestehende Umspannwerk. Im Norden, Süden sowie Westen befinden sich weitere landwirtschaftlich genutzte Flächen.

## **2 Verwendete Unterlagen**

Für die Erstellung dieses Berichtes standen folgende Unterlagen / Angaben zur Verfügung:

- [U1] Spartenpläne aus dem Baubereich (Strom, Telekom), vom 04.12.2025
- [U2] Lageplan: Bebauungsplan Nr. 28 und Örtliche Bauvorschriften „Großbatteriespeicher Aura Power“; (1:2500), übermittelt von Aura Power; 26.06.2025
- [U3] Geologische Karte von Bayern im Maßstab 1:500.000, herausgegeben vom Bayrischen Geologischen Landesamt, München 1996
- [U4] Umweltatlas Bayern ([www.umweltatlas.bayern.de](http://www.umweltatlas.bayern.de)), Bayerisches Landesamt für Umwelt

- [U5] Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen – Eckpunktepapier, Bayrisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und der Bayrische Industrieverband Steine und Erden e.V., vom 21.06.2001
- [U6] Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung-ErsatzbaustoffV), 09.09.2021
- [U7] Gewässerkundlicher Dienst, Bayerisches Landesamt für Umwelt ([www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de)); Grundwassermessstelle WEHRINGEN-OST 580 und WEHRINGEN Q“

### 3 Feld- und Laboruntersuchungen

Zur Erkundung des Untergrundes wurden in der Zeit vom 17.12.2025 bis 14.01.2026 folgende Untersuchungen durchgeführt:

#### a) Kleinrammbohrungen

Art: Kleinrammbohrungen nach DIN EN 22475-1,  $\varnothing$  50 - 80 mm  
Anzahl: 9 Stück

Tabelle 1: Durchgeführte Kleinrammbohrungen

Aufschluss	Ausführung	Höhe Gelände [m NHN]	Tiefe [m]	Bemerkung
RKS1	17.12.2025	533,81	4,5	
RKS2	17.12.2025	534,01	3,5	Kein Bohrfortschritt mehr möglich
RKS3	17.12.2025	533,60	3,1	Kein Bohrfortschritt mehr möglich
RKS4	17.12.2025	533,32	3,2	Kein Bohrfortschritt mehr möglich
RKS5	17.12.2025	533,61	3,2	Kein Bohrfortschritt mehr möglich
RKS6	17.12.2025	533,15	3,4	
RKS7	17.12.2025	532,72	2,7	Kein Bohrfortschritt mehr möglich
RKS8	17.12.2025	533,41	3,6	
RKS9	18.12.2025	533,88	4,5	

Bohrprofile und  
Schichtenverzeichnisse: siehe Anlage 3  
Ansatzpunkte: siehe Anlage 1.2

Das mit Hilfe der Kleinrammbohrungen gewonnene Bohrgut wurde im Feld nach DIN EN 14688-1 (bzw. DIN 4022) angesprochen. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bodenansprache wurden insgesamt 45 (42 x 1L Eimer, 3 x 5L Eimer) Baugrundproben entnommen.

## b) schwere Rammsondierungen

Art: Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde gemäß  
DIN EN ISO 22476-2  
Anzahl: 3 Stück

Tabelle 2: Durchgeführte schwere Rammsondierungen (DPH)

Aufschluss	Ausführung	Höhe Gelände [m NHN]	Tiefe [m]	Bemerkung
DPH1	18.12.2025	533,96	3,2	
DPH2	18.12.2025	533,47	3,6	
DPH3	18.12.2025	532,56	4,5	

Rammdiagramme: siehe Anlage 4  
Ansatzpunkte: siehe Anlage 1.2

## c) Durchgeführte Laboruntersuchungen

Es wurden insgesamt 45 Bodenproben entnommen, an denen nachfolgende bodenmechanische und chemische Laboruntersuchungen durchgeführt wurden:

Durchgeführte Versuche	Anzahl
<u>Bodenmechanische Laborversuche</u>	
Bodenansprache nach DIN EN ISO 14688-1:	45
Siebanalyse (Nasssiebung) nach DIN EN ISO 17892-4:	2
Siebanalyse (Siebung und Sedimentation) nach DIN EN ISO 17892-4:	2
Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12:	2
Durchlässigkeiten nach BEYER / SEILER:	4
Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18128:	2
Bodenmechanische Labor Versuchsergebnisse:	siehe Anlage 5
<u>Chemische Laborversuche</u>	
PAK (Feinfraktion, Feststoff)	4
Kohlenwasserstoffe MKW (Feinfraktion, Feststoff)	4
Schwermetalle SM 8 (Feinfraktion, Feststoff)	4
Beton- und Stahlaggressivität Boden, DIN 4030/DIN 50929	1
Chemische Labor Versuchsergebnisse	siehe Anlage 6

#### **d) Einmessen der Untersuchungspunkte**

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden höhenmäßig durch uns eingemessen. Bei der Vermessung wurde ein System zur GNSS-basierten Positionsbestimmung genutzt.

#### **e) Kampfmittelfreimessung**

Sämtliche Aufschlusspunkte wurden durch die Fa. UPIS mittels Geomagnetiksonde auf Kampfmittelfreiheit überprüft und freigegeben. Siehe Anlage 7.

### **4 Ergebnisse der Untersuchungen und Baugrundbeurteilung**

#### **4.1 Allgemeiner geologischer Überblick**

Das Bauvorhaben liegt östlich von Wehringen und westlich von Oberottmarshausen. Nach der geologischen Karte von Bayern [U3, U4] stehen im Untersuchungsgebiet Quartäre Kiese an, welche von pleistozänen Lössablagerungen überlagert werden. Unter den fluviatilen Ablagerungen des Quartärs stehen bis in größere Tiefe die Böden der Oberen Süßwassermolasse (OSM) an, die auch als Flinz bezeichnet werden.

Die äolischen Ablagerungen, ein durch Windverfrachtung gebildetes klastisches Sediment, des Löss setzen sich aus feinem, hauptsächlich aus Quarzstaub, Glimmer und je nach Einzugsgebiet aus Kalk-Bruchstücken zusammen. Des Weiteren kann Löss Feinsand enthalten. Tonige Beimengungen können eine Verfestigung bewirken. Das durch Windverfrachtung gebildete Sediment ist gewöhnlich ungeschichtet, unverfestigt und sehr porös. Durch stärkerer Durchfeuchtung oder Wassersättigung kann es zu einem Zusammenbruchs des Korngefüges und damit verbundenen raschen Volumenverminderung kommen.

Die Quartären Kiese und Sande bestehen überwiegend aus korngerundeten Kiesen und Sanden. Diese Quartärschotter setzen sich meist aus Kalkstein und Dolomitstein zusammen und daneben auch aus Schluff- und Sandsteinen sowie Kristallingerölle. Aufgrund ihrer Ablagerung im fließenden Wasser sind die Kiese erfahrungsgemäß etwa horizontal und teilweise auch kreuzgeschichtet, wobei Sand-, Feinkorn- oder Rollkieslagen bzw. -linsen zwischengeschaltet sein können. Die Anteile der Kornfraktionen innerhalb der Quartären Kiese sind Schwankungen unterzogen und es ist sowohl mit scharfen Schichtgrenzen als auch mit Schichtübergängen und dem Auskeilen von Bodenschichten zu rechnen. Die Bodenschichtung kann dabei horizontal oder vertikal sein. Auch sind Einlagerungen in den Kiesen in Form von humosen Kiesen und Torflagen bekannt. Zudem können auch Verfestigungen zu Nagelfluh mit unregelmäßiger Verteilung, Häufigkeit, Ausdehnung und Festigkeit vorkommen.

Innerhalb der Tertiären Böden sind etwa horizontal verlaufende häufig wechselnde Schichtfolgen von Sand-, Ton-, Schluff- und in geringerem Umfang auch Kies bekannt. Stärker als im Quartärschotter sind die Anteile der Kornfraktionen starken Schwankungen unterzogen und es ist sowohl mit scharfen Schichtgrenzen als auch mit Schichtübergängen und dem Auskeilen von Bodenschichten zu rechnen. Es sind Reliefunterschiede der Tertiäroberfläche von mehreren Metern innerhalb weniger Meter Horizontaldistanz bekannt und es können Rinnen, Mulden, Erhebungen oder überdeckte alte Terrassenstufen angetroffen werden. Die tertiären Sedimente weisen örtlich diagenetische Verfestigungen auf, können aber im oberen Bereich auch entfestigt bzw. umgelagert und aufgelockert sein.

Die vorgenannte Schichtenfolge wurde mit den durchgeführten Baugrundaufschlüssen dahingehend bestätigt, dass unterhalb der Lößablagerungen die Quartären Kiese und Sande aufgeschlossen wurden. Die Tertiären Schichten wurden mit den Aufschlüssen nicht erreicht. Wir erwarten aufgrund aus Erfahrungen den Schichtübergang zu den tertiären Böden in ca. > 15 m unter Ansatzpunkt. Nachfolgend werden die bei der Baugrunderkundung angetroffenen Böden ihren bautechnischen Eigenschaften entsprechend zusammengefasst, beschrieben und beurteilt.

## 4.2 Schichtenfolge

Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen kann der lithologische Aufbau des Untergrundes im Untersuchungsgebiet wie folgt vereinfacht dargestellt werden:

- Schicht (1): Oberboden
- Schicht (2): Löß-/Lößlehm
- Schicht (3): Quartäre Kiese und Sande

### 4.2.1 Schicht 1: Oberboden

In allen Kleinrammbohrungen wurde eine Oberbodenschicht bis ca. 0,4 m unter Ansatz erkundet. Tabelle 2 ist eine Übersicht der Mächtigkeit des in den Bohraufschlüssen erkundeten Oberbodens im Untersuchungsbereich zu entnehmen.

Tabelle 2: Erkundeter Oberboden im Untersuchungsbereich

Aufschluss	OK Oberboden ca. [m]	OK Oberboden ca. [m NHN]	UK Oberboden unter Ansatz ca. [m]	UK Oberboden ca. [m NHN]	Mächtigkeit ca. [m]
RKS1	0,0	533,81	0,4	533,4	0,4
RKS2	0,0	534,01	0,4	533,6	0,4
RKS3	0,0	533,60	0,4	533,2	0,4
RKS4	0,0	533,32	0,4	532,9	0,4
RKS5	0,0	533,61	0,4	533,2	0,4

Aufschluss	OK Oberboden ca. [m]	OK Oberboden ca. [m NHN]	UK Oberboden unter Ansatz ca. [m]	UK Oberboden ca. [m NHN]	Mächtigkeit ca. [m]
RKS6	0,0	533,15	0,3	532,8	0,3
RKS7	0,0	532,72	0,3	532,4	0,3
RKS8	0,0	533,41	0,3	533,1	0,3
RKS9	0,0	533,88	0,3	533,6	0,3

Bei dem festgestellten Oberboden handelt es sich meist um bindige Böden mit organischen Nebenbestandteilen (durchwurzelte obere Bodenzone). Die Konsistenz des Oberbodens ist als steif zu beurteilen. Nähere Einzelheiten zum Oberboden können den Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen in Anlage 3 und den chemischen Analyseergebnissen in Anlage 6 entnommen werden.

Die sondiertechnische Überprüfung der Schicht 1 mit der schweren Rammsonde lässt auf weiche Konsistenzen schließen und unterscheidet sich somit von den im Feld angesprochenen steifen Konsistenzen.

In einer orientierenden Untersuchung wurden zwei Bodenproben auf die Bestandteile Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Schwermetalle im Feststoff überprüft und die Ergebnisse nach EPP [U5] ausgewertet. Eluatuntersuchungen zu Prüfwertüberschreitungen nach aktueller Bundesbodenschutzverordnung im 2:1 Eluat (gemäß Mantelverordnung vom 09.07.2021) [U6] wurden bisher nicht ausgeführt. Die Laborversuchsprotokolle mit Auflistung der Einzelparameter können der Anlage 6 entnommen werden.

Tabelle 4: Zuordnung der chemischen Analytik nach EPP, Feststoff - Schicht 1

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Maßgebliche Parameter	Konzentration maßgeblicher Parameter [mg / kg TS]	Einstufung nach EPP [U4]
RKS2, GP1	0,0 - 0,4	-	-	Z0
RKS6, GP1	0,0 - 0,3	-	-	Z0

In einer orientierenden Untersuchung wurde eine Probe der Schicht 1 auf Beton- und Stahlaggressivität analysiert. Gemäß DIN 4030-01 ist der Boden als „nicht betonangreifend“ (<XA1) und die Korrosionsbelastung ist nach DIN 50929-03 als „niedrig“ (Bodenklasse Ib) in Bezug auf unlegierten Stahl einzustufen. Die chemischen Versuchsergebnisse sind in Anlage 6 angefügt.

#### 4.2.2 Schicht 2: Löß-/Lößlehm

In allen Aufschlüssen wurde unter dem Oberboden bis in Tiefen von bis zu 2,4 m unter Ansatzpunkt Lößböden angetroffen. In der nachfolgenden Tabelle ist eine Übersicht über die Ober- und Unterkanten sowie die Schichtmächtigkeiten der angetroffenen Lößböden dargestellt.

Tabelle 5: Mächtigkeit und Tiefenlage des Löß-/Lößlehm

Aufschluss	OK Löß unter Ansatz ca. [m]	OK Löß unter Ansatz ca. [m NHN]	UK Löß unter Ansatz ca. [m]	UK Löß unter Ansatz ca. [m NHN]	Mächtigkeit ca. [m]
RKS1	0,4	533,4	2,4	531,4	2,0
RKS2	0,4	533,6	1,9	532,1	1,5
RKS3	0,4	533,2	2,0	531,6	1,6
RKS4	0,4	532,9	1,7	531,6	1,3
RKS5	0,4	533,2	2,1	531,5	1,7
RKS6	0,3	532,8	1,3	531,8	1,0
RKS7	0,3	532,4	1,1	531,6	0,8
RKS8	0,3	533,1	1,6	531,8	1,3
RKS9	0,3	533,6	1,8	532,1	1,5

Der Lößboden besteht in den Aufschlüssen aus sandigen bis stark sandigen, schwach tonigen bis tonigen Schluffen. Die Konsistenz der bindigen Böden ist nach den Feldansprachen als weich – steif bis steif anzusprechen. Nähere Einzelheiten zu den Lößablagerungen können den Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen in Anlage 3, den bodenmechanischen Laborergebnissen in Anlage 5 und den chemischen Laborergebnissen in Anlage 6 entnommen werden.

Das Ergebnis der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 an einer Probe aus der Schicht 2 kann der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 6: Sieb- und Schlämmanalyse des Löß-/Lößlehm

<b>Schicht 2: Löß-/Lößlehm</b>					
Untersuchungsergebnisse an ausgewählten Stichproben, die jedoch nicht die volle Schwankungsbreite aller anstehenden Böden dieser Bodenschicht erfassen.					
Probe	Tiefe m u. GOK	Feinstkornanteil Ø < 0,002 mm [Gew.-%]	Feinkornanteil Ø > 0,002 mm Ø < 0,063 mm [Gew.-%]	Sandkornanteil Ø > 0,063 mm Ø < 2 mm [Gew.-%]	Kieskornanteil Ø > 2 mm [Gew.-%]
RKS1, GP2	0,4 – 1,6	7,4	89,9	2,7	0,0

Die Lößablagerungen in der vorliegenden Zusammensetzung sind nach DIN EN ISO 17892-11/ DIN 18130 überwiegend als schwach durchlässig einzustufen. Die Wasserdurchlässigkeit der Lößablagerungen ist entsprechend den Ablagerungsvorgängen in waagerechter Richtung

erfahrungsgemäß größer als in lotrechter. Für eine genaue Bestimmung der Durchlässigkeiten sind im Einzelfall in-situ Versuche durchzuführen. Anhand der Korngrößenverteilung wurde die Durchlässigkeit der Schicht 2 nach BEYER näherungsweise bestimmt und die Ergebnisse in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 7: Durchlässigkeit des Löß-/Lößlehm

<b>Schicht 2: Löß-/Lößlehm</b>		
Untersuchungsergebnisse an ausgewählten Stichproben, die jedoch nicht die volle Schwankungsbreite aller anstehenden Böden dieser Bodenschicht erfassen.		
Probe	Tiefe m u. GOK	Durchlässigkeit ca. k [m/s]
RKS1, GP2	0,4 – 1,6	$3,2 \times 10^{-8}$

Tabelle 8 können die im Labor nach DIN EN ISO 17892-12 ermittelten Zustandsgrenzen für eine untersuchte Bodenprobe der Schicht 2 entnommen werden.

Tabelle 8: Zustandsgrenzen des Löß-/Lößlehm

Bohrung	Tiefe m u. GOK	$W_p$ [%]	$W_l$ [%]	$I_c$ [-]	Konsistenz DIN 18122	Bodengruppe DIN 18196
RKS1, GP2	0,4 – 1,6	18,08	49,86	0,66	weich	TA/TM

Tabelle 9 können die im Labor ermittelten Glühverluste für zwei Proben der Schicht 2 entnommen werden.

Tabelle 9: Glühverluste des Löß-/Lößlehm

<b>Schicht 2: Löß-/Lößlehm</b>		
Untersuchungsergebnisse an ausgewählten Stichproben, die jedoch nicht die volle Schwankungsbreite aller anstehenden Böden dieser Bodenschicht erfassen.		
Probe	Tiefe m u. GOK	$V_{gl}$ [%]
RKS1, GP2	0,4 – 1,6	3,19
RKS5, GP2	0,4 – 0,6	3,95

Gemäß des Glühverlusts sind die untersuchten Proben der Lössablagerungen nach DIN EN ISO 14688-1 als schwach organisch einzustufen.

Die sondiertechnische Überprüfung der Lößablagerungen mit der schweren Rammsonde deutet auf eine weich bis steife Konsistenz der anstehenden Böden hin und bestätigt somit die Feldansprache an den frischen Proben.

In einer orientierenden Untersuchung wurden zwei Bodenprobe auf die Bestandteile Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Schwermetalle im Feststoff überprüft und die Ergebnisse nach EPP [U5] ausgewertet.

Eluatuntersuchungen zu Prüfwertüberschreitungen nach aktueller Bundesbodenschutzverordnung im 2:1 Eluat (gemäß Mantelverordnung vom 09.07.2021) [U6] wurden bisher nicht ausgeführt. Die Laborversuchsprotokolle mit Auflistung der Einzelparameter können der Anlage 6 entnommen werden.

Tabelle 10: Zuordnung der chemischen Analytik nach EPP, Feststoff - Schicht 2

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Maßgebliche Parameter	Konzentration maßgeblicher Parameter [mg / kg TS]	Einstufung nach EPP [U4]
RKS4, GP2	0,4 - 1,7	-	-	Z0
RKS8, GP2	0,3 – 0,7	-	-	Z0

#### 4.2.3 Schicht 3: Quartäre Kiese und Sande

Die Quartären Kiese und Sande wurden in allen Aufschlüssen unterhalb der Lößablagerungen (Schicht 2) angetroffen. In der nachfolgenden Tabelle ist eine Übersicht über die Ober- und Unterkanten sowie die Schichtmächtigkeiten der angetroffenen Quartären Kiese und Sande dargestellt.

Tabelle 11: Mächtigkeit und Tiefenlage der Quartären Kiese und Sande

Aufschluss	OK Quartäre Kiese und Sande unter Ansatz ca. [m]	OK Quartäre Kiese und Sande unter Ansatz ca. [m NHN]	UK Quartäre Kiese und Sande unter Ansatz ca. [m]	UK Quartäre Kiese und Sande unter Ansatz ca. [m NHN]	Mächtigkeit ca. [m]
RKS1	2,4	531,4	>4,5*	<529,3*	>2,1*
RKS2	1,9	532,1	>3,5*	<530,5*	>1,6*
RKS3	2,0	531,6	>3,1*	<530,5*	>1,1*
RKS4	1,7	531,6	>3,2*	<530,1*	>1,5*
RKS5	2,1	531,5	>3,2*	<530,4*	>1,1*
RKS6	1,3	531,8	>3,4*	<529,7*	>2,1*
RKS7	1,1	531,6	>2,7*	<530,0*	>1,6*
RKS8	1,6	531,8	>3,6*	<529,8*	>2,0*
RKS9	1,8	532,1	>4,5*	<529,4*	>2,7*

\*Unterkante nicht erreicht

Die Quartären Kiese und Sande wurden überwiegend als sandige und schwach schluffige bis schluffige Kiese angesprochen. Unterhalb der Lößablagerungen wurde mit stärker verlehmt Kiese ein Übergangszone zu den geringer verlehmt Kiesen und Sanden festgestellt. Innerhalb dieser Übergangszone wurden die Quartärkiese als sandige bis stark sandige und schluffige bis stark schluffige Kiese angesprochen. Nähere Einzelheiten zu den Quartären Kiesen und Sanden können

den Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen in Anlage 3 und den bodenmechanischen Laborergebnissen in Anlage 5 entnommen werden.

Das Ergebnis der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 an drei Proben aus der Schicht 3 kann der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 12: Sieb-/Sieb- und Schlämmanalysen der Quartären Kiese und Sande

<b>Schicht 3: Quartären Kiese und Sande</b>					
Untersuchungsergebnisse an ausgewählten Stichproben, die jedoch nicht die volle Schwankungsbreite aller anstehenden Böden dieser Bodenschicht erfassen.					
Probe	Tiefe m u. GOK	Feinstkornanteil Ø < 0,002 mm [Gew.-%]	Feinkornanteil Ø > 0,002 mm Ø < 0,063 mm [Gew.-%]	Sandkornanteil Ø > 0,063 mm Ø < 2 mm [Gew.-%]	Kieskornanteil Ø > 2 mm [Gew.-%]
RKS3, KP1	2,0 – 3,1	-	11,9	18,1	70
RKS6, KP1	1,9 – 3,4	-	18,2	21,7	60,1
RKS7, GP3	1,1 – 1,9	3,6	21,8	32,8	41,8

Die Quartären Kiese und Sande stellen den obersten Grundwasserleiter im Untersuchungsgebiet dar. Anhand der Korngrößenverteilung wurde die Durchlässigkeit der Schicht 3 nach SEILER näherungsweise bestimmt und die Ergebnisse in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 13: Durchlässigkeit der Quartären Kiese und Sande

<b>Schicht 3: Quartäre Kiese und Sande</b>		
Untersuchungsergebnisse an ausgewählten Stichproben, die jedoch nicht die volle Schwankungsbreite aller anstehenden Böden dieser Bodenschicht erfassen.		
Probe	Tiefe m u. GOK	Durchlässigkeiten ca. k [m/s]
RKS3, KP1	2,0 – 3,1	$9,7 \times 10^{-3}$
RKS6, KP1	1,9 – 3,4	$3,8 \times 10^{-4}$
RKS7, GP3	1,1 – 1,9	$2,9 \times 10^{-5}$

Insgesamt sind die Kiese in der vorliegenden Zusammensetzung nach DIN EN ISO 17892-11/ DIN 18130 überwiegend als durchlässig bis stark durchlässig einzustufen. Bei den gewachsenen Quartären Kiesen und Sanden ist die Wasserdurchlässigkeit entsprechend den Ablagerungsvorgängen in waagerechter Richtung größer als in lotrechter. Für eine genaue Bestimmung der Durchlässigkeiten sind im Einzelfall in-situ Versuche durchzuführen.

Tabelle 14 können die im Labor nach DIN EN ISO 17892-12 ermittelten Zustandsgrenzen für den bindigen Anteil einer untersuchte Bodenprobe der Schicht 3 entnommen werden.

Tabelle 14: Zustandsgrenzen der Quartären Kiese und Sande

Bohrung	Tiefe m u. GOK	W <sub>p</sub> [%]	W <sub>i</sub> [%]	I <sub>c</sub> [-]	Konsistenz DIN 18122	Bodengruppe DIN 18196
RKS7, GP3	1,1 – 1,9	17,24	40,68	0,60	weich	TM

Die sondiertechnische Überprüfung der Quartären Kiese und Sande mit der schweren Rammsonde ergab überwiegend lockere bis mitteldichte Lagerungsverhältnisse im bis in eine Tiefe von ca. 3 m u. GOK. Mit zunehmender Tiefe wurden innerhalb weniger Dezimeter sehr dichte Lagerungsverhältnisse angetroffen, was den Abbruch der Rammsondierung aufgrund hoher Eindringwiderstände zur Folge hatte.

Orientierende chemische Untersuchungen an Böden der Schicht 3 wurden bisher nicht durchgeführt.

#### 4.3 Baugrundbeurteilung und Klassifizierung der anstehenden Böden

Entsprechend den in Kapitel 4.2 beschriebenen Bodenschichtungen können aufgrund der ausgeführten Untersuchungen und der örtlichen Erfahrungen die einzelnen zu erwartenden Bodenarten und ihre Eigenschaften wie folgt beschrieben, klassifiziert und in tabellarischer Form beurteilt werden. Eine genaue schichtbezogene Abgrenzung der einzelnen Bodengruppen ist wegen der nur punktuellen Aufschlüsse, der heterogenen Zusammensetzung der Lockergesteine und des ausgeprägten Reliefs der Schichtgrenzflächen nur bedingt möglich.

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass die ausgeführten Aufschlussbohrungen nur punktförmig über den Baugrund und die Bodenklassen Aufschluss geben können. Der genaue Umfang mit Klassifizierungen ergibt sich erst im Zuge der Bauarbeiten.

Allgemein ist auf die große Wechselhaftigkeit und häufig enge Wechselfolge der unterschiedlich kornabgestuften Böden hinzuweisen. Bautechnisch wesentlich sind dabei vor allem die häufig auf enge Distanz wechselnden unterschiedlichen Tragfähigkeiten der Böden mit z. T. auch möglichen tiefreichenden Locker- und stärker kompressiblen Schwächezonen.

##### 4.3.1 Schicht 1: Oberboden

Tabelle 15: Tabellarische Zusammenfassung der geotechnischen Eigenschaften Schicht 1

Schicht 1: Oberboden	Beurteilung
Bodengruppen (DIN 18196)	OH, OU, SU*, GU* (z.T. mit Einlagerungen von Fremdbestandteilen wie z.B. Ziegelreste)
Lagerungsdichte / Konsistenz	locker/weich
Widerstände bei Ramm- und Rüttelarbeiten	gering bis mittel
Wasserdurchlässigkeit und grob abgeschätzte	durchlässig bis schwach durchlässig

Durchlässigkeitsbeiwerte nach DIN 18130	$k = 1 \cdot 10^{-3}$ bis $< 1 \cdot 10^{-5}$ m/s
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	mittel bis sehr groß
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 17	F3
Scherfestigkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	gering
kurzzeitige Standfestigkeit, z.B. bei Abgrabungen	mittel bis groß
Zusammendrückbarkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	mittel bis groß
Wiederverwendbarkeit als Erdbaustoff	nicht geeignet
Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVA-StB 12	-
Eignung zur Abtragung von Bauwerkslasten	-

### 4.3.2 Schicht 2: Löß-/Lößlehm

Die Lößböden weisen überwiegend eine weiche bis steife Konsistenz auf. Diese Böden sind unter Last mäßig bis sehr stark kompressibel.

In Schicht 2 ist aufgrund des hohen bindigen Anteils und der damit einhergehenden geringen Durchlässigkeit unter statischer Last mit langanhaltenden, unregelmäßigen und größeren Setzungen zu rechnen. Diese Böden machen wegen ihrer stärkeren Zusammendrückbarkeit zusätzliche Maßnahmen zur Abtragung von Bauwerkslasten erforderlich. Aufgrund der bekannten Eigenschaften von Lössböden muss mit sich schlagartig ändernden Zustandsformen bei geringsten Änderungen des Wassergehalts gerechnet werden.

Die Rammbarkeit der Schicht 2 ist als überwiegend leicht bis mittel zu bezeichnen. In Bereichen mit höheren Konsistenzen können bei Rammarbeiten Zusatzmaßnahmen erforderlich werden. Grobeinlagerungen sind im Zuge unserer Untersuchungen nicht festgestellt worden, mit letzter Sicherheit können sie jedoch nicht ausgeschlossen werden. Wegen der meist leichtplastischen bis plastischen Eigenschaften ergibt sich für die feinkörnigen Böden eine hohe Wasser- und Frostempfindlichkeit.

Tabelle 16: Tabellarische Zusammenfassung weiterer Eigenschaften Schicht 2

Schicht 2: Löß-/Lößlehm	Beurteilung
Bodengruppen (DIN 18196)	SU*, ST*, UL, UM, TL, TM
Lagerungsdichte / Konsistenz	weich bis steif
Widerstände bei Ramm- und Rüttelarbeiten	gering bis mittel
Wasserdurchlässigkeit und grob abgeschätzte Durchlässigkeitsbeiwerte $k$	durchlässig bis schwach durchlässig $k = 1 \cdot 10^{-6}$ bis $< 1 \cdot 10^{-8}$ m/s
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	sehr groß bis mittel
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 17	F3

Scherfestigkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	mittel bis gering
kurzzeitige Standfestigkeit, z.B. bei Abgrabungen	mittel bis gering, unter Wassereinfluss sehr gering
Zusammendrückbarkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	mittel bis groß
Wiederverwendbarkeit als Erdbaustoff	überwiegend nicht geeignet
Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVA-StB 12 und Verdichtungsfähigkeit	V3
Eignung zur Abtragung von Bauwerkslasten	wegen zu erwartender großer, ungleichmäßiger Setzungen und Gefahr von Sackungen nicht geeignet

### 4.3.3 Schicht 3: Quartäre Kiese und Sande

Die Kiese und Sande weisen in der Regel eine überwiegend mitteldichte Lagerung auf. Sie sind damit erfahrungsgemäß scherfest, gering bis mittel kompressibel und tragfähig. Diese Böden sind zur Abtragung der Bauwerkslasten grundsätzlich geeignet. Nicht auszuschließende bindige Zwischenlagen, wie auch Rollkieslagen innerhalb der Quartären Kiese und Sande, sind zur Abtragung der Bauwerkslasten nur bedingt geeignet. Die Quartären Kiese und Sande sind, abgesehen von stärker schluffigen Partien, in der Regel gut zu verdichten.

Die Quartären Kiesen und Sande zeigen ablagerungsbedingt meist eine gebänderte Struktur mit erfahrungsgemäß des Öfteren auftretenden Rollkieslagen und Steineinlagerungen. Ebenso können stark sandige Schichten, lehmige Kiespartien und Schlufflinsen angetroffen werden wie auch nagelfluhartig verfestigte Zonen.

Bei den gewachsenen Quartären Kiesen ist die Wasserdurchlässigkeit entsprechend den Ablagerungsvorgängen in waagrechter Richtung größer als in lotrechter. Im Bereich von Rollkieslagen sind auch noch höhere Durchlässigkeiten als die anhand der Kornverteilung abgeschätzten zu erwarten.

Bei nicht auszuschließenden Einlagerungen von Steinen und Blöcken insbesondere im Schichtwechselbereich sowie diagenetisch verfestigten Zonen können auch Rammhindernisse auftreten, so dass auch zusätzliche Maßnahmen bei Rammungen erforderlich werden können. (z.B. Austauschbohrungen). Prinzipiell werden bei Rammungen rammunterstützende Maßnahmen empfohlen.

Tabelle 17: Tabellarische Zusammenfassung der geotechnischen Eigenschaften Schicht 3

Schicht 3: Quartäre Kiese und Sande	Beurteilung
Bodengruppen (DIN 18196)	GU, GW, GE, GI erfahrungsgemäß auch GU*, (bei linsenförmigen Einlagerungen aus Sand-, Schluff- und Ton auch GT, SU, ST, SU*, ST*, UL, UM, TL, TM möglich)
Lagerungsdichte	mitteldicht, dicht
Widerstände bei Ramm- und Rüttelarbeiten	mittel bis sehr groß, bis nicht mehr rammbaar

Wasserdurchlässigkeit und grob abgeschätzte Durchlässigkeitsbeiwerte $k$	stark durchlässig bis durchlässig $k = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m/s bis } 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ (in Rollkieslagen auch höher)
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	gering bis mittel
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 17	F2, ggf. F1
Scherfestigkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	groß bis sehr groß
kurzzeitige Standfestigkeit, z.B. bei Abgrabungen	im teilgesättigten Zustand mittel, bei Sättigung und Austrocknung gering, in Rollkieslagen sehr gering
Zusammendrückbarkeit (Angabe gemäß DIN 18196)	sehr gering bis vernachlässigbar klein
Wiederverwendbarkeit als Erdbaustoff	als Erdbaustoff mit definierten Qualitätsanforderungen wiederverwendbar
Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVA-StB 12 und Verdichtungsfähigkeit	V1, V2
Eignung zur Abtragung von Bauwerkslasten	nach Verdichtung in der Regel geeignet

#### 4.4 Homogenbereiche

Zur Festlegung von Homogenbereichen wird eine enge Abstimmung zwischen Planung, Bauherr und Geotechnikum nach Vorliegen der Ausführungsdetails und der zur Ausführung geplanten Bauverfahren im Rahmen der Erstellung einer Ausschreibungsunterlage empfohlen (Planungskreislauf).

## 5 Bodenkenngrößen und Erdbebenwirkung

### 5.1 Bodenrechenwerte

Auf der Grundlage der Erkundungsergebnisse, den Ergebnissen der Laborversuche, nach DIN 1055 und Erfahrungen mit vergleichbaren Böden, können die in nachfolgender Tabelle zusammengefassten charakteristischen Bodenkenngrößen für die beschriebenen Hauptbodenarten angesetzt werden. Die Werte gelten für ungestörte Lagerungsverhältnisse ohne baubedingte Auflockerungen oder Vernässungen. Im Regelfall kann mit Mittelwerten gerechnet werden. Um einen Überblick über die Schwankungsbreite der wahrscheinlichen Setzungen und über mögliche Setzungsunterschiede zu erlangen, sollten Setzungsberechnungen grundsätzlich mit beiden Grenzwerten der angegebenen Bodenkenngrößen durchgeführt werden. In kritischen Fällen sollten die jeweils ungünstigsten Werte für Berechnungen herangezogen werden.

Tabelle 18: Bodenkenngößen (Rechenwerte)

Schicht	Wichte		Reibung cal $\phi'$ [°]	Kohäsion		Steifemodul Es [MN/m <sup>2</sup> ]
	cal $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	cal $\gamma'$		cal.c' [kN/m <sup>2</sup> ]	cu	
(2) Löss/Lösslehm	17-20 i.M. 19	7-10 i.M. 9	22-25 i.M. 25	2-10 **	30-80 **	3-10 **
(3) Quartäre Kiese und Sande (mitteldicht bis dicht)	21-23 i.M. 22	11-13 i.M. 12	32-39 i.M. 35	0 - 2 i.M. 0	-	70-120 i.M. 80

\*\* je nach örtlicher Ausbildung und Konsistenz

## 5.2 Erdbebenwirkung

Nach DIN 4149 liegt der Untersuchungsbereich in keiner Erdbebenzone. Da die Gefährdung durch Erdbeben in diesem Bereich gering ist, kann dort nach DIN 4149 auf den Ansatz einer Beschleunigung verzichtet werden.

## 6 Hydrogeologische Verhältnisse

Im Untersuchungsbereich bilden die quartären Kiese und Sande das obere Grundwasserstockwerk. Die generelle Grundwasserfließrichtung ist nach Norden gerichtet. Die Abflussverhältnisse im Untersuchungsgebiet dürften entsprechend den Abflussverhältnissen der Wertach und des Lechs geprägt sein.

In den Kleinbohrungen wurde kein Grundwasser angetroffen. Die hydrogeologische Karte des UmweltAtlas Bayern des Bayerischen Landesamts für Umwelt [U4] gibt einen Grundwasserkörper in Tiefen von ca. 12 – 13 m unter GOK an.

Längerfristige Grundwasserbeobachtungen für das Untersuchungsgebiet liegen nicht vor. Die nächstgelegene Grundwassermessstelle WEHRINGEN-OST 580 [U7] liegt unmittelbar am Rand des geplanten Baugebietes und wird seit 2014 ca. halbjährig mittels Stichtagsmessungen ausgelesen. Die Auswertung der Messdaten der Grundwassermessstelle zeigt einen Grundwasserstand von ca. 520,3 m NN und damit ca. > 10 m unter der Geländeoberfläche an. Die Schwankungsbreite zwischen Mittel- und Hochwasserständen liegt nach den Daten bei ca. 2,5 m.

Eine weitere Grundwassermessstelle WEHRINGEN Q2 [U7], ca. 2,3 km westlich des Untersuchungsgebiets deutet ebenfalls auf Grundwasser in größeren Tiefen hin (Mittelwasser im Messzeitraum von ca. 45 Jahren ca. 519,4 m NN). Die Schwankungsbreite zwischen Mittel- und Hochwasserständen in dieser Messstelle liegt bei ca. 3 m.

Auf der Grundlage der vorliegenden Daten gehen wir davon aus, dass der zusammenhängende Grundwasserleiter für das Bauvorhaben von untergeordneter Bedeutung ist. Lokale Stauwasserhorizonte mit temporären oder dauerhaften Grundwasservorkommen oberhalb des zusammenhängenden Grundwasserleiters, können jedoch aufgrund der festgestellten Untergrundsichtung nicht ausgeschlossen werden. Genauere Angaben zu den Grundwasserständen und zu den Grundwasserschwankungen im Untersuchungsgebiet lassen sich nur über Grundwassermessstellen und deren längerer Beobachtung festlegen.

Grundsätzlich unterliegen die Grundwasserstände nicht nur jahreszeitlich niederschlagsbedingten Schwankungen, sondern auch großräumigen natürlichen Veränderungen sowie auch anthropogen verursachten Einflüssen, so dass in Abhängigkeit davon längerfristig auch höhere oder niedrigere Grundwasserstände zu erwarten sind. Zu berücksichtigen ist bei der Festlegung der Bemessungswasserstände weiter, dass es in jüngster Zeit im Zusammenhang mit den jüngsten Hochwasserereignissen auch zu Überschreitungen der bisher bekannten Höchstgrundwasserstände gekommen ist. Generell lassen sich genaue Angaben zu den Grundwasserständen und zu den Grundwasserschwankungen im Baugebiet nur über langfristige Grundwasserbeobachtungen gewinnen.

## **7 Bautechnische Folgerungen**

### **7.1 Gründung**

Nähere Angaben zur Gründung liegen derzeit noch nicht vor. Nach unseren Erfahrungen aus vergleichbaren Projekten gehen wir davon aus, dass für die Batteriespeicher eine oberflächennahe Gründung in frostfreier Tiefe geplant ist.

Mit den Untersuchungen wurden mäßig tragfähige Böden (Lößböden und Übergangsbereich zu den Quartären Kiesen und Sanden) bis in eine Tiefe von ca. 2 bis 3 m unter Ansatzpunkt festgestellt. Für eine oberflächennahe Gründung sind aufgrund der höheren zu erwartenden Verformungen somit zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Eine sichere Gründung bei geringen Verformungen ist in den gut tragfähigen Böden (Schicht 3, ab ca. 3 m unter Ansatzpunkt) möglich.

Nach unserer Auffassung stehen als technische Lösungsmöglichkeiten für die geplante Bauaufgabe die Varianten oberflächennahe Gründung (Erdbauvariante mit Zusatzmaßnahmen) und Tiefgründung (Pfeilergründung bzw. Verfahren des Spezialtiefbaus) zur Verfügung.

#### Oberflächennahe Gründung (Erdbauvariante mit Zusatzmaßnahmen)

Bei dieser Variante erfolgt die Gründung über die geplanten Gründungselemente oberflächennah. Auf der Grundlage der vorhandenen Lasten werden dann u.a. nach Verformungsberechnungen die Gründungselemente dimensioniert. Als zusätzliche Maßnahmen sind je nach Last

Bodenaustauschmaßnahmen zu erwarten. Dabei werden die gering tragfähigen Böden teilweise bzw. vollständig abgetragen. Ein vollflächiger Abtrag dürfte aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus im vorliegenden Fall nicht das Mittel der Wahl darstellen. Wir empfehlen die Tiefe des Abtrags auf der Grundlage von Verformungsberechnungen im Zuge der Planungen zu bestimmen.

Die Gründung der Bauteile wird dann über einen Bodenaustauschkörper zu erfolgen haben. Zur Vermeidung von Schiefstellungen sollte eine gleichmäßige Lastverteilung angestrebt werden. Mit der Gründung auf einem Bodenaustausch ist mit einem höheren Restrisiko an gesamt eintretenden und unterschiedlichen Verformungen zu rechnen. Aufgrund der wechselnden Untergrundbereiche ist davon auszugehen, dass die Endsetzungen sich teils bereits kurz nach der Bauzeit, teils aber auch erst nach bis zu einem Jahr einstellen. Maßgebend dafür sind die in weiten Grenzen schwankenden Durchlässigkeitsbeiwerte.

Derzeit liegen keine Lastangaben vor. Wir schätzen auf der Basis von Erfahrungen mit vergleichbaren Untergrundverhältnissen bei Bodenaustauschdicken von ca. 1 m groß Verformungsmaße je nach Untergrundprofil und Belastung in einer Größenordnung von ca. 2-5 cm, ggf. und je nach Belastung auch darüber ab. Bei wesentlicher gegenseitiger Beeinflussung benachbarter Fundamente oder bei Überlagerung mit anderen Lasteinflüssen können sich die Setzungen vergrößern. Im Zuge der weiteren Planung sollte das Maß der zu erwartenden Verformungen rechnerisch bestimmt werden um die Bauwerksverträglichkeit und das Erfordernis von evtl. erforderlichen setzungsmindernden Maßnahmen zu prüfen. Wir empfehlen, die Fundamente nach den Regelungen des EC 7 auf der Grundlage von Standsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsberechnungen zu dimensionieren. Grundlage für diese Berechnungen sollen dabei möglichst exakte Lastermittlungen sein, damit die auftretenden Verformungen möglichst realitätsnah bestimmt werden können. Auch kann mit diesen Berechnungen die Gründung dahingehend optimiert werden, die Setzungsdifferenzen zwischen einzelnen Fundamenten bzw. zwischen den Bauteilen möglichst gering zu halten. Über die empfohlenen Berechnungen lässt sich zudem der für die Dimensionierung von Bodenplatten erforderliche Bettungsmodul ableiten. Auch können für ein verbessertes Verformungsverhalten Bodenaustauschkörper unter der geplanten Gründung in ihrer Stärke dimensioniert werden.

Bei einer Dimensionierung von lastabtragenden Sohlplatten auf einem Bodenaustauschkörper kann das Bettungsmodulverfahren oder das Steifemodulverfahren angewandt werden. Als Grundlage für eine zuverlässige Abschätzung sollten zunächst nach dem Steifemodulverfahren die resultierenden Setzungen errechnet werden, bevor eine Abschätzung des Bettungsmoduls erfolgt. Für Vorbemessungen kann für die Bodenplatte im Bereich des Bodenaustauschs eine Bettungsziffer von ca. 2-5 MN/m<sup>3</sup> verwendet werden. Genauere Werte – insbesondere bei unregelmäßigen Lastbildern - sollten nach Kenntnis der Lasten, Lasteinleitungsbilder und der Geometrie der Gründungsplatten über eine Setzungsberechnung ermittelt werden. Die bei der Berechnung zugrunde zu legenden Bodenrechenwerte können der Zusammenstellung in der Tabelle 18 entnommen werden. Es wird vorausgesetzt, dass möglicherweise in den Lössböden vorhandene

organisch-lehmige und aufgeweichte Zonen unter dem Austauschkörper entfernt und durch Schüttmaterial ersetzt werden.

Das Planum unter dem Bodenaustausch sollte durch den Baugrundgutachter abgenommen werden, um ggf. über einen tiefer reichenden Bodenaustausch zu entscheiden. Als erste Schüttlage im Bereich der Oberfläche der verbleibenden gering tragfähigen Böden sind grobstückige Materialien (z.B. Siebschutt 0/300, Schroppen, grobes RC-Material-Qualitätsgeprüft) zu empfehlen. Aus bautechnischen Gründen ist die Zweckmäßigkeit der Anordnung von Geotextilien zu prüfen.

Für den Bodenaustausch können alle nach ZTV-E-StB geeigneten Erdstoffe verwendet werden, solange die Eigensetzungen des Schüttkörpers (ohne Untergrundsetzungen) nach dem Schüttvorgang nur noch geringe Werte erreichen ( $< 1$  cm). Günstig für derartige Schüttungen erweisen sich Böden der Bodengruppen GU, GW, GI. Der Verdichtungsgrad für den Bodenaustausch sollte  $\geq 100$  % der einfachen Proctordichte erreichen. Bei der Verwendung von Schüttmaterialien mit Feinkorngehalten  $> 7$  % ist bei Arbeitsunterbrechungen und bei zu erwartenden Niederschlägen ein Quergefälle von  $\geq 6$  % nach den Außenseiten herzustellen und glatt zu walzen. Nach der winterlichen Frostperiode sind frostbedingte Auflockerungen am teilgeschütteten Anschüttkörper nachträglich wieder zu beseitigen. Bei der Wahl der Schüttmaterialien ist der filterstabile Aufbau zum Untergrund besonders zu beachten.

Dort, wo unterschiedliche Gründungstiefen vorliegen, sind die Fundamente entsprechend abzutreten. Abtreppungen sind nicht steiler als  $35^\circ$  gegen die Horizontale zu wählen. Anderenfalls ist der Lasteinfluss aus höher liegenden Fundamenten auf tiefer liegende Fundamente zu berücksichtigen.

Sämtliche Aushubsohlen sind intensiv mit geeignetem Verdichtungsgerät nach zu verdichten.

### Tiefgründung

Eine Alternative zu Bodenaustauschmaßnahmen kann sein, die nicht tragfähigen Schichten mit den Gründungselementen zu durchfahren und Lasten in die mindestens mitteldichten Böden der Schicht 3 abzutragen. Technisch und wirtschaftlich eignen sich dafür Betonpfilergründungen bzw. gerammte Pfahlelemente z.B. duktile Gusspfähle sowie Mikropfähle.

Bei einer Betonpfilergründung (Brunnengründung) erfolgt der Aushub des nicht tragfähigen Materials im Schutze von Schachtringen, die im Bereich der Bauteile bis in die mindestens mitteldicht gelagerten Kiese und Sande abgesenkt und nach sorgfältiger Säuberung der Sohle ausbetoniert werden. Aufgrund der erforderlichen Aushubtiefen von bis zu ca. 3 m ist diese Variante von erfahrenen Firmen gut ausführbar. Große Aufmerksamkeit sollte den Böden der Schicht 2 gewidmet werden. Diese teilweise gering konsistenten Böden können beim Absenken zum Verkanten und Verkippen der Schachtringe führen. Bedingt durch die zwischen den Brunnen

verbleibenden gering tragfähigen Böden sind für die erforderliche Bodenplatte gesonderte Überlegungen erforderlich. Technisch wäre die freitragende Ausbildung möglich. Diese müssten dann ggf. auf zusätzliche Stützpunkte (z.B. Brunnen, Pfähle) aufgelegt werden.

Bei Gründung über Brunnenringe kann zur Bemessung der Fundamente bei Einbindung in Schicht 3, bei mindestens mitteldichter Lagerung die Tabellen A 6.1/6.2 der DIN 1054:2010-12 zugrunde gelegt werden. Etwaige Abminderungen (GW / H-Lasten) sind zu berücksichtigen. Die zu erwartenden Setzungen werden je nach Last im Bereich von etwa 1 - 3 cm erwartet. Erhöhungen der Tabellenwerte um bis zu 20 % sind bei Kreisfundamenten zulässig. Bei wesentlicher gegenseitiger Beeinflussung benachbarter Fundamente oder bei Überlagerung mit anderen Lasteinflüssen sowie wesentlich größeren Fundamenten können sich die Setzungen vergrößern.

Sollten bei den weiteren Planungen andere Gründungsalternativen, z.B. mittels Rammpfählen in Erwägung gezogen werden, können wir für das dann in der engeren Wahl stehende Pfahlsystem ergänzende Angaben zur Tragfähigkeit des Bodens liefern.

## 7.2 Baugrube

Tiefere Baugruben sind derzeit für die Baumaßnahmen nicht geplant. In mindestens mitteldichten Böden und oberhalb des Grundwasserspiegels können weniger als 5 m hohe Böschungen gemäß DIN 4124 unter einem Winkel von maximal 45° zur Horizontalen ausgebildet werden. Die Böschungen sind in jedem Fall gegen Oberflächenerosion und konzentriert eindringendes Niederschlagswasser zu schützen. Sind auf bzw. neben der Böschung Lasten zu berücksichtigen (z.B. Baustofflager, Baustelleneinrichtung, Kran, sonstige Verkehrslasten) oder liegen Böschungen im Einflussbereich von Bauwerkslasten oder Grundwasser, so sind hierfür unter Berücksichtigung der Verkehrs- bzw. ständigen Lasten bzw. von Grundwassereinfluss Standsicherheitsberechnungen nach DIN 4084 erforderlich.

Allgemein ist bei der Herstellung von Baugruben auf die bindigen Lössablagerungen zu verweisen, welche unter Wassereinfluss zum fließen neigen. Sollten während der Erdarbeiten fließende bzw. nicht standfeste Bodenschichten angetroffen werden, so sind dort die Böschungen den geostatischen Erfordernissen entsprechend anzupassen und/oder anderweitig zu sichern. Im Zweifelsfall ist der Verfasser des geotechnischen Berichts rechtzeitig einzuschalten. Alle Böschungen sollen vor Erosion geschützt werden (Folien, Spritzbeton). Die Arbeiten zur Herstellung von Böschungen sind sorgfältig auszuführen, um schädliche Auswirkungen auf die Böschungsstandsicherheit zu vermeiden und um ggf. rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

Grundsätzlich ist durch die Tiefenlage des Grundwassers (vgl. Kap.6) bei einer oberflächennahen Gründung nicht mit Wasserhaltungsmaßnahmen zu rechnen. In niederschlagsreicheren Zeiten kann es jedoch auch oberflächennah zu Zuflüssen aus z.B. Stauwasser kommen. Im Falle einer

erforderlichen Ableitung von Oberflächenwasser ist das geförderte Pumpwasser über ein Reinigungsbecken zu leiten und an geeigneter Stelle durch Schachtbrunnen zu versickern.

## **8 Hinweis zur Planung und Ausführung**

### **8.1 Allgemeine Hinweise**

Grundsätzlich sind z.B. folgende DIN-Vorschriften und Richtlinien für die geplante Baumaßnahme zu beachten:

- DIN 1054 / EC 7 Baugrund-Sicherheitsnachweise im Erd- Grundbau
- DIN 4017 Grundbruchberechnungen
- DIN 4124 Baugruben, Gräben
- DIN 4150 Erschütterungen im Bauwesen
- Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben
- FGSV, Merkblätter für die Hinterfüllung von Bauwerken und Bodenverdichtung im Straßenbau

### **8.2 Erdbau**

Es ist zu beachten, dass die obersten erkundeten Böden teilweise stark wasser- und frostempfindlich sind. Bei Arbeiten in der kalten Jahreszeit sind Vorkehrungen zu treffen, dass Niederschlagswasser und Frost nicht in den Baugrund eindringen können, da sonst Aufweichungen bzw. Frosthebungen in der Baugrubensohle möglich sind, die zu Auflockerungen und einer Verminderung der Tragfähigkeit führen können. Es ist dafür zu sorgen, dass bindige Böden nicht ungeschützt liegen bleiben, da sich bei der Einwirkung von Luft und Wasser ihre bodenmechanischen Eigenschaften weiter verschlechtern. Es muss deshalb darauf geachtet werden, dass nur so große Flächen freigelegt werden, die umgehend überbaut werden können.

Freigelegte Gründungssohlen und Erdplanien sind nach erfolgtem Bodenaushub generell intensiv nachzuverdichten. Hierbei ist das Verdichtungsgerät auf die Untergrundverhältnisse abzustimmen. Ungeeignete, vernässte und aufgeweichte Böden, wie z. B. Auffüllungen, bindige und nicht bindige Böden in den Gründungssohlen sind durch geeignetes, gut verdichtetes Ersatzmaterial wie z. B. Kornabgestufter Kiessand (Bodengruppe GW der DIN 18196) auszutauschen. Das Bodenaustauschmaterial ist in Lagen von nicht über 30 cm Dicke einzubauen und lagenweise auf mindestens  $\geq 100$  % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Lastausbreitung sollte eine Verbreiterung des Austauschmaterials mit zunehmender Tiefe unter einem Winkel von  $45^\circ$  gegen die Horizontale vorgenommen werden. Beim Austausch mit Magerbeton kann die Verbreiterung entfallen. Der Einbau und das Verdichten von Bodenaustauschmaterial sollte in der trockenen Baugrube erfolgen. Unmittelbar nach Durchführung und Überprüfung der Verdichtung empfiehlt sich das Aufbringen einer mindestens 5 cm dicken

Magerbetonschutzschicht zur Sicherung gegen eine evtl. Störung und Auflockerung der Gründungssohle.

Bei den Aushubarbeiten empfiehlt sich ein rückschreitender Aushub mit dem Glattlöffel und mit Schüttung von Bodenaustausch vor Kopf, um Störungen der Sohlen zu minimieren.

Weiter wird auf eine ausreichende Kornfilterstabilität zwischen allen Schichtlagen verwiesen. Ferner empfehlen wir, Baugrubensohlen fachtechnisch abnehmen zu lassen. Wir halten dies insbesondere deshalb für notwendig, da die gesamte Fläche nur mit stichprobenartig angesetzten Bohrungen und Sondierungen untersucht werden konnte und zwischen den Untersuchungspunkten befindliche punkt- und linienförmige Störungen nur zufällig gefunden werden können. Allgemein wird eine baubegleitende geotechnische Beurteilung der Aushubsohlen empfohlen.

Beim Befahren des Grundstücks mit Baumaschinen ist wegen der nahe an der Oberfläche anstehenden, teils weichen Böden mit Erschwernissen zu rechnen. Für die Herstellung geeigneter Arbeitsplattformen und Baustraßen ist mit der Lieferung von ausreichend standfesten und verdichtbaren Material zu rechnen.

Aufgrund der hohen Wasserempfindlichkeit der Böden ist dafür Sorge zu tragen, dass auch im Endzustand kein Wasser (z.B. Oberflächenwasser) bis in den Fundamentbereich eindringen kann, da sonst mit erheblichen Aufweichungen und großen Verformungen zu rechnen ist.

Gemäß den oben angegebenen Bodengruppen sind die im Bereich der Baugrube oberflächennah anstehenden Lockergesteine mechanisch mittels Bagger lösbar.

### **8.3 Baugrundabnahme**

Wir empfehlen vor dem Aufbringen einer Sauberkeitsschicht die Baugruben- und Fundamentsohlen fachtechnisch abnehmen zu lassen. Wir halten dies insbesondere deshalb für notwendig, da die gesamte Fläche nur mit stichprobenartig angesetzten Bohrungen untersucht werden kann und zwischen den Untersuchungspunkten befindliche punkt- und linienförmige Störungen nur zufällig gefunden werden können. Allgemein wird eine baubegleitende geotechnische Beurteilung von möglichen Aushubsohlen empfohlen.

### **8.4 Wiederverwendbarkeit**

Bindiges und feinkörniges Aushubmaterial ist nur eingeschränkt und nach vorheriger Prüfung zum Wiedereinbau geeignet. Bei höheren Feinkornanteilen ist hier mit größeren Aufwendungen beim Wiedereinbau und der Verdichtung bzw. mit größeren Setzungen bei nicht sachgerechtem Einbau zu rechnen. Böden mit hohem Feinkorngehalt dürften wegen ihrer hohen Anforderungen hinsichtlich der Aufbereitung zum Wiedereinbau (z.B. opt. Wassergehalt) für die Wiederverwendung nicht bzw. nur eingeschränkt geeignet sein. Lediglich in untergeordneten Bauteilen und bei Akzeptanz größerer

Setzungen und Sackungen können sie nach entsprechenden Prüfungen z.B. in Abkommens- und Lärmschutzwälle eingebaut werden.

Die nichtbindigen Böden der gewachsenen Quartären Kiese und Sande der Schicht 3 können im Allgemeinen nach vorheriger Prüfung zur Wiederverfüllung verwendet werden. Sollten größere Mengen an frostsicherem Material anfallen kann dies ebenfalls wieder zum Einbau gelangen. Bei den Aushubarbeiten ist besonders darauf zu achten, dass keine Vermischung mit ungeeignetem (u.a. Auffüllmassen mit Fremdeinlagerungen) Material erfolgt.

Beim Antreffen von Verunreinigungen in Form von anthropogenen Resten (Bauschutt, Holz, Metall u.a.), sind diese Aushubmassen getrennt zu lagern und nicht für den Wiedereinbau vorzusehen. Der zum Wiedereinbau gelangende Baustoff ist gleichmäßig in Lagen < 0,3 m einzubauen und sorgfältig zu verdichten. Bei Verdichtungsarbeiten ist die ZTVE-StB 17 zu beachten. Bei Zwischenlagerung ist das Aushubmaterial gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

## 8.5 Chemische Analytik des Bodens mit Bewertung

Zur orientierenden Untersuchung auf mögliche Bodenverunreinigungen wurden an Proben der Schichten 1 und 2 chemische Analysen ausgeführt. Nach den bisherigen Umweltuntersuchungen wurde kein kontaminierter Aushub nachgewiesen. Für die ordnungsgemäße Verwertung / Entsorgung von Aushubmaterial sind insbesondere die Z-Werte nach dem Leitfaden zu den Anforderungen zur Verfüllung von Gruben und Brüchen [U5] maßgeblich. Nach den Ergebnissen der chemischen Analytik sind folgende Materialklassen zu erwarten:

### Schicht 1 (Oberboden)

Material 1: Schadstoffgehalt            Z 0

### Schicht 2 (Löß-/Lößlehm)

Material 2: Schadstoffgehalt            Z 0

Grundsätzlich ist anzumerken, dass sich die vorgenommene Einstufung des Bodenaushubs nach dem Leitfaden zu den Anforderungen zur Verfüllung von Gruben und Brüchen [U5] bei einer abschließenden Deklarationsanalytik (vollständige Parameterliste, Feststoff und Eluat) des angefallenen Bodenaushubs (charakterisierende Beprobung des Haufwerkes) nach oben bzw. nach unten verschieben kann. Für die abschließende Deklarationsanalytik sollte das Bodenmaterial auf Haufwerken gelagert und hinsichtlich seiner abfallrechtlichen Einstufung gemäß Eckpunktepapier und der damit verbundenen Einbaufähigkeit bzw. hinsichtlich des Entsorgungsweges untersucht und

bewertet werden. Bei der Zwischenlagerung sind die Haufwerke vor Witterungseinflüssen zu schützen und abzudecken.

Abschließend möchten wir darauf hinweisen, dass diese Feststellungen auf der Grundlage einer stichprobenartigen, orientierenden Untersuchungsmaßnahme getroffen wurden. Eine abschließende Bewertung des gesamten Untersuchungsgeländes auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ist nicht möglich.

Eluatuntersuchungen zu Prüfwertüberschreitungen nach aktueller Bundesbodenschutzverordnung im 2:1 Eluat (gemäß Mantelverordnung vom 09.07.2021) [U6] wurden bisher nicht ausgeführt. Die Laborversuchsprotokolle mit Auflistung der Einzelparameter können der Anlage 6 entnommen werden. Nach der orientierenden Untersuchung zu möglichen Belastungen ist nicht auszuschließen, dass es bei Eluatuntersuchungen nach dem Elutionsverfahren 2:1 nach BBodSchV zu Überschreitungen der Prüfwerte kommt. Sollten im Rahmen von ergänzenden Analysen Prüfwertüberschreitungen festgestellt werden, sind die weiteren Schritte gemeinsam festzulegen.

## **8.6 Frostsicherheit**

Alle Bauteile müssen frostfrei gegründet werden. Bei Arbeiten in der kalten Jahreszeit sind Vorkehrungen zu treffen, dass Niederschlagswasser und Frost nicht in den Baugrund eindringen können, da sonst eine Aufweichung bzw. Frosthebungen in der Baugrubensohle möglich sind, die zu Auflockerungen und einer Verminderung der Tragfähigkeit führen können.

## **8.7 Beweissicherung**

Wir empfehlen in Bereichen der angrenzenden Gebäude und Anlagen eine Beweissicherung durchzuführen, um eventuell später auftretende unberechtigte Schadenersatzansprüche resultierend aus der durchgeführten Baumaßnahme abwenden zu können. Bei Arbeiten im Bereich des unmittelbar angrenzenden Gebäudes sollten Messpunkte angebracht werden und vor Beginn, während und nach Beendigung der Arbeiten eingemessen werden (Lage/Höhe).

## **8.8 Sicherheitsmaßnahmen**

Bei allen Erd- und Gründungsarbeiten sind z. B. die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften zu beachten, vor allem die Sicherheitsvorschriften der Tiefbauberufsgenossenschaft und die Ausführung der DIN 4124, ggf. auch der DIN 4123.

## **8.9 Hinterfüllung**

Zur Hinterfüllung und Verdichtung von Bodenmaterial hinter Bauwerksteilen sind die einschlägigen und erprobten Vorschriften z. B. der Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen

(FGSV), Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken, Köln, 1994, heranzuziehen. Auf eine ordnungsgemäße lagenweise Verfüllung und Verdichtung des hinterfüllten Bodenmaterials einschl. der durchzuführenden Verdichtungskontrolle ist zu achten.

### **8.10 Versickerung von Oberflächenwasser, Niederschlagswasser**

Die nichtbindigen und unverlehmten Kiese und Sande der Schicht 3 stellen in der Regel einen zur Versickerung von unverschmutztem Oberflächenwasser geeigneten Untergrund dar. Die Wasserdurchlässigkeit des Untergrunds sowie die möglichen Sickermengen sind abhängig von dessen Kornabstufung und Feinschichtung im umliegenden Versickerungsbereich und kann dementsprechend treffend nur durch Sickerversuche vor Ort festgestellt werden. Der mittlere höchste Grundwasserstand muss für die Versickerungsmaßnahmen einen Mindestabstand von 1,5 m aufweisen, nur in Ausnahmefällen sind geringere Abstände zulässig. Für die Vordimensionierung von Versickerungseinrichtungen von Niederschlagswasser empfehlen wir ohne Berücksichtigung einer Verminderung der Schluckkapazität infolge Schwebstoffzusetzungen von mittleren Durchlässigkeitsbeiwerten von  $k_f = 1 \times 10^{-4}$  m/s in den gewachsenen Kiesen auszugehen.

Die Versickerung kann im Nahbereich von Gebäuden zu Aufstau mit entsprechender Beeinflussung des Gebäudebestandes führen. Wir empfehlen dies bereits im Rahmen der Planung zu berücksichtigen.

## 9 Schlussbemerkungen

In dem vorliegenden Bericht werden die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse für die geplante Baumaßnahme erläutert. Es werden die geologischen und bodenmechanischen sowie bautechnischen Klassifizierungen vorgenommen und die für erdstatische Berechnungen erforderlichen Bodenrechenwerte angegeben.

Sämtliche Empfehlungen dieses Berichts basieren auf den lokalen Aufschlüssen der durchgeführten Bohrungen und Rammsondierungen. Der Umfang der durchgeführten Aufschlüsse kann aufgrund der Komplexität der Verhältnisse nur ein unvollständiges Bild der tatsächlichen Situation wiedergeben.

In allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Gründung sollte unser Büro eingeschaltet werden. Unser Büro ist auch von etwaigen wesentlichen Planungsänderungen gegenüber dem Stand bei Erstellung des vorliegenden Berichts, soweit Gründung und Gründungsarbeiten sowie hydrogeologische Aspekte betroffen sind, zu verständigen.

Dieser Bericht umfasst 28 Seiten und 7 Anlagen.

Augsburg, den 10.02.2026

Geotechnikum  
Ingenieurgesellschaft mbH

Dipl.-Ing. J. Kiesewalter

i.A. S. Mögele