

Ingenieur - Hydro - Umwelt -
Geologie
Gutachten · Planung · Beratung
Fachbauleitung



Geotechnisches Gutachten

**Umnutzung des Baudenkmals
Kotzenbergscher Hof zum Bürgerzentrum
Neubau einer Notstromzentrale (NEA)
Marktplatz 1
32805 Horn-Bad Meinberg**

Projektbearbeiter: M.Sc. Geowiss. René Mommsen

Projekt-Nr.: 2020/14262

Münster, 12.12.2022

INHALTSVERZEICHNIS

1	Auftrag und allgemeine Angaben zum Projekt	3
2	Durchführung der Untersuchungen	3
3	Morphologische Verhältnisse	4
4	Baugrundverhältnisse im Bereich des geplanten Bauvorhabens	5
4.1	Schichtenfolge	5
4.2	Grundwasser	6
4.3	Organoleptische Bewertungen	6
4.4	Bergbauliche Einwirkungen/Gefährdungspotenziale im Untergrund.....	7
4.5	Erdbebeneinwirkung.....	7
5	Ergebnisse der chemischen Untersuchungen.....	7
6	Wasserhaltungsmaßnahmen	9
7	Maßnahmen zum Schutz des Bauwerkes gegen Grundwasser.....	9
8	Tragfähigkeit des Baugrundes u. Baugrundverbesserungsmaßnahmen ...	10
9	Homogenbereiche, Bodenkennwerte, Bodenklassen, Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen	11
9.1	Homogenbereiche	11
9.2	Bodenkennwerte.....	11
9.3	Bodenklassen gem. VOB/DIN 18300, Bodengruppen gem. DIN 18196 und Frostempfindlichkeitsklassen gem. ZTV E-StB 17.....	14
10	Verwendung des Aushubmaterials	15
11	Gründungstechnische Folgerungen	16
11.1	Gründungsart, Gründungstiefe.....	16
11.2	Baugrubensicherung	16
11.3	Belastung des Baugrundes	16
11.4	Setzungsverhalten und Grundbruchsicherheit	17
12	Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten	18
13	Versickerung von Niederschlagswasser	18
14	Hinweise auf weitere Untersuchungen.....	18
15	Schlusswort.....	19

1 Auftrag und allgemeine Angaben zum Projekt

Das Erdbaulabor Dr. F. Krause wurde von der Stadt Horn-Bad Meinberg, Marktplatz 4, 32805 Horn-Bad Meinberg, beauftragt, für den Neubau einer Notstromanlage (NEA) im Rahmen der Umnutzung des Baudenkmals Kotzenbergscher Hof zum Bürgerzentrum, Marktplatz 1, 32805 Horn-Bad Meinberg, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und ein geotechnisches Gutachten auszuarbeiten.

Gemäß den zur Verfügung gestellten Planunterlagen (s. Anlagen 3.1 und 3.2) wird das geplante Gebäude eingeschossig errichtet und nicht unterkellert. Die Gründung erfolgt auf Einzel- und Streifenfundamenten mit bewehrten Betonsohlen.

Die Oberkante des Fußbodens (OK B) des geplanten Neubaus liegt bei ca. 218,97 m ü. NHN. Die Gründungsebene der Betonsohlen wird bei ca. 218,67 m ü. NHN und die der Fundamente bei ca. 217,97 m ü. NHN angenommen.

Die vorgenannten Gründungsarten und -ebenen sind Grundlage der weiteren Ausführungen. Konstruktions- und Ausführungspläne sowie Angaben zu ankommenden Lasten liegen dem Erdbaulabor Dr. F. Krause nicht vor.

2 Durchführung der Untersuchungen

Zur Erschließung der Untergrundverhältnisse und zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Baugrundes wurden am 26.10.2022 auf dem Baugrundstück zwei Rammkernsondierbohrungen (RKS 1 und RKS 2) und eine leichte/mittelschwere Rammsondierung (DPL/M 1, mittelschwere Rammsondierung mit der Sonde DPM-A) niedergebracht.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist dem Lageplan (s. Anlage 1) zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen und die der Rammsondierung wurden gemäß DIN 4023 und DIN EN ISO 22476-2 in Schichtenprofilen und in einem Rammdiagramm auf den Anlagen 2.1 bis 2.3 dargestellt.

Aus den Bohrungen wurden 14 gestörte Bodenproben entnommen. Im Labor erfolgte die bodenphysikalische, bodenmechanische und organoleptische Ansprache der Bodenproben und, auch unter Beachtung der Ergebnisse der Rammsondierung, die Abschätzung der für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen Bodenkennwerte.

Zur orientierenden Klärung des Verwertungs- und Entsorgungspfades des bei den Erdarbeiten anfallenden Bodenaushubs wurde eine Mischprobe aus folgenden Bodenproben zusammengestellt:

Mischprobe	RKS	Teufe [m unter GOK]
MP 1	1 2	0,0-0,2 / 0,2-1,2 / 1,2-2,5 0,0-0,6 / 0,6-1,6

Die vorgenannte Mischprobe wurde in einem akkreditierten chemischen Laboratorium auf die Parameter der Tabellen II.1.2-2/4 und II.1.2-3/5 (Zuordnungswerte für die Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen / für den eingeschränkten Einbau in technischen Bauwerken - Feststoffgehalte und Eluatkonzentrationen im Bodenmaterial) der LAGA-Richtlinie „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden)“, Stand 05.11.2004, untersucht.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind den Anlagen 4 (tabellarische Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse) und 5 (Prüfbericht) zu entnehmen. Das Probenahme-Protokoll ist dem geotechnischen Gutachten als Anlage 6 beigelegt.

Die bei den chemischen Untersuchungen nicht verbrauchten Bodenproben werden 6 Monate nach Abgabe des geotechnischen Gutachtens aufbewahrt und dann, falls vom Auftraggeber nicht anders bestimmt, verworfen.

3 Morphologische Verhältnisse

Als Höhenbezugspunkt (BP) für die Bodenaufschlusspunkte wurde die im Lageplan (s. Anlage 1) eingezeichnete Oberkante des fertigen Fußbodens im Erdgeschoss (OKFF EG) des Bestandsgebäudes mit der Höhe 219,05 m ü. NHN gewählt. Die Bodenaufschlusspunkte wurden auf diese NHN-Höhe bezogen.

Nach dem Höhennivellement der Bohr- und Rammansatzpunkte liegt im Bereich des geplanten Neubaus eine maximale Höhendifferenz von ca. 0,2 m vor. Das Gelände liegt im Mittel bei ca. 218,7 m ü. NHN und demnach ca. 0,4 m unterhalb der Bezugsebene.

4 Baugrundverhältnisse im Bereich des geplanten Bauvorhabens

4.1 Schichtenfolge

Die Aufschlussbohrungen haben eine relativ einheitliche Schichtenfolge erschlossen, die, auch unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Rammsondierung, vereinfacht wie folgt beschrieben wird (s. dazu die Anlagen 2.1 bis 2.3):

bis ca. 1,2/1,6 m unter GOK	aufgefüllter Schluff , sandig, überwiegend steinig, oberflächennah örtlich schwach humos, z. T. mit Bauschuttanteilen durchsetzt, erdfeucht. Der aufgefüllte Schluff ist sehr locker bis mitteldicht gelagert.
bis ca. 2,5 m unter GOK	aufgefüllter Sand , steinig, schluffig, mit Bauschuttanteilen durchsetzt, erdfeucht bis grundwasserführend und dann fließfähig. Der locker bis mitteldicht gelagerte aufgefüllte Sand wurde nur in der Bohrung RKS 1 aufgeschlossen.
bis ca. 3,2/3,5 m unter GOK	Kies , sandig, schluffig, z. T. tonig, erdfeucht bzw. grundwasserführend und dann, in Abhängigkeit von der Korngrößenverteilung, fließfähig. Der Kies ist mitteldicht gelagert.
bis ca. 4,4/4,9 m unter GOK	Verwitterungslehm des unterlagernden Tonmergelsteins, erdfeucht und von einer steifplastischen bis halbfesten Konsistenz.
bis zur max. Aufschlusstiefe von 5,0/5,6 m unter GOK	Tonmergelstein (stark verwittert bis verwittert), erdfeucht. Der Tonmergelstein geht mit zunehmender Tiefe und abnehmendem Verwitterungsgrad vom halbfesten in den halbfesten bis festen Zustand über.

Die Aufschlussbohrungen wurden beim Erreichen der Geräteauslastung bei 5,0 m (RKS 1) und 5,6 m (RKS 2) unter GOK im Tonmergelstein, der noch bis in größeren Tiefen ansteht, eingestellt.

Unterhalb der Aufschlusstiefen der Bohrungen stehen geklüftete, geschichtete und in tieferen Schichten kluftgrundwasserführende Tonmergelsteine in fester Zustandsform an.

4.2 Grundwasser

Das Grundwasser wurde am 26.10.2022 lediglich in der Bohrung RKS 1 bei ca. 1,8 m unter GOK bzw. bei ca. 217,0 m ü. NHN angetroffen.

Der Wasserhaushalt der oberflächennah anstehenden Böden unterliegt unmittelbar den vor Ort stattfindenden Regenereignissen. In diesen Böden ist mit temporär aufstauendem Sickerwasser zu rechnen. Nach langanhaltenden, starken Niederschlägen können somit die anstehenden Böden auch bis zur GOK im wassergesättigten Zustand vorliegen.

Der Kluftgrundwasserstand in den Festgesteinen konnte, aufgrund der geringen Eindringtiefe der Rammkernsondierbohrungen in den Fels, nicht festgestellt werden. Hierzu müsste eine Großbohrung bis in das unverwitterte Gebirge ausgeführt werden. Der tiefer liegende Kluftgrundwasserspiegel hat jedoch für die geplante Bebauung keine Bedeutung und kann somit vernachlässigt werden.

4.3 Organoleptische Bewertungen

Die entnommenen Bodenproben wurden organoleptisch bewertet. Dabei wurde im untersuchten Bereich eine anthropogene Auffüllung in der im Kapitel 4.1 beschriebenen Zusammensetzung und Mächtigkeit festgestellt.

An den entnommenen Bodenproben wurde, bis auf die Massenanteile an Bauschutt in den aufgefüllten Böden, kein weiterer organoleptisch positiver bzw. optisch oder geruchlich auffälliger Befund, der einen Hinweis auf eine Schadstoffbelastung gibt, festgestellt.

Generell ist bei Baumaßnahmen darauf zu achten, dass Nester mit Verunreinigungen oder auffällige Anschüttungen, die durch eine stichprobenartige Untersuchung nicht zu erfassen sind, erst bei den Erdarbeiten angetroffen werden können.

Beim Antreffen derartiger Verunreinigungen ist das Erdbaulabor Dr. F. Krause unverzüglich zur Klärung der weiteren Vorgehensweise einzuschalten.

4.4 Bergbauliche Einwirkungen/Gefährdungspotenziale im Untergrund

Gemäß dem seitens der Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung Bergbau und Energie in NRW, und des Geologischen Dienstes NRW zur Verfügung gestellten Internet-Auskunftssystem „Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen“ stehen im Bereich des Baugrundstücks im Untergrund Gesteine an, die zur Verkarstung neigen.

Die im tieferen Untergrund anstehenden verkarstungsfähigen Gesteine zählen zu den wasserlöslichen Gesteinen. Sie können durch versickerndes Niederschlagswasser oder durch zirkulierende Gewässer gelöst werden. Stehen sie oberflächennah an, kann es zur Bildung von Spalten oder schlotartigen Hohlräumen kommen. Im ungünstigsten Fall kommt es zum Einsturz dieser Hohlräume und an der Tagesoberfläche zur Bildung von Erdfällen.

Gemäß dem o. g. Internet-Auskunftssystem sind im gesamten Stadtgebiet Horn-Bad Meinberg keine Erdfälle dokumentiert. Somit kann davon ausgegangen werden, dass das Gefährdungspotenzial der im tieferen Untergrund anstehenden verkarstungsfähigen Gesteine eher als gering einzustufen ist.

Genauere Angaben zum Gefährdungspotenzial können kostenpflichtig bei der Bezirksregierung Arnsberg eingeholt werden.

4.5 Erdbebeneinwirkung

Gemäß der DIN EN 1998-1/NA beträgt im Bereich des Untersuchungsgrundstücks die spektrale Antwortbeschleunigung für eine Wiederkehrperiode T_{NCR} von 475 Jahren und für das Untergrundverhältnis A-R im Plateaubereich $S_{ap,R} \leq 0,1 \text{ m/s}^2$. Demnach ist das Baugrundstück als Gebiet sehr geringer Seismizität einzustufen.

5 Ergebnisse der chemischen Untersuchungen

Die Bewertung der in der untersuchten Mischprobe MP 1 ermittelten Schadstoffgehalte erfolgt gemäß den Technischen Regeln Boden der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden)“ (**LAGA-Richtlinie 2004**).

Im Hinblick auf eine Verwertung bzw. Entsorgung von Bodenaushub werden in der **LAGA-Richtlinie 2004** folgende Zuordnungswerte als Obergrenzen der Einbauklassen unterschieden:

Zuordnungswert Z 0	uneingeschränkter Einbau von Bodenmaterial möglich.
Zuordnungswert Z 1	Die Zuordnungswerte Z 1 im Feststoff und Z 1.1 bzw. Z 1.2 im Eluat stellen die Obergrenze für den offenen Einbau von Bodenmaterial in technischen Bauwerken dar. Im Eluat gelten grundsätzlich die Z 1.1-Werte. Darüber hinaus kann in hydrogeologisch günstigen Gebieten Bodenmaterial mit Eluatkonzentrationen bis zu den Zuordnungswerten Z 1.2 eingebaut werden. Hydrogeologisch günstig sind u.a. Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt ist oder Standorte mit hohem Grundwasserflurabstand.
Zuordnungswert Z 2	Die Zuordnungswerte Z 2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Bodenmaterial in technischen Bauwerken mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Dadurch soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und in das Grundwasser verhindert werden.

Gemäß den Ergebnissen der chemischen Untersuchungen (s. Anlagen 4 und 5) liegen in der Mischprobe MP 1 die Gehalte an Nickel (Ni), Quecksilber (Hg) und Zink (Zn) sowie der Gesamtgehalt des organisch gebundenen Kohlenstoffs (TOC) im Bereich des jeweiligen Zuordnungswertes Z 1 der LAGA-Richtlinie 2004. Alle weiteren untersuchten Parameter halten die jeweiligen Zuordnungswerte Z 0 der LAGA-Richtlinie 2004 ein.

Zusammenfassend sind die der Mischprobe **MP 1** entsprechenden Aushubböden in die Kategorie **Z 1** der LAGA-Richtlinie 2004 zu stellen und einer ihrer Einstufung entsprechenden Verwertung zuzuführen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die jeweiligen Kippstellen über den Umfang der LAGA-Richtlinie hinaus zur Verwertung ggf. noch weitere Untersuchungen benötigen.

Die ggf. notwendigen Untersuchungen können bei einer zeitnahen Beauftragung an den Rückstellproben der Aufschlussbohrung durchgeführt werden. Es wird in diesem Zusammenhang auf die im Kapitel 2 genannte Aufbewahrungszeit der entnommenen Bodenproben hingewiesen.

Des Weiteren wird darauf hingewiesen, dass es sich bei der durchgeführten chemischen Analyse um eine orientierende Untersuchung handelt. In der Regel nehmen Kippstellen nur Material an, bei dem die chemische Untersuchung bzw. die Probenentnahme nicht länger als 6 Monate zurückliegt. Sollte die Verwertung zu einem späteren Zeitpunkt stattfinden, werden ggf. weitere Probenentnahmen und chemische Untersuchungen notwendig.

6 Wasserhaltungsmaßnahmen

Während der Gründungsarbeiten bzw. im Zuge der Ausschachtungsarbeiten ist das ggf. in geringer Menge anfallende Sicker- und Schichtwasser bzw. nur das Tageswasser abzuführen.

Die in den Gründungsebenen anstehenden wasserempfindlichen Böden werden bei Regenfällen verschlammten, so dass zum Schutz des Aushubplanums vor Verschlammungen sofort nach Freilegung eines Teilbereiches der Aushubebene für die Gründung der Fundamente und der Betonsohlen das empfohlene Bodenaustauschmaterial (s. Kapitel 8) anzudecken ist.

Zur Abführung des Niederschlags- und Sicker- bzw. Schichtwassers ist nur bei anhaltenden, starken Niederschlägen eine offene Wasserhaltung über das Bodenaustauschmaterial vorzuhalten.

7 Maßnahmen zum Schutz des Bauwerkes gegen Grundwasser

Aufgrund der angetroffenen hydrogeologischen Gegebenheiten (s. Kapitel 4.1 und 4.2) ist für das geplante Gebäude der Lastfall drückendes Wasser anzusetzen. Die Konstruktion aller erdberührenden Bauteile ist demnach in wasserundurchlässigem Beton (z. B. gemäß WU-Richtlinie, Beanspruchungsklasse 1) oder mit einer Abdichtung gegen drückendes Wasser auszuführen (z. B. gemäß der Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E nach DIN 18533-1). Der wasserundurchlässige Beton bzw. die Abdichtung gegen drückendes Wasser ist mindestens bis zur zukünftigen GOK hochzuziehen.

Gemäß der DIN 18533-1 kann eine Verhinderung eines Aufstaus von Sicker- und Schichtwasser, z. B. durch eine auf Dauer funktionsfähige Dränage gemäß DIN 4095, erreicht werden. Zur Festlegung der erdseitigen Einwirkung auf die Abdichtungsschicht gilt dann die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E gemäß der DIN 18533-1. Das Dränagesystem verhindert einen Aufstau von Sickerwasser durch Niederschläge in den Arbeitsräumen und verändert nicht die Grundwasserverhältnisse im Bereich der Bebauung. Eine Abführung der ggf. in den Arbeitsräumen anfallenden Sickerwässer hat keine nachteiligen Auswirkungen auf die hydrogeologischen Verhältnisse in der Umgebung.

8 Tragfähigkeit des Baugrundes und Baugrundverbesserungsmaßnahmen

Wie den Bohrprofilen und dem Rammogramm auf den Anlagen 2.1 bis 2.3 zu entnehmen ist, wurden in den angenommenen Gründungsebenen für die Betonsohlen und die Fundamente inhomogen zusammengesetzte, locker bis mitteldicht gelagerte aufgefüllte Schluffe und Sande und demnach keine ausreichend tragfähigen Böden angetroffen.

Um ein ausreichend tragfähiges Gründungsplanum gewährleisten zu können, ist unter den Betonsohlen und den Fundamenten durch einen Bodenaustausch eine Tragschicht in einer Stärke von mindestens 0,5 m herzustellen.

Als Bodenaustauschmaterial ist nicht bindiges, wasserdurchlässiges und verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial wie Kiessand 0/32, Grubenkies, Kalkstein-Schotter 0/45 bzw. eine äquivalente Mischung oder Bodenart zu verwenden. Dabei ist ein seitlicher Überstand unter einem Druckausbreitungswinkel von 45° einzuhalten.

Das Bodenaustauschmaterial dient bei Bedarf in Verbindung mit Pumpensäumpfen als bauzeitlicher Flächenfilter (s. Kapitel 6).

Das Bodenaustauschmaterial ist in Lagenstärken bis maximal 0,3 m einzubringen und mit einem geeigneten Verdichtungsgerät bis auf ca. 100 % der Proctordichte zu verdichten.

Werden bei den Verdichtungsarbeiten dynamisch wirkende Verdichtungsgeräte verwendet, ist deren Eindringtiefe so zu wählen, dass ggf. unterlagernde wassergesättigte bindige Böden nicht dynamisch beansprucht werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass dynamische Beanspruchungen bindiger Böden bei hohen Wassergehalten einen Porenwasserüberdruck im Boden bewirken, wodurch die Tragfähigkeit stark herabgesetzt wird (es entsteht ein so genannter „Matratzeneffekt“).

Es wird in diesem Zusammenhang auf die Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten durch das Erdbaulabor Dr. F. Krause hingewiesen.

Sollte auf dem Baugrundstück der Einbau von Recyclingbaustoffen vorgesehen sein, ist dies im Vorfeld der Baumaßnahme mit den zuständigen Genehmigungsbehörden abzustimmen.

9 Homogenbereiche, Bodenkennwerte, Bodenklassen, Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen

9.1 Homogenbereiche

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen sind die angetroffenen Böden in folgende Homogenbereiche zu unterteilen:

Homogenbereich 1a	aufgefüllter Schluff
Homogenbereich 1b	aufgefüllter Sand
Homogenbereich 2	Kies
Homogenbereich 3	Verwitterungslehm stark verwitterter Tonmergelstein
Homogenbereich 4	verwitterter Tonmergelstein

9.2 Bodenkennwerte

Die für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen Bodenkennwerte sind, unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Rammsondierung, als charakteristische Mittelwerte geschätzt, wie folgt in Ansatz zu bringen:

Bodenaustauschmaterial (z. B. Kiessand 0/32, Schotter 0/45)

Wichte γ	:	19,5	kN/m ³
(unter Auftrieb γ'	:	11,5	kN/m ³)
Reibungswinkel φ'	:	35,0	°
Kohäsion c'	:	0	kN/m ²
Steifeziffer E_s	:	60	MN/m ²
Durchlässigkeits- beiwert k_f	:	$> 1 \cdot 10^{-4}$	m/s
Proctordichte D_{Pr}	:	100	%

Aufgefüllter Schluff (Homogenbereich 1a)

Wichte γ : 18,5 kN/m³
(unter Auftrieb γ' : 8,5 kN/m³)
Reibungswinkel φ' : 25,0 °
Kohäsion c' : 0 kN/m²
Steifeziffer E_s : 8 MN/m²
Durchlässigkeits-
beiwert k : ca. $1 \cdot 10^{-7}$ m/s

Aufgefüllter Sand (Homogenbereich 1b)

Wichte γ : 18,0 kN/m³
(unter Auftrieb γ' : 10,0 kN/m³)
Reibungswinkel φ' : 30,0 °
Kohäsion c' : 0 kN/m²
Steifeziffer E_s : 10 MN/m²
Durchlässigkeits-
beiwert k : ca. $1 \cdot 10^{-6}$ m/s

Kies (Homogenbereich 2)

Wichte γ : 19,5 kN/m³
(unter Auftrieb γ' : 11,5 kN/m³)
Reibungswinkel φ' : 35,0 °
Kohäsion c' : 0 kN/m²
Steifeziffer E_s : 50 MN/m²
Durchlässigkeits-
beiwert k : ca. $1 \cdot 10^{-6}$ m/s

Verwitterungslehm (Homogenbereich 3)

Wichte γ	:	19,5	kN/m ³
(unter Auftrieb γ'	:	9,5	kN/m ³)
Reibungswinkel φ'	:	25,0	°
Kohäsion c'	:	15	kN/m ²
Steifeziffer E_s	:	10	MN/m ²
Durchlässigkeits- beiwert k	:	$< 1 \cdot 10^{-9}$	m/s

Stark verwitterter Tonmergelstein (Homogenbereich 3)

Wichte γ	:	20,5	kN/m ³
(unter Auftrieb γ'	:	10,5	kN/m ³)
Reibungswinkel φ'	:	27,5	°
Kohäsion c'	:	20	kN/m ²
Steifeziffer E_s	:	20	MN/m ²
Durchlässigkeits- beiwert k	:	$< 1 \cdot 10^{-9}$	m/s

Verwitterter Tonmergelstein (Homogenbereich 4)

Wichte γ	:	22,5	kN/m ³
(unter Auftrieb γ'	:	12,5	kN/m ³)
Reibungswinkel φ'	:	32,5	°
Kohäsion c'	:	15	kN/m ²
Steifeziffer E_s	:	60	MN/m ²
Durchlässigkeits- beiwert k	:	$< 1 \cdot 10^{-9}$	m/s

9.3 Bodenklassen gem. VOB/DIN 18300, Bodengruppen gem. DIN 18196 und Frostempfindlichkeitsklassen gem. ZTV E-StB 17

Für die Ausschreibung der Erdarbeiten sind die angetroffenen Bodenarten wie folgt zu klassifizieren und in folgende Bodengruppen einzuordnen:

Aufgefüllter Schluff

(Homogenbereich 1a)

Bodenklasse:	4 (bei Verschlämmungen, Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c \leq 0,5$: Klasse 2; bei grobstückigen Inhaltsstoffen, z. B. grobem Bauschutt, auch Klassen 5 bis 7)
Bodengruppen:	[UL]/[UM]/[TL]/[TM]
Frostempfindlichkeitsklasse:	F 3 (sehr frostempfindlich)

Aufgefüllter Sand

(Homogenbereich 1b)

Bodenklasse:	4 (bei grobstückigen Inhaltsstoffen, z. B. grobem Bauschutt, auch Klassen 5 bis 7)
Bodengruppe:	[SU*]
Frostempfindlichkeitsklasse:	F 3 (sehr frostempfindlich)

Kies

(Homogenbereich 2)

Bodenklasse:	4
Bodengruppen:	GU*/GT*
Frostempfindlichkeitsklasse:	F 3 (sehr frostempfindlich)

Verwitterungslehm/stark verwitterter Tonmergelstein

(Homogenbereich 3)

Bodenklassen:	4 und 5 (bei Verschlämmungen, Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c \leq 0,5$: Klasse 2)
Bodengruppen:	TM/TA
Frostempfindlichkeitsklasse:	F 3 (sehr frostempfindlich), bei der Bodengruppe TA auch F 2 (gering bis mittel frostempfindlich)

Verwitterter Tonmergelstein

(Homogenbereich 4)

Bodenklasse:	6 (verwitterter Fels)
Frostbeständigkeit:	gering

10 Verwendung des Aushubmaterials

Die Verwertung der beim Aushub anfallenden aufgefüllte Böden ist aus umwelt-relevanter Sicht mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

Die bei den Aushubarbeiten anfallenden aufgefüllten Sande und Schluffe sind nur im Bereich ihres optimalen Wassergehaltes und bei fehlenden Niederschlägen einbau- und verdichtungsfähig. Die Aushubböden sind somit als Füll- bzw. Auffüllmaterial nur bedingt verwendbar und nur in den Bereichen einzubauen, die nicht überbaut werden.

Kommt ggf. eine Ringdränage zur Ausführung (s. Kapitel 7), können die anfallenden Aushubböden nur in Verbindung mit Dränplatten oder Kiessandsickerschlitzten als Füllmaterial in den Arbeitsräumen wiederverwendet werden.

Nicht verdichtungsfähiger oder vernässter und dann nicht verdichtungsfähiger Boden ist abzufahren. Der zum Wiedereinbau vorgesehene Boden ist durch Folienabdeckungen gegen Witterungseinflüsse zu schützen und im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten auf seine Verwendung als Füllboden zu prüfen.

Ist der Aushubboden zu nass bzw. liegen entsprechend ungünstige Witterungsbedingungen für den Einbau vor, sind alternativ zum Aushubboden Sande, Grubenkiese oder Kiessande mit maximal bindigen Bestandteilen bis 5 % (mit Dränage) bzw. 15 % (ohne Dränage) einzubauen und zu verdichten.

Das für die Verfüllung der Arbeitsräume vorgesehene Material ist in Lagenstärken bis maximal 0,3 m einzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf ca. 97 - 100 % der Proctordichte zu verdichten.

11 Gründungstechnische Folgerungen

11.1 Gründungsart, Gründungstiefe

Die Gründung erfolgt auf Einzel- und Streifenfundamenten mit bewehrten Betonsohlen.

Die Gründungsebene der Betonsohlen wird bei ca. 218,67 m ü. NHN und die der Fundamente bei ca. 217,97 m ü. NHN angenommen.

Um ein ausreichend tragfähiges Gründungsplanum gewährleisten zu können, ist unter den Betonsohlen und den Fundamenten durch einen Bodenaustausch eine Tragschicht in einer Stärke von mind. 0,5 m herzustellen (s. Kapitel 8).

11.2 Baugrubensicherung

Die Aushubarbeiten können bis zu einer Tiefe von $t = 1,25$ m senkrecht ausgeschachtet werden. Bei tieferen Ausschachtungen können die Baugrubenwände in den aufgefüllten Böden bis 45° abgeböscht werden. Die Böschungen sind gegen Erosion durch Folienabdeckung zu schützen.

Für die Ausführung der Aushubarbeiten gelten die Vorgaben der DIN 4124.

Werden Unterfangungsarbeiten erforderlich, können diese i. d. R. gemäß DIN 4123 ausgeführt werden.

Im Übergangsbereich zum Bestand bzw. zur Nachbarbebauung sind die Aushubbegrenzungen gemäß DIN 4123 zu beachten.

11.3 Belastung des Baugrundes

Für die Fundamente sind, unter Beachtung der zulässigen Setzungen von $S_g = 2,0$ cm, der zulässigen Setzungsdifferenzen von $\Delta S = 1,0$ cm auf 5,0 m bzw. der noch zulässigen Winkelverdrehung von $\alpha_{krit} = 1/500$ und der Grundbruchsicherheit [Ausnutzungsgrad μ (parallel zu b) $\leq 1,0$; Teilsicherheit $\gamma_{R,v} \geq 1,4$], folgende Bemessungswerte des Sohldruckwiderstandes ($\sigma_{R,d}$) anzusetzen bzw. unter Berücksichtigung der Gesamtsicherheit folgende charakteristische Sohldruckspannungen (σ_{zul}) in der Lasteintragsfläche (Unterkante Fundament) zuzulässig:

Streifenfundamente

Fundamentbreite b (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ (kN/m²)	252	266	281	293	304	313	322	288
Zul. Sohldruck $\sigma_{zul.}$ (kN/m²)	185	195	206	215	223	229	236	211
Gesamtsetzungen S_g (cm)	0,8	1,0	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0	2,0
Bettungsmodul k_s (MN/m³)	22,6	18,9	16,5	14,8	13,6	12,6	11,8	10,6

Einzelfundamente

Fundamentbreite b (m)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ (kN/m²)	338	376	405	343	289	254	229	213
Zul. Sohldruck $\sigma_{zul.}$ (kN/m²)	248	276	297	251	212	186	168	156
Gesamtsetzungen S_g (cm)	0,5	1,2	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Bettungsmodul k_s (MN/m³)	52,9	23,8	16,2	12,6	10,6	9,3	8,4	7,8

Zwischenwerte sind entsprechend den Darstellungen auf den Anlagen 7.1 und 7.2 geradlinig einzuschalten.

Die Mindestbreite der Fundamente beträgt $b = 0,4$ m (Streifenfundamente) bzw. $b = 0,5$ m (Einzelfundamente). Die Mindesteinbindetiefe beträgt $t = 0,8$ m unter GOK (frostfreie Gründung).

Bei geringer belasteten Fundamentkonstruktionen ist eine Reduzierung der Mindestwerte der Fundamentabmessungen zulässig.

11.4 Setzungsverhalten und Grundbruchsicherheit

Die Setzungen werden bei den vorgenannten Belastungen rechnerisch $S_g = 2,0$ cm nicht überschreiten. Die Setzungsdifferenzen, die sich durch die unterschiedlichen Baugrundverhältnisse ergeben, betragen bei annähernd gleichmäßiger Lastverteilung nur wenige Millimeter und können vernachlässigt werden. Unzulässige Setzungen und Setzungsdifferenzen sind somit nicht zu erwarten.

Die Fundamente besitzen bei den vorgenannten Belastungen und den entsprechenden Abmessungen eine ausreichende Grundbruchsicherheit [Ausnutzungsgrad μ (parallel zu b) $\leq 1,0$; Teilsicherheit $\gamma_{R,v} \geq 1,4$].

12 Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten

Die durchgeführten Bohrungen stellen lediglich punktuelle und keine flächen-deckenden Aufschlüsse dar. Aus diesem Grund ist nach Freilegung der Baugrubensohle bzw. der Fundamentgruben oder auch während der Ausschachtungsarbeiten eine abschließende Baugrundbeurteilung erforderlich.

Es erfolgt ein Vergleich der Baugrundverhältnisse zu denen, die dem vorliegenden geotechnischen Gutachten zugrunde gelegt wurden.

Im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten werden die erforderlichen Bodenaustauscharbeiten exakt festgelegt, und es erfolgen die endgültigen Angaben zur bauzeitlichen Wasserhaltung, zur Baugrubensicherung und zur Gründung.

Darüber hinaus kann im Rahmen der Qualitätssicherung im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten eine Überprüfung der dem vorliegenden geotechnischen Gutachten zugrunde gelegten, geschätzten Bodenkennwerte erfolgen.

13 Versickerung von Niederschlagswasser

Die Versickerung von Niederschlagswasser ist, unter Beachtung der hydrogeologischen Gegebenheiten und im Hinblick auf die Angaben im DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138, nicht möglich.

14 Hinweise auf weitere Untersuchungen

Der Gutachter ist über die Fertigstellung weiterer oder geänderter Planunterlagen, die aus baugrundtechnischer Sicht relevant sind, zu informieren. Gegebenenfalls wird ein Nachtrag zum geotechnischen Gutachten notwendig.

15 Schlusswort

Der Gutachter ist zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern, wenn sich Fragen ergeben, die im vorliegenden geotechnischen Gutachten nicht erörtert wurden.

Münster, den 12. Dezember 2022

DR. F. KRAUSE VDI/BDB
ING.-BÜRO FÜR ERD- U. GRUNDBAU
Harkortstraße 44 - 48165 Münster
☎ 0251/97135-0, Fax 0251/97135-99

i.A. M.Sc. Geowiss. René Mommsen

Fiet Krause
Inhaber

Planunterlagen:

- Nr. 1 Lageplan, 1:500 (Quelle: Terbrack Architekten BDA, Krackser Straße 12, 33659 Bielefeld; Stand: 04.10.2022)
- Nr. 2 Grundriss EG, 1:50 (Quelle: Terbrack Architekten BDA; Stand: 04.10.2022)
- Nr. 3 Schnitte (A - A und B - B), 1:50 (Quelle: Terbrack Architekten BDA; Stand: 04.10.2022)
- Nr. 4 Archivunterlagen

Anlagen:

- Nr. 1 Lageplan mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten, 1:500
- Nr. 2 Schichtenprofile gemäß DIN 4023 und Rammdiagramm gemäß DIN EN ISO 22476-2, 1:50 (Anlagen 2.1 bis 2.3)
- Nr. 3 Grundriss, 1:75 (Anlage 3.1)
Schnitt A-A, 1:75 (Anlage 3.2)
- Nr. 4 Tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse der chemischen Untersuchungen (2 Seiten)
- Nr. 5 Prüfbericht (3 Seiten)
- Nr. 6 Probenahme-Protokoll
- Nr. 7 Ergebnisse der Setzungsberechnungen (Anlagen 7.1 und 7.2)

Verteiler:

Stadt Horn-Bad Meinberg, Herrn Stock, Marktplatz 4, 32805 Horn-Bad Meinberg
(2-fach)