

geotechnik west • Arnoldystraße 73 • 52156 Monschau

Kreis Heinsberg
Amt für Gebäudewirtschaft
z.Hd. Herrn Dipl.-Ing. Thomas Gleichmann
Valkenburger Straße 45

52525 Heinsberg

Es schreibt Ihnen:
Dipl.-Ing. Bernd Harth

Telefon: 02472 / 8027396
Telefax: 02472 / 8027397
Mobil: 0171 / 6574319
E-Mail: b.harth@geotechnikwest.de

12.04.2024 / HB
gtw-AZ 24 03 007

Bauvorhaben: Neubau einer Kita mit 6 Gruppen in 41849 Wassenberg

Bauort: Auf dem Taubenkamp in 41849 Wassenberg
(Gemarkung Wassenberg, Flur 7, Teil aus Flurstück 314, siehe Anl. 1.1 – 1.3)

Auftrag vom: 13.03.2024
Auftrags-Nr. I-0602-010/46247/2024

Planer: Dipl.-Ing. Hansen Hano Architekten Partnerschaft, Rimbunger Allee 2,
52531 Übach-Palenberg

Geotechnischer Bericht zu Baugrund und Gründung

1 Aufgabenstellung

- Ausführung von Kleinerkundungen (ausgeführt: 2 Rammkernsondierbohrungen RKS und 3 Leichte Rammsondierungen DPL) zur Feststellung von Bodenschichtung und Tragfähigkeit einschl. erforderlicher Nebenarbeiten
- Feststellen und Abschätzen des Schwankungsbereichs von Wasserständen im Boden
- Bodenklassifizierung und Angabe der Bodenkennwerte in Tabellenform
- Angabe der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte auf der Grundlage der Bohrergergebnisse (organoleptische Begutachtung der Bodenproben)
- Qualitative Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Baugrunds
- Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrunds
- Setzungsberechnung für eine Flächengründung auf mineralischer Packlage einschl. Abschätzung des Bettungsmoduls
- Darstellung der aufnehmbaren Sohlpressungen für Einzel- und Streifenfundamente bei ausreichender Grundbruchsicherheit in Abhängigkeit der zu erwartenden Setzungen
- Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung einschl. Abdichtung
- Zusammenstellen, Dokumentation, Aus- und Bewertung der Untersuchungsergebnisse in Form eines geotechnischen Berichts
- Lieferung des Gutachtens in Papierform (2-fach) und in digitaler Form (pdf-Dateien)

2 Anlagen

- 1.1 Übersichtslageplan i.M. 1:25.000
- 1.2.1 Lageplan (Auszug DGK5) i.M. 1:2.000
- 1.2.2 Lageplan (Auszug TK 1936 – 1945) i.M. 1:5.000
- 1.2.3 Lageplan – Lage der Erkundungen, ohne Maßstabsangabe
- 1.2.4 Entwurfspläne: Übersichtslageplan, Originalmaßstab 1:1.000
- 1.3 Lageplan (Luftbild) i.M. 1:1.000
- 1.4 Grundwassergleichen-/Grundwasserdifferenzenplan (Erftverband), Originalmaßstab 1:25.000
- 1.5 Bodendenkmalblatt HS 175 „Siedlung/Villa Rustica“, Landschaftsverband Rheinland
- 2 Fotodokumentation örtliche Situation und Ausführung der Feldarbeiten am 27.03.2024
- 3 Bohrprofile/Schichtenverzeichnisse der Rammkernsondierungen RKS 1 + RKS 2
- 4 Sondierdiagramme/Messwerttabellen der Leichten Rammsondierungen DPL 1 – 3
- 5 Setzungsberechnungen für eine Flächengründung auf mineral. Polster-/Frostschuttschicht
- 6 Grundbruch-/Setzungsberechnungen für ein Streifenfundament mit rechn. $t = 0,8$ m über einer 0,6 m dicken mineralischen Packlage
- 7 Grundbruch-/Setzungsberechnungen für Einzel- und Streifenfundamente im Sandlöss

3 Vorgang und Feststellungen

Vorgang/Bauvorhaben/örtliche Situation

Der Kreis Heinsberg plant den Neubau einer nicht unterkellerten Kindertagesstätte auf einer bislang landwirtschaftlich genutzten Freifläche am Westrand der Stadt Wassenberg (Baufeld Auf dem Taubenkamp, Gemarkung Wassenberg, Flur 7, Teil aus Flurstück 314, siehe Anlagen 1.1 – 1.3). Innerhalb des Baufeldes ist ein Bodendenkmal aus römischer Zeit bekannt („Siedlung/Villa Rustica“, siehe insbesondere auch Anlage 1.5), welches erhalten bzw. ohne Schädigung überbaut werden soll. Die geotechnik west – Ingenieurbüro Bernd Harth – wurde mit Datum vom 13.03.2024 (Auftrags-Nr. I-0602-010/46247/2024) vom Kreis Heinsberg mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines Baugrund-/Gründungsgutachtens für die geplante Baumaßnahme insbesondere auch unter Berücksichtigung der Belange des Denkmalschutzes beauftragt.

Das Baufeld liegt am Westrand von Wassenberg unweit des dortigen Freizeitbades (siehe Anlage 1.1). Die geplante Baufläche ist Teil einer Ackerfläche, welche derzeit im Baubereich offensichtlich nicht bewirtschaftet wird. Das Baufeld grenzt im Westen an die Straße Auf dem Taubenkamp und im Norden an den Parkplatz des Freizeitbades. Im Süden schließt sich die weiterhin bewirtschaftete Ackerfläche und im Osten zu den Freianlagen des Bades hin ein begrünter Wall an. Die Darstellung in Anlage 1.2.2 lässt vermuten, dass das Baufeld in der Neuzeit bzw. zumindest bis zum Ende des 2. Weltkriegs unbebaut war. Auf das Bodendenkmal aus römischer Zeit wurde bereits hingewiesen.

Die Geländeoberfläche ist im Baubereich nahezu horizontal eben und befindet sich wenige Dezimeter unterhalb der im Westen angrenzenden Erschließungsstraße. Aus der Höhenliniendarstellung in Anlage 1.2.1 kann ein Geländeniveau von rd. 38 mNN abgelesen werden. An den über den aktuellen Baugrundriss gem. Anlage 1.2.3 rastermäßig verteilten Aufschlusspunkten wurden im Rahmen der Feldarbeiten (mangels eines Bezugspunktes mit bekannter NN-Höhe) Relativhöhen von -0,46 m bis +0,02 m unter/über FP Nivellement ermittelt. Als Bezugspunkt für die Höheneinmessung wurde die FOK an der nordwestecke des Grundstücks gewählt (FP Nivellement = FP1 = 0,00 m, siehe auch Anlage 1.2.3).

Dem vorliegenden Gutachten liegt der in den Anlagen 1.2.3 und 1.2.4 abgebildete Grundriss/Entwurfslageplan der Dipl.-Ing. Hansen Hano Architekten Partnerschaft, 52531 Übach-Palenberg, mit Stand vom 05.10.2023 zu Grunde. Hierin ist ein mehrteiliger Baukörper mit Gesamtgrundrissmaßen von 33 m x 58 m und angegliederten Verkehrsflächen (PKW-Parkplätze) zu

erkennen. Eine konkrete Höheneinordnung des Bauwerks liegt uns derzeit noch nicht vor. Vermutlich wird die OK FFB EG knapp oberhalb der im Westen angrenzenden Erschließungsstraße (Auf dem Taubenkamp angeordnet. Ein Nivellement im Rahmen der Feldarbeiten lieferte hier im Grundstücksbereich FOK-Höhen von 0,0 – 0,12 m über FP Nivellement (siehe auch Anlage 1.2.3). Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens wird eine OK FFB EG auf 0,10 m über FP1 bzw. FP Nivellement angenommen. Bei abweichender Höheneinordnung sind entsprechende Differenzmaße zu berücksichtigen.

Die örtliche Situation im Bereich des Baufeldes geht neben dem Luftbild in Anlage 1.3 insbesondere auch aus der Fotodokumentation in Anlage 2 (Stand zum Zeitpunkt der Feldarbeiten am 27.03.2024) hervor.

Feldarbeiten am 25.02.2019

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse für das nicht unterkellerte Bauvorhaben wurden am 27.03.2024 insgesamt 2 Rammkernsondierbohrungen RKS (\varnothing 60/50/40 mm) gemäß DIN 4021 bzw. DIN EN ISO 22475 und 3 Sondierungen mit der Leichten Rammsonde DPL (Spitzenquerschnitt 10 cm², Fallgewicht 10 kg) nach DIN 4094 bzw. DIN EN ISO 22476-2 mit Aufschlusstiefen von max. 5,0 m ausgeführt. Alle Aufschlüsse reichen bis in gewachsene und gut tragfähige quartäre Terrassensedimente hinein.

Die Ansatzstellen der Baugrundaufschlüsse wurden der Fragestellung sowie den Möglichkeiten vor Ort entsprechend festgelegt und sind in der Anlage 1.2.3 dargestellt. Die Bohr- und Sondierergebnisse liegen als Anlagen 3 (RKS) und 4 (DPL) bei. Anlage 2 zeigt neben der örtlichen Situation am 27.03.2024 insbesondere auch die Ausführung der Feldarbeiten.

Erwartete Baugrundverhältnisse

Der Untersuchungsbereich befindet sich geologisch gesehen auf der Rurscholle bzw. am östlichen Rand der Talaue der Rur (Entfernung zur im Südwesten gelegenen Rur rd. 1.100 m, siehe Anlage 1.1). Die Hydrologische Grundrisskarte, Blatt 4902 Heinsberg (Ausschnitt siehe Abbildung 1), zeigt den in Höhe des Grundwasserspiegels anstehenden Baugrund. Für das betrachtete Baufeld (und den Stand von 1955) lässt sich eine Grundwasserspiegellage auf rd. 33,9 mNN innerhalb der Talterrasse der Rur (TKi) abgreifen. Unter den Talterrassenablagerungen folgen größermächtige quartäre Sedimente der jüngeren Hauptterrasse des Rheins (Hj). Daraus ergibt sich bei einer Geländehöhe im Baubereich von angenommen rd. 38,0 mNN gem. Anlage 1.2.1 ein Flurabstand von rd. 4,1 m. Darüber sind östlich des Baufeldes tektonische Störzonen dargestellt. Hierbei dürfte es sich um den bedeutenden Rurrand-Sprung einschl. Nebenverwerfungen handeln.

Anlage 1.4 zeigt eine etwas genauere Darstellung zur Lage der Störzonen. Danach befindet sich die zum Rurrand-System gehörende Störung Null unmittelbar östlich des Freizeitbades in rd. 100 – 200 m Abstand zum betrachteten Baufeld. Die Hauptstörung des Rurrand-System (= der Rurrand-Sprung) befindet sich weitere ca. 300 m östlich davon. Ob der Rurrand-Sprung bzw. das Rurrand-System für die geplante Baumaßnahme von Bedeutung ist, kann von unserer Seite nicht beurteilt werden. Eine detaillierte Bewertung der tektonischen Situation hinsichtlich bergschadenstechnischer Gesichtspunkte ist nicht Inhalt des vorliegenden Gutachtens und kann auf der Grundlage der uns zur Verfügung stehenden Unterlagen/Erkenntnisse sowie der ausgeführten Baugrunderkundung auch nicht erfolgen. Bei Bedarf ist, eine entsprechende Anfrage z.B. an den Erftverband und/oder den Geologischen Dienst NRW zu richten.

In der zur Grundrisskarte zugehörigen Profilkarte (Ausschnitt siehe Abbildung 2) wird der zu erwartende Baugrundaufbau ersichtlich: Unter geringmächtigem Decklehm (Tallehm TL, d = 1 – 2 m) folgen ca. 8 – 10 m mächtige Talterrassensedimente der Rur (TT_{ru}) welche von mehrere Dekameter mächtigen älteren quartären Terrassenablagerungen von Rhein und Maas (Hj + Gm) abgelöst werden. Der Grundwasserspiegel wird in der Hydrologischen Profilkarte (Stand 1953) im Hangenden der Talterrassensedimente und damit bereits flurnah abgebildet. Aus der Darstellung in Abbildung 2 kann ein Grundwasserflurabstand von 1 – 2 m abgegriffen werden (in Abbildung 2 gelb dargestellt ist das grundwasserfreie Deckgebirge).

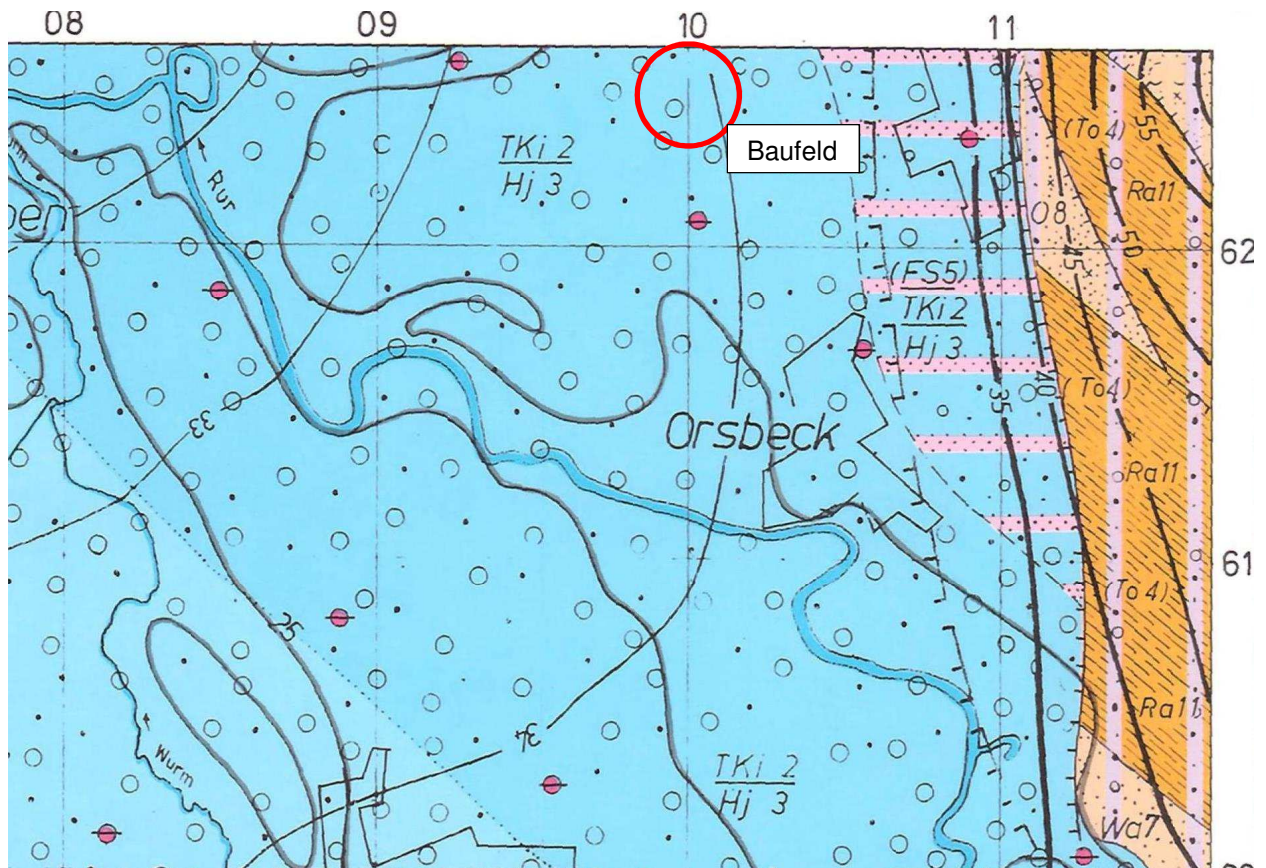


Abbildung 1: Auszug aus der Hydrologischen Grundrisskarte von NRW, Blatt 4902 Heinsberg

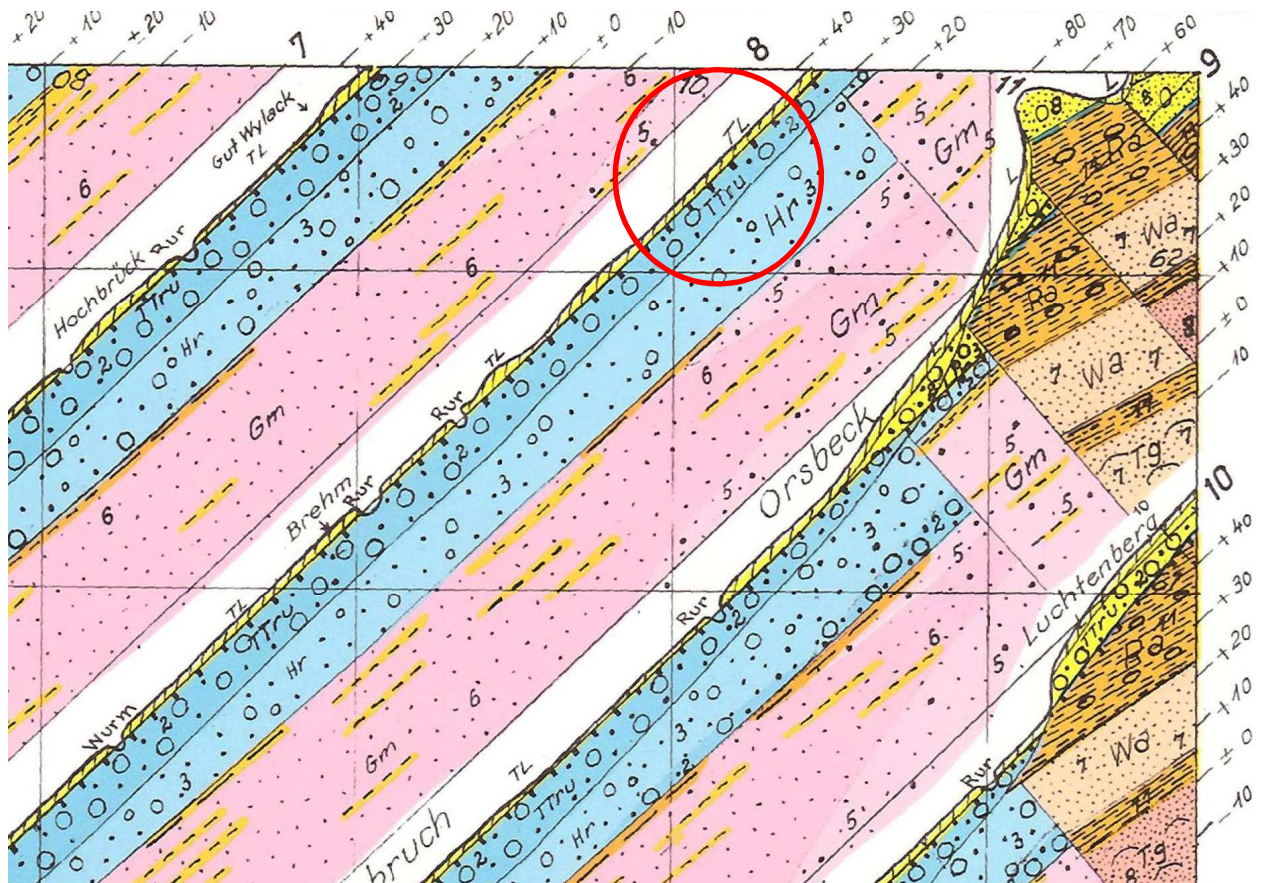


Abbildung 2: Auszug aus der Hydrologischen Profilkarte von NRW, Blatt 4902 Heinsberg

Die Bodenkarte von NRW, Blatt L 4902 Erkelenz (Ausschnitt, siehe Abbildung 3), beschreibt detailliert den oberflächennahen Baugrund bis in eine Tiefe von rd. 2 m unter Flur. Sie weist für das Baufeld bei ungestörten Verhältnissen einen Boden der Gruppe (s)B61 und damit (im Gegensatz zum in der Hydrologischen Karte dargestellten Tallehm TL) Sandlöss über Kies und Sand der pleistozänen Hauptterrasse aus. Hierbei handelt es sich um ca. 7 – 12 dm mächtigen schwach lehmigen bis lehmig-schluffigen Feinsand über kiesigem, z.T. lehmigem Sand. Die Bodenkarte weist eine hohe Wasserdurchlässigkeit des oberflächennahen Baugrunds ($k_f = 40 - 100 \text{ cm/Tag}$) und bei verdichtetem Unterboden schwache Staunässe aus.

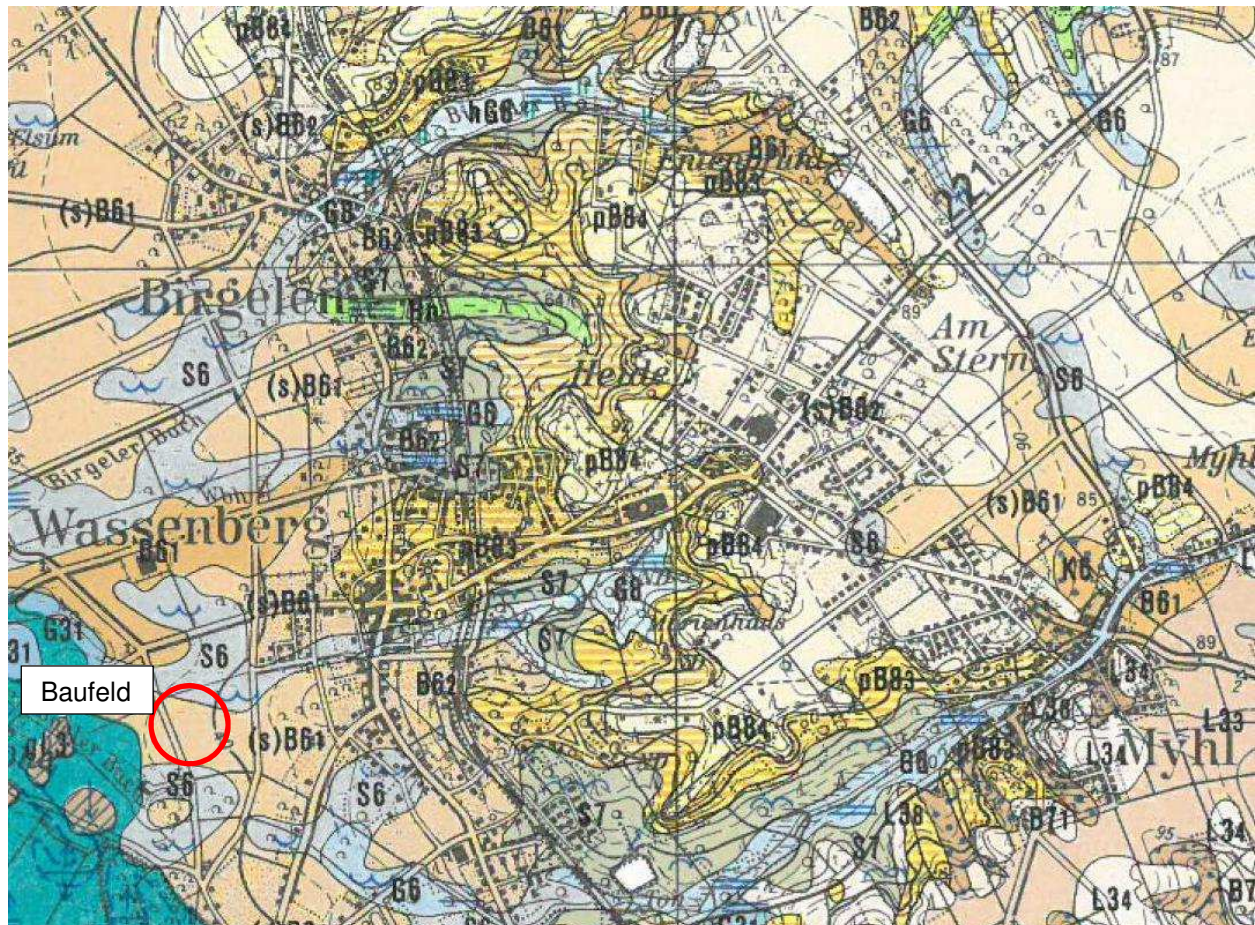


Abbildung 3: Auszug aus der Bodenkarte von NRW, Blatt L 4902 Erkelenz

Grundwassersituation gem. Kartenrecherche

Der Grundwasserspiegel dürfte nach der Hydrologischen Grundrisskarte, wie zuvor bereits erwähnt, in 1955 einen Flurabstand von rd. 4,1 m aufgewiesen haben. Die Darstellung in der zugehörigen Profilkarte weist allerdings, wie zuvor bereits erwähnt, mit 1 – 2 m einen deutlich geringeren Flurabstand aus.

Die Anlage 1.4 zeigt einen Auszug aus dem WebGIS des Ertfverbands für das Untersuchungsgebiet. Darin sind u.a. Grundwassergleichen für den Stand von Oktober 2022 (magentafarbene Linien) und die Grundwasserdifferenzen (= tagebaubedingte Absenkung im Beobachtungszeitraum) zwischen Oktober 1955 und Oktober 2022 (schwarze Linien) dargestellt. Aus der Darstellung geht für das betrachtete Baufeld für Oktober 2022 ein Grundwasserstand auf rd. 33,2 mNN und damit (bezogen auf eine GOK auf rd. 38,0 mNN) ein derzeitiger Flurabstand von rd. 4,8 m hervor. Zudem zeigen die Isolinien der Grundwasserdifferenzen, dass zwischen 1955 und 2022 eine Grundwasserabsenkung von deutlich weniger als 1,0 m stattgefunden hat. Anlage 1.4 bestätigt damit die Grundwasserspiegellage gem. Hydrologischer Grundrisskarte bzw. Abbildung 1. Selbst nach einem vollständigen Wiederanstieg nach der Beendigung

der tagebaubedingten Sumpfungsmaßnahmen dürfte der Grundwasserflurabstand im betrachteten Bereich gem. Anlage 1.4 noch rd. 4 m betragen.

Festgestellte Grundwasserverhältnisse

Nach dem Ziehen des Gestänges konnte im Bohrloch der RKS 1 ein Wasserspiegel bei 3,18 m unter GOK festgestellt werden. Hierbei dürfte es sich allerdings um Sicker-/Schichtenwasser handeln, zumal das Bohrloch der RKS 2 bei der Abschließenden Lichtlotmessung bis $t = 4,83$ m unter Flur offen war und hier kein Bohrlochwasserspiegel festgestellt wurde. Allerdings waren die ab $t = 4,5$ m mit der RKS 2 erbohrten Terrassensedimente stark feucht bis nass wonach hier in guter Übereinstimmung zur Grundwasserrecherche zumindest eine kapillar bedingte Grundwasserbeeinflussung bzw. ein Grundwasserspiegel wenig unterhalb von 4,5 m unter Flur (z.B. bei rd. 4,8 m unter Flur?) angenommen werden kann.

Für die nicht unterkellert geplante Baumaßnahme ist die vg. Grundwasserspiegellage allerdings ohne Bedeutung.

Angetroffene Baugrundverhältnisse

Mit den Rammkernsondierungen RKS 1 und 2 wurde als oberster und in jedem Fall unter Bauwerken abzutragenden Horizont 0,3 – 0,5 m mächtiger Ober-/Ackerboden angetroffen. Darunter folgen in der RKS 1 bis $t = 0,9$ m Füllsande mit einzelnen Ziegelbröckchen und im Tiefenbereich von $t = 0,9 – 1,8$ m für die geplante Bauaufgabe ausreichend gut tragfähiger gewachsenen Decklehm in Form von feinsandreichem Sandlöss. Die RKS 2 zeigt unter dem Oberboden bis $t = 2,1$ m unter Ansatzpunkt den vg. Sandlöss. Unter dem Sandlöss wurden bis zu jeweiligen Endteufe gewachsene sowie erfahrungsgemäß gut tragfähige quartäre Talterrassensedimente erbohrt. Diese sind im Hangenden bzw. in der RKS 1 bis $t = 3,4$ m und in der RKS 2 bis $t = 2,5$ m unter Flur sandig-kiesig ausgebildet. Darunter folgt eine halbfeste bindige bis gemischtkörnige Zwischenlage, welcher gem. RKS 2 ab $t = 4,5$ von sandigem Terrassenkies abgelöst wird. In allen Prägungen handelt es sich bei den Terrassensedimenten allerdings nach den vorliegenden Bohr- und Sondierergebnissen um gut tragfähige Horizonte.

Der Sandlöss war „leicht bis mittelschwer bzw. mittelschwer zu bohren“ und zeichnet sich in den Rammsondierungen aufgrund des hohen Sandanteils durch vergleichsweise gute bzw. hohe Schlagzahlen aus. Die unterlagernden Terrassensedimente waren im Hangenden mindestens „mittelschwer“ und mit zunehmender Tiefe auch „mittelschwer bis schwer“ sowie bei kiesiger Ausbildung auch „schwer zu bohren“. Insgesamt kann im Sandlöss und Füllsanden vergleichbarer Lagerungsdichte von einer für die geplante Bauaufgabe ausreichend guten und in den gewachsenen Terrassensedimenten von einer guten Tragfähigkeit ausgegangen werden. Der Ober-/Ackerboden ist nicht gründungsfähig und in den zu überbauenden Bereichen grundsätzlich abzutragen.

Zum Vergleich: Bei Sondierungen mit der Leichten Rammsonde DPL (Spitzenquerschnitt 10 cm^2 , Fallgewicht 10 kg) gilt bei Lehmböden nach Placzek eine steife Konsistenz als nachgewiesen, wenn Schlagzahlen $N_{10\text{ (DPL)}} = 10 – 17$ Schläge je 10 cm Eindringtiefe erreicht werden. Eine mindestens steife Konsistenz bzw. mitteldichte Lagerung kann nach Literaturangaben bei gemischtkörnigen Böden angenommen werden, wenn Schlagzahlen von $N_{10\text{ (DPL)}} \geq 13$ Schläge je 10 cm nachgewiesen werden. Eine mitteldichte bzw. dichte Lagerung ist bei Kies-Sand-Gemischen oberhalb des Grundwasserspiegels bei Schlagzahlen von $N_{10\text{ (DPL)}} = 16 – 38$ bzw. $38 – 64$ Schläge je 10 cm anzunehmen (siehe u.a. Placzek, D.: Vergleichende Untersuchungen beim Einsatz statischer und dynamischer Sonden, Geotechnik, Nr. 2, Seite 68 – 75, 1985).

Zur detaillierten Beschreibung der erbohrten Bodenschichten (Zusammensetzung, Farbe, Konsistenz, Bohr-/Sondierwiderstand etc.) sei an dieser Stelle auf die Bohrprofile in Anlage 3 sowie die Sondierdiagramme in Anlage 4 verwiesen.

Bei Lehm Böden handelt es sich um einen sehr witterungsempfindlichen Baugrund, der bei Vernässung und gleichzeitiger dynamischer Beanspruchung mit einer starken Konsistenzänderung („Aufweichen“) reagiert.

Beurteilung der Tragfähigkeit / Empfehlung zu Bauausführung

Der gewachsene Sandlöss ist, wie zuvor bereits erwähnt gem. Erkundungsergebnis als für die geplante Bauaufgabe ausreichend gut tragfähiger Baugrund zu bewerten. Gleiches dürfte auch für ggf. örtlich anstehende (sandige) Füllböden (vgl. RKS 1, $t = 0,5 - 0,9 \text{ m}$) spätestens nach einer im Rahmen der anstehenden Erdarbeiten auszuführenden Nachverdichtung gelten.

Aufgrund der Belange des Denkmalschutzes bietet es sich u.E. im vorliegenden Fall an, die Aushubarbeiten auf den in den zu überbauenden Bereichen zwingend erforderlichen Abtrag des (ohnehin durch den Ackerbau gestörten) Ober-/Ackerbodens zu beschränken. Die Herstellung von bis in die unterlagernden Bodenschichten reichenden Einzel-/Streifenfundamenten ist zwar bautechnisch durchaus möglich, u.E. zum Schutz des Bodendenkmals allerdings nach Möglichkeit zu vermeiden.

Daher bietet es sich an, die Höheneinordnung des Bauvorhabens so zu wählen, dass das geplante Bauwerk nebst zugehörigen Freianlagen/Verkehrsflächen ausschließlich durch eine Überschüttung der unter dem Ober-/Ackerboden folgenden Böden mit anschließender Flächengründung auf mind. 60 cm dicker mineralischer Polster-/Frostschuttschicht errichtet werden kann. Auch die Grund-/Hausanschlussleitungen sollten nach Möglichkeit in diesem Horizont verlegt werden. Nach Auswertung der im Rahmen der Feldarbeiten ermittelten Ist-Höhen sowie unter Berücksichtigung einer Ober-/Ackerboden dicke von rd. 0,3 – 0,5 m dürfte eine OK FFB auf +0,10 m über FP1 = FP Nivellement diesen Anforderungen genügen.

Es wird empfohlen, die nach dem Abtrag des Ober-/Ackerbodens im Aushubplanum anstehenden Böden (Sandlöss und zumindest bereichsweise sandige Füllböden) vor dem weiteren Aufbau umsichtig mit geeignetem Gerät nachzuverdichten. So können ggf. verbliebene Schwäche zonen detektiert und ausgeräumt bzw. im erforderlichen Umfang ertüchtigt werden. Anschließend empfehlen wir zumindest im Bereich der Verkehrs- und Gebäudeflächen ein vlieskaschiertes Geogitter auf das Planum aufzulegen (Vlies nach unten!) und mit mindestens 60 cm Tragschichtmaterial (lagenweiser Einbau und Verdichtung!) zu überschütten. Auf der mineralischen Packlage kann dann eine schwimmende Flächengründung mittels selbsttragender Stahlbetonsohlplatte realisiert werden sowie die Anlage der Verkehrsflächen erfolgen.

Eine detaillierte Betrachtung zur empfohlenen Gründungsvariante bzw. den rechnerisch zu erwartenden Setzungen enthält Abschnitt 7. Zur Information wird dort auch beispielhaft eine Gründung mittels bis in den ausreichend tragfähigen gewachsenen Baugrund hineinreichender Einzel-/Streifenfundamente betrachtet.

4 Klassifizierung und Bodenkennwerte

Die in Tabelle 1 dargestellte Klassifikation der angetroffenen Bodenschichten erfolgte wie bis 2015 üblich nach DIN 18196:2011-05, DIN 18300:2012-09, DIN 18301:2012-09, ZTVE-StB 09 und ZTVA-StB 97. Wir möchten allerdings darauf hinweisen, dass u.a. die DIN 18300:2012-09 und DIN 18301:2012-09 mit dem Erscheinen der Normen DIN 18300:2015-08 und DIN 18301:2015-08 im August 2015 zurückgezogen wurden, und Ausschreibungen nunmehr nach dem Konzept der „Homogenbereiche“ erfolgen sollen.

Die Homogenbereiche sind vom Baugrundgutachter auch im Hinblick auf geplante Bauverfahren festzulegen und gem. VOB-C durch eine Vielzahl von entsprechenden Laboruntersuchungen, verbunden mit der Erfordernis von großkalibrigen Aufschlüssen, zu untermauern. Eine Berücksichtigung des Konzepts der „Homogenbereiche“ ist nicht Gegenstand des vorliegenden Gutachtens und u.E. im vorliegenden Fall auch entbehrlich. Sofern dennoch Aussagen nach dem Konzept der „Homogenbereiche“ gewünscht werden, bitten wir um Nachricht.

Bodenschichten	Klassifizierung				
	Bodengruppen nach DIN 18196: 2011-05	Bodenklassen nach DIN 18300: 2012-09	Bodenklassen nach DIN 18301: 2012-09	Frostempfindlich- keit nach ZTVE-StB 09	Verdichtbarkeits- klassen nach ZTVA-StB 97
Ober-/ Ackerboden	[OH]	1	BO 1 BB 1 – 2	F3	V3
nichtbindige Auffüllungen	GW, GI, GU, SW, SI, SE, SU	3	BN 1	F1, F2	V1
bindige bis gemischtkörnige Auffüllungen	UM, UL, TL, TM GU*, SU*	4	BB 2, BB 3 BN 2	F3	V3 V2
Sandlöss	SU, SU* (UL)	3, 4	BN1, BN2 (BB 2, BB 3)	F1 – 3	V1 – V3
feinkornarm Talterrasse	GW, GI, GU, SW, SI, SE, SU	3	BN 1	F1, F2	V1
verlehmt/bindig	GU*, SU*, UL, UM, TL, TM	4	BN 2, BB3	F3	V2 – V3

Tabelle 1: Zusammenstellung der Bodenklassifizierungen

Boden- schichten	Charakteristische Werte der bodenmechanischen Kenngrößen				
	Wichte γ_k [kN/m³]	Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k} = f(\sigma)$ [MN/m²]
Ober-/ Ackerboden	17 (im Mittel)	8 (im Mittel)	Ersatzreibungs- winkel $\varphi'' = 25$	-	-
nichtbindige Auffüllungen	18 – 20	9 – 11	35 (im Mittel)	0	(10 – 30) locker (30 – 60) mitteldicht
bindige bis gemischtkörnige Auffüllungen	19,5 (im Mittel)	10 (im Mittel)	27,5 (im Mittel)	2 – 4	4 – 8 weich bis steif 8 – 10 steif
Sandlöss	19,5 (im Mittel)	10 (im Mittel)	30 (im Mittel)	0 – 2	10 – 20
feinkornarm Talterrasse	20 (im Mittel)	10 (im Mittel)	Ersatzreibungs- winkel $\varphi'' = 30 – 35$	-	30 – > 80
verlehmt/bindig					10 – 30

Tabelle 2: Zusammenstellung der charakteristischen Werte der bodenmechanischen Kenngrößen

Die in Tabelle 2 für die erbohrten Bodenschichten aufgelisteten bodenmechanischen Kennwerte wurden, soweit möglich, auf der Grundlage der ausgeführten Felduntersuchungen sowie unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten bei vergleichbaren Böden/Geologien und Literaturangaben festgelegt. Es wird darauf hingewiesen, dass es sich hierbei nicht um feste Größen im Sinne von Materialkonstanten handelt, sondern um bereichsweise variierende Werte, die auch von der Art und Dauer der Beanspruchung abhängen.

5 Wasserdurchlässigkeit der Bodenschichten

Die Beurteilung der Durchlässigkeit der angetroffenen Bodenschichten erfolgt auf der Grundlage der während der Aufschlussarbeiten gewonnenen Erkenntnisse sowie unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten und den vorliegenden Unterlagen zur Hydrogeologie. Durch unser Büro wurden weder Feld- noch Laborversuche zur Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes durchgeführt.

Oberboden und Auffüllungen

Die Durchlässigkeit von Oberboden und Auffüllungen im Allgemeinen ist abhängig vom Aufbau, der Zusammensetzung und der Kornverteilung der Böden. Hier sind Bandbreiten von $k_f = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ (nichtbindige Füllböden) bis $k_f = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ (umgelagerte Lehm Böden) möglich, bei erheblichen Schwankungen in vertikaler und horizontaler Richtung. Der Oberboden weist i.a. eine höhere Durchlässigkeit als gewachsene Decklehme auf.

Sandlöss

Der im Bau Feld bei natürlichen, ungestörten Verhältnissen an der Geländeoberfläche anstehende Sandlöss ist nach der Bodenkarte von NRW als Boden mit hoher Wasserdurchlässigkeit einzustufen. Die Bodenkarte gibt für eine hohe Wasserdurchlässigkeit einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 40 - 100 \text{ cm/Tag}$ an. Dies entspricht in etwa einer Größenordnung von $k_f = 5 - 10 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. Erfahrungsgemäß liegt der Durchlässigkeitsbeiwert von max. mitteldicht gelagerten Feinsanden bei ca. $k_f = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$. Je nach Verlehmung können aber auch Durchlässigkeiten $k_f < 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ auftreten.

Terrassensedimente

Im Gegensatz zu den i.d.R. feinkornreichen Deckschichten besitzen die quartären Terrassensedimente meist deutlich höhere Wasserdurchlässigkeiten. Die Terrassenablagerungen sind i.d.R. als durchlässiger bis stark durchlässiger Boden zu bewerten. Die Hydrologische Karte weist hier Durchlässigkeitsbeiwerte von i.d.R. $k_f = 7 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ bis $k_f = 5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ aus. Grobklastische, feinkornarme Terrassenablagerungen können aber auch Durchlässigkeiten von bis zu $k_f = 3 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ aufweisen.

Erfahrungsgemäß ist im Hangenden der Terrasse die Durchlässigkeit durch Feinkorneintrag bzw. wechselnde Verlehmung aber oft vermindert. Unabhängig von der Kornverteilung sind zudem die vorhandene Lagerungsdichte und damit der für eine Wasserbewegung wirksame Porenraum ein weiterer bedeutender Einflussfaktor. So können dicht bis sehr dicht gelagerte Terrassensedimente selbst bei günstiger Kornverteilungskurve aufgrund des deutlich reduzierten Porenraums erfahrungsgemäß erheblich geringe Wasserdurchlässigkeiten als gem. Hydrologischer Karte aufweisen.

Für (stark) verlehnte Terrassenablagerungen kann wie für bindig geprägte Partien in erster Näherung ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ bis $k_f = 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ angenommen werden. Für schwach verlehnte Terrassenablagerungen mit überwiegendem Sand- und Kiesanteil kann in erster Näherung ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ angenommen werden. Erst in nahezu feinkornfreien Kies-Sand-Gemischen ist erfahrungsgemäß bei max. mitteldichter Lagerung von einer Wasserdurchlässigkeit $k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ auszugehen.

Versickerungsanlagen

Falls Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser hergestellt werden sollen, bieten sich daher feinkornarme und max. mitteldicht gelagerte Partien in den Terrassensedimenten an. Allerdings dürfte die Wasserdurchlässigkeit der quartären Terrassenablagerungen im vorliegenden Fall aufgrund der wechselnden Lagerungsdichte und Kornzusammensetzung (deutlich) verringert sein. Bindig geprägte Partien dürften wasserstauend wirken. Sofern der Gedanke an eine Versickerungsanlage verfolgt wird, ist die Versickerungsfähigkeit der dazu in Frage kommenden Horizonte zur wirtschaftlichen Dimensionierung nach Möglichkeit durch entsprechende Felduntersuchungen am geplanten Standort zu überprüfen (in-situ-Versickerungsversuche z.B. in Baggerschürfen). Gleiches gilt, wenn die Terrassensedimente in ein Drainagekonzept einbezogen werden. Zur überschläglichen Dimensionierung können die vg. Werte herangezogen werden. Von einer Versickerung in den oberflächennahen Deckschichten ist aufgrund deren wechselnder Wasser- und Strukturempfindlichkeit abzuraten.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass sich die vg. Ausführungen lediglich auf die bodenmechanische Eignung der Böden zur Versickerung beziehen. Rechtliche Belange (insbesondere im Hinblick auf einen ausreichenden Grundwasserschutz) bleiben unberücksichtigt. Bevor Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser geplant oder hergestellt werden, ist die Ausführbarkeit bzw. Genehmigungsfähigkeit solcher Einrichtungen im Vorfeld generell mit den zuständigen Behörden zu klären.

6 Kontaminationen

Bei den im Rahmen der Baugrunderkundung angetroffenen/erbohrten Böden handelt es sich neben dem umgelagerten Ober-/Ackerboden und örtlich vorhandenen Füllsanden ausschließlich um gewachsenen Sandlöss und unterlagernde quartäre Terrassenablagerungen. Die gewachsenen Böden waren in der organoleptischen Ansprache frei von visuellen und geruchlichen Verunreinigungen. Im Ackerboden und den örtlichen vorhandenen Füllböden wurden neben humosen Bestandteilen bereichsweise auch eingeschaltete Ziegelbruchstücke angetroffen, die eine Einstufung in eine Einbauklasse > 0 nach LAGA bedingen können.

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens wurde auf die Durchführung von chemischen Laborversuchen verzichtet. Sofern chemische Laboruntersuchungen bzw. entsprechende Deklarationsanalysen an den erbohrten Böden gewünscht werden, bitten wir um Nachricht. Solche Untersuchungen können bei Bedarf jederzeit an den entnommenen und in unserem Probenlager für einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten eingelagerten Rückstellproben (Zusammenstellung/Auflistung siehe Bohrprofile in Anlage 3) erfolgen.

7 Gründung

Der gewachsene Sandlöss ist, wie zuvor bereits erwähnt gem. Erkundungsergebnis als für die geplante Bauaufgabe ausreichend gut tragfähiger Baugrund zu bewerten. Gleiches dürfte auch für ggf. örtlich anstehende (sandige) Füllböden (vgl. RKS 1, t = 0,5 – 0,9 m) spätestens nach einer im Rahmen der anstehenden Erdarbeiten auszuführenden Nachverdichtung gelten.

Aufgrund der Belange des Denkmalschutzes bietet es sich u.E. im vorliegenden Fall an, die Aushubarbeiten auf den in den zu überbauenden Bereichen zwingend erforderlichen Abtrag des (ohnein durch den Ackerbau gestörten) Ober-/Ackerbodens zu beschränken. Die Herstellung von bis in die unterlagernden Bodenschichten reichenden Einzel-/Streifenfundamenten ist zwar bautechnisch durchaus möglich, u.E. zum Schutz des Bodendenkmals allerdings nach Möglichkeit zu vermeiden.

Daher bietet es sich an, die Höheneinordnung des Bauvorhabens so zu wählen, dass das geplante Bauwerk nebst zugehörigen Freianlagen/Verkehrsflächen ausschließlich durch eine Überschüttung der unter dem Ober-/Ackerboden folgenden Böden mit anschließender Flächengründung auf mind. 60 cm dicker mineralischer Polster-/Frostschuttschicht errichtet werden kann. Auch die Grund-/Hausanschlussleitungen sollten nach Möglichkeit in diesem Horizont verlegt werden. Nach Auswertung der im Rahmen der Feldarbeiten ermittelten Ist-Höhen sowie unter Berücksichtigung einer Ober-/Ackerboden dicke von rd. 0,3 – 0,5 m dürfte eine OK FFB auf +0,10 m über FP1 = FP Nivellement diesen Anforderungen genügen.

Es wird empfohlen, die nach dem Abtrag des Ober-/Ackerbodens im Aushubplanum anstehenden Böden (Sandlöss und zumindest bereichsweise sandige Füllböden) vor dem weiteren Aufbau umsichtig mit geeignetem Gerät nachzuverdichten. So können ggf. verbliebene Schwächezonen detektiert und ausgeräumt bzw. im erforderlichen Umfang ertüchtigt werden. Anschließend empfehlen wir zumindest im Bereich der Verkehrs- und Gebäudeflächen ein vlieskaschiertes Geogitter auf das Planum aufzulegen (Vlies nach unten!) und mit mindestens 60 cm Tragschichtmaterial (lagenweiser Einbau und Verdichtung!) zu überschütten. Auf der mineralischen Packlage kann dann eine schwimmende Flächengründung mittels selbsttragender Stahlbetonsohlplatte realisiert werden sowie die Anlage der Verkehrsflächen erfolgen.

Nachfolgend wird die empfohlene Gründungsvariante hinsichtlich der rechnerisch zu erwartenden Setzungen näher betrachtet. Zur Information erfolgen beispielhaft auch entsprechende Betrachtungen für bis in den ausreichend tragfähigen gewachsenen Baugrund hineinreichende Einzel-/Streifenfundamente.

Schwimmende Sohlplatte auf mind. 60 cm dicker Polster-/Frostschuttschicht

Die Polster-/Frostschuttschicht ist aus einem feinkornarmen Bergkies, Schotter, RCL (sofern zulässig!) oder einem gleichwertigen Material der Bodengruppen GW oder GI nach DIN 18196 herzustellen. Die Frostsicherheit der Gründung ist bei ausreichend feinkornarmem Material und einer Polsterschichtdicke von 60 cm (eine entsprechende Dränung vorausgesetzt) gewährleistet, sofern das später umgebende Gelände bis mindesten OK Sohlplatte angefüllt wird. Aus geotechnischer Sicht kann dann auf eine umlaufende Frostschräge verzichtet werden. Bei einer geringeren Polsterschichtdicke/Einbindetiefe oder der Verwendung eines Schüttguts mit einem unzulässig hohen Feinkornanteil ist die Frostsicherheit der Gründung konstruktiv sicherzustellen (z.B. durch eine Frostschräge). Gleiches gilt bei Verzicht auf eine ausreichende Dränung des Polsters.

Die Polster-/Frostschuttschicht ist je nach Mächtigkeit lagenweise einzubauen und auf mind. $D_{Pr} = 97\%$ ($E_{Vd} \geq 35 \text{ MN/m}^2$ / $E_{V2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$) besser $D_{Pr} = 100\%$ ($E_{Vd} \geq 50 \text{ MN/m}^2$ / $E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$) zu verdichten. Der Fremdboden muss feinkornarm und gut kornabgestuft sein, um eine ausreichende Verdichtbarkeit zu besitzen und dem Frostschuttkriterium nach ZTVE-StB zu genügen (F1-Material der Bodengruppen GW oder GI nach DIN 18196).

Die an den Aufschlusspunkten unter einer (gewählt) mind. 60 cm dicken Polster-/Frostschuttschicht unter Berücksichtigung des erforderlichen Ober-/Ackerbodenabtrags sowie der gewählten Höheneinordnung gem. Erkundungsergebnis jeweils anstehende Baugrundsichtung haben wir mit den entsprechenden aus den Rammsondierungen abgeleiteten Bodenkennwerten/Steifemoduln (siehe Tabelle 2) lage- und teufengerecht in ein FE-Netz übernommen, welches die Grundlage für die Setzungsberechnungen der Anlage 5 bildet. Damit ist der Baugrund in seiner Schichtenfolge und Tragfähigkeit so genau modelliert wie es auf der vorliegenden Datengrundlage möglich ist. Zur Orientierung sei erwähnt, dass die FE-Knoten 1, 2, 3, 4 und 5 die Aufschlussergebnisse RKS 1, DPL 2, RKS 2, DPL 1 und DPL 3 in derselben Reihenfolge repräsentieren.

Nach den Ergebnissen einer überschläglichen Setzungsberechnung sind bei der vg. Bauweise in den kennzeichnenden Punkten einer (insgesamt max.) 33 m x 58 m großen Stahlbetonsohlplatte **ohne Berücksichtigung der Plattensteifigkeit** bei einer charakteristischen und setzungserzeugenden Sohlnormalspannung von $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$ Setzungen von 2,2 – 2,5 cm zu erwarten (siehe Anlage 5.1). Für

eine setzungserzeugende Sohlpressung von $\sigma = 50 \text{ kN/m}^2$ ergeben sich rechnerische Setzungen von nur noch 1,1 – 1,2 cm (siehe Anlage 5.2). Ein Großteil der Setzungen dürfte dabei noch während der Bauphase eintreten.

Der Bettungsmodul des **geschichteten** Baugrunds variiert in den vg. Berechnungen für eine biegeeweiche Platte (von Plattenmitte zum Rand hin) zwischen ca. $k_s = 5 \text{ MN/m}^3$ und $k_s = 16 \text{ MN/m}^3$ (für $\sigma = \text{konst.} = 100 \text{ kN/m}^2$) bzw. zwischen ca. $k_s = 5 \text{ MN/m}^3$ und $k_s = 17 \text{ MN/m}^3$ (für $\sigma = \text{konst.} = 50 \text{ kN/m}^2$). Die Anlagen 5.3 und 5.4 zeigen die zugehörigen Isolinien der Bettungsmodule.

Auf einer ausreichend verdichteten und mindestens 60 cm dicken Polster-/Frostschuttschicht kann im Rahmen der Stahlbetonbemessung u.E. in erster Näherung mit $k_s = 15 - 25 \text{ MN/m}^3$ gerechnet werden.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass der Bettungsmodul (definitionsgemäß eine Systemkenngröße der Baustatik!) weder ein Bodenkennwert noch eine Konstante ist und daher seine endgültige Festlegung auch in den Verantwortungsbereich des Tragwerksplaners fällt.

Die Anlage 6 enthält zur Information bzw. für eine Sohlplattenbemessung nach dem Modell der konstruktiv zu einer Stahlbetonsohlplatte zusammengefassten Streifenfundamente über einer 60 cm dicken mineralischen Packlage ein entsprechendes Fundamentdiagramm/Berechnungsbeispiel. Die Hinweise im nachfolgenden Abschnitt zur Diagrammablesung gelten analog.

Oberflächennahe Einzel-/Streifenfundamente mit Gründungssohle im Sandlöss

Im Rahmen einer Vordimensionierung kann der aufnehmbare Sohldruck für oberflächennahe und mit frostsicherer Einbindetiefe bis in den (mindestens steifen/mitteldichten) gewachsenen Sandlöss zu führende Einzel- und Streifenfundamente für eine rechnerische Einbindetiefe $\geq 0,8 \text{ m}$ in Abhängigkeit der tolerierbaren Setzungen aus den Anlagen 7.1 bzw. 7.2 abgeschätzt werden. Die Berechnungen wurden am Beispiel eines aus den Erkundungsergebnissen resultierenden bzw. ungünstig gewählten Baugrundprofils (Bodenschichtung gem. RKS 2) sowie mit einem Wasserspiegel auf 4,0 m u. Flur durchgeführt.

Bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 1,0$ (ausreichende Grundbruchsicherheit) und einer Begrenzung der rechnerischen Setzung auf **gewählt z. B. $s = 2,0 \text{ cm}$** ergibt sich je nach gewählter Fundamentgeometrie für das Berechnungsbeispiel folgender maximal aufnehmbarer Sohldruck:

Einzelfundament (Auswahl/Ablesung aus Anlage 7.1)

Einzelfundament $a \times b = 1,00 \times 1,00 \text{ m}$, $s < 1,5 \text{ cm}$:	zul. $\sigma = \text{ca. } 345 \text{ kN/m}^2$
Einzelfundament $a \times b = 1,30 \times 1,30 \text{ m}$, $s = 2,0 \text{ cm}$:	zul. $\sigma = \text{ca. } 375 \text{ kN/m}^2$
Einzelfundament $a \times b = 1,60 \times 1,60 \text{ m}$, $s = 2,0 \text{ cm}$:	zul. $\sigma = \text{ca. } 330 \text{ kN/m}^2$

Streifenfundament (Auswahl/Ablesung aus Anlage 7.2)

Streifenfundament $l = 10 \text{ m}$, $b = 0,60 \text{ m}$, $s < 1,5 \text{ cm}$:	zul. $\sigma = \text{ca. } 220 \text{ kN/m}^2$
Streifenfundament $l = 10 \text{ m}$, $b = 0,80 \text{ m}$, $s < 2,0 \text{ cm}$:	zul. $\sigma = \text{ca. } 270 \text{ kN/m}^2$
Streifenfundament $l = 10 \text{ m}$, $b = 1,00 \text{ m}$, $s = 2,0 \text{ cm}$:	zul. $\sigma = \text{ca. } 270 \text{ kN/m}^2$
Streifenfundament $l = 10 \text{ m}$, $b = 1,20 \text{ m}$, $s = 2,0 \text{ cm}$:	zul. $\sigma = \text{ca. } 245 \text{ kN/m}^2$

Prinzipiell ist je nach gewählter Fundamentgeometrie entweder die Grundbruchsicherheit (rote Linie) oder die Begrenzung der Setzungen (blaue Linien) maßgebend für den maximal aufnehmbaren Sohldruck. **Die Größe der für das Bauwerk verträglichen Setzungen ist vom zuständigen Planer festzulegen.**

Wir erlauben uns den Hinweis, dass es eine zulässige Sohlpressung im Sinne eines „festen Werts“ nicht gibt. **Die vg. Angaben stellen Ablesebeispiele dar!** Der vom Baugrund aufnehmbare Sohldruck variiert u.a. mit dem Fundamentmaß und ist i.W. von 2 Randbedingungen abhängig:

- 1.) die Grundbruchsicherheit muss gewährleistet sein (siehe rote Linie im Fundamentdiagramm)
- 2.) die aus der jeweiligen Wand-/Stützenlast in Abhängigkeit der gewählten Fundamentabmessung resultierende Sohlpressung darf zu keiner rechnerischen Setzung führen, die das vom Tragwerksplaner zu definierende zulässige Maß übersteigt (siehe blaue Linien im Fundamentdiagramm).

Die vg. Berechnungen erfolgten für frei verdrehbare Fundamente unter Annahme einer lotrechten und mittigen Belastung nach dem Teilsicherheitskonzept des EC7 mit Ausgabe-/Zielgröße $\text{zul.}\sigma = \text{zulässiger Sohldruck (charakteristischer Wert)}$. Sofern eine Berechnung bzw. entsprechende Aussagen nach EC7 zum Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ (Achtung: $\sigma_{R,d} \neq \text{zul.}\sigma$) gewünscht werden, bitten wir um Nachricht. Überschlächlich kann der Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ ermittelt werden, indem die Ablesewerte für den zulässigen Sohldruck mit dem Faktor 1,4 multipliziert werden.

8 Sonstige Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung

Aushub

Zur Klassifikation der auszuhebenden Bodenschichten nach den „alten“ Normen bzw. zu den anfallenden Bodenklassen siehe Tabelle 1.

Der vorhandene Ober-/Ackerboden ist in den zu überbauenden Bereichen grundsätzlich vollständig abzutragen und einer geeigneten Wiederverwendung zuzuführen.

Auf die Durchführung von chemischen und bodenmechanischen Laborversuchen wurde im Rahmen des vorliegenden Gutachtens vereinbarungsgemäß verzichtet. Sofern Laboruntersuchungen gewünscht werden, bitten wir um Nachricht. Diese können bei Bedarf jederzeit an den entnommenen und in unserem Probenlager für einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten eingelagerten Rückstellproben (Zusammenstellung/ Auflistung siehe Bohrprofile in Anlage 3) erfolgen.

Verkehrsflächen

Es wird empfohlen, für die Verkehrsflächen einen Aufbau gem. RStO zu wählen. Sofern die anstehenden Böden der Mindestanforderung an die Tragfähigkeit des Planums ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) auch nach einer Nachverdichtung/geeigneten Ertüchtigung nicht genügen, ist die Dicke der ungebundenen Tragschichten zu vergrößern. Bei ordnungsgemäßer Ausführung der empfohlenen mineralischen Packlage sollte diese den Anforderungen allerdings bereits genügen.

Eine detaillierte Festlegung des gem. RStO erforderlichen Oberbaus kann nur in Kenntnis der Bauklassen der Verkehrsflächen sowie der vorgesehenen Ausführung der Oberflächenbefestigung (z.B. Asphalt, Pflasterdecke o.ä.) erfolgen. Beides ist vom Objektplaner vorzugeben.

Aus baugrundgutachterlicher Sicht dürfte es für die privaten Verkehrsflächen bei hinreichend tragfähigem Planum ausreichend sein, die ungebundenen Tragschichten des Oberbaus einheitlich aus RCL-Schotter 0/45 mm oder 0/56 mm bzw. gleichwertigem Material in einer Mächtigkeit von mind. 40 – 50 cm herzustellen.

Zur Frostempfindlichkeit der im (Aushub)planum anstehenden Böden siehe Tabelle 1.

Erdbebenzone

Nach den DIN 4149:2005 ist das Baufeld aufgrund der Zugehörigkeit zur Gemarkung Wassenberg in die Erdbebenzone 2 und die Untergrundklasse T einzuordnen. Im vorliegenden Fall wird nicht zuletzt aufgrund der Wechsellagerung in der Talterrasse auf der sicheren Seite liegend empfohlen, die Baugrundklasse C (feinkörnige Lockergesteine) anzusetzen.

Abdichtung nach DIN 18195 (im Juli 2017 zurückgezogen)

Sofern ein funktionstüchtiges Drainagekonzept ausgeführt bzw. nach DIN 4095 entwässert wird (s.o.) wird es genügen, die erdberührten Bauteile gegenüber Bodenfeuchte nach DIN 18195 Teil 4 abzudichten. Andernfalls wird eine Abdichtung der erdberührten Bauteile gegen zumindest zeitweise aufstauendes Sickerwasser empfohlen (Abdichtung nach Teil 6 der DIN 18195). Es ist grundsätzlich konstruktiv sicherzustellen, dass dem Bauwerk kein Oberflächenwasser zufließt.

Generell muss ohne entsprechende Dränung insbesondere in Nasszeiten (zumindest im anstehenden Baugrund) mit temporärer Staunässebildung gerechnet werden (siehe auch den Hinweis in der Bodenkarte von NRW).

Abdichtung nach DIN 18533:2017-07

Bei Ausführung eines funktionstüchtigen Drainagekonzepts bzw. einer Dränung nach DIN 4095:1990-06 kann analog zur Abdichtung nach Teil 4 der DIN 18195 nach der neuen Norm DIN 18533:2017-07 eine Wassereinwirkungsklasse W1.2-E angesetzt werden. Ohne funktionstüchtige Dränung ist eine temporäre Beeinträchtigung der erdberührten Bauwerksteile durch Staunässe/Sicker-/Schichtenwasser (i.d.R. aus mehr oder weniger gut versickerndem Niederschlagswasser) nicht mit letzter Sicherheit auszuschließen. Zudem können nicht dranierte Polsterschichten durch zulaufendes Oberflächen- oder Sicker-/Schichtenwasser (wenn auch sehr unwahrscheinlich) temporär einstauen. Für diese Beanspruchung wäre u.E. zumindest die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E anzusetzen. Eine Wassereinwirkungsklasse W1.1-E kann u.E. nur angesetzt werden, wenn der anstehende Baugrund oder alternativ entsprechend auszugestaltende Dränschichten dauerhaft eine Wasserdurchlässigkeit von $k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ aufweisen und konstruktiv von einem Einstau frei gehalten werden.

Baugrube (allgemeine Angaben)

Bei ausreichenden Platzverhältnissen können Baugrubenwände (abseits des Einflussbereichs bestehender Bauwerke und Gründungen!) grundsätzlich nach den Vorgaben der DIN 4124 geböschht hergestellt werden. Dabei darf in mindestens steifen bindigen bis gemischtkörnigen Lockergesteinen ein Böschungswinkel von 60° gegen die Horizontale nicht überschritten werden. In rolligen Aushubböden ist die Böschungsneigung wie in aufgeweichten bindigen Böden (z.B. bei Staunässe-/Sickerwassereinfluss) auf 45° zu verringern. Ab einer freien Standhöhe von 5 m werden rechnerische Standsicherheitsnachweise erforderlich. In Lockergesteinen liegenden Böschungsflächen sind gegen Oberflächen-/Niederschlagswasser z.B. durch Abdeckung mit Folie zu schützen.

Bei Abgrabungen neben bestehenden Bauwerken/Gründungen bzw. in deren Einflussbereich sind die Forderungen der DIN 4123 zu beachten. Je nach Nähe zu bestehenden Bauwerken/Gründungen können zusätzliche Sicherungsmaßnahmen (Verbau, Unterfangung etc.) erforderlich werden. Dies gilt z.B. auch für Aushubarbeiten in Gehweg-/Straßennähe.

Auch die Ausführung einer geböschhten Abschachtung ab Außenkante der Nachbargrenze sowie insbesondere ab Außenkante einer bestehenden Grenzbebauung oder unweit derselben ist i.d.R. nicht zulässig (siehe hierzu auch die zulässigen Bodenaushubgrenzen nach DIN 4123 in Abbildung 4).

Dauerhafte Böschungen sollten u.E. nicht steiler als 45° gegen die Horizontale ausgeführt werden und sind durch Bewuchs oder anderweitig geeignete Maßnahmen vor Erosion zu schützen.

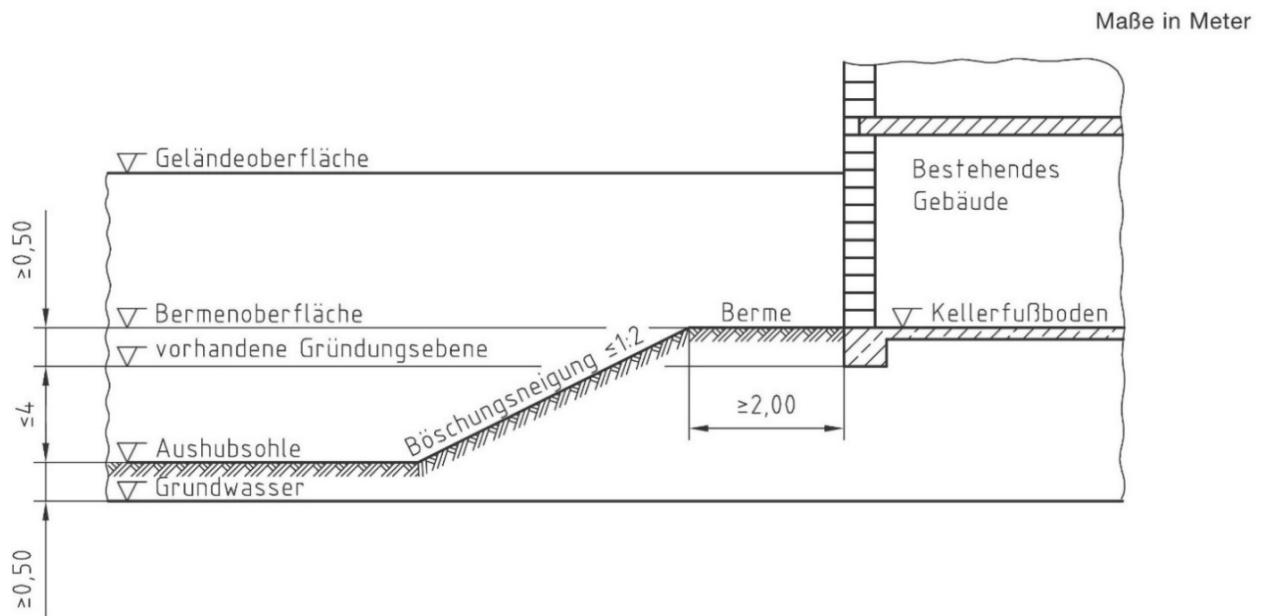


Bild 1 – Bodenaushubgrenzen

Abb. 4: Bodenaushubgrenzen nach Bild 1 in DIN 4123

Allgemeines

Bei der Herstellung von mineralischen Polsterschichten und entsprechenden Bodenaustauschkörpern ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° sowie ein geeigneter Überstand zu berücksichtigen. Polsterschichten sind je nach Mächtigkeit lagenweise einzubauen und zu verdichten.

Im Rahmen der Erd-/Gründungsarbeiten ist generell sicherzustellen, dass nicht einzelne Schwäche zonen (z.B. stärker aufgeweichte/aufgelockerte Partien oder Oberboden) in der Aushub-/Gründungssohle verbleiben. Falls die Gründungssohlen infolge der Aushubarbeiten örtlich aufgelockert werden oder aufgrund unsachgemäßer Beanspruchung aufweichen, sind diese Bereiche auszutauschen bzw. durch geeignete Maßnahmen zu ertüchtigen.

Die Erdarbeiten sind nach Möglichkeit bei trockener Witterung durchzuführen. Die oberflächennah anstehenden Böden reagieren empfindlich auf eine Änderung des Wassergehalts und gleichzeitige dynamische Beanspruchung („Aufweichen“). Aber auch beim Einbau von mineralischen Packlagen ist zu berücksichtigen, dass die Verdichtungswilligkeit üblicher Schüttgüter bei Vernässung deutlich sinkt! Daher sind die Erdarbeiten u.E. bei deutlich ungünstiger Witterung auszusetzen.

Eine Abnahme der Baugruben-/Gründungssohle wird (nicht zuletzt vor dem Einbau einer mineralischen Packlage) empfohlen. Diese Abnahme sowie die bei der Herstellung von mineralischen Polsterschichten obligatorischen Verdichtungskontrollen auf OK Packlage können auf Wunsch durch die geotechnik west erfolgen. Um rechtzeitige Nachricht wird gebeten.

9 Schlussbemerkung

Da Baugrunderkundungen in Form von Bohrungen und Sondierungen stichprobenartige Untersuchungen darstellen, können örtlich von der beschriebenen Baugrundsituation abweichende Verhältnisse nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. Während der Erd- und Gründungsarbeiten sind die anzutreffenden Baugrundverhältnisse daher fortlaufend auf Übereinstimmung mit den vorliegenden Aufschlussergebnissen zu überprüfen. Bei maßgeblichen Abweichungen ist der Unterzeichner umgehend zwecks Neubewertung zu benachrichtigen.

Für Rückfragen zum vorliegenden Gutachten stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



Dipl.-Ing. Bernd Harth
geotechnik west