

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



Geotechnisches Gutachten

**Neubau eines Parkhauses
Technologiepark
33100 Paderborn**

Projektbearbeiter: M.Sc. Geowiss. René Mommsen

Projekt-Nr.: 2017/13417

Münster, 11.07.2017

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	4
4.1	Schichtenfolge	4
4.2	Grundwasser	5
4.3	Organoleptische Bewertung	6
5	Wasserhaltungsmaßnahmen	6
6	Maßnahmen zum Schutz des Bauwerkes gegen Grundwasser	6
7	Tragfähigkeit des Baugrundes und Baugrundverbesserungsmaßnahmen ..	7
8	Homogenbereiche, Bodenkennwerte, Bodenklassen, Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen	7
8.1	Homogenbereiche	7
8.2	Bodenkennwerte	8
8.3	Bodenklassen gem. VOB/DIN 18300, Bodengruppen gem. DIN 18196 und Frostempfindlichkeitsklassen gem. ZTV E-StB 09	10
9	Verwendung des Aushubmaterials	11
10	Gründungstechnische Folgerungen	12
10.1	Gründungsart, Gründungstiefe, Bodenersatz	12
10.2	Baugrubensicherung	12
10.3	Belastung des Baugrundes	12
10.4	Setzungsverhalten und Grundbruchsicherheit	13
11	Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten	13
12	Angaben zu bautechnischen Maßnahmen für die Fahrbahnen und Stellplatzflächen	13
13	Versickerung von Niederschlagswasser	15
14	Hinweise auf weitere Untersuchungen	15
15	Schlusswort	16

1 Auftrag und allgemeine Angaben zum Projekt

Das Erdbaulabor Dr. F. Krause wurde von der Technologiepark Paderborn GmbH, Technologiepark 13, 33100 Paderborn, beauftragt, für den geplanten Neubau eines Parkhauses am Technologiepark in 33100 Paderborn Baugrunduntersuchungen durchzuführen und ein geotechnisches Gutachten auszuarbeiten.

Die Planung erfolgt durch das Architekturbüro Müschenborn, Lohbachstraße 12, 58239 Schwerte.

Das geplante Parkhaus wird nicht unterkellert.

Die Gründung des geplanten Parkhauses erfolgt auf Einzelfundamenten und Streifenfundamenten.

Gemäß den zur Verfügung gestellten Unterlagen liegen die geplanten Gründungsebenen der Fundamente bei ca. 181,6 m ü.NN, 181,86 m ü.NN und 183,0 m ü.NN.

Die vorgenannten Gründungsebenen 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 Baugrundverhältnisse und zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Baugrundes wurden am 04.07.2017 auf dem Baugrundstück fünf Rammkernsondierbohrungen (RKS 1 bis RKS 5) und vier leichte Rammsondierungen (DPL 1 bis DPL 4) niedergebracht. Die Lage der Aufschlusspunkte ist dem Lageplan (s. Anlage 1) zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen und die der Rammsondierungen wurden gemäß DIN 4023 und DIN EN ISO 22476-2 in Schichtenprofilen und in Rammdiagrammen auf den Anlagen 2.1 bis 2.9 und 2.9a dargestellt.

Auf Grundlage einer Interpolation der Ergebnisse der Aufschlussbohrungen sowie des vor Ort durchgeführten Aufmaßes wurden die schematischen geologischen Profilschnitte A-A' und C-C' auf den Anlagen 3.1 und 3.2 konstruiert.

Aus den Bohrungen wurden 25 gestörte Bodenproben entnommen, an denen die für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen Bodenkennwerte, auch unter Beachtung der Ergebnisse der Rammsondierungen, abgeschätzt wurden.

Die 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 Bohr- und Rammansatzpunkte wurde der in der Anlage 1 eingezeichnete Kanaldeckel mit einer Höhe von ca. 183,27 m ü.NN gewählt. Die Bodenaufschlusspunkte wurden auf diese Höhe bezogen.

Nach dem Höhennivellement der Bohr- und Rammansatzpunkte liegt eine maximale Höhendifferenz von ca. 1,4 m vor. Das Gelände fällt von ca. Südwesten nach ca. Nordosten um diesen Betrag ab und liegt im Mittel ca. 0,9 m tiefer als die Bezugsebene.

Das Baugelände ist eine Wiese.

4 Baugrundverhältnisse im Bereich des geplanten Bauvorhabens

4.1 Schichtenfolge

Die Aufschlussbohrungen haben eine relativ einheitliche Schichtenfolge erschlossen, die, unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Rammsondierungen, vereinfacht wie folgt beschrieben wird (s. dazu die Anlagen 2.1 bis 2.9 und 2.9a):

bis ca. 0,15/0,25 m unter GOK

humoser Oberboden (Mutterboden),
erdfeucht (nur in den Bohrungen RKS 1
bis RKS 3 angetroffen).

bis ca. 0,55/0,6 m unter GOK

anthropogene Auffüllungen, inhomogen
zusammengesetzt aus Natursteinschotter,
Hartkalksteinschotter und z.T. Schlacken-
resten, erdfeucht und im Bereich der Boh-
rung RKS 4 ab einer Tiefe von ca. 0,4 m
unter GOK staugrundwasserführend (nur
in den Bohrungen RKS 4 und RKS 5 an-
getroffen).

bis ca. 0,7 m unter GOK

Schluff, stark sandig, schwach tonig, erd-
feucht.
Der Schluff besitzt eine steifplastische Kon-
sistenz (nur in der Bohrung RKS 2 erbohrt).

bis ca. 0,4/1,2 m unter GOK

Lehm (Gemisch aus Sand, Schluff und Ton), erdfeucht.

Der Lehm besitzt eine weich- bis steifplastische Konsistenz. Der Lehm wurde in der Bohrung RKS 10 nicht erbohrt.

bis ca. 1,1/1,6 m unter GOK

Verwitterungslehm des unterlagernden Kalkmergels, im erdfeuchten bis feuchten Zustand und von einer steifplastischen bis halbfesten Konsistenz.

Der Verwitterungslehm neigt in Oberflächen-nähe bei Austrocknung zur Volumenänderung, wobei lastunabhängige Schrumpfsetzungen entstehen können.

bis zur max. Aufschlusstiefe von 1,6/2,2 m unter GOK

Kalkmergel, stark verwittert bis verwittert, erdfeucht.

Der stark verwitterte Kalkmergel besitzt eine steifplastische bis halbfeste Konsistenz und der verwitterte Kalkmergel eine halbfeste Konsistenz.

Der stark verwitterte Kalkmergel wurde in der Bohrung RKS 3 nicht angetroffen.

Die Aufschlussbohrungen wurden beim Erreichen der Geräteauslastung bei 1,6 m unter GOK bzw. 2,2 m unter GOK im verwitterten Kalkmergel, der noch bis in größeren Tiefen ansteht, eingestellt.

4.2 Grundwasser

Auf dem Baugrundstück wurden überwiegend bindige Böden angetroffen.

Das Grundwasser wurde am 04.07.2017 in der Bohrung RKS 4 in den anthropogenen Auffüllungen als gestautes Sickerwasser angetroffen.

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

4.3 Organoleptische Bewertung

An den entnommenen Bodenproben wurde, bis auf die unterschiedlichen Massenanteile an Auffüllungen (Schotter) und Schlackenresten, kein weiterer organoleptisch positiver, d.h. optisch oder geruchlich auffälliger Befund, der einen Hinweis auf eine Schadstoffbelastung gibt, festgestellt.

Es wird darauf hingewiesen, dass die jeweilige Kippstelle zur Klärung des Verwertungspfades der anstehenden natürlichen Böden ggf. chemische Untersuchungen (z.B. auf die Parameter der LAGA-Richtlinie) fordern kann. Die chemischen Untersuchungen können bei Bedarf an den Rückstellproben durchgeführt werden.

5 Wasserhaltungsmaßnahmen

Die wasserempfindlichen oberflächennah anstehenden bindigen Böden (Lehme, Verwitterungslehme und stark verwitterter Kalkmergel) in der Aushubebene der Fundamente werden bei Regenfällen verschlammten, so dass zum Schutz des Aushubplanums vor Verschlammungen sofort nach Freilegung eines Teilbereiches der Aushubebene Magerbeton für die Gründung der Fundamente einzubringen ist (s. Kapitel 7).

6 Maßnahmen zum Schutz des Bauwerkes gegen Grundwasser

Für das Gebäude ist, auch unter Beachtung der erforderlichen Dränierung der Fahrbahnen, der Lastfall Erdfeuchtigkeit (Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser, s. DIN 18195) anzusetzen.

Um einen Aufstau von Sicker- und Schichtenwasser in den Arbeitsräumen zu verhindern, wird empfohlen, eine Ringdränage im Arbeitsraum zu verlegen. Die Dränrohre ($\varnothing$ 100 mm) sind in Kiessand 0/32 zu verlegen und mit Kokos zu ummanteln.

Das anfallende Wasser ist in eine geeignete Vorflut abzuführen.

Das Gelände ist vom Gebäude aus mit einem Gefälle so anzulegen, dass anfallendes Oberflächen- und Tageswasser vom geplanten Gebäude weggeführt wird.

7 Tragfähigkeit des Baugrundes und Baugrundverbesserungsmaßnahmen

Wie den Bohrprofilen und Rammdiagrammen auf den Anlagen 2.1 bis 2.9 und dem schematischen geologischen Profilschnitt auf der Anlage 3 zu entnehmen ist, wurden in den angenommenen Gründungsebenen der Fundamente überwiegend Verwitterungslehm sowie stark verwitterter und verwitterter Kalkmergel angetroffen.

In den Bereichen, in denen der verwitterte Kalkmergel in der Aushubebene der Fundamente ansteht, ist eine direkte Gründung auf dem Fels möglich.

Sollten beim Aushub noch anstehende Lehme, Verwitterungslehme oder stark verwitterte Kalkmergel angetroffen werden, so sind diese in ihrer Mächtigkeit auszuheben und die Fundamente mit einem Magerbetonsockel bis auf den Kalkmergel zu vertiefen.

8 Homogenbereiche, Bodenkennwerte, Bodenklassen, Bodengruppen und Frostepfindlichkeitsklassen

8.1 Homogenbereiche

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen sind die unterhalb des humosen Oberbodens (Mutterbodens) angetroffenen Böden in folgende Homogenbereiche zu unterteilen. Die Bodenkennwerte der einzelnen Bodenschichten sind dem Kapitel 8.2 zu entnehmen. Im Kapitel 8.3 sind die Bodengruppen, Bodenklassen und die Frostepfindlichkeitsklassen aufgeführt.

Homogenbereich A	anthropogene Auffüllungen
Homogenbereich B	Lehm
Homogenbereich C	Schluff
Homogenbereich D	Verwitterungslehm
Homogenbereich E1	Kalkmergel (stark verwittert)
Homogenbereich E2	Kalkmergel (verwittert)

8.2 Bodenkennwerte

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

Material des bauzeitlichen Flächenfilters (Kiessand 0/32, Schotter 0/45) und/oder Bodenaustausch- bzw. Bodenauffüllmaterial (Kiessand 0/32, Sand, Grubenkies, Schotter 0/45, Recycling)

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	:	$> 1 \cdot 10^{-4}$	m/s
Proctordichte D_{Pr}	:	100	%

Anthropogene Auffüllungen (Homogenbereich A)

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	:	$\text{ca. } 1 \cdot 10^{-4}$	m/s

Lehm (Homogenbereich B)

Wichte γ	:	19,0	kN/m ³
(unter Auftrieb γ'	:	9,0	kN/m ³)
Reibungswinkel φ'	:	25,0	°
Kohäsion c'	:	10	kN/m ²
Steifeziffer E_s	:	10	MN/m ²
Durchlässigkeits- beiwert k_f	:	$< 1 \cdot 10^{-8}$	m/s

Schluff (Homogenbereich C)

Wichte γ	:	19,0	kN/m ³
(unter Auftrieb γ'	:	9,0	kN/m ³)
Reibungswinkel φ'	:	27,5	°
Kohäsion c'	:	5	kN/m ² (bei Wassersättigung und im gestörten Zustand gegen 0 kN/m ² gehend)
Steifeziffer E_s	:	15	MN/m ²
Durchlässigkeitsbeiwert k_f	:	ca. $1 \cdot 10^{-6}$	m/s

Verwitterungslehm (Homogenbereich D)

Wichte γ	:	19,5	kN/m ³
(unter Auftrieb γ'	:	9,5	kN/m ³)
Reibungswinkel φ'	:	25,0	°
Kohäsion c'	:	20	kN/m ²
Steifeziffer E_s	:	10	MN/m ²
Durchlässigkeitsbeiwert k	:	$< 1 \cdot 10^{-8}$	m/s

Kalkmergel, stark verwittert (Homogenbereich E1)

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
Durchlässigkeitsbeiwert k	:	$< 1 \cdot 10^{-8}$	m/s

Kalkmergel, verwittert (Homogenbereich E2)

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	:	< $1 \cdot 10^{-8}$ m/s	

8.3 Bodenklassen gem. VOB/DIN 18300, Bodengruppen gem. DIN 18196 und Frostepfindlichkeitsklassen gem. ZTV E-StB 09

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

humoser Oberboden Klasse: 1
Bodengruppen: OH/OU

Anthropogene Auffüllungen

Homogenbereich A Klasse: 3 (bei grobstückigen Inhaltsstoffen, z.B. grobem Bauschutt, auch Klassen 5 bis 7)
Bodengruppe: A
Frostepfindlichkeitsklasse: F 1 (nicht frostepfindlich)

Lehm
Homogenbereich B Klasse: 4 (bei Verschlämmungen, Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c \leq 0,5$: Klasse 2)
Bodengruppen: TL/TM
Frostepfindlichkeitsklasse: F 3 (sehr frostepfindlich)

Schluff
Homogenbereich C Klasse: 4 (bei Verschlämmungen, Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c \leq 0,5$: Klasse 2)
Bodengruppen: UL/UM/TL
Frostepfindlichkeitsklasse: F 3 (sehr frostepfindlich)

**Verwitterungslehm
und stark verwitterter
Kalkmergel**

Homogenbereiche D/E1 Klassen: 4 und 5 (bei Verschlämmungen, Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c \leq 0,5$: Klasse 2)
Bodengruppen: TM/TA
Frostempfindlichkeitsklassen: F2 (Bodengruppe TA: gering bis mittel frostempfindlich) bis F 3 (sehr frostempfindlich)

**verwitterter Kalkmergel
Homogenbereich E2**

Klassen: 6
verwitterter Fels
(Der verwitterte Kalkmergel besitzt i.d.R. eine geringe Frostbeständigkeit.)

9 Verwendung des Aushubmaterials

Die beim Aushub anfallenden bindigen Böden (Lehme und Schluffe) sind nur im Bereich ihres optimalen Wassergehaltes und bei fehlenden Niederschlägen einbau- und verdichtungsfähig. Die bindigen Aushubböden sind somit als Füll- bzw. Auffüllmaterial im Bereich der Arbeitsräume nur bedingt verwendbar.

Vernässter und dann nicht verdichtungsfähiger bindiger Aushubboden ist abzufahren.

In einem Zeitraum mit feuchter Witterung bzw. bei höheren Wassergehalten des Bodens kann der Wassergehalt des Aushubbodens durch die Zugabe von Feinkalk oder Kalkhydrat herabgesetzt werden. Für die Durchführung der Bodenverbesserung sind die Angaben des Merkblattes über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, maßgebend.

Die ggf. zum Wiedereinbau geeigneten erdfeuchten bindigen Böden sind durch Folienabdeckungen gegen Witterungseinflüsse zu schützen und sind im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten auf ihre 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 15 M.-% 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. 98 - 100 % der Proctordichte zu verdichten.

Es wird darauf hingewiesen, dass bei einer Abdichtung des Gebäudes gegen den Lastfall Erdfeuchtigkeit (Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser, z.B. gemäß DIN 18195-4) die Arbeitsräume mit einem nicht bindigen (Feinkornanteil < 5 M.-%), verdichtungsfähigen und stark durchlässigen (Durchlässigkeitsbeiwert $k > 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) Lockergesteinsmaterial zu verfüllen sind.

In den Bereichen, in denen ein frostsicherer Unterbau erforderlich ist, z.B. Gehwege, Parkplatzflächen, Zuwegungen, ist der Aushubboden nur bis zur Unterkante des frostsicheren Oberbaus einzubauen und entsprechend zu verdichten.

In den Bereichen, in denen geringe Sackungen erfolgen können (Rasen, Blumenbeete usw.), ist eine hohlraumarme Verfüllung vorzusehen.

10 Gründungstechnische Folgerungen

10.1 Gründungsart, Gründungstiefe, Bodenersatz

Die Gründung des Gebäudes erfolgt auf Einzel- und Streifenfundamenten.

Die Gründungsebenen der Fundamente liegen bei ca. 181,6 m ü.NN, 181,86 m ü.NN und 183,0 m ü.NN.

Ein Bodenersatz bzw. eine Bodenauffüllung ist gemäß Kapitel 7 erforderlich.

10.2 Baugrubensicherung

Die Baugrubenwände können bis 45° abgeböscht werden. Die Böschungen sind gegen Erosionen durch Folienabdeckung zu schützen.

10.3 Belastung des Baugrundes

Aufgrund der Gründung im stark verwitterten bzw. verwitterten Kalkmergel kann in den Gründungsebenen ein zulässiger Sohldruck von $\sigma_{zul.} = 500 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

10.4 Setzungsverhalten und Grundbruchsicherheit

Die Setzungen werden bei den vorgenannten Belastungen rechnerisch $S_g = 1,0$ cm nicht überschreiten. Die Setzungsdifferenzen, die sich durch die unterschiedlichen Baugrundverhältnisse ergeben, betragen annähernd gleichmäßig zu erwartender Lastverteilung nur wenige Millimeter und können vernachlässigt werden.

Unzulässige Setzungen und Setzungsdifferenzen sind somit nicht zu erwarten.

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

11 Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten

Nach Freilegung der Baugrubensohle oder auch während der Ausschachtungsarbeiten ist der Gutachter zu einer abschließenden Baugrundbeurteilung aufzufordern.

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

Im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten erfolgen die endgültigen Angaben 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.

12 Angaben zu bautechnischen Maßnahmen für die Fahrbahnen und Stellplatzflächen

Das Baugelände gehört gemäß der Karte der Frosteinwirkungszonen in Deutschland des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Stand 07/2012, der Frosteinwirkungszone II der Bundesrepublik Deutschland an.

Die im oberflächennahen Bereich anstehenden Böden sind entsprechend der ZTV E-StB 09 in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) zu stellen.

Die Stärke und der Aufbau des Umfahrlen- und Flächenoberbaus richten sich nach der vom Planer festzulegenden Bauklasse, der Ausführung der Tragschicht und der Art der Fahrbahndecke. Für die Herstellung der Außenanlagen sind für den Planer und die ausführende Firma die RStO 12, die ZTV E-StB 09 sowie die ZTV SoB-StB 04 maßgebend.

Davon ausgehend, dass im Untergrund Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 anstehen, beträgt die **Mindestdicke** des frostsicheren Straßenaufbaus gemäß den Tabellen 6 und 7 der RStO 12 für die

	Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk1,0	0,65 m
und für die	Belastungsklasse Bk0,3	0,55 m.

Um die Tragfähigkeitswerte gemäß ZTV E-StB 09 bzw. der RStO 12 erreichen zu können, ist gemäß Tabelle 8 der RStO 12 auf dem Planum der befestigten Außenanlagen ein E_{v2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Der auf dem Erdplanum geforderte E_{v2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ wird höchstwahrscheinlich auf den bindigen Böden (Lehm) nicht erreicht werden, so dass unter der Frostschutzschicht eine Bodenverbesserung vorzusehen ist. Es ist festzulegen, ob ein Bodenaustausch unter der Frostschutzschicht in Stärken von ca. 0,2 m bis ca. 0,3 m mit ggf. unterlagerndem Geogitter oder eine Bodenverbesserung durch Zugabe von hydraulischen Bindemitteln (z.B. Kalk oder Kalk-Zement-Mischbinder) vorzuziehen ist.

Der Bodenaustausch erfolgt gegen nicht bindige, verdichtungsfähige, wasser-durchlässige und umweltverträgliche Lockergesteine.

Bei einer Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln ist die Bindemittelzugabemenge (geschätzt ca. 3 - 4 M-%; s. Kapitel 5) vom aktuellen Wassergehalt abhängig. Die tatsächliche Zugabemenge ist je nach Witterungsverhältnissen und aktuellem Wassergehalt der anstehenden Böden zeitnah durch Feldversuche zu bestimmen.

Das hydraulische Bindemittel ist maschinell so in den Boden einzuarbeiten, dass die Stärke der verbesserten Bodenschicht nach den Verdichtungsarbeiten mindestens 0,3 m beträgt.

Durch das Einfräsen von hydraulischen Bindemitteln kann gleichzeitig die Frostempfindlichkeit der anstehenden bindigen Böden soweit verbessert werden, dass der Boden in die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 (gering bis mittel frostempfindlich) einzustufen ist. Auf dem verbesserten Erdplanum ist dann ein E_{v2} -Wert von mindestens 70 MN/m^2 nachzuweisen (so genannte qualifizierte Bodenverbesserung).

Wird eine qualifizierte Bodenverbesserung ausgeführt, beträgt die **Mindestdicke** des frostsicheren Straßenaufbaus gemäß den Tabellen 6 und 7 der RStO 12 für die

	Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk1,0	0,55 m
und für die	Belastungsklasse Bk0,3	0,45 m.

Die erforderlichen bautechnischen Maßnahmen sind ggf. durch Probeverdichtungen festzulegen. In diesem Zusammenhang wird auch auf die Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten durch das Erdbaulabor Dr. F. Krause hingewiesen.

Da der Untergrund im Bereich der Fahrbahnen und Stellplätze, auch bei einer Bodenverbesserung mit einem hydraulischen Bindemittel, aus gering durchlässigen bindigen Böden besteht, sind die Außenanlagen zur Verhinderung eines Aufstaus von Sicker- und Schicht- bzw. Oberflächenwasser an der Unterkante der Frostschutzschicht zu dränieren.

Das Erdplanum ist mit einem Gefälle anzulegen. An den Tiefpunkten sind Dränagen zu verlegen. Das anfallende Wasser ist dann kontrolliert in eine geeignete Vorflut bzw. in die Kanalisation abzuführen.

13 Versickerung von Niederschlagswasser

Nach den Angaben des DWA-Regelwerks, Arbeitsblatt DWA-A 138, liegt das für Versickerungsanlagen geforderte Durchlässigkeitsspektrum der Böden zwischen $k = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s und $k = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Für die im Bereich des geplanten Bürogebäudes angetroffenen bindigen Böden (Lehme) ist ein mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert von ca. $k_f = 1 \cdot 10^{-8}$ m/s in Ansatz zu bringen. Dieser Wert liegt damit außerhalb des vom DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138, geforderten Durchlässigkeitsspektrums.

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

Nach Fertigstellung weiterer oder geänderter Planunterlagen, die aus baugrundtechnischer Sicht relevant sind, ist ein Nachtrag zum geotechnischen Gutachten erforderlich.

15 Schlusswort

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

Münster, den 11. Juli 2017

i.A. M.Sc. Geowiss. René Mommsen

Fiet Krause
Inhaber

Planunterlagen:

- Nr. 1 DGK 5 Kartenausschnitt, 1:2.000 (Quelle: TIM Online, Stand: 14.06.2017)
- Nr. 2 Liegenschaftsplan, 1:902 (Quelle: TIM Online, Stand: 14.06.2017)
- Nr. 3 Luftbild des Baugrundstücks, 1:902 (Quelle: TIM Online, Stand: 14.06.2017)
- Nr. 4 Lageplan Baulasten, 1:200 (Quelle: Vermessungsbüro Dipl.-Ing. Michael Buschmeyer, Am Atlaswerk 18, 33106 Paderborn; Stand: 25.04.2017)
- Nr. 5 Lageplan zum Bauauftrag, 1:200 (Quelle: Vermessungsbüro Dipl.-Ing. Michael Buschmeyer, Stand: 25.04.2017)
- Nr. 6 Grundriss der Ebenen 0 und 1 sowie Ostansicht, 1:100 (Quelle: Architekturbüro Müschenborn, Lohbachstraße 12, 58239 Schwerte; Stand: 28.04.2017)
- Nr. 7 Grundriss der Ebenen 2 bis 7 sowie Gebäudeschnitte, 1:100 (Quelle: Architekturbüro Müschenborn, Stand: 28.04.2017)
- Nr. 8 Grundriss der Ebenen 8 und 9 sowie Ansichten von Nord, Süd und West, 1:100 (Quelle: Architekturbüro Müschenborn, Stand: 28.04.2017)
- Nr. 9 Übersichtsplan des Bauantrages, 1:200 (Quelle: Architekturbüro Müschenborn, Stand: 28.04.2017)

Anlagen:

- Nr. 1 Lageplan, 1:300, mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten
- Nr. 2 Schichtenprofile gemäß DIN 4023 und Rammdiagramme gemäß DIN EN ISO 22476-2, 1:50 (Anlagen 2.1 bis 2.9 und 2.9a)
- Nr. 3 Schematische geologische Schnitte A-A' (Anlage 3.1) und B-B' (Anlage 3.2), 1:100
- Nr. 4 Grundriss (Anlage 4.1), 1:250; Schnitte B-B' und C-C' (Anlage 4.2), 1:200; Ansichten [Nord, Süd und West (Anlage 4.3)], 1:250

Verteiler:

Architekturbüro Müschenborn, Herrn Dipl.-Ing. Ralf Müschenborn, Technologiezentrum, Lohbachstraße 12, 58239 Schwerte (3-fach)