

GEOTECHNISCHES GUTACHTEN

**zum Bauvorhaben:
Neubau einer Reithalle
mit Stallungen**

**auf dem Grundstück
Löhmer Dorfstraße 54a, Flst. 81/82
in 16356 Werneuchen OT Löhme**

**BRB – Projekt - Nr.: 079/24LU
vom 25.02.2024**

**BRB Prüflabor
Albertshofer Chaussee 5
16321 Bernau**

**Tel. (0 33 38) 39 68 76
Fax (0 33 38) 39 68 88
<http://www.brb-prueflabor.com>**

**Auftraggeber:
Pferdehof zum goldenen Apfel
Berliner Strasse 11a
16356 Seefeld**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. VERANLASSUNG	3
2. UNTERLAGEN	3
3. BAUGRUNDAUFSCHLÜSSE	4
4. GEOLOGISCHE UND HYDROLOGISCHE SITUATION	4
5. BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	6
6. BAUGRUNDEIGNUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	8

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Lageplan der Aufschlüsse ohne Maßstabsangabe**
- Anlage 2: Bohrprofile B 1 bis B 10 und Rammsondierdiagramme RS 1 bis RS 10**
- Anlage 3: Ergebnisse der Siebanalyse / Kornverteilungskurve (KVK)**
- Anlage 4: Fotodokumentation Lage der Aufschlüsse**

1. VERANLASSUNG

In 16356 Werneuchen OT Löhme ist auf dem Grundstück 'Löhmer Dorfstraße 54a, Flst. 81/82' die Errichtung einer Reithalle mit Stallungen geplant. Die Reithalle soll auf einer Fläche von 25 x 60 m entstehen und für die Stallungen ist eine Fläche von 10 x 60 m vorgesehen (siehe Anlage 1 / Unterlage 2.2).

Die Lasten aus dem Bauwerk sollen über eine Flachgründung in den Baugrund abgegeben werden.

Im derzeitigen Stadium der Planung liegen keine weiteren detaillierten Angaben zu Bauweise, Bemessung, Auflasten und dergleichen für das Bauwerk vor. Es wird davon ausgegangen, dass es sich um ein einfaches Bauobjekt handelt, welches in die Geotechnische Kategorie GK 1 einzuordnen ist.

Das BRB Prüflabor Bernau wurde beauftragt, die Baugrund- und Gründungsverhältnisse für diese Baumaßnahme zu untersuchen und zu begutachten.

Zur statischen Berechnung des geplanten Bauwerkes sind die Bodenkenngrößen zu ermitteln.

Die Anordnung der Aufschlußansatzpunkte erfolgte flächenverteilt im Bereich der geplanten Bauwerksgrenzen des Wohnhauses (siehe Anlage 1 / Unterlage 2.2).

Der Umfang des Gutachtens entspricht den Richtlinien des Auftraggebers.

2. UNTERLAGEN

Für die Ausarbeitung des vorliegenden Gutachtens standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- 2.1 Auftrag vom 20.02.24 gemäß Angebot 0220/24KM vom 20.02.2024
- 2.2 Lageskizze, übermittelt durch den Auftraggeber
- 2.3 Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen B 1 bis B 10
- 2.4 Diagramme der Rammsondierungen RS 1 bis RS 10
- 2.5 Die naturräumliche Gliederung Brandenburgs, Dr. E. Scholz
- 2.6 Geologische Karte des Landes Brandenburg im Maßstab 1 : 25000 (GK 25)
Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg
- 2.7 Hydrogeologische Karte von Brandenburg, Blatt Werneuchen, 1 : 50000 (HYK 50)
Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg
- 2.8 Untersuchungsergebnisse der Korngrößenverteilung (1 Bodenprobe)

3. BAUGRUNDAUFSCHLÜSSE

Zur Erkundung der Baugrund- sowie Grundwasserverhältnisse wurden am 21.02.2024 und 22.02.2024 zehn Kleinrammbohrungen (B 1 bis B 10) bis in Tiefen von $t = 4,0$ m unter Geländeoberkante (GOK) niedergebracht.

Aus den Bohrungen wurden gestörte Proben (Güteklasse 5 nach DIN EN ISO 22475-1) meterweise bzw. schichtweise gewonnen. Die Bodenproben wurden entsprechend DIN EN ISO 14688-1 nach visuellen und manuellen Verfahren angesprochen und beurteilt. Im Gutachten werden davon abweichend, die im deutschen Sprachraum gebräuchlichen Begriffe und Abkürzungen verwendet (siehe Anhang – Erläuterung der Abkürzungen und Symbole).

Die Bestimmung der Lagerungsdichte erfolgte durch zehn in unmittelbarer Nähe zu den Kleinrammbohrungen B 1 bis B 10 angelegte Sondierungen mit der leichten Rammsonde DPL 5 (DIN EN ISO 22476-2) ebenfalls bis in Tiefen 4,0 m unter GOK.

Die Lage der Aufschlüsse geht aus der Anlage 1 (Lageplan der Aufschlüsse) hervor.

In der Anlage 2 sind die Bohrprofile der Kleinrammbohrungen B 1 bis B 10 sowie die Stufendiagramme der Rammsondierungen RS 1 bis RS 10 graphisch dargestellt.

Für die Ansatzpunkte der Bohrungen wurden folgende GPS-Koordinaten ermittelt:

Sondierpunkt	Tiefe	Koordinaten (WGS84), dezimal		B	RS
		Breite	Länge		
B 1	4 m	52,629704	13,669039	x	x
B 2	4 m	52,629877	13,668999	x	x
B 3	4 m	52,630056	13,669002	x	x
B 4	4 m	52,630074	13,669238	x	x
B 5	4 m	52,629612	13,669280	x	x
B 6	4 m	52,630043	13,669455	x	x
B 7	4 m	52,629837	13,669414	x	x
B 8	4 m	52,629606	13,669485	x	x
B 9	4 m	52,630059	13,669693	x	x
B 10	4 m	52,629628	13,669746	x	x

Diese angegebenen Koordinaten dienen nur der lagemäßigen Beschreibung der Bohrpunkte. Es sind keine amtlichen Vermessungsdaten.



An einer ausgewählten Bodenproben (KVK 1) aus der Kleinrammbohrung B 8 erfolgte die Bestimmung der Korngrößenverteilung im firmeneigenen Laboratorium (Einzelergebnisse und Probenahmetiefe siehe Anlage 3).

Die punktförmig angelegten Baugrundaufschlüsse tragen Stichprobencharakter. Stellt sich im Einzelfall eine erhebliche Abweichung von der in diesem Gutachten dargestellten Baugrundsituation dar, so sind deren Auswirkungen auf die Baumaßnahme vor Ort zu beraten. Eine Beteiligung des Baugrundgutachters an den Beratungen wird empfohlen.

4. GEOLOGISCHE UND HYDROLOGISCHE SITUATION

Das Untersuchungsgebiet, im zentralen Bereich der Hochfläche des Barnims, eine Grundmoränenplatte der Weichsel-Kaltzeit (Brandenburger Stadium), befindet sich am Nordrand einer flachen Niederung mit dem Löhmer Haussee. Der See besitzt keine Zuflüsse und wird ausschließlich durch Niederschläge gespeist. Bei hohen Wasserständen entwässert er über die südlich angrenzende Rinne des Zochegrabens. Bei dieser Rinne handelt es sich um eine kleinere weichselglaziale Schmelzwasserabflußbahn innerhalb der Hochfläche, die als Nebenarm der Erperinne mit dem „Neuenhagener Mühlenfließ“ in Verbindung steht.

Der generelle **geologische Aufbau** des Gebietes wird durch den weichselglazialen Geschiebemergel und seine Verwitterungsprodukte bestimmt. Der weichselglaziale Geschiebemergelhorizont ist durch starke Verwitterung und Auswaschung oft als lehmiges Sand-Schluff-Gemisch (Geschiebelehm) anzutreffen. Bedingt durch Erosion ist dieser bindige Geschiebelehm- / -mergelhorizont z.T. lückenhaft verbreitet bzw. vollständig erodiert. Stellenweise ist im tieferen Untergrund mit der Grundmoräne der Saale-Eiszeit zu rechnen.

Die weichselglaziale Grundmoräne wird meistens von verschiedenenkörnigen Sanden, d.h. von Geschiebedecksanden und glazifluviatilen Hochflächensanden (Schmelzwassersanden) hier in Form von periglaziären Beckensanden überlagert sowie von glazifluviatilen Vorschüttsanden unterlagert.

In der Niederung des Haussees sind weichselspätglaziale bis holozäne Sande (Verlagerungs- und Verschwemmungssedimente bzw. See- und Altwassersande) sowie holozäne organogene Bildungen in Form von Torfen und Mudden und organisch durchsetzte mineralische Böden (anmoorige Bildungen, Moorerde, Sand-Humus-Gemische) verbreitet.

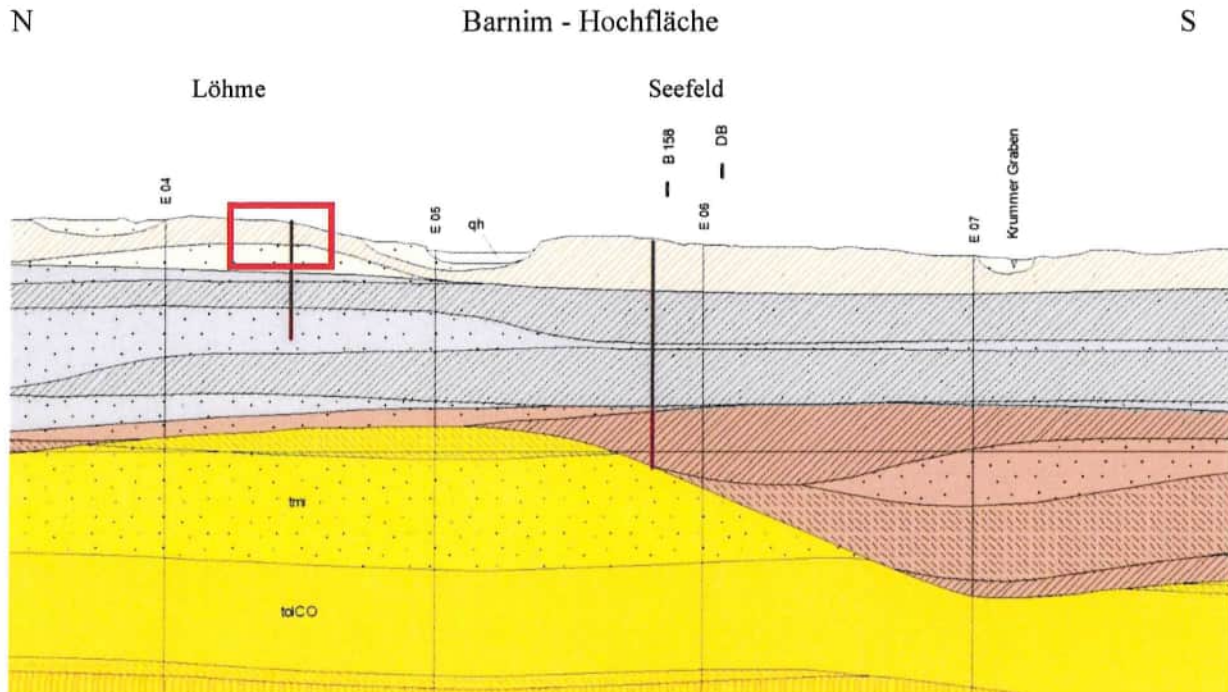


Abb. 1: Schematischer N/S Schnitt der Barnim-Hochfläche, Holozän und Weichselglazial hellgelb, Saaleglazial grau dargestellt, Grundmoränenablagerungen schraffiert, Untersuchungsgebiet (rot markiert)

Im unmittelbaren **Standortbereich** werden nach Unterlage 2.6 weichselkaltzeitliche Geschiebelehm / -mergelablagerungen (Grundmoräne) ausgewiesen, die lokal von ihrem Suffusionsprodukt (schluffige Sande, Reduzierung der Feinkornanteile / Entmischung) und geringmächtigen Hochflächensanden überlagert werden. Die Grundmoräne wird von Vorschüttssanden des Weichselglazials unterlagert.

Aus **hydrologischer Sicht** besteht am Standort die Möglichkeit des zeitweisen Auftretens von Staunässe / Stauwasser, ggf. von freiem, eher schwebendem Grundwasser in der unmittelbaren Grenzzone zwischen den Decksanden / Hochflächensanden und dem schwach bis sehr schwach wasserdurchlässigen Geschiebelehm / -mergel. Diese Sande können bei größerer Mächtigkeit der Schicht z.T. auch als lokaler oberster Grundwasserleiter mit dann temporärer Grundwasserführung auftreten. Des Weiteren kann sich in durchlässigeren, sandigeren Bereichen bzw. Sandlagen innerhalb des Geschiebelehm / -mergels Schichtenwasser ausbilden.

Die Lage der wasserführenden Schichten ist von den wechselhaften Boden- und Morphologie-Verhältnissen sowie von der Niederschlagssituation abhängig. Nach Perioden intensiver Niederschläge oder nach Schneeschmelzen (Frühjahr) ist mit Staunässe / Stauwasser, ggf. mit freiem, eher schwebendem Grundwasser in der o.g. Grenzzone bzw. mit Schichtenwasser in durchlässigeren Bereichen innerhalb der Grundmoräne zu rechnen.

Entsprechend der Unterlage 2.7 wird für den Standortbereich ein Flurabstand (Tiefe des Grundwassers unter GOK) zwischen 10,0 m und 11,0 m angegeben. Dabei kann das Grundwasser in gespannter Form vorliegen. Als Grundwasserleiter fungieren die die Grundmoräne unterlagernden weichselglazialen Vorschüttssande. Die generelle Fließrichtung des Grundwassers ist Süden.

Zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung am 21.2.2024 und 22.02.2024 wurde in allen Kleinrammbohrungen kein Grundwasser bzw. Stau- und Schichtenwasser angetroffen.

Innerhalb der die Grundmoräne überlagernden Sande (auch Auffüllungen und Mutterboden) sollte, auch entsprechend der hydrologischen Situation am Standort, von einem temporären Wasseraufstau in der Größenordnung von ca. 0,50 m oberhalb der Grundmoränen- / Lehm- / Mergeloberkante ausgegangen werden (Schätzwert / angenommener HWG).

Das auftretende Stau- / Schichtenwasser kann am Standort demnach bis nahe der Geländeoberkante auftreten (Überschwemmungsgefahr in Senken). Es wird empfohlen, diesen angegebenen höchsten Grundwasserstand (GOK) als Bemessungswasserstand anzusetzen

5. BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

Auf der Grundlage der im Untersuchungsgebiet abgeteuften Kleinrammbohrungen B 1 bis B 10 können folgende Bodenarten beschrieben werden:

5.1 Auffüllungshorizont / anthropogener Boden

Auffüllung: *nicht bindige u. schwach schluffige Sande, A[SE] / A[SU], lokal mit Fremdstoffen*

In allen Kleinrammbohrungen (mit Ausnahme von B 4, hier Beton) wurde wurden sandige Auffüllungen bis in **Tiefen von 0,10 m (B 1, 2, 9 ,10), 0,20 m (B 5, 6 ,7 ,8) und 0,30 m (B 3) unter GOK** angetroffen. Die Auffüllungen bestehen aus nicht bindigen bis schluffigen, grob- bis feinsandigen Mittelsanden der Bodengruppen [SE] und [SU] und enthalten lokal Fremdstoffanteile in Form von Schlacke, Ziegelbruch und Mörtelresten

Gemäß DIN 18196 sind die Lockergesteine als A[SE] / A[SU] zu klassifizieren.

Nach DIN 18300 sind die aufgefüllten / umgelagerten Sande der Bodenklasse 3 zuzuordnen.

Nach DIN 18130-1 werden die Böden bei einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k von ca. 10^{-5} m/s bis 10^{-3} m/s als durchlässig bis stark durchlässig ($k > 10^{-4}$ m/s) eingestuft.

Sie sind somit versickerungsfähig.

Die sandigen Auffüllungen sind nach ZTV E-StB 09 in die Frostempfindlichkeitsklasse F 1 bis F 2 (nicht bis mittel frostempfindlich) einzuordnen.

Durch die Rammsondierungen wurden im Auffüllungshorizont vorwiegend sehr lockere – lockere Lagerungsverhältnisse festgestellt. Höhere Schlagzahlen sind hier sehr wahrscheinlich auf Fremdstoffanteile zurückzuführen.

5.2 Natürlich anstehende Böden / mineralische Böden

*Sande, schluffig: SU**

Unterhalb der zuvor beschriebenen Auffüllungen stehen in den Kleinrammbohrungen B1, B 2, B 5, B 7, B 9 und B 10 bis zu **Tiefen von 0,30 m (B 9), 0,80 m (B 2 und B 10) und 0,90 m (B 1, B 5, B 7) unter GOK** schluffige, feinsandige Mittelsande der Bodengruppe SU* an. Dabei handelt es sich um das Suffosionsprodukt der unterlagernden weichselglazialen Grundmoräne.

Folgende charakteristische Kennwerte können genannt werden:

Bodengruppe nach DIN 18196:	SU*
Bodenart nach DIN 4023:	mS, fs, gs ⁴ , u
Feinkornanteil $d \leq 0,063$ mm:	15 - 30 M.-%
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k:	ca. 10^{-7} m/s bis 10^{-5} m/s
Frostempfindlichkeitsklasse: nach ZTV E-StB 09	F 3 (sehr frostempfindlich)
Bodenklasse nach DIN 18300:	3

Nach DIN 18130-1 wird der Boden als durchlässig bis schwach durchlässig eingestuft. Er ist somit nur bedingt versickerungsfähig. Der Boden SU* kann aufgrund der bindigen Anteile und der geringen Durchlässigkeit (Stauwirkung) bei Wasserzufuhr aufweichen.

Nach den Ergebnissen der Rammsondierungen sind die schluffigen Sande locker bis mitteldicht und insgesamt inhomogen gelagert.

Sande, nicht bindig: SE

Im Aufschlussbereich der Kleinrammbohrung B 8 stehen unterhalb der aufgefüllten Sande bis in eine **Tiefe von 1,90 m unter GOK** nicht bindige, feinsandige Mittelsande der Bodengruppe SE an. Es handelt sich hier um die Füllung einer kleinen Schmelzwasserrinne.

Folgende charakteristische Kennwerte können genannt werden:

Bodengruppe nach DIN 18196:	SE
Bodenart nach DIN 4023:	mS, fs,
Feinkornanteil $d \leq 0,063$ mm:	0 - 5 M.-%
Ungleichförmigkeitszahl C_U :	1,5 bis 3
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k:	10^{-5} m/s bis 10^{-3} m/s
Frostempfindlichkeitsklasse: nach ZTV E-StB 09	F 1 (nicht frostempfindlich)
Bodenklasse nach DIN 18300:	3

Die Siebanalyse der Probe KVK 1 ergab einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 7,0 \times 10^{-5}$ m/s (nach BEYER). Nach DIN 1813 0-1 wird der Boden als durchlässig bis stark durchlässig eingestuft. Er ist somit versickerungsfähig.

Die nicht bindigen Sande weisen entsprechend dem Ergebniss der Rammsondierung RS 8 bis zu einer Tiefe von 1,30 m unter GOK lockere Lagerungsverhältnisse auf.

Geschiebelehm / -mergel Lg / Mg (SU* - TL)

In den Aufschlußbereichen aller Bohrungen werden die zuvor beschriebenen Böden bis zur **Erkundungsendtiefe von 4,0 m unter GOK** von bindigen Lockergesteinen in Form von Geschiebelehm / -mergel der weichselglazialen Grundmoräne unterlagert. Der Geschiebelehm / -mergel setzt sich aus einem Sand-Schluff-Ton-Gemisch zusammen und weist eine weiche bis steife Konsistenz auf.

Es handelt sich hier um die weichselglaziale Grundmoräne. Der obere Bereich der Grundmoräne ist durch Verwitterungsprozesse häufig als kalkfreier Geschiebelehm ausgebildet.

Auf der Grundlage von Erfahrungen können folgende charakteristische Kennwerte genannt werden:

Bodengruppe nach DIN 18196:	SU*, ST*, TL
Feinkornanteil $d \leq 0,063$ mm:	ca. 25 bis 45 M.-%
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k:	ca. 10^{-9} m/s bis 10^{-7} m/s
Plastizität:	leicht plastisch,
Kalkgehalt:	(0) kalkfrei für Lg (+) kalkhaltig für Mg
Frostempfindlichkeitsklasse: nach ZTV E-StB 09	F 3 (sehr frostempfindlich)
Bodenklasse nach DIN 18300:	4

Die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte schwanken in Abhängigkeit vom Schluff-Ton-Kornanteil. Nach DIN 18130-1 wird der Boden als sehr schwach bis schwach durchlässig und damit als nicht versickerungsfähig eingestuft.

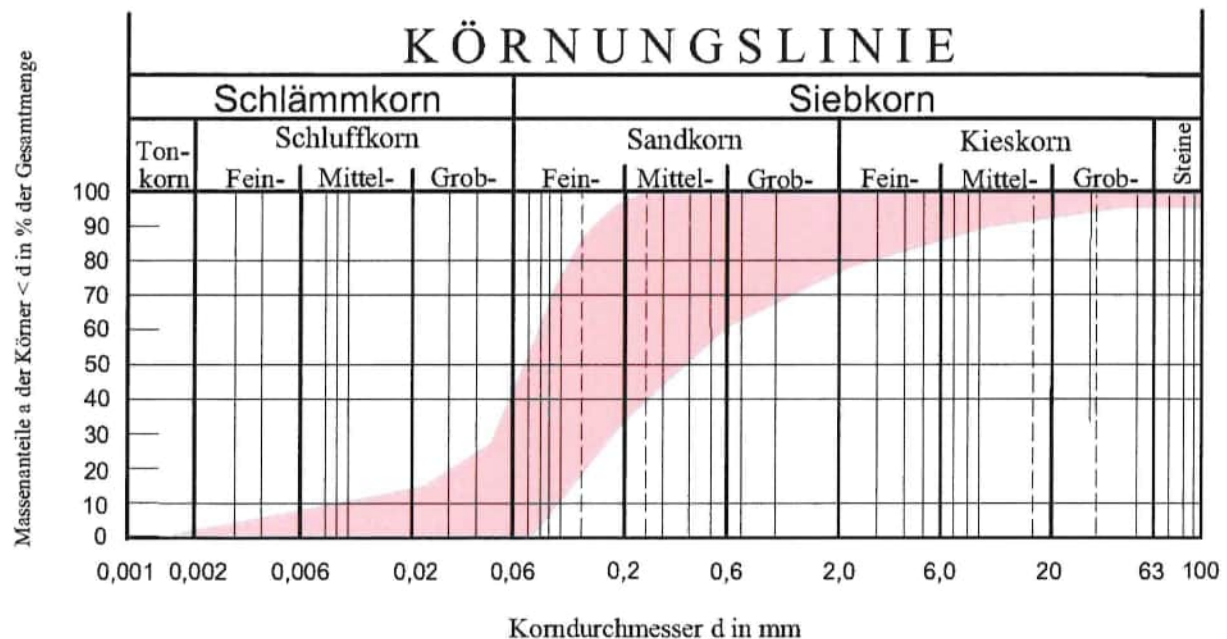
Der Geschiebelehm / -mergel weist nach den Ergebnissen der Rammsondierungen formal mitteldichte Lagerungsverhältnisse auf.

Die Einzelheiten zur Schichtenfolge, zu den Schichtgrenzen sowie den abgelagerten Böden mit deren charakteristischem Kornaufbau gehen aus den Bohrprofilen in der Anlage 2 hervor.

Homogenbereich 1: Sande, aufgefüllt und natürlich anstehend, lokal mit Fremdstoffanteilen

Nr.	Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereich 1
1	Kornverteilung	siehe unten Sieblinienbereich
2	Anteil Steine	1 – 3 %
2.1	Anteil Blöcke	< 1 %
4	Wichte im feuchten Zustand	16,0 -19,0 kN/m ³
5	Reibungswinkel	30° – 35°
7	Undrainierte Scherfestigkeit	0,5 – 1,0 kN/m ²
9	Wassergehalt	3,0 – 8,5 M.-%
10	Konsistenz	keine
11	Plastizität, Ausrollgrenze, Fließgrenze	nicht plastisch
13	Durchlässigkeit	durchlässig
14	Lagerungsdichte	locker - mitteldicht
16	Organischer Anteil	0,5 – 2,0 M.-%
20	Bodengruppe	SE, SU*,[SU]
21	Ortsübliche Bezeichnung	keine

Tiefenlage / Mächtigkeit: 0,00 - 1,90 m von GOK

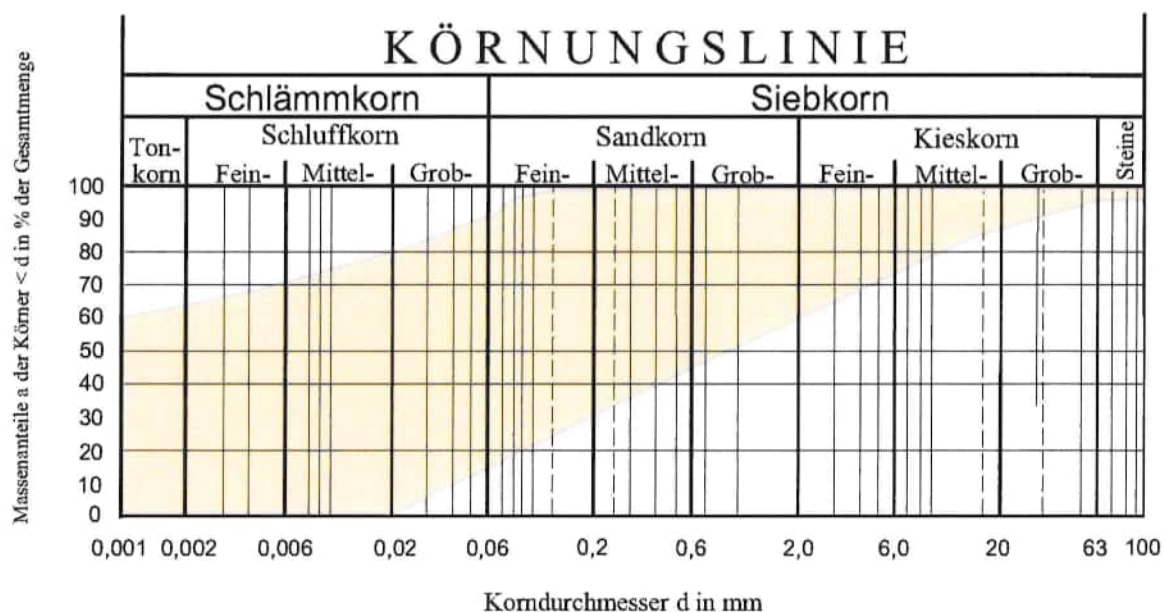


Sieblinienbereich Homogenbereich 1

Homogenbereich 2: Geschiebelehm / - mergel

Nr.	Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereich 2
1	Kornverteilung	siehe unten Sieblinienbereich
2	Anteil Steine / Blöcke	< 3 %
4	Wichte im feuchten Zustand	18,0 - 23,0 kN/m ³
5	Reibungswinkel	25° – 35°
6	Kohäsion	0 – 10,0 kN/m ²
7	Undrainierte Scherfestigkeit	10 – 100 kN/m ²
9	Wassergehalt	2,0 – 35 M.-%
10	Konsistenz	weich bis steif
11	Plastizität, Ausrollgrenze, Fließgrenze	nicht plastisch bis mittel plastisch
13	Durchlässigkeit	undurchlässig – schwach durchlässig
14	Lagerungsdichte	mitteldicht
15	Kalkgehalt	0 - 15 %
16	Organischer Anteil	0,5 – 2,0 M.-%
20	Bodengruppe	SU*, TL
21	Ortsübliche Bezeichnung	Geschiebelehm, Geschiebemergel

Tiefenlage / Mächtigkeit: 0,20 - > 4,0 m von GOK



Sieblinienbereich Homogenbereich 2

6. BAUGRUNDEIGNUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die im Baugrund anstehenden nicht bindigen und schluffigen Sande SE / SU* sowie der maßgebliche Geschiebelehm / -mergel besitzen unterhalb der Gründungssohle (Streifen- / Einzelfundamente / Frostschrüzen) bei einer frostsicheren Mindestgründungstiefe gemäß DIN 1054 von 0,8 m und unterhalb der Bodenplatte (**mit Ausnahme des Aufschlusses B 8, hier locker gelagerte Sande SE bis 1,30 m unter GOK**) eine mitteldichte Lagerung, und somit eine **ausreichende Tragfähigkeit**.

Der Baugrund ist demzufolge **nach gründlicher Verdichtung des Planums** für die vorgesehene Flachgründung der Reithalle inklusive Stallungen unter Beachtung der nachfolgenden Hinweise **geeignet**.

Es wird empfohlen, die Bodenplatten über GOK anzuheben, um dem möglichen Auftreten von Stauwasser (siehe Kapitel 4) Rechnung zu tragen.

Tragfähiger Baugrund in mitteldichter Lagerung wurde in den Aufschlüssen in folgenden Tiefen angetroffen:

B 1	Geschiebemergel	SU*-TL	ab 0,90 m unter GOK
B 2	Geschiebemergel	SU*-TL	ab 0,80 m unter GOK
B 3	Geschiebemergel	SU*-TL	ab 0,30 m unter GOK
B 4	Geschiebemergel	SU*-TL	ab 0,07 m unter GOK
B 5	Geschiebemergel	SU*-TL	ab 0,90 m unter GOK
B 6	Geschiebemergel	SU*-TL	ab 0,20 m unter GOK
B 7	schluffige Sande	SU*	ab 0,70 m unter GOK
B 8	nicht bindige Sande	SE	ab 1,30 m unter GOK
B 9	Geschiebemergel	SU*-TL	ab 0,10 m unter GOK
B 10	Geschiebemergel	SU*-TL	ab 0,10 m unter GOK

Aus den angetroffenen Baugrundverhältnissen ergeben sich unter Berücksichtigung flächenhaft verbreiteter bindiger Böden folgende gründungsvorbereitende Arbeiten:

Unterhalb der Bodenplatte sind die aufgefüllten, lockere gelagerten Sande A[SU] bis zu ihrer Basistiefe von 0,30 m unter GOK abzuschieben.

Das geschaffene Planum ist unter **Verwendung einer Walze mit Vibrationssystem intensiv nachzuverdichten**. Die Bodenverdichtung erfolgt so ohne weiteren Bodenaustausch bis in eine Tiefe von 1,20 m unter GOK. Oberflächennahe Schwächezonen werden so weitgehend beseitigt. Im Aufschlussbereich der Bohrung B 8 ist auf Grund der noch verbliebenen locker gelagerten Sande, die Verdichtung besonders intensiv auszuführen.

Geschiebelehm in weicher Konsistenz (z. B. nach langanhaltenden Niederschlägen) ist nicht verdichtbar und geht bei mechanischer Belastung unter Verlust der Tragfähigkeit in eine breiige Konsistenz über! Im Verbreitungsbereich ggf. offenliegenden Geschiebelehms sollte dann an der Basis zuerst eine Lage Schottertragschichtmaterial (oder Magerbeton) eingebaut werden, um eine ausreichende Verdichtung der Folgeschichten zu ermöglichen.

Anschließend erfolgt die Wiederauffüllung durch scherfestes Recyclingmaterial (Beton - RC 0/32, nach TL – SOB / ZTVT, wenn erlaubt) bis in Höhe des Gründungsniveaus UK Bodenplatte (Gründungspolster). Alternativ eignet sich Schottertragschichtmaterial aus Naturstein (STS 0/32).

Das Gründungspolster kann bei Verwendung einer Walze mit Vibrationssystem einschichtig eingebaut werden. Bei Verwendung herkömmlicher Rüttelplatten ist das RC - Material entsprechend den gültigen Anforderungen lagenweise (Schüttlagen $D \leq 0,3 \text{ m}$) einzubauen und fachgerecht auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 98 \%$ (dichte Lagerung) zu verdichten. Entsprechende Verdichtungsnachweise sind zu führen (z.B. dynamische Plattendruckversuche)!

Die Erd- und Nachverdichtungsarbeiten sollten ausschließlich bei trockener Witterung erfolgen. Ein mögliches Aufweichen (bei oberflächennahen bindigen Böden, hier Geschiebelehm) bzw. eine Auflockerung des Baugrundes im Bereich der Gründungssohle sollte unbedingt vermieden werden, da Nachverdichtungsarbeiten aufgrund der Boden- und auch Wasserverhältnisse (bindiger, aufweichungsgefährdeter Boden, mögliches Stau- und Schichtenwasser) nur schwer möglich sind (siehe Hinweise am Ende des Kapitels).

Auf bzw. in dem so verbesserten Baugrund kann auf Streifen- / Einzelfundamenten oder auf einer Bodenplatte mit umlaufender Frostschräge gegründet werden.

Gemäß Eurocode (EC) 7-1 / DIN 1054:2010 ist folgendes zu beachten:

"Sofern die Frostsicherheit der Sohlflächen von Gründungen nicht auf eine andere Weise nachgewiesen wird, muss der Abstand von der dem Frost ausgesetzten Fläche bis zur Sohlfläche der Gründung mindestens 0,8 m betragen."

Die im Zusammenhang mit den Erd- und Gründungsarbeiten durch Aufgrabungen bedingten Auflockerungen des Baugrundes sind unter Berücksichtigung der Grundwasserverhältnisse durch entsprechende Nachverdichtungen auf eine mitteldichte Lagerung ($D_{Pr} \geq 97 \%$ gilt für SU* / bindige Böden) zu beseitigen.

Der natürlich anstehende Geschiebelehm / -mergel [SU*-TL], sowie die durch die Nachverdichtung verbesserten Böden unter der Gründungssohle der Bodenplatte sind die relevanten Schichten bei einer Gründung der Halle hinsichtlich der Einwirktiefe der abzutragenden Lasten.

Für erdstatische Berechnungen ist von folgenden **Berechnungskennwerten** auszugehen:

Schicht	φ'_k °	c'_k kN/m ²	γ_k kN/m ³	γ'_k kN/m ³	$E_{s,k}$ MN/m ²
Gründungspolster (RC 0/32)	40	0	20	10	80
Sande (SU*), locker	28	0	18	9	10
Sande (SU*), mitteldicht	30	0	19	10	20
Sande (SU*), dicht	32	0	20	11	40
Geschiebelehm / -mergel, weich	27,5	0	20	10	15
Geschiebelehm / -mergel, steif	27,5	2	21	11	25
Geschiebelehm / -mergel, halbfest	27,5	5	22	12	35

Streifenfundamente:

Unter der Berücksichtigung der Baugrundverhältnisse bei Gründung im Geschiebelehm /-mergel ohne Einfluss von Grundwasser ergeben sich folgende aufnehmbare Sohldrücke bzw. Bemessungswerte des Sohlwiderstandes.

Der wirksame Reibungswinkel des anstehenden Baugrundes wurde mit $\varphi'_k = 27,5^\circ$ angesetzt. Kohäsion wurde nicht berücksichtigt.

Aufnehmbare Sohldrücke für Streifenfundamente

Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} (kN/m ²) bei Fundamentbreiten b/b' von 0,5 - 2,0 m	
Einbindetiefe (m)	Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} (kN/m ²)
0,8	130
1,0	160
1,2	185
1,5	200
2,0	230

Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.

Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für Streifenfundamente (gemäß EC 7-1)

Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ (kN/m ²) bei Fundamentbreiten b/b' von 0,5 - 2,0 m	
Einbindetiefe (m)	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ (kN/m ²)
0,8	180
1,0	225
1,2	260
1,5	280
2,0	320

Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.

Aufnehmbare Sohldrücke für Einzelfundamente

	Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} (kN/m ²)				
	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
Fundamentbreite a (m)	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
Fundamentbreite b (m)	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
Einbindetiefe (m)					
0,8	210	215	220	225	245
1,0	250	260	270	280	290
$\geq 1,2$	290	300	310	320	330

Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.

Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für Einzelfundamente (gemäß EC 7-1)

	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ (kN/m ²)				
Fundamentbreite a (m)	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
Fundamentbreite b (m)	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
Einbindetiefe (m)					
0,8	290	300	310	315	340
1,0	350	360	370	390	405
≥ 1,2	405	420	435	450	460

Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.

Die in den Tabellen aufgeführten aufnehmbaren Sohldrücke bzw. Bemessungswerte des Sohlwiderstandes setzen eine Einbindetiefe der Außenwandfundamente / Frostschrägen von mindestens 0,8 m (frosthafte Gründung) voraus.

Die angegebenen aufnehmbaren Sohldrücke bzw. Bemessungswerte des Sohlwiderstandes gelten für lotrecht und mittig belastete Fundamente. Bei ausmittigen und geneigten Fundamentbelastungen ist ein erneuter Nachweis nach DIN 4017 zu führen.

Bei ordnungsgemäßer Bauausführung kann von Setzungsdifferenzen ausgegangen werden, die sich nicht schädlich auf den Nutzungszustand des Bauwerkes auswirken.

Bei einer Einhaltung der zuvor genannten aufnehmbaren Sohldrücke bzw. der o.g. Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und bei allmählicher Lastzunahme ist davon auszugehen, dass gleichmäßige Setzungen von bis zu $s = 2 \text{ cm}$ eintreten können.

Plattengründung:

Für die Berechnung der Gründung nach dem Bettungsmodulverfahren kann für erste Vorentwürfe unter Beachtung der vorhandenen Baugrundverhältnisse -Geschiebelehm / -mergel in weicher Konsistenz- ein Bettungsmodul in den Grenzen von k_{sv} , $k = 8 \text{ bis } 10 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

Es ist zu bemerken, dass der Bettungsmodul belastungs- und flächenabhängig ist und keine Bodenkenngröße darstellt. Eine genaue Berechnung kann vom zuständigen Statiker unter Zugrundelegung der vorhandenen Sohlpressung und der zu erwartenden Setzungen erst im Rahmen der statischen Berechnung ausgeführt werden.

Regenwasserversickerung

Die Versickerungsmöglichkeiten sind in weiten Bereichen des Grundstücks durch den schwach durchlässigen Geschiebelehm eingeschränkt (k_f -Werte 10^{-7} m/s - 10^{-8} m/s).

Versickerungsfähige Böden sind hier **nur untergeordnet vorhanden** oder erreichen **nicht die erforderliche Mächtigkeit von $\geq 1,0 \text{ m}$** .

Die Einrichtung von Auffangbecken (z. B. auch als Löschwasserreservoir) oder der Anschluss an eine Vorflut (z.B. Sediment- / Versickerungsbecken mit Überlauf in die Vorflut) bzw. die Verlegung von R-Kanälen, ist aus den gegebenen Umständen und entsprechend den Untersuchungsergebnissen hier erforderlich und sollte mit in die Planungen einbezogen werden.

Am Standort der Bohrungen B 8 wurden die günstigsten oberflächennahen Versickerungsbedingungen angetroffen (k_f -Werte von $7,0 \times 10^{-5}$ m/s (KVK 1), siehe Anlage). Hier ist bei einer hydraulischen Verbindung zum Vorfluter und entsprechender Dimensionierung der Anlage eine Versickerung denkbar. In jedem Fall sollte ein erfahrener Entwässerungsplaner in die Konzeption der Anlagen einbezogen werden.

Weitere Hinweise für die Bauausführung:

Herstellung der Baugruben:

Fundamentgräben und Baugruben können bei Aushubtiefen von $t \leq 1,25$ m senkrecht geschachtet werden. Bei Aushubtiefen $t > 1,25$ m (z.B. Bodenaustausch) sind Baugruben -bei Wasseranschnitt im Schutze von Wasserhaltungsmaßnahmen- unter einem Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ (nicht bindiger Baugrund) abzuböschten bzw. zu verbauen.

Zu weiteren Fragen der Standsicherheit von Baugruben wird auf die DIN 4124 (2012) verwiesen.

Da im Bereich der Gründungssohlen bindige Bodenarten (hier Geschiebelehm / -mergel) anstehen, ist folgendes zu beachten:

Der erkundete bindige Boden ist als wasserempfindlich und wenig wasserdurchlässig einzustufen. Der Graben sollte deshalb nicht länger als nötig offengehalten und den Niederschlägen ausgesetzt werden. Bei intensiven Niederschlägen während der Bauphase kann durch den Charakter des Grabeneinschnittes als hydraulischer Tiefpunkt ein Wasserstau entstehen. Bei den unmittelbaren Erdarbeiten ist zu beachten, dass der bindige Boden im ungestörten Zustand ausreichend tragfähig ist. Wird der Boden jedoch im Rahmen von Bauarbeiten durch Auflockerungen und Aufweichungen in seinen natürlichen Lagerungsverhältnissen gestört, so besteht bei einer Gründung von Bauwerken die Gefahr, dass örtlich höhere Setzungen stattfinden.

Das erkundete bindige Lockergestein besitzt eine geringe Plastizität. Schon bei einem geringen Wasserzutritt neigt dieser Boden dazu, schnell aufzuweichen und in eine weiche bis breiige Konsistenz überzugehen. Aus diesem Grund ist bindiger Bodenaushub, der z.B. für Verfüllarbeiten vorgesehen ist, vor niederschlagsbedingter Durchfeuchtung zu schützen (Profilierung der Aushubhalden bzw. Glättung der Haldenoberflächen und Folienabdeckung der zentralen Haldenbereiche). Beim Vorhandensein eines hohen Wassersättigungsgrades im bindigen Boden wird bei einer Beanspruchung der Gründungszone durch Erdbaugeräte schnell Porenwasserüberdruck induziert, der zu Tragfähigkeitsverlusten führt. Deshalb sollte die Gewinnung des bindigen Bodens mittels Bagger mit Tieflöffelausführung und glatter Schneide realisiert werden. Zusätzlich aufgeweichte, nicht tragfähige Bereiche sind auszutauschen.

Wasserhaltungsmaßnahmen:

Für die Gründungs- und Erdarbeiten sind nach den Erkundungsergebnissen vom 21.02. und 22.02.2024 keine Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Abdichtungsmaßnahmen:

Erfolgt eine Anhebung der Bodenplatte über FP – Niveau (FOK Dorfstraße) mit stark wasserdurchlässigem Kiessand (k_f - Wert $\geq 10^{-4}$ m/s) ist eine Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Spritzwasser gemäß DIN 18533, Wassereinwirkungsklassen W 1.1-E und W 4-E und ein Schutz des Bauwerkes gegen zufließendes Oberflächenwasser vorzusehen.

Erdbaukontrollprüfungen:

Die Kontrolle der Beschaffenheit der unmittelbaren Gründungssohle (Erdplanum) sowie die Überprüfung der Verdichtung der Austauschzone (Bodenaustausch / Gründungsplanum Bodenplatte) und der Nachverdichtungszone, der Verfüll- und Anschüttzone, etc. sind zur Absicherung einer qualitätsgerechten Bauausführung als baubegleitende Prüfungen einzuordnen.

Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung noch offener Fragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Bernau, 04.03.2024



Dr. Liebeskind
BRB Prüflabor Bernau



Dipl.-Geol. S.Lutz
BRB Prüflabor Bernau

Projekt-Nr.: 079/24LU

Objekt: 16356 Werneuchen OT Löhme,
Löhmer Dorfstraße 54a, Flst. 81/82,
Neubau einer Reithalle mit Stallungen

Anlage 1

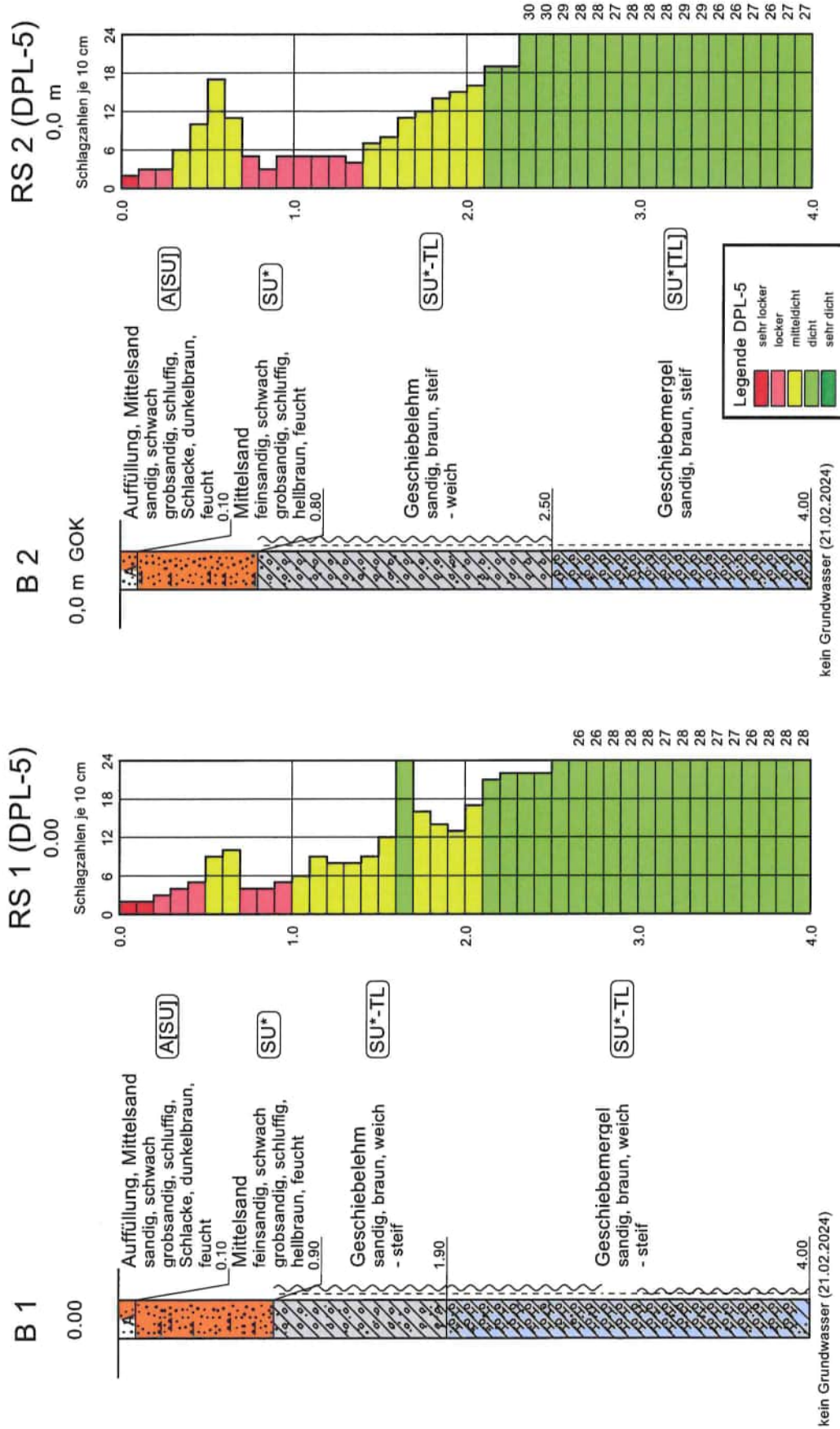
Lageplan der Aufschlüsse

ohne Maßstabsangabe

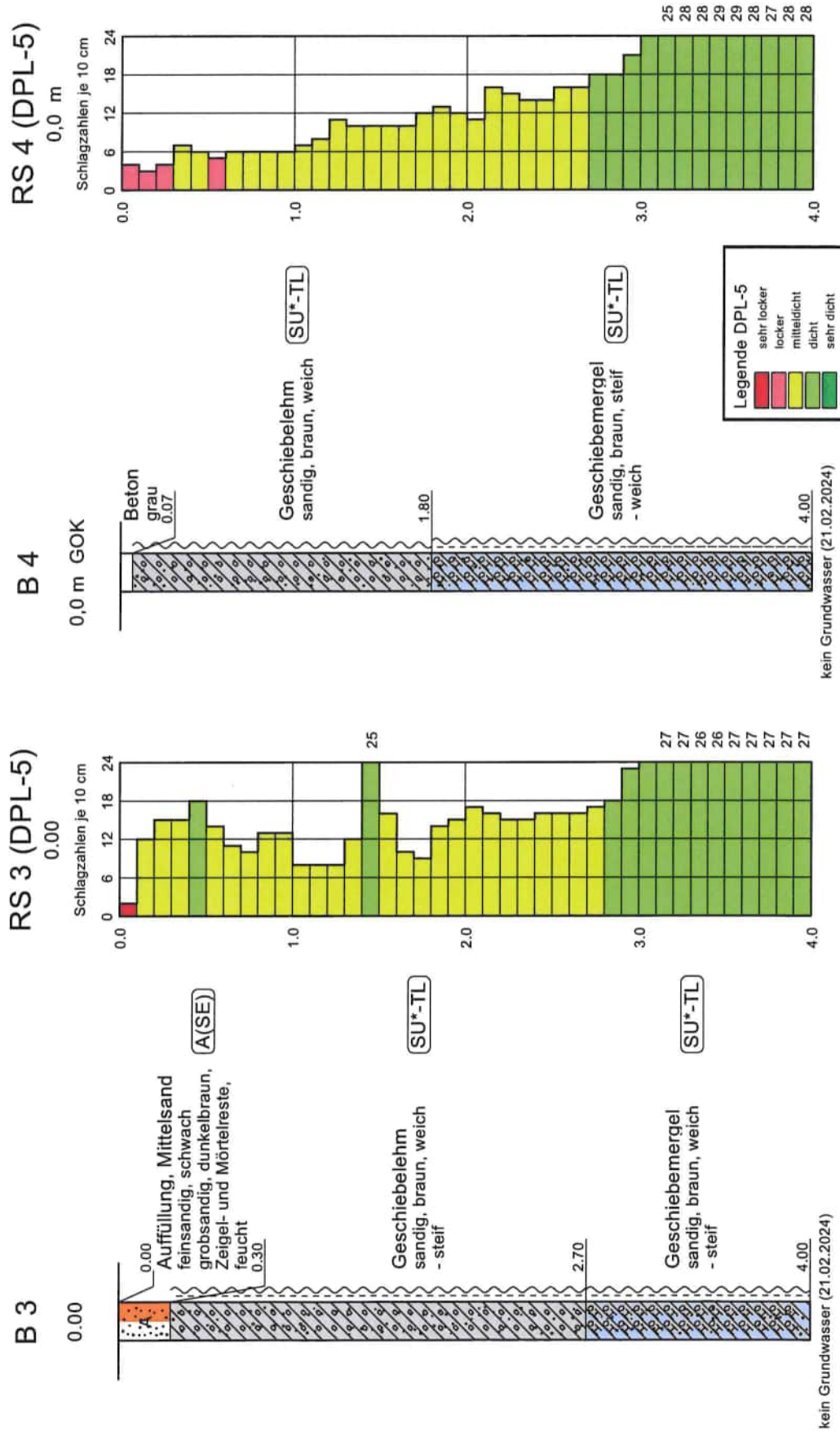


Legende: Kleinrammbohrung (B) und Rammsondierung (RS), DPL5

BRB Prüflabor Bernau Albertshofer Chaussee 5 16321 Bernau Tel.: 033 38 / 39 68 76	16356 Werneuchen OT Löhme Löhmer Dorfstraße 54a, Flst. 81 Neubau Reithalle mit Stallungen	BRB-Nr.: 079/24LU Anlage 2/1
--	---	---------------------------------



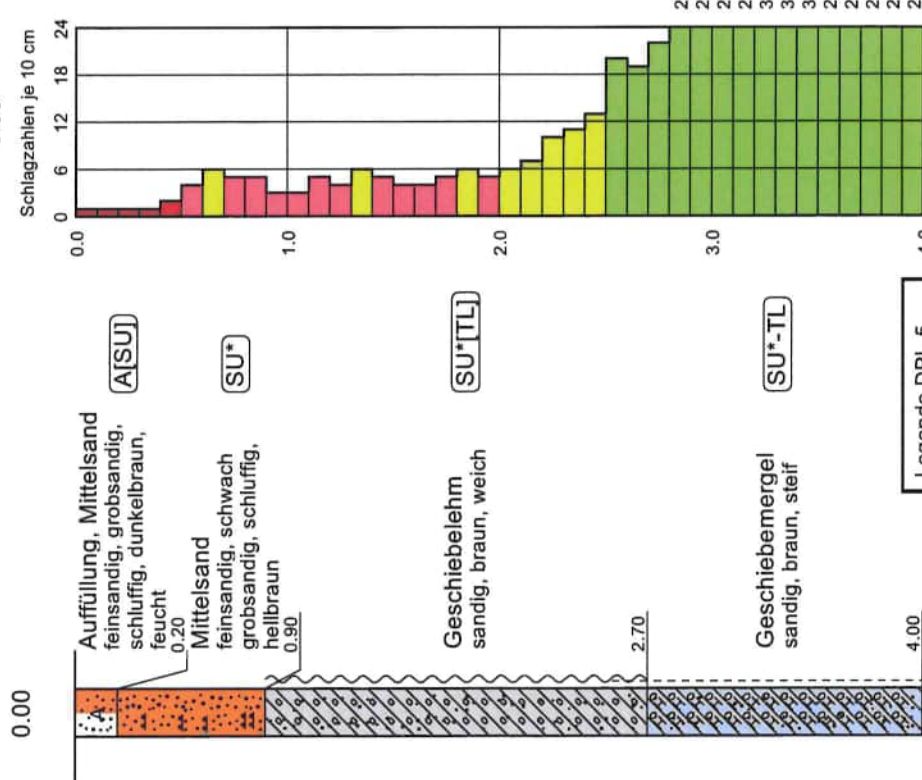
BRB Prüfabor Bernau Albertshofer Chaussee 5 16321 Bernau Tel.: 033 38 / 39 68 76	16356 Werneuchen OT Löhme Löhmer Dorfstraße 54a, Flst. 81 Neubau Reithalle mit Stallungen	BRB-Nr.: 079/24LU Anlage 2/2
---	---	---------------------------------



BRB Prüflabor Bernau Albertshofer Chaussee 5 16321 Bernau Tel.: 033 38 / 39 68 76	16356 Werneuchen OT Löhme Löhmer Dorfstraße 54a, Flst. 81 Neubau Reithalle mit Stallungen	BRB-Nr.: 079/24LU Anlage 2/3
--	---	---------------------------------

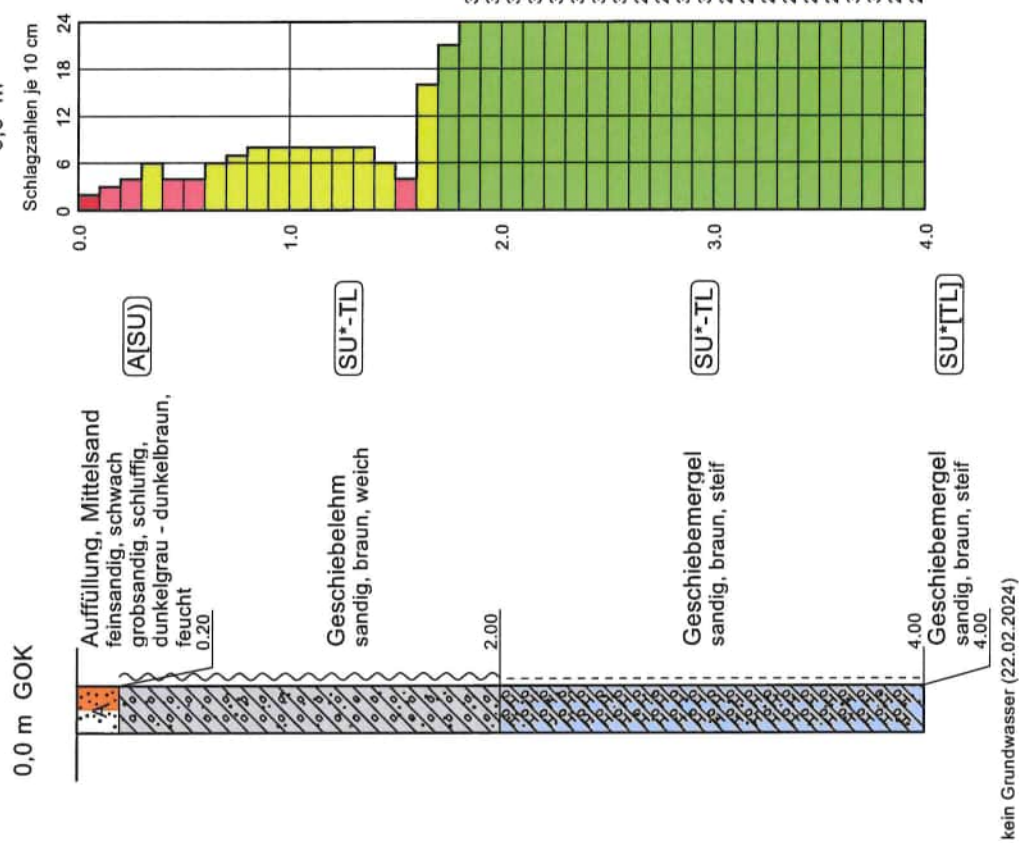
RS 5 (DPL-5)

B 5



RS 6 (DPL-5)

B 6



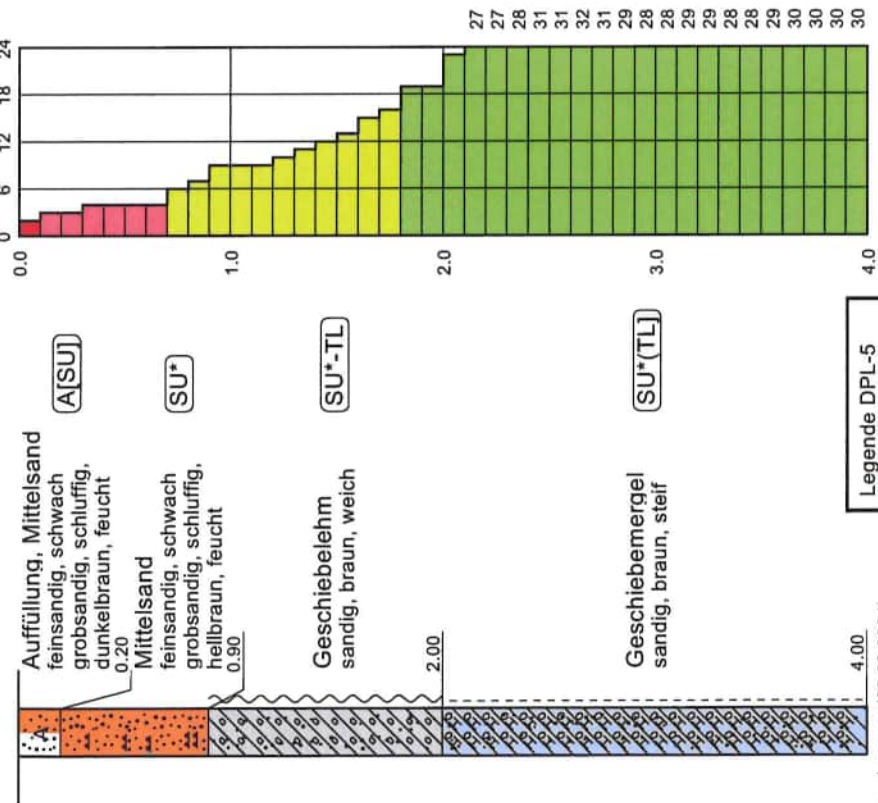
BRB Prüflabor Bernau Albertshofer Chaussee 5 16321 Bernau Tel.: 033 38 / 39 68 76	16356 Werneuchen OT Löhme Löhmer Dorfstraße 54a, Flst. 81 Neubau Reithalle mit Stallungen	BRB-Nr.: 079/24LU Anlage 2/4
--	---	---------------------------------

RS 7 (DPL-5)

B 7

0.00

Schlagzahlen je 10 cm



kein Grundwasser (22.02.2024)

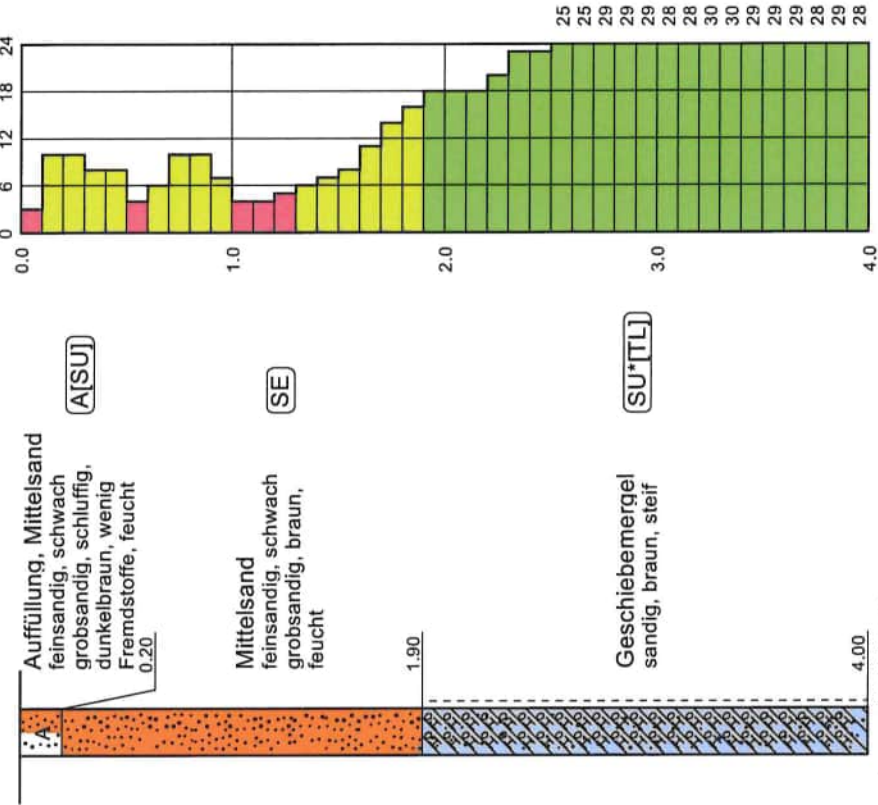
RS 8 (DPL-5)

B 8

0,0 m GOK

0,0 m

Schlagzahlen je 10 cm



kein Grundwasser (22.02.2024)

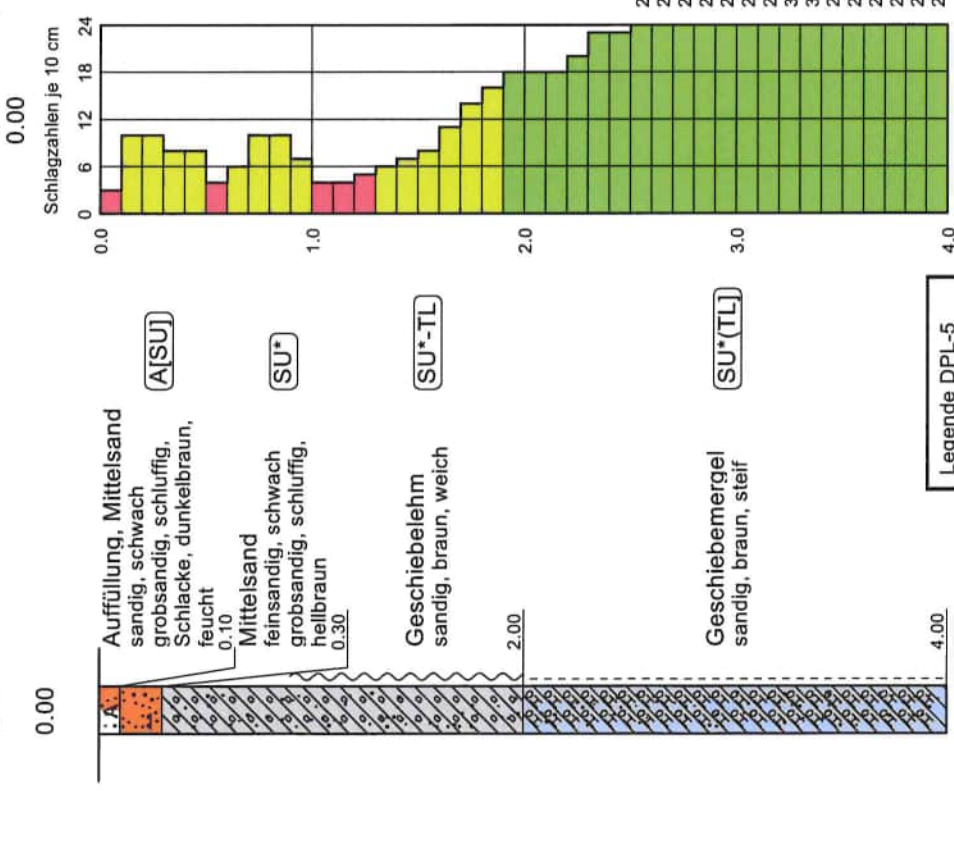
Legende DPL-5

sehr locker	locker	mitteldicht	dicht	sehr dicht
(red)	(pink)	(yellow)	(green)	(dark green)

BRB Prüfabor Bernau Albertshofer Chaussee 5 16321 Bernau Tel.: 033 38 / 39 68 76	16356 Werneuchen OT Löhme Löhmer Dorfstraße 54a, Flst. 81 Neubau Reithalle mit Stallungen	BRB-Nr.: 079/24LU Anlage 2/5
---	---	---------------------------------

RS 9 (DPL-5)

B 9

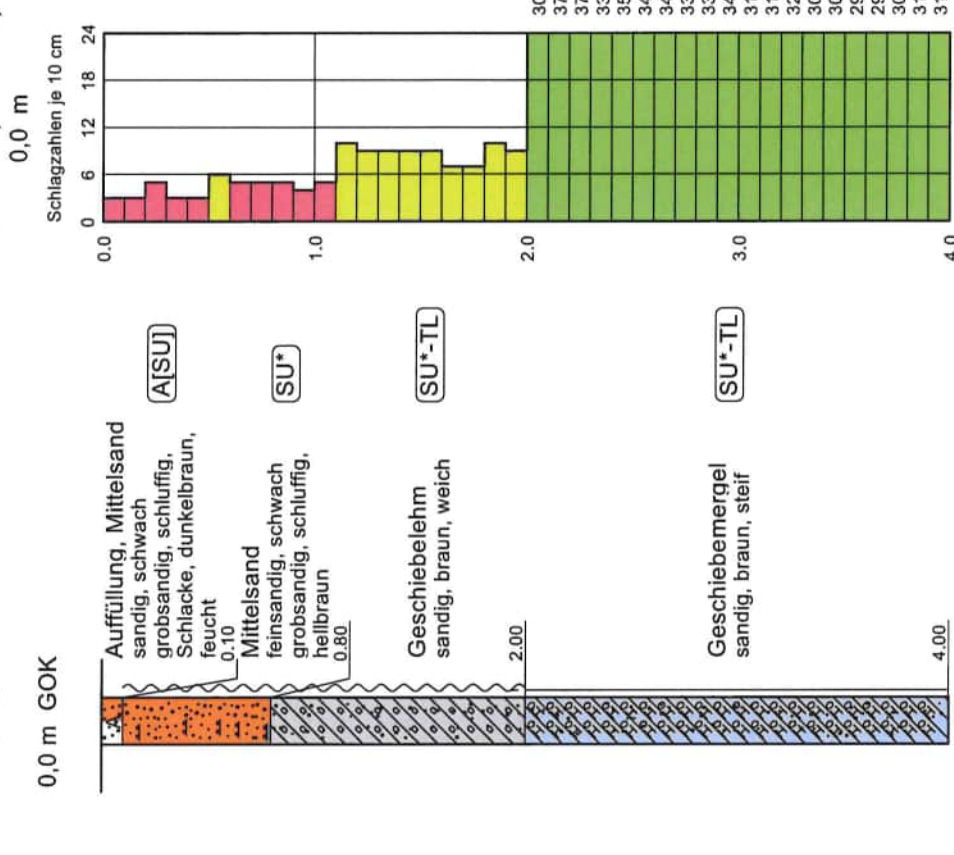


Legende DPL-5

sehr locker	sehr dicht
locker	dicht
mitteldicht	

RS 10 (DPL-5)

B 10



Anlage 3

KORNGRÖSSENVERTEILUNG
 DIN EN ISO 17892-4

Objekt: **Neubau einer Reithalle mit Stallungen**
16356 Werneuchen OT Löhme, Löhmer Dorfstr. 54a

Entnahmestelle: B 8, Tiefe 1,0 - 1,5 m

Entnahmedatum: 22.02.2024

Bodengruppe nach DIN 18196: SE

Bodenart nach DIN 4023: mS, fs, gs⁺

Ungleichförmigkeitszahl C_U : 2,94

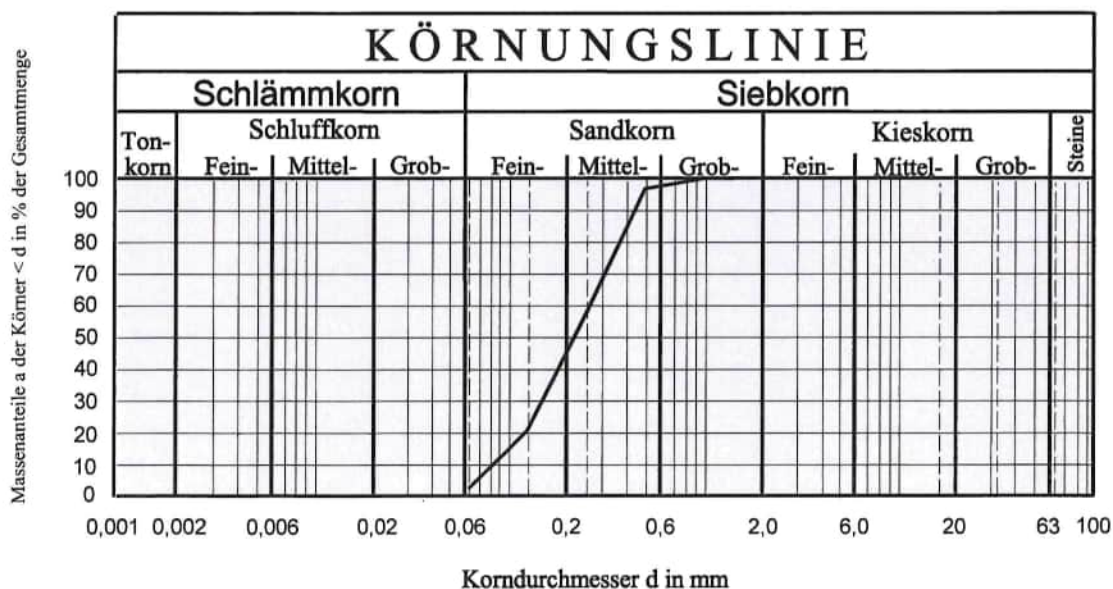
natürlicher Wassergehalt w_n : 12,7 M.-%

Frostempfindlichkeitsklasse: F 1 (nicht frostempfindlich)
 (nach ZTV E-StB 09)

Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_{fT} : $7,0 \times 10^{-5}$ m/s (nach BEYER)
 (korrelativ aus der Korngrößenverteilung)

Durchlässigkeitsbereich: durchlässig
 (nach DIN 18130 T1)

Maschen- weite (mm)	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2	4	8	16	31,5	63,0
Durchgang (M.-%)	2,3	14,9	74,2	95,0	98,5	99,3	99,6	100,0	100,0	100,0	100,0



Erläuterungen der Abkürzungen und Symbole							
Bodenart nach DIN 4023		< 15 %		Beimengung 15 - 30 %		> 30 %	
S	Sand	s'	schwach sandig	s	sandig	s*	stark sandig
fS	Feinsand	fs'	schwach feinsandig	fs	feinsandig	fs*	stark feinsandig
mS	Mittelsand	ms'	schwach mittelsandig	ms	mittelsandig	ms*	stark mittelsandig
gS	Grobsand	gs'	schwach grobsandig	gs	grobsandig	gs*	stark grobsandig
G	Kies	g'	schwach kiesig	g	kiesig	g*	stark kiesig
fG	Feinkies	fg'	schwach feinkiesig	fg	feinkiesig	fg*	stark feinkiesig
mG	Mittelkies	mg'	schwach mittelkiesig	mg	mittelkiesig	mg*	stark mittelkiesig
gG	Grobkies	gg'	schwach grobkiesig	gg	grobkiesig	gg*	stark grobkiesig
U	Schluff	u'	schwach schluffig	u	schluffig	u*	stark schluffig
T	Ton	t'	schwach tonig	t	tonig	t*	stark tonig
X	Steine	x'	schwach steinig	x	steinig	x*	stark steinig

H	Torf, Humus	h	torfig, humos	Kalkgehalt: (0)	Kalkfrei
F	Mudde	o	organische Beimengung	(+)	Kalkhaltig
A	Auffüllung			(++)	stark kalkhaltig

Bk	Braunkohle	TP	 Schurf
Löl	Lößlehm	B	 Bohrung / Kleirammbohrung
Lö	Löß	BK	 Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben
Mg	Geschiebemergel	BP	 Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben
Lg	Geschiebelehm	BS	 Sondierbohrung
L	Verwitterungslehm	S	 Sondierung
Mu	Mutterboden	RS	 Rammsondierung

Bodengruppe nach DIN 18196			Bodengruppe nach DIN 18196		
GE	enggestufte Kiese		UL	leicht plastische Schluffe	
GW	weitgestufte Kies-Sand-Gemische		UM	mittelpastische Schluffe	
GI	intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische		UA	ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff	
SE	enggestufte Sande		TL	leicht plastische Tone	
SW	weitgestufte Sand-Kies-Gemische		TM	mittelpastische Tone	
SI	intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische		TA	ausgeprägt plastische Tone	
GU	Kies-Schluff-Gemische	d ≤ 0,06 mm: 5-15 %	OU	Schluffe mit org. Beim. und organogene Schluffe	
GU*	Kies-Schluff-Gemische	d ≤ 0,06 mm: 15-40 %	OT	Tone mit org. Beim. und organogene Tone	
GT	Kies-Ton-Gemische	d ≤ 0,06 mm: 5-15 %	OH	grob- bis gemischtkörnige Böden mit humos. Beim.	
GT*	Kies-Ton-Gemische	d ≤ 0,06 mm: 15-40 %	OK	grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen	
SU	Sand-Schluff-Gemische	d ≤ 0,06 mm: 5-15 %	HN	nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)	
SU*	Sand-Schluff-Gemische	d ≤ 0,06 mm: 15-40 %	HZ	zersetzte Torfe	
ST	Sand-Ton-Gemische	d ≤ 0,06 mm: 5-15 %	F	Mudden	
ST*	Sand-Ton-Gemische	d ≤ 0,06 mm: 15-40 %	[]	Auffüllung aus natürlichen Böden	
			A	Auffüllung aus Fremdstoffen	

Konsistenz		
l _c	von 0 bis 0,5	breiig
l _c	von 0,5 bis 0,75	weich
l _c	von 0,75 bis 1,0	steif
l _c	> 1,0	halbfest
		 Sonderprobe  Grundwasser angebohrt  Ruhewasserstand im ausgebauten Bohrloche  Grundwasser nach Beendigung der Bohrung

Fotodokumentation Lage der Aufschlüsse



Anlage 4/2



Anlage 4/3



Anlage 4/4

