

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH · Heidengass 16 · 76356 Weingarten

Anerkanntes Institut
nach DIN 1054
Beratende Ingenieure

Grund-Idee Bauträger
Heinrich-Böll-Str. 24
68766 Hockenheim

Dipl.-Ing. K.-M. Gottheil
Dipl.-Geol. D. Klaiber
Dipl.-Ing. J. Santo
F. Steltenkamp, M.Sc.

Baugrunduntersuchungen
Erd- und Grundbau
Boden- und Felsmechanik
Damm- und Deichbau
Ingenieur- u. Hydrogeologie
Deponietechnik
Grundwasserhydraulik
Bodenmechanisches Labor

Ihr Zeichen

Unser Zeichen
E10264A03G

Bearbeiter
RO ☎ 07244/7013-18
r.oberle@kaercher-geotechnik.de

Datum
9. Oktober 2024

GEOTECHNISCHES GUTACHTEN

zum Neubau eines Wohnhauses
Heinrich-von-Kleist-Str. 12 in Hockenheim

Projekt-Nr.: E 10264

Projekt: Neubau eines teilunterkellerten Mehrfamilienhauses

Auftraggeber: Grund-Idee Bauträger

Auftrag: vom 28.08.2024, auf Grundlage unseres Angebots vom 03.07.2024

INHALT	Seite
1 Bauvorhaben und verwendete Unterlagen	3
2 Baugrund	3
2.1 Geologischer Überblick	3
2.2 Erdbebenzone	3
2.3 Durchgeführte Baugrunderkundung	3
2.4 Baugrundbeschreibung	4
2.5 Grundwasser	4
2.6 Homogenbereiche	4
3 Gebäudegründung	5
3.1 Allgemeines	5
3.2 Elastisch gebettete Bodenplatte unterkellerten Bereich	6
3.3 Gründung auf Streifenfundamenten	6
3.4 Bodenplattenunterbau	7
4 Baugrube	7
5 Abdichtung und Dränage	7
6 Unterbau Außenanlagen/ Verkehrsflächen	7
7 Abschließende Hinweise	8

ANLAGEN

1. Lageplan der Kleinbohrungen
2. Profildarstellung der Kleinbohrungen
3. Ergebnisse bodenmechanische Laborversuche
4. Geotechnische Berechnungen

1 Bauvorhaben und verwendete Unterlagen

Die Bauherrschaft plant, auf dem zu untersuchenden Grundstück ein teilunterkellertes Mehrfamilienhaus zu errichten. Zum Zeitpunkt der Erkundung war das Baufeld noch mit einem Einfamilienhaus bebaut. Die Ingenieurgesellschaft Kärcher wurde beauftragt, den Baugrund zu erkunden und ein geotechnisches Gutachten zur Gründung zu erstellen.

Dem vorliegenden Gutachten liegen folgende Unterlagen zugrunde:

[U1] Entwurfspläne vom 30. und 31.05.2023, M 1:50, Ing.-Büro Gulba

[U2] LGRB Kartenviewer

2 Baugrund

2.1 Geologischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Rheinebene. Gemäß der geologischen Karte [U2] ist mit Kiesen und Mittelsanden der Mannheim-Formation zu rechnen. Teilweise können auch ältere Auenlehme eingelagert sein.

2.2 Erdbebenzone

Gemäß der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg ist für den Standort folgende Einteilung vorzunehmen:

- | | |
|--------------------------------|---|
| - Erdbebenzone | 1 |
| - Geologische Untergrundklasse | S |
| - Baugrundklasse | C |

2.3 Durchgeführte Baugrunderkundung

Zur Erkundung des Untergrundes wurden 4 Kleinbohrungen bis maximal 6 m Tiefe und 2 schwere Rammsondierungen (DPHs) bis maximal 8,50 m Tiefe abgeteuft. In Anlage 1 ist die Lage der Bohrungen und in Anlage 2 die Bohrungen in Profilform dargestellt.

Im bodenmechanischen Labor wurden 4 Bestimmungen der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 durchgeführt. In Anlage 3 sind die Ergebnisse der Untersuchungen dargestellt.

2.4 Baugrundbeschreibung

In den Bohrungen wurde einheitlich Sand in allen möglichen Varianten festgestellt. Der Sand variiert hauptsächlich in seiner Korngröße und schwankt zwischen Mittelsand und Grobsand. Teilweise ist dieser fein- oder mittelkiesig. Der Sand lieferte bei den schweren Rammsondierungen bis 2 und 3 m Tiefe eine lockere Lagerung. Darunter steht in beiden Rammsondierungen eine mitteldichte Lagerung an. In DPH 1 ist in 6 m Tiefe eine 30 cm mächtige lockere Sandschicht zwischengelagert.

2.5 Grundwasser

In den Bohrungen konnte aufgrund des Verstürzens des Bohrlochs kein Grundwasser eingemessen werden. Die Auswertung der Grundwassermessstellen in der Umgebung ergab einen Höchstgrundwasserstand bei 97,65 m + NN. Der mittlere Höchstgrundwasserstand liegt bei 97,1 m + NN. Somit ergibt sich mit den Sicherheitszuschlägen von je 50 cm ein Bemessungswasserstand von 98,15 m + NN und ein Bauwasserstand von 97,6 m + NN.

2.6 Homogenbereiche

Für die Homogenbereiche gelten folgende Eigenschaften:

Homogenbereich	
Bezeichnung	Sand und Kiessand
Bodenart	Sand, schwach bis stark kiesig, [schwach schluffig] Kies, sandig
Lagerungsdichte	mitteldicht bis dicht
Bodengruppe DIN 18196	SE, SW
Frostempfindlichkeit (ZTVE)	F1 (-F2)
Wichte γ / γ' [kN/m ³]	19/9 - 20/10
Kohäsion c_k [kN/m ²]	0
Reibungswinkel φ_k [°]	30 - 32,5
Steifemodul $E_{s, k}$ [MN/m ²]	30 - 50
Durchlässigkeit k_f [m/s]	4×10^{-5} bis 10^{-4}
Anteil Steine (63 - 200 mm) [%]	< 2

Homogenbereich	
Bezeichnung	Sand und Kiessand
Anteil Blöcke (200 - 630 mm) [%]	0
Anteil große Blöcke (> 630 mm)[%]	0
Konsistenzzahl I_c [-]	k. A.
Plastizität I_p [%]	k. A.
Humoser Anteil [%]	< 2

3 Gebäudegründung

3.1 Allgemeines

Es sollen ein teilunterkellertes 2 bis 4 - geschossiges Gebäude errichtet werden. Bezüglich der Bauwerkslasten treffen wir folgende Annahmen:

4 – geschossig (unterkellert):

- Mittlere Bodenpressung (bei elastisch gebetteter Bodenplatte): $g_k + q_k \leq 60 \text{ kN/m}^2$
- Maximale Wandlasten (bei Streifenfundamenten): $g_k + q_k \leq 400 \text{ kN/m}$

2 -geschossig (nichtunterkellert):

- Mittlere Bodenpressung (bei elastisch gebetteter Bodenplatte): $g_k + q_k \leq 30 \text{ kN/m}^2$
- Maximale Wandlasten (bei Streifenfundamenten): $g_k + q_k \leq 200 \text{ kN/m}$

Die angenommenen Lasten sind seitens Tragwerksplaner zu prüfen. Bei Abweichungen können sich Änderungen in der Fundamentdimensionierung ergeben. Die Baugrundverhältnisse lassen eine Flachgründung des Gebäudes prinzipiell zu.

3.2 Elastisch gebettete Bodenplatte unterkellter Bereich

Nach der Setzungsberechnung ist mit Setzungen in der Größenordnung von ca. 0,2 - 0,4 cm zu rechnen (Anlage 4.1).

Der mittlere Bettungsmodul ergibt sich als Quotient von Spannung und Setzung zu:

$$\text{4-geschossig (unterkellert): } k_{s,m} = 60 \text{ kN/m}^2 / 0,4 \text{ cm} = \mathbf{15 \text{ MN/m}^3}$$

$$\text{2-geschossig (nichtunterkellert): } k_{s,m} = 30 \text{ kN/m}^2 / 0,4 \text{ cm} = \mathbf{7,5 \text{ MN/m}^3}$$

3.3 Gründung auf Streifenfundamenten

Alternativ kann das Gebäude auch auf Streifenfundamenten gegründet werden. In Anlage 4.2 ist eine Grundbruch- und Setzungsberechnung für Streifenfundamente variabler Breite für den unterkellerten Bereich beigelegt. Wir gehen von einer Einbindung der Fundamente von 0,5 m aus. Die Dimensionierung kann gemäß dem Bemessungsdiagramm erfolgen. Es werden folgende Sohlwiderstände ermittelt:

Breite des Streifenfundamentes	Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	aufnehmbarer Sohldruck ¹ σ_{zul} [kN/m ²]	Setzungen [cm]
0,4 < b ≤ 0,6 m	200	140	< 0,4
0,6 < b ≤ 1,0 m	220	160	0,4 – 0,6

Für den nichtunterkellerten Bereich gilt Folgendes (Einbindung 80 cm, siehe Anlage 4.3):

Breite des Streifenfundamentes	Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	aufnehmbarer Sohldruck ² σ_{zul} [kN/m ²]	Setzungen [cm]
0,4 < b ≤ 0,6 m	280	200	≤ 0,6
0,6 < b ≤ 0,8 m	310	220	ca. 0,8
0,8 < b ≤ 1,0 m	335	240	1,0 – 1,2

¹ aufnehmbarer Sohldruck nach DIN 1054 - 2005

² aufnehmbarer Sohldruck nach DIN 1054 - 2005

3.4 Bodenplattenunterbau

Unter der Bodenplatte ist eine mindestens 30 cm starke kapillarbrechende Tragschicht einzubauen. Auf dem Planum ist ein E_{v2} -Wert von 45 MN/m² nachzuweisen, auf der Tragschicht ein E_{v2} -Wert von 80 MN/m². Das Verhältnis E_{v2}/E_{v1} darf jeweils einen Wert von 2,5 nicht überschreiten.

4 Baugrube

Die Gründungssohle liegt ca. 3,50 m unter GOK. In der Baugrube steht einheitlich Sand und Kies an. Nach DIN 4124 kann die Baugrube mit 45° geböscht werden. Eine steilere Ausführung ist nicht zulässig. Grundwasserzutritte sind nicht zu erwarten. Die Böschungen müssen vor der Witterung mittels Planen geschützt werden. Geeignet sind reißfeste Kunststoffbahnen, die an der Böschungsschulter und am Böschungsfuß in Baudielen oder Kanthölzer einzuschlagen und mit Steckeisen zu verankern sind. Der lastfreie Streifen nach DIN 4124 ist einzuhalten.

Bei der Verfüllung der Arbeitsräume ist zwischen unbefestigten Flächen (Grünflächen) und Bereichen die eine Befestigung erhalten (Verkehrsflächen, Treppen, Garagen) zu unterscheiden. Unter befestigten Flächen ist ausschließlich grobkörniger Boden (Kies, Sand, Schotter 0/45 mm) ohne nennenswerten Feinanteil zu verwenden.

Das Verfüllmaterial ist in Lagen à 0,3 m einzubauen und zu verdichten. Der Verdichtungserfolg ist nachzuweisen. Der Verdichtungsgrad kann mittels dynamischer Lastplattendruckversuche nachgewiesen werden, bei grobkörnigem Schüttmaterial gilt $E_{vd} \geq 50$ MN/m².

Die Verfüllung der Arbeitsräume verursacht einen Erddruck auf die Untergeschosswände. Bei der verdichteten Verfüllung mit grobkörnigem Boden kann mit $\varphi = 35^\circ$ und $c = 0$ gerechnet werden.

5 Abdichtung und Drainage

Der Bemessungswasserstand liegt ca. 1,80 m unter Gründungssohle. Das Gebäude muss nach DIN 18533 gegen Bodenfeuchte abgedichtet werden. Es kann von der Wassereinwirkungsklasse W1-E ausgegangen werden.

6 Unterbau Außenanlagen/ Verkehrsflächen

Zufahrten und Stellplätze stellen Verkehrsflächen dar, die im Sinne der ZTV-Wegebau zu dimensionieren sind (Nutzungskategorie 2). Auf dem Planum ist ein Verformungsmodul der Wiederbelastung von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² nachzuweisen.

Auf der Tragschichtoberkante ist die erforderliche Tragfähigkeit durch Plattendruckversuche nachzuweisen. Für die Nutzungskategorie 2 gilt ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100$ MN/m².

Die genannten Anforderungen sind Richtlinien des Wegebaus, die einen dauerhaften, tragfähigen Aufbau liefern. Unter Inkaufnahme von Verformungen und späteren Nachbesserungsmaßnahmen können die Anforderungen auch herabgesetzt werden und z.B. auf die Bodenverbesserungsmaßnahme verzichtet werden.

7 Abschließende Hinweise

Die durchgeführten Bohrungen sind als Stichproben zu bewerten. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu, so dass ein Baugrundrisiko verbleibt.

Eine mindestens 80 cm tiefe frostsichere Einbindung im nichtunterkellerten Bereich ist einzuhalten.

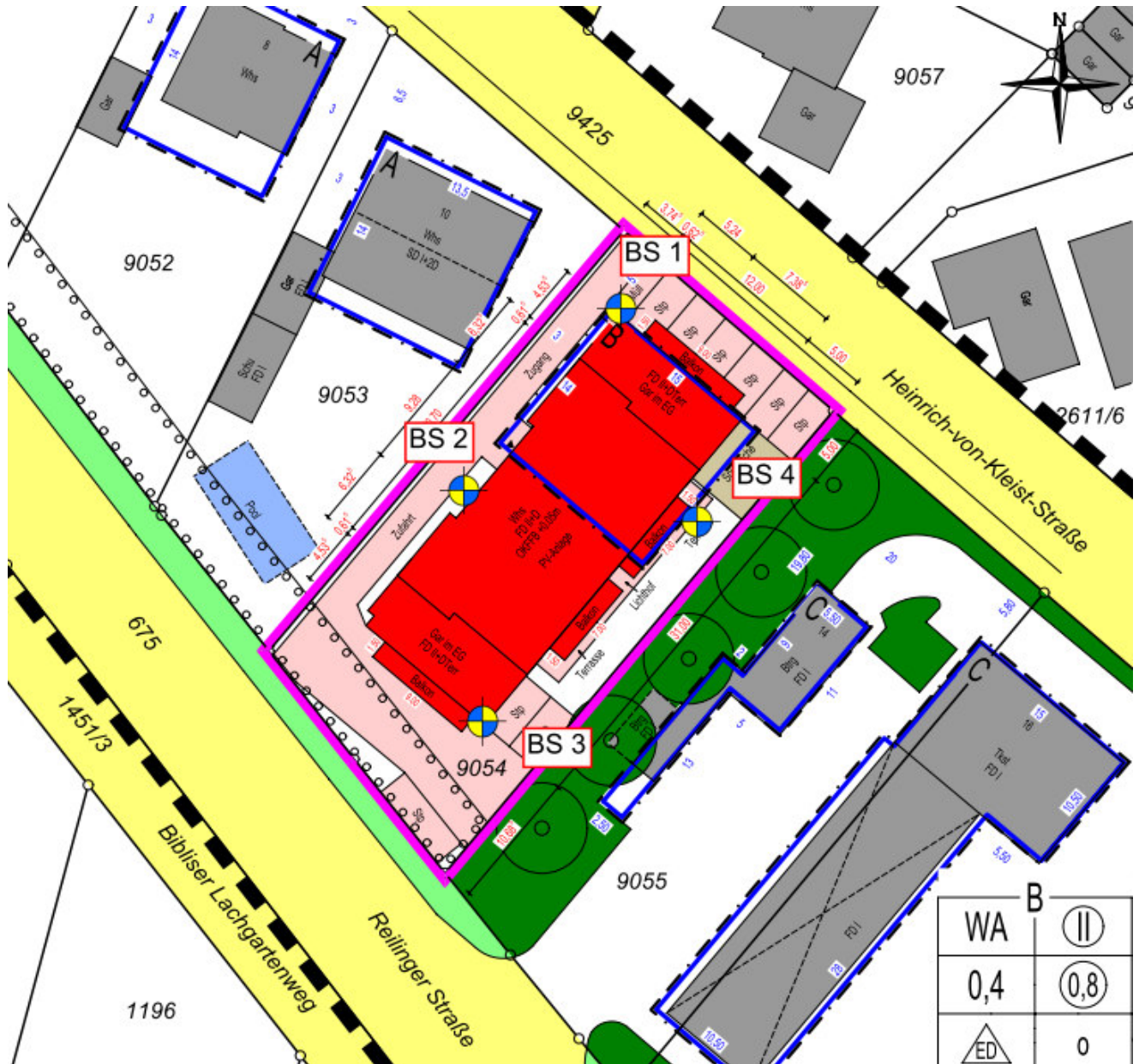
Die Proben verbleiben für 6 Monate bei uns im Probenlager.



(R. Oberle, MSc)



(Dipl.-Ing. K.-M. Gottheil)



IGK

INGENIEURGESELLSCHAFT
KÄRCHER

INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

Ingenieurgesellschaft Kärcher
mbH
Institut für Geotechnik
Heidengass 16
76356 Weingarten / Baden
Tel.: 07244/7013-0 Fax: 07244/701317
eMail: info@kaercher-geotechnik.de
Internet: www.kaercher-geotechnik.de

BV Grund-Idee Bauträger
Heinrich-von-Kleist-Str. 12
68766 Hockenheim

Projekt-Nr.: E 10264

Datum: 08.10.2024

Anlage-Nr.: 1

Maßstab: 1:500

Bearbeiter: RO

BS 1

103,46

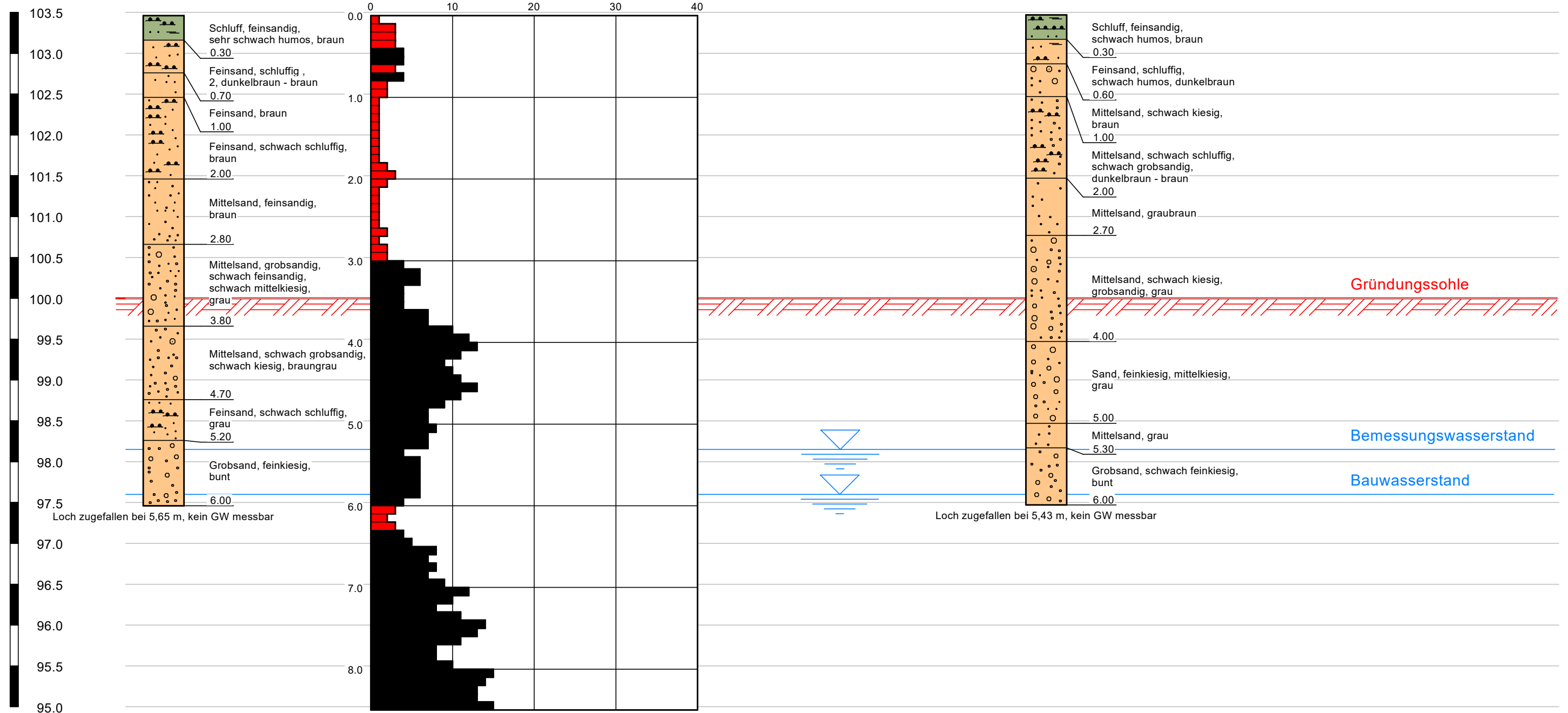
DPH 1

103,46

BS 2

103,47

Schlagzahlen je 10 cm



Legende

	Schluff (U)		Mittelsand (mS)
	Sand (S)		Grobsand (gS)
	Feinsand (fS)		



Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik
Heidengass 16
76356 Weingarten/Baden
Tel. 07244/7013-0 Fax -17
eMail: info(at)kaercher-geotechnik.de

BV Grund-Idee Bauträger
Heinrich-von-Kleist-Str.12
68766 Hockenheim

Baugrunderkundung

Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet
E 10264	2.1	1 : 50	23.09.2024	RO

BS 3

103,46

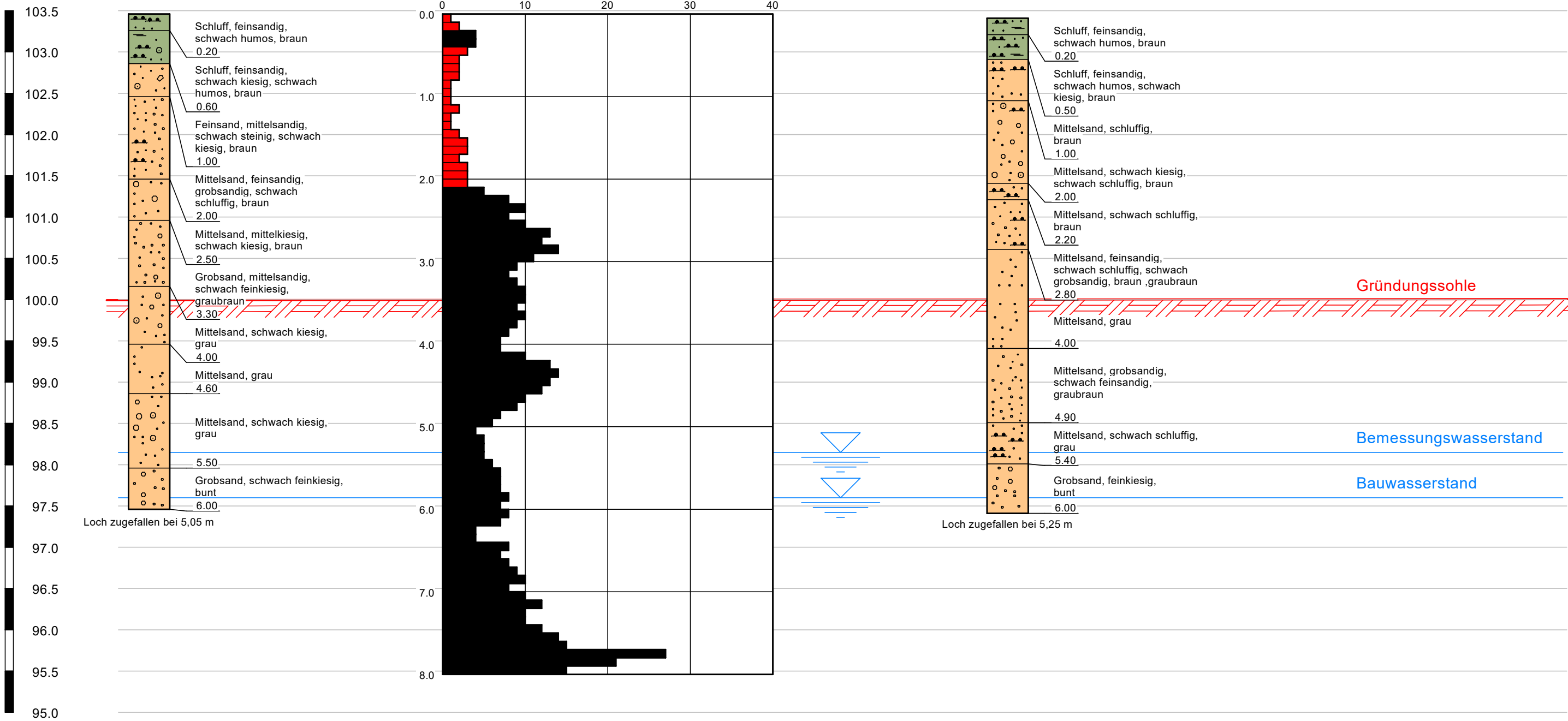
DPH 3

103,46

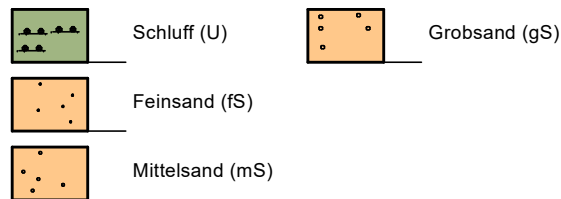
BS 4

103,41

Schlagzahlen je 10 cm



Legende



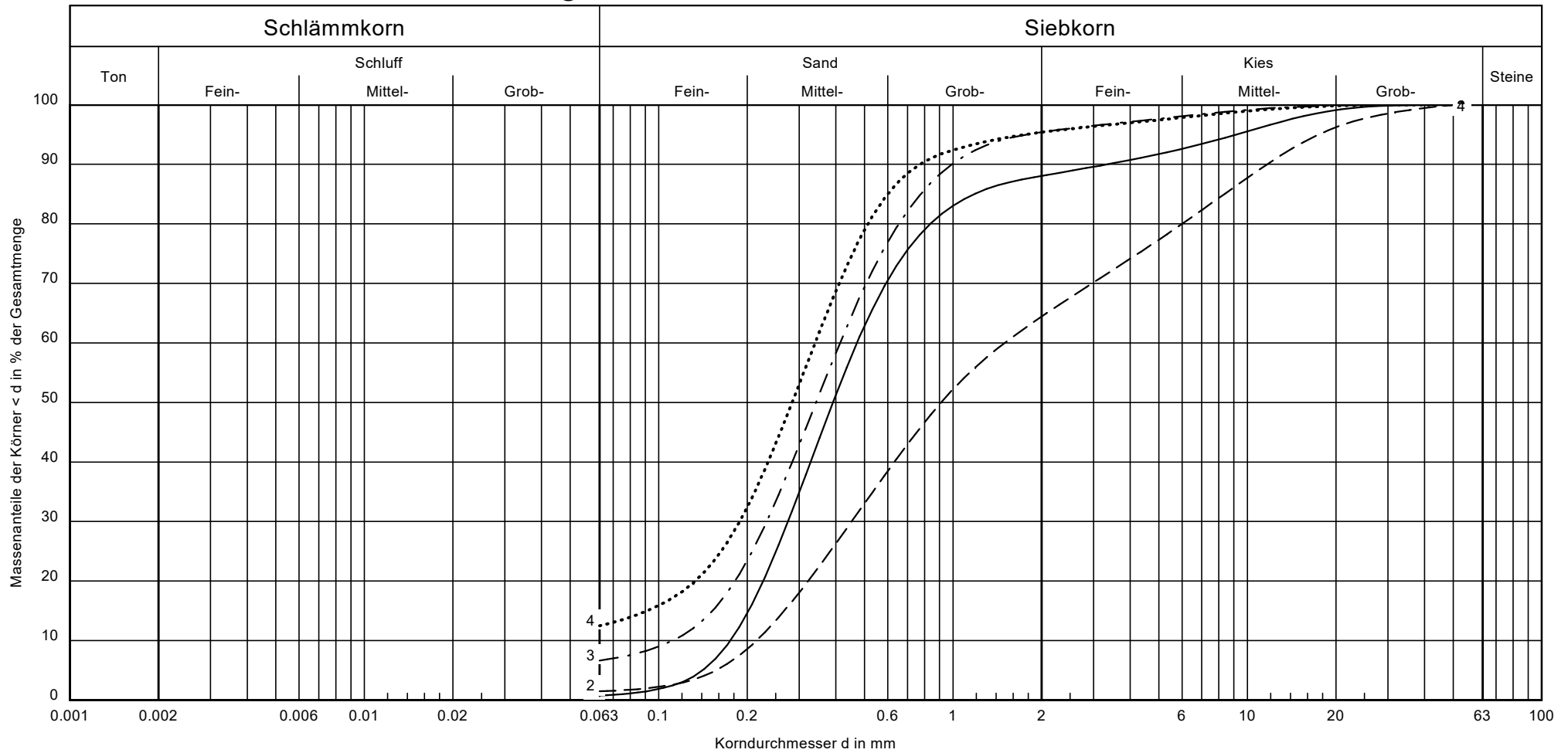
Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik
Heidengass 16
76356 Weingarten/Baden
Tel. 07244/7013-0 Fax -17
eMail: info(at)kaercher-geotechnik.de

BV Grund-Idee Bauträger
Heinrich-von-Kleist-Str. 12
68766 Hockenheim

Baugrunderkundung

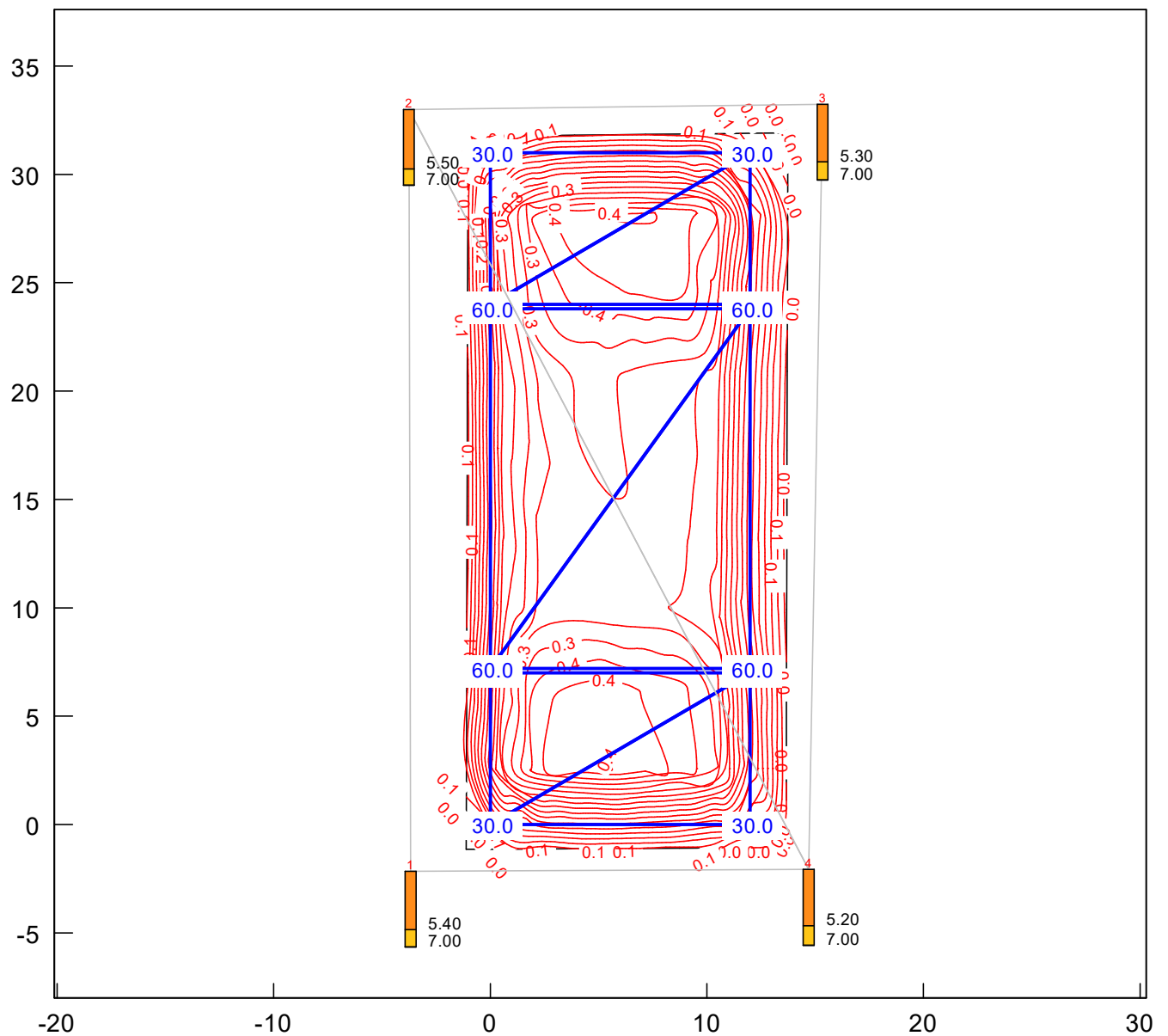
Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet
E 10264	2.2	1 : 50	23.09.2024	RO

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4



Signatur	Bohrung:	Tiefe:	Bodenart	U/Cc	T / U / S / G [%]:	d 10	d 15	d 30	d 50	d 60	Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH Heidengass 16 76356 Weingarten Tel.: 07244 / 7013-0 Fax: 7013-17 BV Grund-Idee Bauträger, Heinrich-von-Kleist-Str. 12 68766 Hockenheim Projekt-Nr.: E 10264 Datum: 27.09.2024 Bearbeiter: RO / JH Anlage: 3			
————	BS 1	2,5 - 3,8	mS, gs, fs', mg'	2.7/0.9	- /0.8/87.3/11.9	0.1750	0.2019	0.2749	0.3911	0.4717				
-----	BS 2	4,0 - 5,0	S, fg, mg	7.0/0.6	- /1.5/62.9/35.6	0.2150	0.2670	0.4525	0.9111	1.4978				
- . - . - .	BS 3	1,0 - 2,0	mS, fs, gs, u'	3.7/1.2	- /6.6/88.7/4.6	0.1116	0.1520	0.2329	0.3427	0.4134				
.....	BS 4	2,2 - 2,8	mS, fs, u', gs'	-/-	- /12.5/82.9/4.6	-	0.0913	0.1886	0.2840	0.3401				





Berechnungsgrundlagen:
 Linien gleicher Setzungen [cm]
 Setzungen GOK
 Grenztiefe mit 20.0 %
 Grenztiefe mit allen Fundamenten

Schicht	γ [kN/m ³]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	$E_s(w)$ [MN/m ²]	Bezeichnung
	20.00	30.00	0.100	60.00	Sand
	21.00	50.00	0.000	100.00	Kiessand

BV Grund-Idee Bauträger
 Heinrich-von-Kleist-Str. 12
 68766 Hockenheim

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
 Institut für Geotechnik
 Heidengass 16
 76356 Weingarten/Baden
 Tel. 07244/7013-0 Fax -17
 eMail: info@kaercher-geotechnik.de

Setzungsberechnung elastisch gebettete Platte

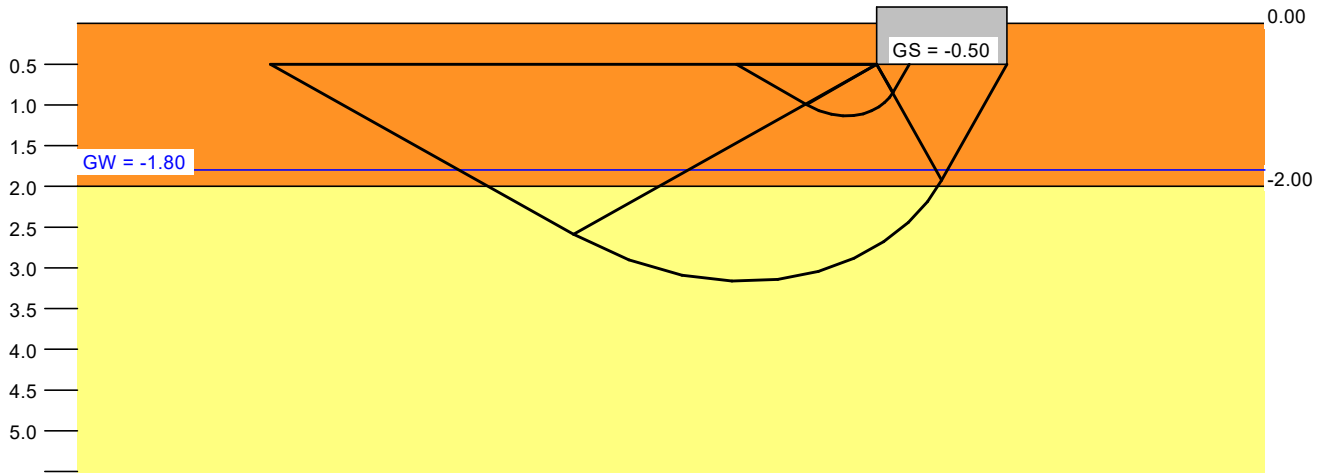
Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 10264	4.1	1:300	25.09.2024	RO	RO

IGK

INGENIEURGESELLSCHAFT
KÄRCHER
 INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

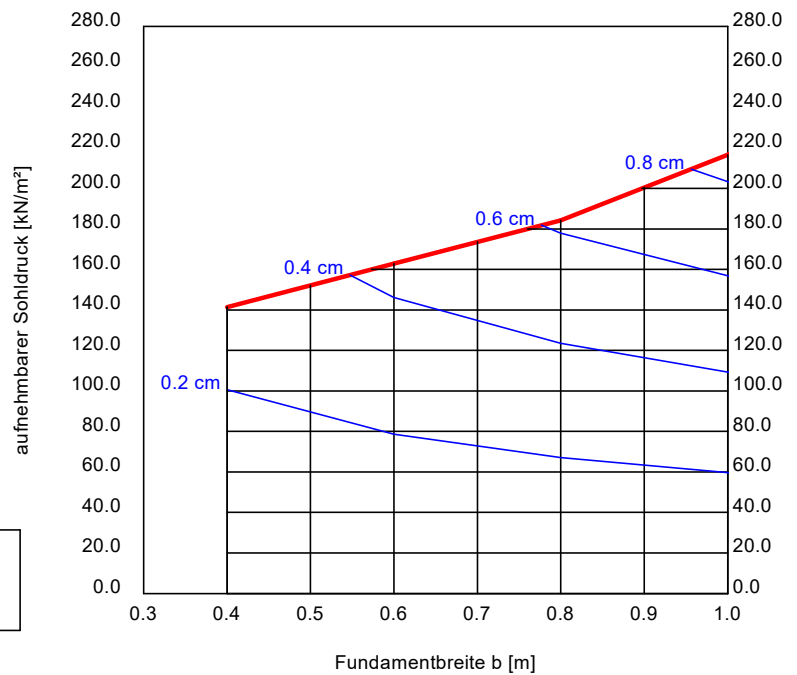
System (b = 0.40 und 1.60 m)

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	κ [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	30.0	0.0	30.0	0.10	1.000	Sand
	21.0	11.0	32.5	0.0	50.0	0.00	1.000	Kiessand



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017 (neu)
 Teilsicherheitskonzept
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 γ (Gr) = 1.40
 γ (G) = 1.35
 γ (Q) = 1.50
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.0 %
 OK Gelände = 0.00 m
 Gründungssohle = -0.50 m
 Grundwasser = -1.80 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen

Der Bemessungswert des Sohlwiderstands
 nach EC7 / DIN 1054:2009 beträgt:
 $\sigma_{R,d} = 1,35 \cdot \sigma_{zul}$ (aufnehmbarer Sohldruck)



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.40	141.3	56.5	0.29	30.0	0.00	20.00	10.00	3.25	1.13
10.00	0.60	162.9	97.8	0.45	30.0	0.00	20.00	10.00	4.16	1.45
10.00	0.80	184.3	147.4	0.62	30.0	0.00	20.00	10.00	5.01	1.77
10.00	1.00	216.6	216.6	0.86	30.5	0.00	19.16	10.00	5.95	2.12
10.00	1.20	247.5	297.1	1.11	31.0	0.00	18.16	10.00	6.84	2.47
10.00	1.40	272.0	380.8	1.35	31.3	0.00	17.35	10.00	7.62	2.82
10.00	1.60	294.1	470.6	1.59	31.4	0.00	16.70	10.00	8.35	3.16

BV Grund-Idee Bauträger
 Heinrich-von-Kleist-Str. 12
 68766 Hockenheim

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
 Institut für Geotechnik
 Heidengass 16
 76356 Weingarten/Baden
 Tel. 07244/7013-0 Fax -17
 eMail: info@kaercher-geotechnik.de

IGK

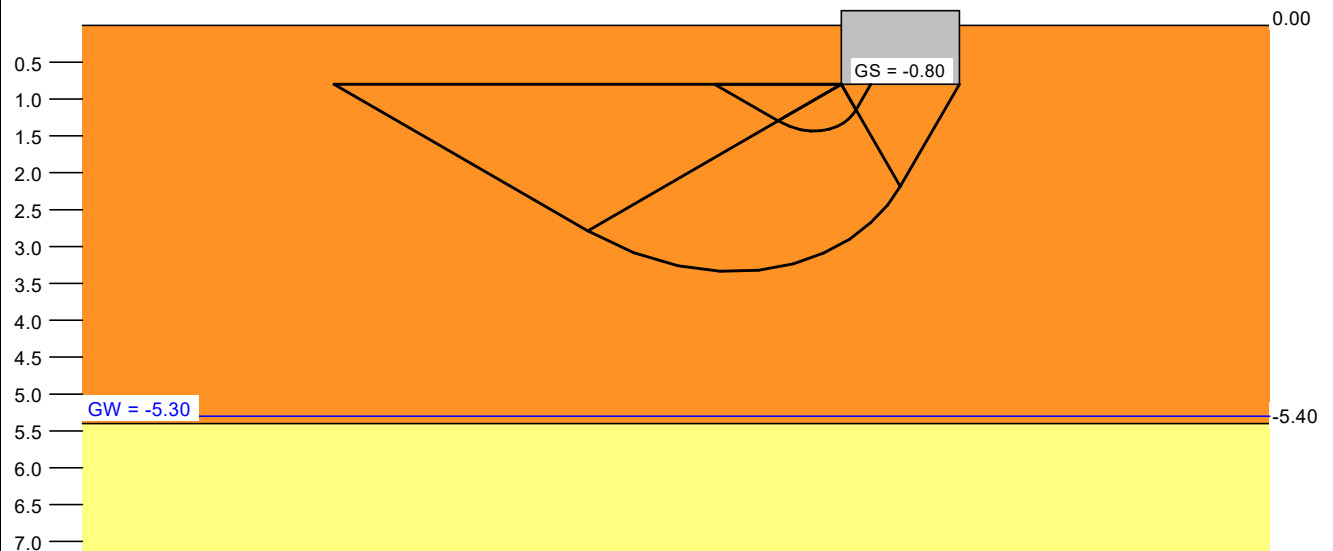
Streifenfundamente unterkellerten Bereich, Grundbruch- und Setzungsberechnung

INGENIEURGESELLSCHAFT
 KÄRCHER
 INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
10264	4.2	-	25.09.2024	RO	RO

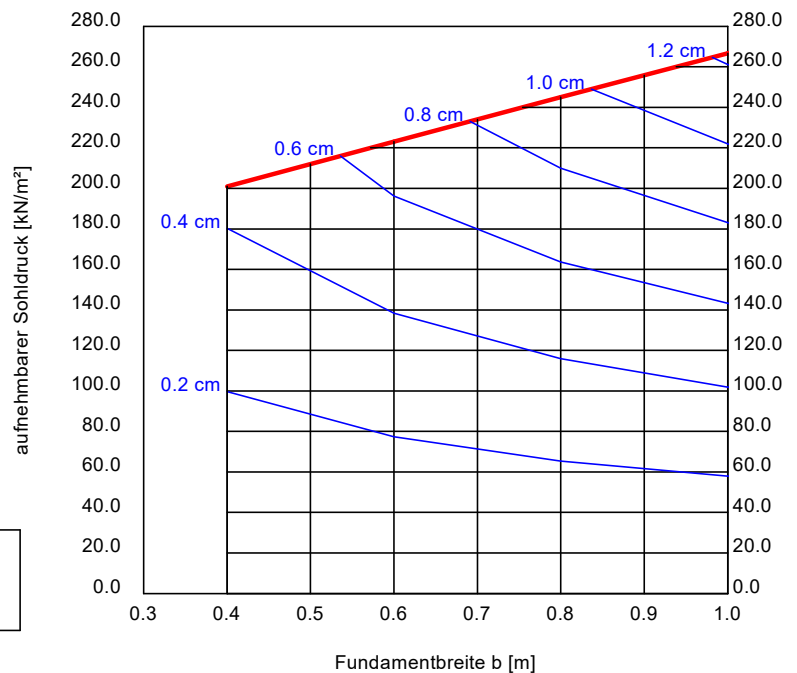
System (b = 0.40 und 1.60 m)

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	κ [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	30.0	0.0	30.0	0.10	1.000	Sand
	21.0	11.0	32.5	0.0	50.0	0.00	1.000	Kiessand



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017 (neu)
 Teilsicherheitskonzept
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 γ (Gr) = 1.40
 γ (G) = 1.35
 γ (Q) = 1.50
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.0 %
 OK Gelände = 0.00 m
 Gründungssohle = -0.80 m
 Grundwasser = -5.30 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen

Der Bemessungswert des Sohlwiderstands
 nach EC7 / DIN 1054:2009 beträgt:
 $\sigma_{R,d} = 1,35 \cdot \sigma_{zul}$ (aufnehmbarer Sohldruck)



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.40	200.9	80.4	0.45	30.0	0.00	20.00	16.00	3.60	1.43
10.00	0.60	223.1	133.9	0.70	30.0	0.00	20.00	16.00	4.37	1.75
10.00	0.80	245.0	196.0	0.96	30.0	0.00	20.00	16.00	5.07	2.07
10.00	1.00	266.7	266.7	1.23	30.0	0.00	20.00	16.00	5.82	2.39
10.00	1.20	288.1	345.7	1.51	30.0	0.00	20.00	16.00	6.58	2.70
10.00	1.40	309.3	433.0	1.79	30.0	0.00	20.00	16.00	7.31	3.02
10.00	1.60	330.2	528.3	2.09	30.0	0.00	20.00	16.00	8.01	3.34

BV Grund-Idee Bauträger
 Heinrich-von-Kleist-Str. 12
 68766 Hockenheim

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
 Institut für Geotechnik
 Heidengass 16
 76356 Weingarten/Baden
 Tel. 07244/7013-0 Fax -17
 eMail: info@kaercher-geotechnik.de

IGK

INGENIEURGESELLSCHAFT
KÄRCHER
 INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

Streifenfundamente nichtunterkellerten Bereich, Grundbruch- und Setzungsberechnung

Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
10264	4.3	-	25.09.2024	RO	RO