

F.G.M. Ingenieurgesellschaft Müller mbH • Hans-Böckler-Str. 21 • 40764 Langenfeld

Stadt Schmallenberg

- Bauamt -

Unterm Werth 1

57392 Schmallenberg

- ▶ Baugrunduntersuchungen
- ▶ Geotechnische Untersuchungen
- ▶ Baugrund- und Bodengutachten
- ▶ Hydrogeologie
- ▶ Grundbaustatik
- ▶ Fachbauleitung Tiefbau
- ▶ Deklarationsanalytik
- ▶ Altlastenuntersuchung / Altlastenbewertung
- ▶ Erdbaulabor

Auftrag/Projekt-Nr.
A 5537

Datei
FGM_A5537BG12102021

unser Zeichen
BjM/FGM

Datum
12.10.2021

Bauvorhaben: Schmalenberg-Bödefeld, Brücke über die "Palme"

Brücke Grundschule Bödefeld

Baugrundgutachten

- Inhalt:
1. Allgemeines
 2. Baugrund
 3. Allgemeine Angaben für die Planung des Bauvorhabens
 4. Angaben für die Planung und Ausführung
 5. Zusammenfassung

Verzeichnis der Anlagen:

- | | |
|---------|---|
| 5537/01 | Lageplan, Maßstab ~ 1:500 mit Eintragung der Bohransatzpunkte |
| 5537/02 | Ergebnisse der Baugrunderkundung, Maßstab 1:100 |
| 5537/03 | Bemessungsdiagramm Einzelfundamente, Streifenfundamente |

1. Allgemeines

1.1 Beauftragung und Aufgabenstellung

Die F.G.M. Ingenieurgesellschaft Müller mbH für Geotechnik, Grundbau und Bodenmechanik erhielt von der Stadt Schmallenberg den Auftrag zur Ausarbeitung eines Baugrundgutachtens für obiges Bauvorhaben mit Vorschlägen für eine technisch einwandfreie und wirtschaftliche Gründung.

Bezüglich der chemischen Deklaration der vorgefundenen Böden, des Bauwerkes sowie der vorh. Schwarzdecke wird auf einen gesonderten Bereich der Unterzeichner verwiesen.

1.2 Baugelände

Das hier relevante Projekt liegt in Schmallenberg-Bödefeld. Hier ist nach Abriss einer bestehenden Brücke ein Brückenneubau über die "Palme", ausgehend von der "Alte Hansestraße" bis zu einem Schulgelände geplante.

Die mittlere Geländehöhe liegt etwa bei der Kote NHN+470,8 m.

1.3 Bearbeitungsunterlagen

Zur Ausarbeitung dieses Gutachtens wurden folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Konstruktionspläne der neu geplanten Brücke sowie Angaben zu der bestehenden Brücke, Maßstab 1:100
- Lageplan mit Eintragung des geplanten Bauvorhabens, Maßstab 1:250

1.4 Beschreibung des Bauvorhabens

Geplant ist ein Neubau einer Brücke mit einer lichten Weite zwischen den Widerlagern von ca. 4,30 m. Die Fahrbahnoberkante wird bei der Kote NHN+470,90 m und die Oberkante des Bachlaufes etwa bei der Kote NHN+469,50 m angegeben. Die lichte Höhe zwischen Bachsohle und Überbau beträgt ca. 0,90 m.

Die Gründung der Widerlager ist jeweils über ein Streifenfundament vorgesehen. Die Gründungsebene wird vorerst bei der Kote NHN+468,4 m von der planenden Seite angenommen. Über die Belastung des Widerlagerfundamentes auf den Baugrund liegen den Unterzeichnern z.Z. noch keine Angaben vor.

Die Widerlager der Bestandsbrücke werden als "Ufermauer" bezeichnet. Über die Gründungssituation der bestehenden Brücke liegen keine Unterlagen vor.

2. Baugrund

2.1 Baugrunderkundung

Um in dem geplanten Grundrissbereich des Bauvorhabens den Boden näher zu erkunden, wurden 2 Rammkernbohrungen (RKB 1 und RKB 2) sowie 2 Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (DPH 1 und DPH 2) abgeteuft. Die Lage der Baugrundaufschlüsse sind dem Lageplan auf Anlage 5537/03 zu entnehmen.

→ Bei einer Rammkernbohrung wird eine Rammsonde mit Kernvorsatz in den Boden gerammt. Die Bohrung erfolgt unverbohrt, wobei der Bohrdurchmesser sich nach unten zur Verringerung der Mantelreibung an den Bohrlochwandungen verjüngt. Der Anfangsdurchmesser beträgt dabei 50 mm, der Enddurchmesser im Regelfalle 35 mm.

→ Bei einer Rammsondierung wird ein Stab mit einer verdickten Spitze bei gleichbleibender Rammenergie in den Untergrund getrieben. Gleichzeitig werden die erzielten Schlagzahlen für je 10 cm Eindringung (N_{10}) gezählt. Diese Schlagzahlen geben bei nichtbindigen Böden einen Anhalt über die vorhandene Lagerungsdichte, bei bindigen Böden einen Anhalt über die vorhandene Zustandsform (Konsistenz) der jeweiligen Bodenschicht und damit eine Aussagemöglichkeit über die Festigkeit (Zusammendrückbarkeit) des Baugrundes.

Die technischen Daten der hier eingesetzten Rammsonde gehen aus folgender Tabelle hervor: Rammsonde nach DIN 4094 – Teil 3 sowie DIN EN ISO 2246-2

Sonde	Spitzen- durchmesser	Spitzenquer- schnitt	Masse des Fallbären	Fallhöhe
	[cm]	[cm ²]	[kg]	[cm]
DPL	2,52	5	10	50

Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sind auf der Anlage 5537/02 höhengerecht dargestellt. Die Auftragung erfolgte in Form von Bohrprofilen nach DIN 4023 (Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und

sonstigen direkten Aufschlüssen) bzw. als Rammdiagramme nach DIN 4094 –Teil 3 (Baugrund – Felduntersuchungen – Teil 3 Rammsondierungen)

2.2 Beschreibung des Baugrundes

In den beiden Rammkernbohrungen wurde eine Schwarzdecke in einer Stärke von bis zu 10 cm festgestellt. Darunter folgt ein Straßenaufbau, der bis 0,70 bzw. 0,80 m unter Geländeniveau ansteht. Dieser besteht aus einem sehr schwach schluffigen Kies (Kies/Schotter mit geringfügigen Steinanteilen).

Im Bereich der Rammkernbohrung RKB 2 wurde unterhalb Tragschicht eine bindige Deckschicht bis 1,20 m in Form eines sehr schwach kiesigen Schluffes mit braugrauer Färbung festgestellt.

Darunter, sowie auch unterhalb der Tragschicht im Bereich der Rammkernbohrung RKB 1 steht dann ein Bachschotter in Form eines Kiesel mit schluffig bis stark schluffigen Anteilen an. Die Kiese können auch Steinanteile enthalten. Die Kornform der Kiese ist weitgehend als kantig zu bezeichnen.

Aufgrund der durchgeführten Rammsondierungen ist festzustellen, dass die überlagernde Tragschicht eine dichte bis sehr dichte Lagerung aufweist. Die örtlich vorhandene bindige Deckschicht in Form des Schluffes ist in ihrer Konsistenz als weich bis steif zu bezeichnen. Der dann anstehende Bachschotter (schluffige Kiese) ist dicht und mit zunehmender Tiefe sehr dicht gelagert.

Der Felshorizont, der anfangs als Verwitterungszone ansteht, wird bei ca. 4 m unter jetzigem Geländeniveau erwartet.

2.3 Bodenklassifizierung und Bodenkennwerte

Den auf dem Gelände angetroffenen Bodenarten können aufgrund der Bestimmung den Bodenproben bei den Rammkernbohrungen und den Rammsondierungen die nachfolgend aufgeführten bodenmechanischen Kennwerte zugeordnet werden.

Die Angabe der Bodenklasse nach DIN 18 300 erfolgt auf Grundlage der Ausgabe September 2012 ("alte" Bodenklassen).

Auffüllungen, Tragschicht

für die Gründung nicht relevant

Bodenklasse nach DIN 18 300 ³⁾	4 - 5 (mittelschwer bis schwer lösbare Bodenart)
---	---

- 3) sofern keine zusammenhängenden Reste einer Altbebauung oder großvolumige Abbruchmaterialien darin vorhanden sind

Schluff, sehr schwach kiesig, nur örtlich

für die Gründung ebenfalls nicht relevant

Bodenklasse nach DIN 18 300 ³⁾	4 (mittelschwer lösbare Bodenart)
---	--

Kies, schwach schluffig bis schluffig, z.T. auch steinig, Bachschotter

Bodenklasse nach DIN 18 300	4 - 5 (mittelschwer bis schwer lösbare Bodenart)		
Frostempfindlichkeit ¹⁾	F 2 (mäßig frostempfindlich)		
Verdichtungsfähigkeit ²⁾	V 1 (verdichtungsfähig)		
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	19	[kN/m ³]
Wichte unter Auftrieb	γ'_k	10	[kN/m ³]
Reibungswinkel	φ'_k	35	[°]
Kohäsion	c'_k	0	[kN/m ²]
Steifemodul	$E_{s,k}$	65.000	[kN/m ²]

1) nach ZTVE StB 94/97, Tab.1 (F1 = nicht frostempfindlich → F3 = sehr frostempfindlich)

2) nach ZTVA StB 97, Tab. 2 (V1 = verdichtungsfähig → V3 = schwer verdichtungsfähig)

2.4 Hydrogeologie

Bei der Baugrunderkundung am 31.05.2021 wurden in den beiden Rammkernbohrungen ein eingespiegelter Grundwasserhorizont bei 1,80 m bzw. 1,70 m unter jeweiligem Geländeniveau festgestellt. Er ist damit nahezu identisch mit dem Wasserstand der "Palme" im Bereich des Brückenbauwerkes.

Es ist davon auszugehen, dass der jeweilige Wasserstand mit dem Wasserstand der "Palme" in bzw. durch die zuvor beschriebene Kiesschicht korrespondiert.

Der höchstmögliche Grundwasserhorizont und damit der höchste Wasserstand im Bereich des Brückenbauwerkes ist nicht eindeutig bekannt. Aus Sicherheitsgründen sollte davon ausgegangen werden, dass dieser etwa in Höhenlage des jetzigen Geländes liegen kann.

3. Angaben für die Planung des Bauvorhabens

3.1 Vorschläge für die Gründung

Es wird empfohlen, wie auch geplant, die Widerlagerfundamente als Streifenfundamente auszubilden. Die Gründungsebene kann wie vorgesehen bei der Kote NHN+468,40 m angeordnet werden. Sie liegt damit in dem zuvor beschriebenen schluffig bis stark schluffigen Kiesen (Bachschotter) mit dichter und z.T. auch sehr dichter Lagerung.

Es wird davon ausgegangen, dass eine Überspülung der Fundamentaufstandsfläche durch geeignete Maßnahmen verhindert wird.

3.2 Angaben zur Bemessung der Gründungselemente, Setzungen und Setzungsdifferenzen

Die Angabe der zulässigen Sohlspannung ist abhängig von der Tragfähigkeit des anstehenden Bodens (Steifemodul), der jeweiligen Fundamentbreite, der zulässigen Setzung und der Einhaltung der Grundbruchsicherheit.

Im Nachfolgenden werden die aufnehmbaren Sohldrücke unter o.g. Randbedingungen und bei einer Einbindung der Widerlagerfundamente von 1,0 m unter Bachsohle angegeben.

Die Sohlspannungen werden für ein Streifenfundamente mit breiten von 1,0 m bis 3,0 m nach DIN 1054:2005 angegeben.

In der Anlagen 5537/03 sind die zulässigen Sohlspannungen in Abhängigkeit der Fundamentbreiten grafisch dargestellt.

Beispiele für den Ansatz der maximalen Sohlspannung:

	Streifenfundament Einbindung 1,0 m gemessen von Bachsohle
Fundamentbreite b (m)	2,0
$\sigma_{\text{zul.}}$ (kN/m²)	270 nach Grafik (zulässig)
daraus res. Setzung (cm)	$\leq 1,0$

Die obere schräg verlaufende Linie (in der Grafik rot dargestellt) darf nicht überschritten werden, da ansonsten eine Grundbruchgefährdung auftritt. Die Grundbruchberechnung erfolgte bei einem Grundwasserstand ab Oberkante Fundament mit der Bodenwichte unter Auftrieb.

Das hier relevante Baugebiet liegt gem. DIN 4149, Bauten in deutschen Erdbebengebieten außerhalb einer Erdbebenzone

4. Angaben für die Planung und Bauausführung

Bei der Planung und Durchführung des Bauvorhabens sind aus erd- und grundbautechnischen sowie aus bodenmechanischer Sicht die nachfolgenden Angaben sorgfältig und gewissenhaft zu beachten.

4.1 Wasserhaltung

Es wird vorausgesetzt, dass während der Bauphase das Bachwasser keinen Einfluss auf die Baumaßnahme hat. Das heißt, dass das Bachwasser entweder in einem offenen Graben um die Baustelle herum umgeleitet wird bzw. in einer geschlossenen Rohrleitung an der Baustelle vorbeigeleitet wird.

Zur Herstellung des Widerlagerfundamentes wird dann jedoch noch eine Wasserhaltung erforderlich werden. Um eine aufwendige geschlossene Wasserhaltung, z.B. durch das Vakuumverfahren möglichst zu vermeiden, sollte zu Anfang der Bauphase durch einen Pumpensumpf versucht werden, dass Grundwasser bis in erforderliche Tiefe abzusenken.

Sofern dies einen positiven Erfolg zeigt, kann diese offene Wasserhaltung auch während der Bauphase durchgeführt werden.

Sofern die offene Wasserhaltung zu Schwierigkeiten führt, wird dann eine geschlossene Wasserhaltung in Form einer Vakuumanlage erforderlich werden.

Zur Vorbemessung der Wasserhaltung kann ein Durchlässigkeitskoeffizient der schluffigen Kiese von $k_f = 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ in Ansatz gebracht werden. Dieser hier angegebene Durchlässigkeitskoeffizient sollte dann jedoch nochmals in situ bzw. in Form von Laborversuchen vor Installation der geschlossenen Wasserhaltung überprüft werden.

Es ist darauf hinzuweisen, dass eine Wasserhaltung genehmigungspflichtig ist.

4.2 Fundamentaufstandsflächen

Es muss sichergestellt sein, dass die Fundamentaufstandsflächen in den zuvor beschriebenen natürlich anstehenden schluffig bis stark schluffigen, z.T. auch steinigen Kiesen liegt.

Unterhalb der konstruktiven Fundamentsohle ist eine Ausgleichschicht aus Beton in einer Stärke von mindestens 0,20 m vorzusehen. Das Aushubplanum ist mit einem geeigneten Verdichtungsgerät in mehreren Übergängen nach zu verdichten.

Wenn festgestellt werden sollte, dass die Fundamentierung der z.Z. bestehenden Brücke tiefer reicht als die Gründungsebene der neuen Brücke ist die Fundamentierung der Bestandsbrücke vollständig auszuräumen und die Differenzhöhe bis UK konstruktivem Fundament der neuen Brücke lagenweise und jeweils verdichtet mit einem verdichtungsfähigen Material, z.B. einem Schottermaterial oder einem Kies-Sand-Gemisch wieder aufzufüllen.

4.3 Baugrubenböschungen

Sofern Baugrubenböschungen angelegt werden müssen, können diese unter 45° angelegt werden.

5. Zusammenfassung

In Schmalenberg-Bödefeld ist der Neubau einer Brücke nach Abriss einer Bestandsbrücke über die "Palme" vorgesehen.

Die durchgeführte Baugrunderkundung hat ergeben, dass in der vorgesehenen Gründungsebene ein dicht, örtlich aus sehr dichte gelagerter Bachschotter in Form eines schluffig bis stark schluffigen Kieises mit Steinanteilen ansteht.


Dort kann das Brückenbauwerk, wie vorgesehen., über Streifenfundamente (Widerlagerfundamente) bei der Kote NHN+468,40 m gegründet werden.

Angaben zur Bemessung der Gründungselemente werden in dem vorliegenden gutachtengemacht.

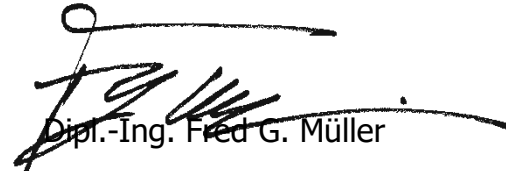
Zur Grundwasserabsenkung bzw. zur Trockenhaltung der Baugruben wird Stellung genommen.

Bezüglich der chemischen Deklaration der vorgefundenen Böden, des Bauwerkes sowie der vorh. Schwarzdecke wird auf einen gesonderten Bereich der Unterzeichner verwiesen.

Es sind die Angaben zur weiteren Planung und Bauausführung zu beachten.

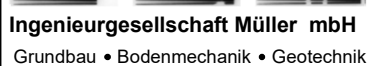


Dipl.-Ing. Björn Müller



Dipl.-Ing. Fred G. Müller

(ohne Maßstab)



Schmallenberg, Brücke-Bödefeld, Stadt Schmallenberg

Hans-Böckler-Straße 21
40764 Langenfeld

Bearb.:
FGM / LM

Auftrag Nr.:
5537

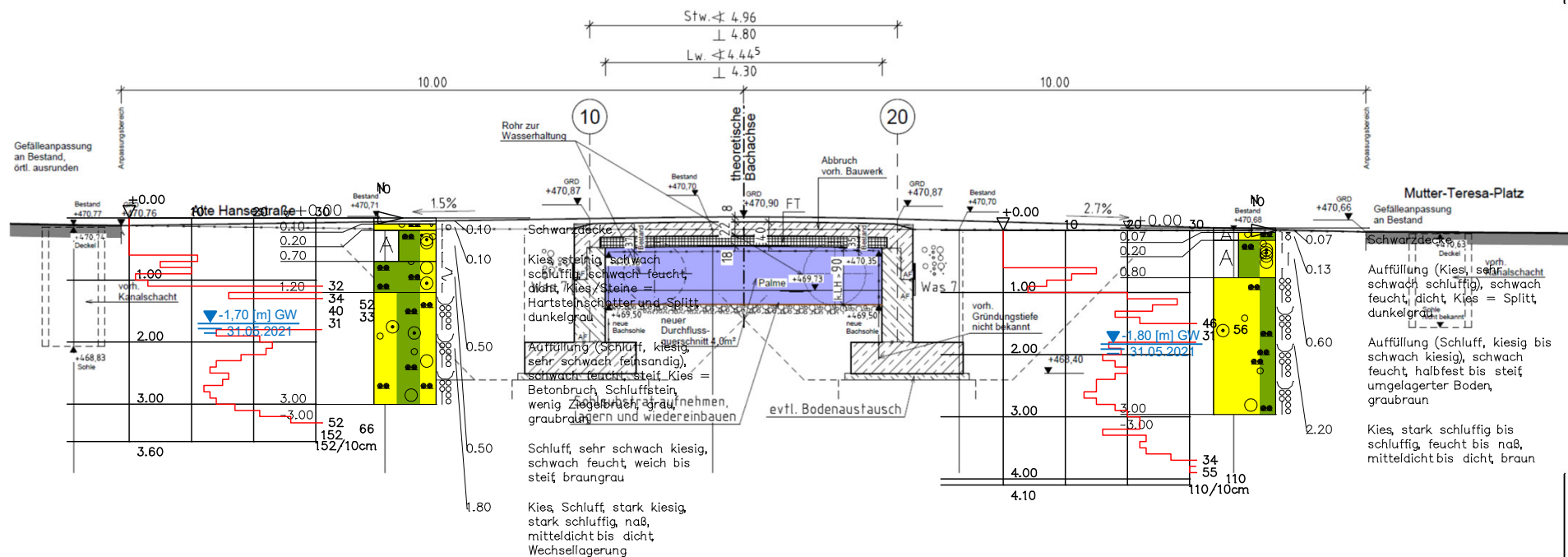
Anlage Nr.:
01

Anlage Nr.:
01

DPL 2 / RKB 2
NHN +470,66 [m]

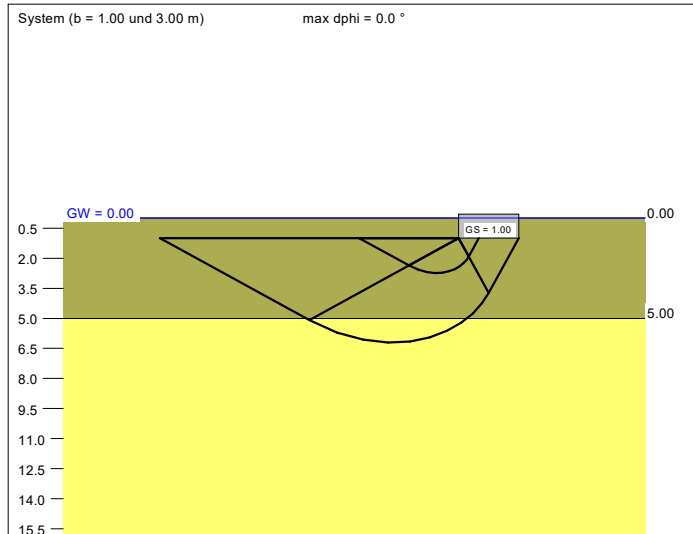
DPL 2 / RKB 2
NHN +470,66 [m]

NHN +470,68 [m]



Blattinhalt:	
Ergebnisse der Baugrunderkundung	
Bearb.:	Datum:
FGM / LM	12.10.2021
Auftrag Nr.:	Anlage Nr.:
5537	02

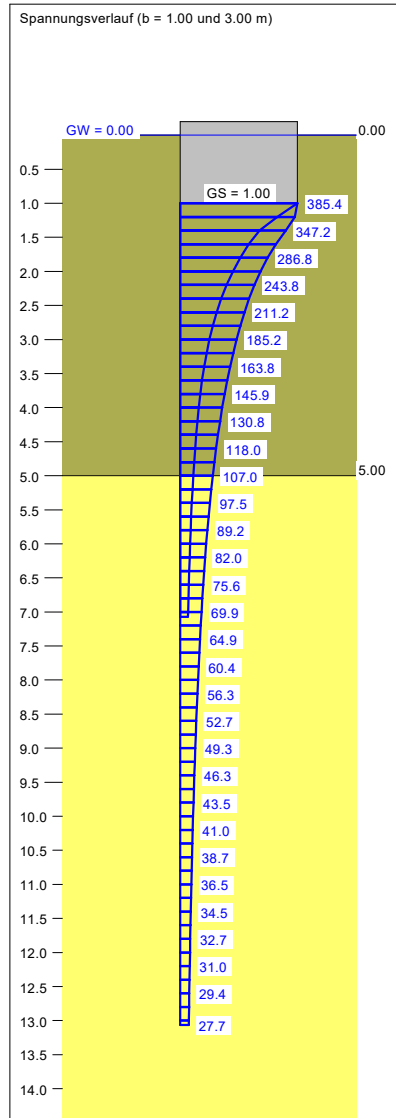
Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.0	10.0	32.5	1.0	65.0	0.00	Kies, Schluff, steinig
	20.0	11.0	32.5	2.5	75.0	0.00	((TSt/USu))



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	1.00	222.5	222.5	0.51	32.5	1.00	10.00	10.00	7.07	2.73
10.00	1.10	230.3	253.4	0.56	32.5	1.00	10.00	10.00	7.43	2.91
10.00	1.20	238.1	285.7	0.62	32.5	1.00	10.00	10.00	7.77	3.08
10.00	1.30	245.8	319.6	0.68	32.5	1.00	10.00	10.00	8.11	3.25
10.00	1.40	253.5	354.9	0.74	32.5	1.00	10.00	10.00	8.44	3.43
10.00	1.50	261.2	391.7	0.80	32.5	1.00	10.00	10.00	8.76	3.60
10.00	1.60	268.8	430.0	0.86	32.5	1.00	10.00	10.00	9.07	3.78
10.00	1.70	276.3	469.7	0.92	32.5	1.00	10.00	10.00	9.38	3.95
10.00	1.80	283.8	510.9	0.98	32.5	1.00	10.00	10.00	9.68	4.12
10.00	1.90	291.3	553.4	1.04	32.5	1.00	10.00	10.00	9.97	4.30
10.00	2.00	298.7	597.4	1.11	32.5	1.00	10.00	10.00	10.26	4.47
10.00	2.10	306.1	642.7	1.17	32.5	1.00	10.00	10.00	10.54	4.64
10.00	2.20	313.4	689.5	1.24	32.5	1.00	10.00	10.00	10.82	4.82
10.00	2.30	320.7	737.6	1.30	32.5	1.00	10.00	10.00	11.09	4.99
10.00	2.40	327.9	786.9	1.39	32.5	1.23	10.01	10.00	11.42	5.16
10.00	2.50	335.2	837.2	1.47	32.5	1.33	10.02	10.00	11.72	5.34
10.00	2.60	342.5	888.5	1.55	32.5	1.41	10.04	10.00	12.00	5.51
10.00	2.70	349.8	940.8	1.63	32.5	1.46	10.05	10.00	12.27	5.68
10.00	2.80	357.1	994.1	1.71	32.5	1.51	10.07	10.00	12.54	5.86
10.00	2.90	364.4	1048.4	1.79	32.5	1.55	10.09	10.00	12.81	6.03
10.00	3.00	371.7	1103.7	1.87	32.5	1.59	10.11	10.00	13.06	6.20

$$\text{zul } \sigma = \sigma_{01,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 1.99$$

$$\text{Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50}$$



Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 1.00 m
Grundwasser = 0.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt
— aufnehmbarer Sohldruck
— Setzungen

