



Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Baugrundtechnische Untersuchung

2. Bericht

zum Bauvorhaben:

69123 Heidelberg

Mannheimer Straße

der

Schoofs Immobilien GmbH

Schleussnerstraße 100

63263 Neu-Isenburg

erstellt am 18. Mai 2022 von der:

Prof. Dr. Knoblich Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Höhenstraße 58

35435 Wettenberg

Auftrag und Vorgang.....	3
Unterlagen	3
Untergrundverhältnisse.....	4
Grundwasserverhältnisse	4
Bodenmechanische Kennwerte	5
Gründungsempfehlungen	6
Baugrube	7
Schlussbemerkungen	10
Anlagen	10

Auftrag und Vorgang

Die Schoofs Immobilien GmbH hat uns den Auftrag erteilt, eine baugrundtechnische Untergrunduntersuchung auf dem Grundstück in Heidelberg durchzuführen. Auf diesem Gelände ist der Neubau eines mehrgeschossigen Bürogebäudes und einem unmittelbar angrenzenden Parkhaus. Das Gebäude wird nicht unterkellert.

Durch unser Büro wurden zur Erkundung der Untergrundverhältnisse am 26.08.2021 insgesamt 2 Rammkernsondierungen und 4 schwere Rammsondierungen abgeteuft, die bis in eine Tiefe von maximal 6m unter der zum Zeitpunkt der Untersuchungen vorliegenden Geländeoberfläche vorgedrungen sind.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde durch unsere Büro ein orientierendes, baugrundtechnisches Gutachten verfasst, aus welchem hervorging, dass mindestens **-2- weitere Kernbohrungen** bis mindestens 20m Tiefe durch ein externes Bohrunternehmen zur Erkundung des nicht durchteuften Untergrundes **notwendig sind!** Diese wurden in einem Zeitraum vom 28.02. – 01.03.2022 durch die Gesteinsbohrtechnik GmbH mit Sitz in 64839 Münster durchgeführt. Die daraus gewonnen Erkenntnisse fließen primär in diesen 2. Bericht ein, welcher den 1. Bericht ergänzen soll.

Unterlagen

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung lagen uns die folgenden Unterlagen vor:

- Auszug aus dem Liegenschaftskataster
- Diverse Planungsunterlagen
- Ergebnisse aus 2 Tiefbohrungen bis 20m Tiefe
- Geologische Karten
- Einschlägige DIN - Vorschriften

- DIN EN 1998-1/NA:2011-01, Erdbebenzonenkarte und die Zuordnung von Orten zu den Erdbebenzonen, Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches Geo-Forschungszentrum, Telegrafenberg, 14473 Potsdam
- Projektentwicklungs-Planung

Untergrundverhältnisse

Zuoberst lagert auf dem Areal bis zu 1m stark künstliche Auffüllung, welche als schwach schluffiger Sand mit Wurzelresten und zum zeit durchwurzelten Passagen und anthropogenen Bestandteilen in Form von Ziege-, Schotter- und Glasresten angetroffen wurde. Partiiell lagert zuoberst Oberboden. Danach folgt ein partiiell schluffiger bis stark schluffiger Feinsand, welcher in den rolligen Bereichen eine zunächst lockere Lagerung und in den plastischen Bereichen eine halb feste Konsistenz aufweist. Mit voranschreitender Teufe nimmt der Schluffanteil ab und es wurden lockere bis mitteldichte Lagerungen erbohrt. Anschließend folgt ein kiesiger bis stark kiesiger Sand mit dichter bis sehr dichter Lagerungen bis zur erbohrten Endteufe, die Rammkernsondierungen kamen darin zum Erliegen.

Darüber hinaus gehend folgt mit voranschreitender Teufe Kies, stark steinig bis hin Steine, stark kiesig ohne bindige Beimengungen bei mittelschwerem bis partiiell schwerem Eindringwiderstand. Basierend auf der Auswertung der erbohrten Beschaffenheit und den durchgeführten Standard Penetration Tests (SPT) kann mit voranschreitender Teufe eine konstant mindestens dichte Lagerung angesetzt werden.

Sofern es zum Aushub eine doppelten Unterkellerung kommt, ist unter Umständen im Sohlbereich mit bis zu Bodenklasse 5 zu rechnen!

Grundwasserverhältnisse

Im Rahmen der Sondierungen wurde bei RKS 1 zwischen ca. 3,7m-4,3m ein vernässter Bereich aufgenommen.

Es ist somit möglich, dass es zu niederschlagsbedingten und oberflächennahen Aufstauungen, wie sie im Rahmen der Sondierungen angetroffen wurden, bedingt durch die partiell bindigen Bodenschichten kommen kann.

Des Weiteren wurden in den Tiefbohrungen ein Aquifer bei ca. 13,5m unterhalb des Geländes angetroffen.

Sollte es beim Aushub zu Wassereintritten in die Baugrube kommen, so ist dieses mit einer offenen Wasserhaltung abzuführen. Die entsprechenden Gerätschaften sind in jedem Falle vorzuhalten!

Bodenmechanische Kennwerte

Die bisher angesetzten Bodenkennwerte wurde durch die Tiefbohrungen bestätigt und es erfolgten Optimierungen.

Die vorliegenden Untersuchungen sind in einem sehr frühen Stadium der Planung durchgeführt worden. Daher ist dieser Bericht als geotechnischer Vorbericht zu verstehen. Es ist zu beachten, dass die Eigenschaften und Kennwerte der Böden zum Teil auf Erfahrungswerten sowie Schätzungen beruhen, da die zu den Baugrunduntersuchungen abgeteufte Rammkernsondierungen einen maximalen Durchmesser von 50 mm haben und daher lediglich gestörte Bodenproben entnommen werden können. Falls die angegebenen Kennwerte bezüglich der Homogenbereiche für diese Baumaßnahme nicht ausreichen, sollte deren Festlegung und die genauer zu erfassenden Parameter in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Fachplanern / Auftraggebern erfolgen, da in diesem Fall weitergehende, umfangreiche Feld- und Laborversuche erforderlich werden.

Soweit bei den Bodenkennwerten Bereiche angegeben sind, gelten für erdstatische Berechnungen die jeweils ungünstigeren Grenzwerte.

Tabelle 1: Bodenmechanische Kennwerte	Künstliche Auffüllung	Feinsand, schluffig	Sand, kiesig	Kies, Steine
	-	Fs, u'-u*	S, g-g*/ G, s	G, X, s
Bodengruppe	KA	SE - UL	SW – GW	GX – GW
Wichte γ / γ'	17 / 9 kN/m ³	18 / 10 - 19 / 9 kN/m ³	20 / 10 kN/m ³	20 / 12 kN/m ³

Reibungswinkel φ'_{k}	-	30 - 35°	37,5 – 42,5°	40 – 42,5°
Kohäsion c'_{k}	-	-	-	-
Undrainierte Scherfestigkeit c_u	-	-	-	-
Steifemodul $E_{s,k}$	-	15 - 35 MN/m ²	80 - 100 MN/m ²	150 MN/m ²
Plastizitätszahl I_p	-	-	-	-
Konsistenzzahl I_c	-	0,85 - 1,1	-	-
Lagerungsdichte	-	Locker bis mitteldicht	Dicht bis sehr dicht	Dicht bis sehr dicht
Organischer Anteil	>5 %	<3 %	<3 %	<3 %
Wasserdurchlässigkeit kf-Wert	-	1 x 10 ⁻⁴ m/s -1 x 10 ⁻⁶ m/s	1 x 10 ⁻¹ m/s -1 x 10 ⁻² m/s	1 x 10 ⁻¹ m/s -1 x 10 ⁻² m/s
Frostempfindlichkeit	F3	F2	F1	F1
Homogenbereich	A	B	C	D

Zuordnung der aufgeschlossenen Bodenschichten zu den Bodengruppen nach DIN 18196 (Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke) und zu den Bodenklassen nach DIN 18300 (Boden- und Felsklassifikationen), charakteristische bodenmechanische Berechnungskennwerte, Bodengruppe (DIN 18196), Bodenklasse (DIN 18300) und Frostempfindlichkeit. Bodenmechanische Kennwerte werden nur für die gründungsrelevanten Schichten angegeben!

Gründungsempfehlungen

Basierend auf dem jetzigen Kenntnisstand wird das geplante Hochhaus mindestens einfach und ggf. zweifach unterkellert werden. Die im 1. Gutachten vorgeschlagenen Maßnahmen einer potentiellen Tiefgründung verlieren somit ihre Gültigkeit, da die tragfähigen Kiese ab einem Höhenniveau von ca. 3,5m unterhalb des jetzigen Höhenniveaus zu erwarten sind.

Die Gründung erfolgt mittels einer massiven und biegesteifen Bodenplatte im einfach unterkellerten Szenario im sandigen Kies bei ca. -4,5m u.GOK. und im zweifach unterkellerten Szenario in den dicht gelagerten Kiesen/ Steinen bei ca. -7m u.GOK.

Sofern das Sohlniveau im lockeren Sand zw. ca. -3 bis -4m liegt, muss dieser vollständig bis zu den tragfähigen Kiesen entfernt werden.

Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes $\sigma_{R,d}$ wird in den dichten Kiesen/ Steinen ab 3,7m Tiefe auf 600 KN/m² begrenzt.

Eine überschlägige und lediglich orientierende Setzungsberechnung, basierend auf ersten Lastannahmen, zeigt die zu erwartenden Setzungen in einer Größenordnung von ca. 1-2cm.

In Abhängigkeit der berechneten Gebäudesetzung kann vorab ein charakteristisches Bettungsmodul von $k_{s,k} = 15 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

Da die Setzungsberechnungen und daraus resultierend auch die angegebenen Bettungsmodule von zahlreichen Faktoren abhängig sind, ist es notwendig rechtzeitig vor Baubeginn, basierend auf der Vorlage detaillierter Angaben aus der Bauwerksstatik, eine Neuberechnung der bisherigen Parameter und eine Anpassung der Gründungsempfehlung zu veranlassen!

Baugrube

Die Baugrube wird in die geotechnische Kategorie GK 2 eingestuft.

Schicht	Wichte γ_k [kN/m ³]	Reibungswinkel φ'_k [°]	Scherfestigkeit Kohäsion konsolidiert c'_k [kN/m ²]	Scherfestigkeit Kohäsion undrainiert $c'_{u,k}$ [kN/m ²]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m ²]	Spitzen- druck $q_{b,k}$ [kN/m ²]
Sand, Feinsand, schluffig locker	18 / 10	30 – 35°	0	0	20	-
Sand, kiesig	20 / 10	37,5 – 42,5°	0	0	60 - 80	2.000 – 4.000
Kies, Steine	20 / 12	40 – 42,5	0	0	80 - 100	5.000 – 6.000

Charakteristische Erfahrungswerte der für den Verbau relevanten Schichten.

Die angegebenen Werte basieren auf den durchgeführten Standard Penetration Tests (q_c Spitzenwiderstand im Kies, Steine mind. 20mpa; zuoberst max. 10mpa). Für einvibrierte Pfähle müssen die angegebenen Werte abgemindert werden, es kann zu Tragfähigkeitsreduzierungen kommen!

Für den Wandreibungswinkel kann $\delta_k \leq 2/3 * \varphi'_k$ angesetzt werden.

Aus geometrischen Gründen der Baugrube und bedingt durch eine partielle Schichten-/ Sickerwasserwirkung, welche die Standfestigkeit von Böschungen in rolligen Böden stark beeinträchtigt, ist ein wasserdurchlässiger Träger-Bohl-Verbau in Kombination mit einer offenen Wasserhaltung möglich.

Hierbei müssen die einfach oder zweifach unterkellerten Szenarien getrennt betrachtet werden:

1. Szenario – Einfache Unterkellerung; Gründungssohle ca. -4,5m u.GOK

Bedingt durch mögliche niederschlagsbedingte Sickerwasser und gegebenenfalls Schichtenwasserkomplikationen ab einem Höhenniveau von ca. 3-4m unterhalb des jetzigen Geländeverlaufes müssen zumindest die untersten 1,5m der Baugrube (bei 4,5m Sohltiefe) als Träger-Bohl-Verbau in Kombination mit einer Drainage hergestellt werden.

Exemplarisch wurde hierfür ein HEA120 mit einer erforderlichen Profillänge von 3,3m errechnet, wo von 1,8m eingebunden werden, bei einem Bohlträgerabstand von 1,5m. Die darüber aufgehende Böschung ist mit einer Übergangsberme von mind. 0,5m mit maximal 45° bei einer maximalen Höhe von 3m zu errichten.

Sofern aus geometrischen Gründen keine Böschung hergestellt werden kann wurde hierfür exemplarisch ein HEA280 mit einer erforderlichen Profillänge von 8,3m errechnet, wo von 3,8m eingebunden werden, bei einem Bohlträgerabstand von 1,5m.

2. Szenario – Zweifache Unterkellerung; Gründungssohle ca. -7m u.GOK

Bedingt durch mögliche niederschlagsbedingte Sickerwasser und gegebenenfalls Schichtenwasserkomplikationen ab einem Höhenniveau von ca. 3-4m unterhalb des jetzigen Geländeverlaufes wird die maximale Böschungshöhe auf -3m ab GOK begrenzt. Es ergeben sich hiermit zuunterst 4m Verbau und darüber aufgehend 3m Böschung.

Exemplarisch wurde hierfür ein HEA300 mit einer erforderlichen Profillänge von 7,8m errechnet, wo von 3,8m eingebunden werden, bei einem Bohlträgerabstand von 1,5m. Die darüber aufgehende Böschung ist mit einer Übergangsberme von mind. 0,5m mit maximal 45° bei einer maximalen Höhe von 3m zu errichten.

Sofern aus geometrischen Gründen keine Böschung hergestellt werden kann wurde hierfür exemplarisch ein HEA500 mit einer erforderlichen Profillänge von 12m errechnet, wo von 5m eingebunden werden, bei einem Bohlträgerabstand von 1,5m.

Entlang der Träger-Bohl-Verbauten ist auf Niveau der Baugrubensohle eine umlaufende Ringdrainage innerhalb der Baugrube in einem 50 cm tiefen, umlaufenden Graben herzustellen für den Fall, dass sich niederschlagsbedingte Stauwasserhorizonte gegen den Verbau anstauen und ergo in die Baugrube laufen. Es sind ausreichend Pumpensümpfe zu planen und vorzuhalten, um mögliches Wasser, welches in diese Drainage laufen kann, gezielt abzuführen.

Böschungen sollten generell mit maximal 45° und ordnungsgemäßen Bermen angelegt werden. Das Abböschchen wird nur in Bereichen, in denen kein Schichten- oder Sickerwasser auftritt, gestattet. Die Böschungen sind mit Planen abzudecken und jedem Falle gegen Wasserzutritt zu schützen.

Schlussbemerkungen

Die Erkundung durch die abgeteufte Sondierungen ergibt zwangsläufig nur punktförmige Aufschlüsse über den Aufbau des Untergrundes. Zwischen den Aufschlusspunkten können grundsätzlich von den ermittelten Daten abweichende Befunde auftreten. Im Zuge der Erd- und Gründungsarbeiten ist daher sorgfältig zu überprüfen, ob die angetroffenen Untergrundverhältnisse mit den im Gutachten erfassten übereinstimmen. Im Zweifelsfall ist der Bodengutachter zur weiteren Beratung heranzuziehen. Planungs- oder Ausführungsänderungen sind uns rechtzeitig mitzuteilen.

Nach dem Festlegen der Gründungsvariante ist uns ein Lastenplan, bzw. die Sohlpressungen der Bauwerke mitzuteilen, um die tatsächlichen Setzungen berechnen zu können.

Es besteht Haftungsausschluss gegenüber Dritten.

Eine Abnahme der Gründungssohlen durch uns ist notwendig.

Das Gutachten gilt nur in seiner Gesamtheit.



C. Knoblich
(Geschäftsführer)

K

PROF. DR. KNOBLICH
Umwelt- und Baugrundberatung GmbH
Höhenstraße 58
D-35435 Wettenberg-Gleiberg/Hessen
Tel. (0641) 250 39 155 Fax (0641) 250 39 154

J. Schwarz
(Diplom-Geologe)

Anlagen

Anlage 1: Schichtenverzeichnisse der Sondierungen inkl. der Tiefbohrungen

Anlage 2: Fotodokumentation der Tiefbohrungen

Anlage 3: Orientierende Setzungsberechnung

Anlage 4: Exemplarische Verbau- und Böschungsberechnungen



Anlage 1



Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Heidelberg, Mannheimer Straße

Anlage 2

Datum: 26.8.21

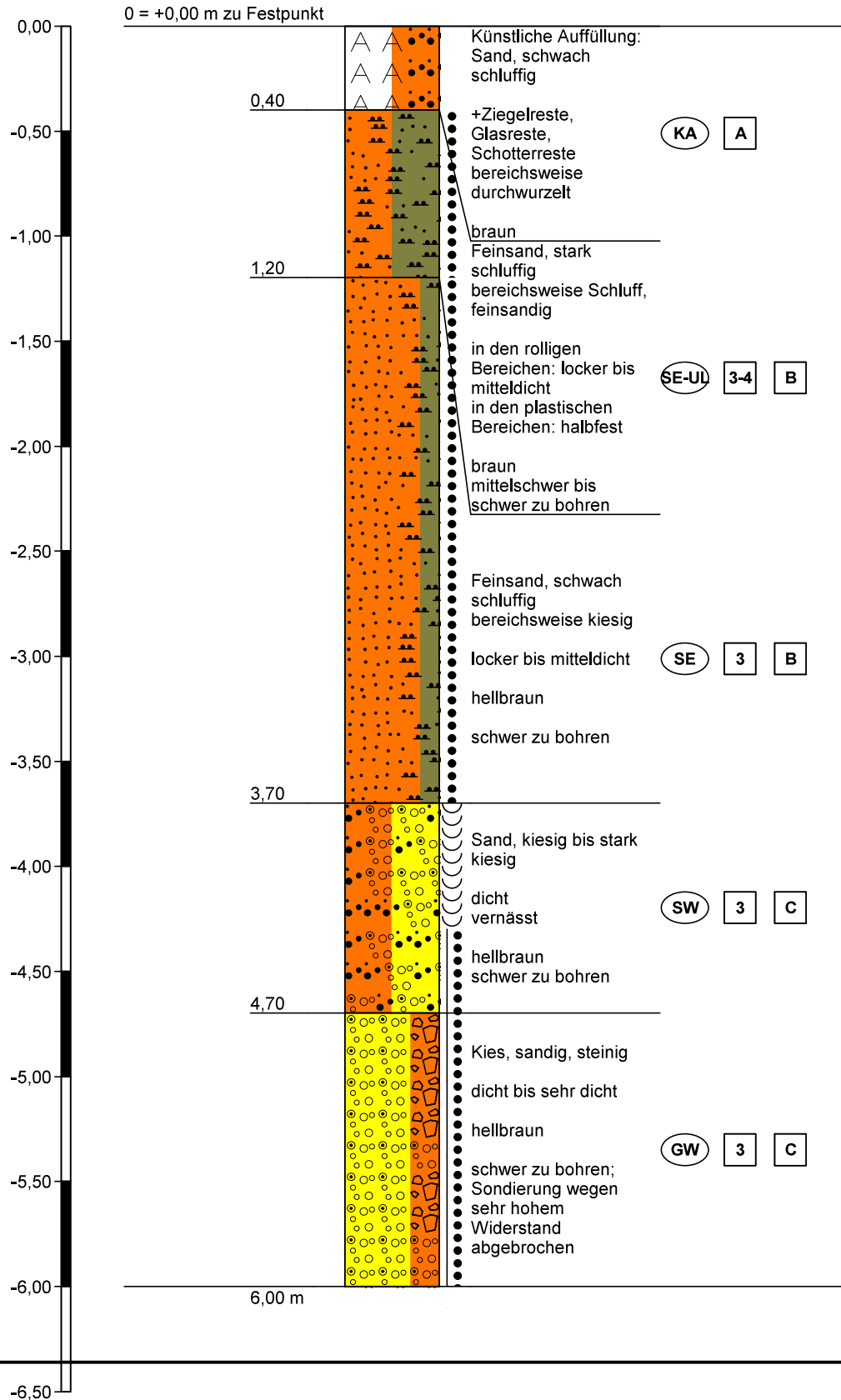
Auftraggeber: Schoofs Immobilien GmbH

Bearb.: AF

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 1





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Heidelberg, Mannheimer Straße

Auftraggeber: Schoofs Immobilien GmbH

Anlage 2

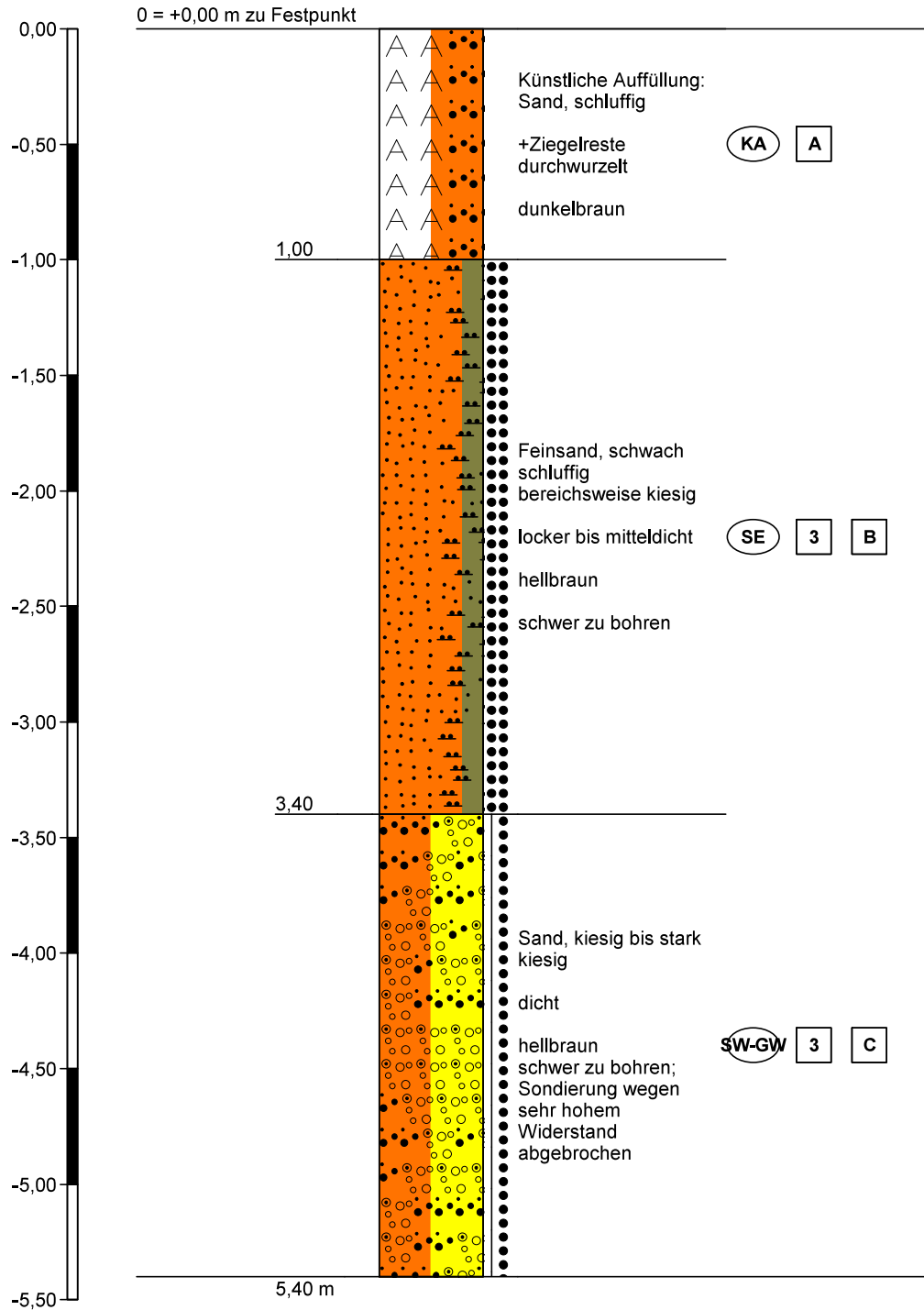
Datum: 26.8.21

Bearb.: AF

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 2





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Heidelberg, Mannheimer Straße

Auftraggeber: Schoofs Immobilien GmbH

Anlage

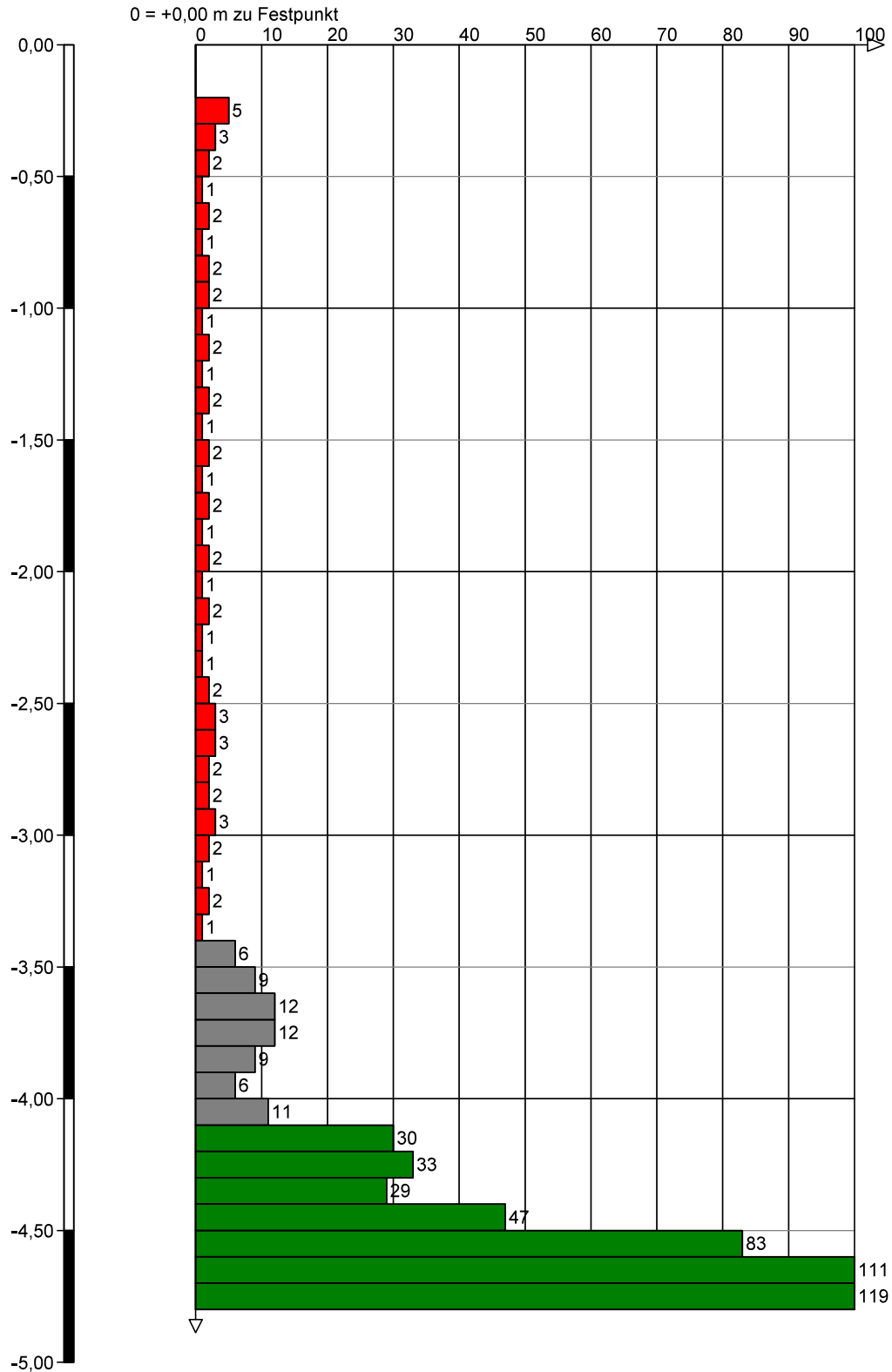
Datum: 26.08.21

Bearb.: AF

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

DPH 1





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Heidelberg, Mannheimer Straße

Auftraggeber: Schoofs Immobilien GmbH

Anlage

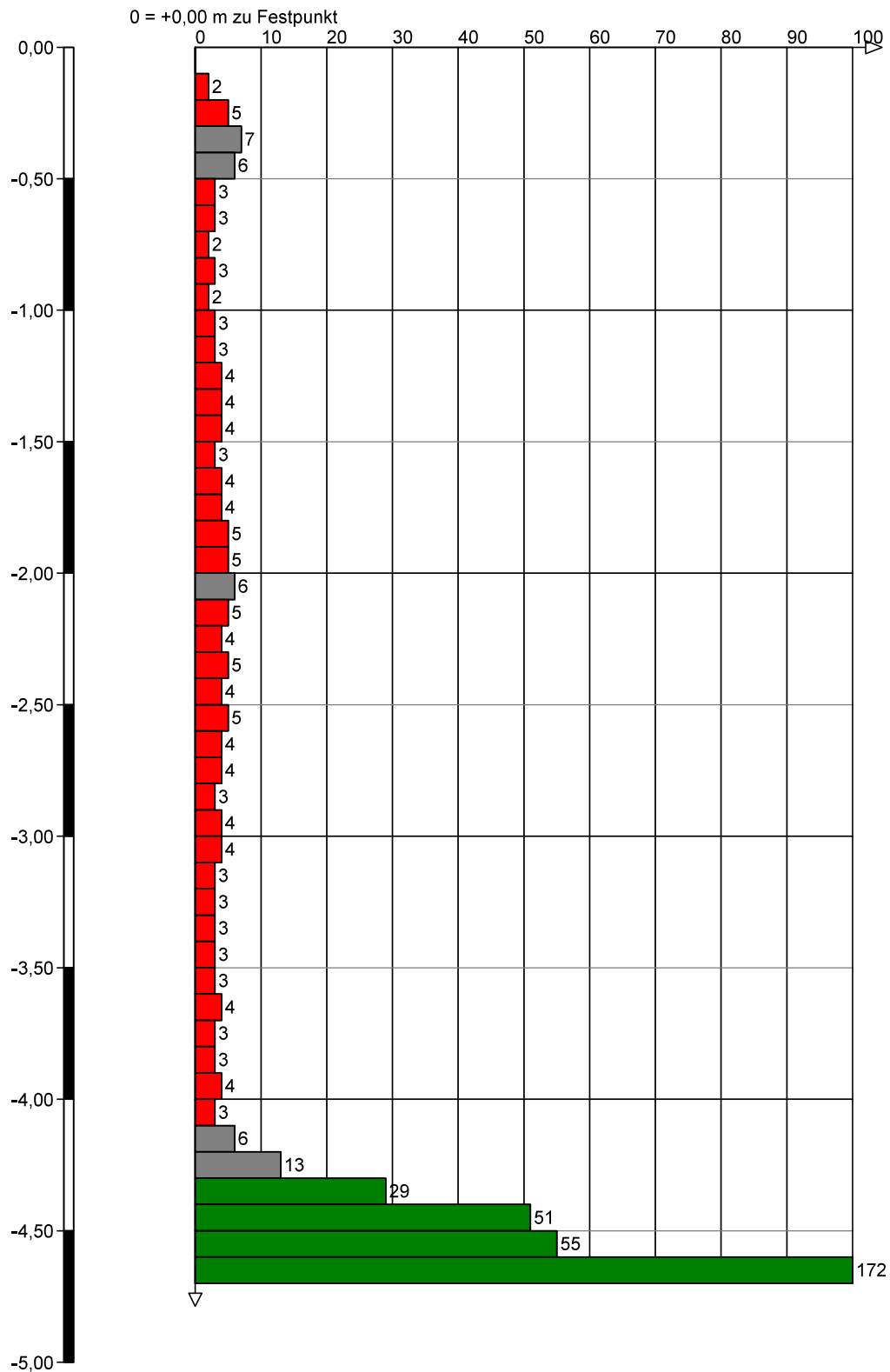
Datum: 26.08.21

Bearb.: AF

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

DPH 2





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Heidelberg, Mannheimer Straße

Auftraggeber: Schoofs Immobilien GmbH

Anlage

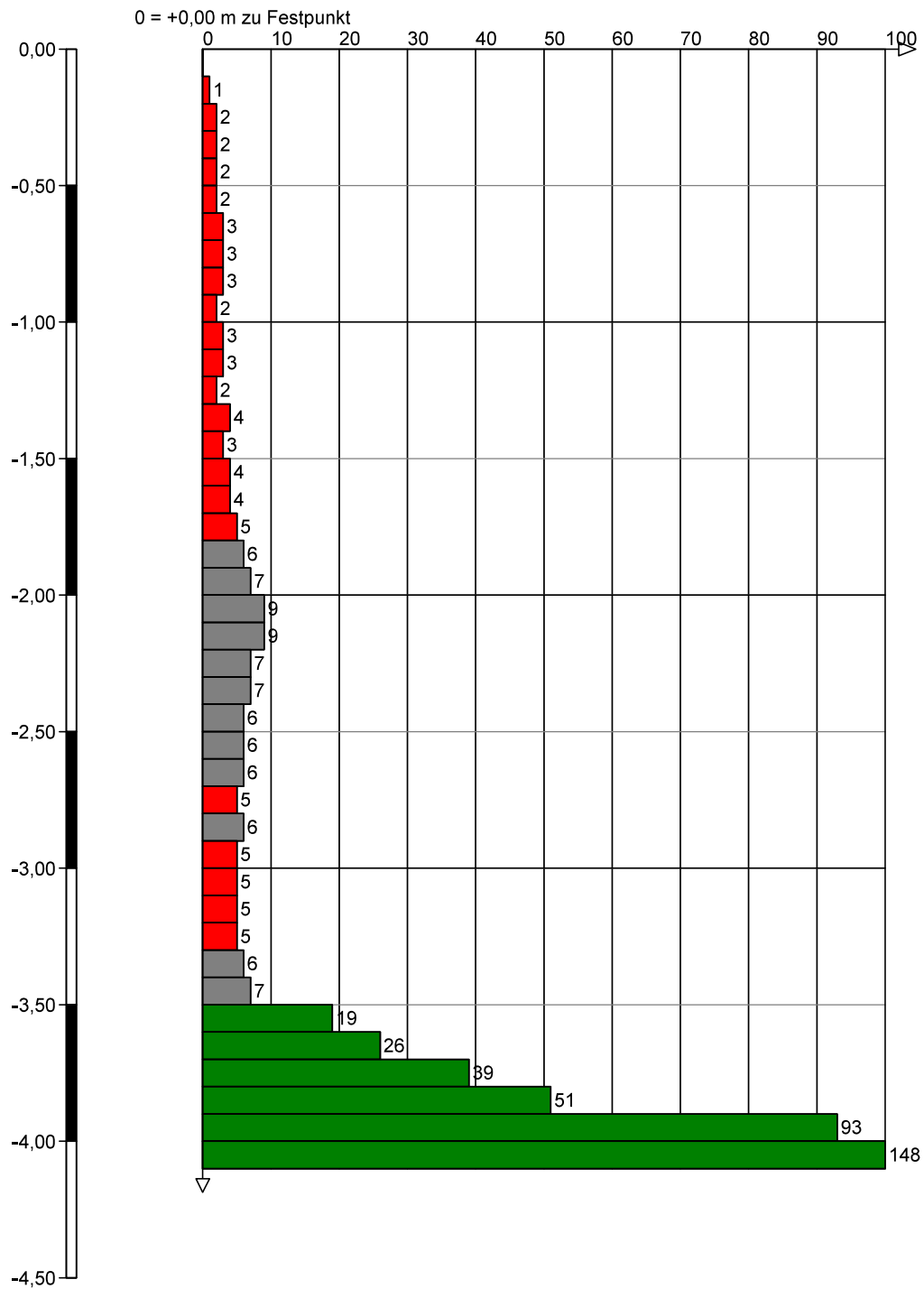
Datum: 26.08.21

Bearb.: AF

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

DPH 3





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Heidelberg, Mannheimer Straße

Auftraggeber: Schoofs Immobilien GmbH

Anlage

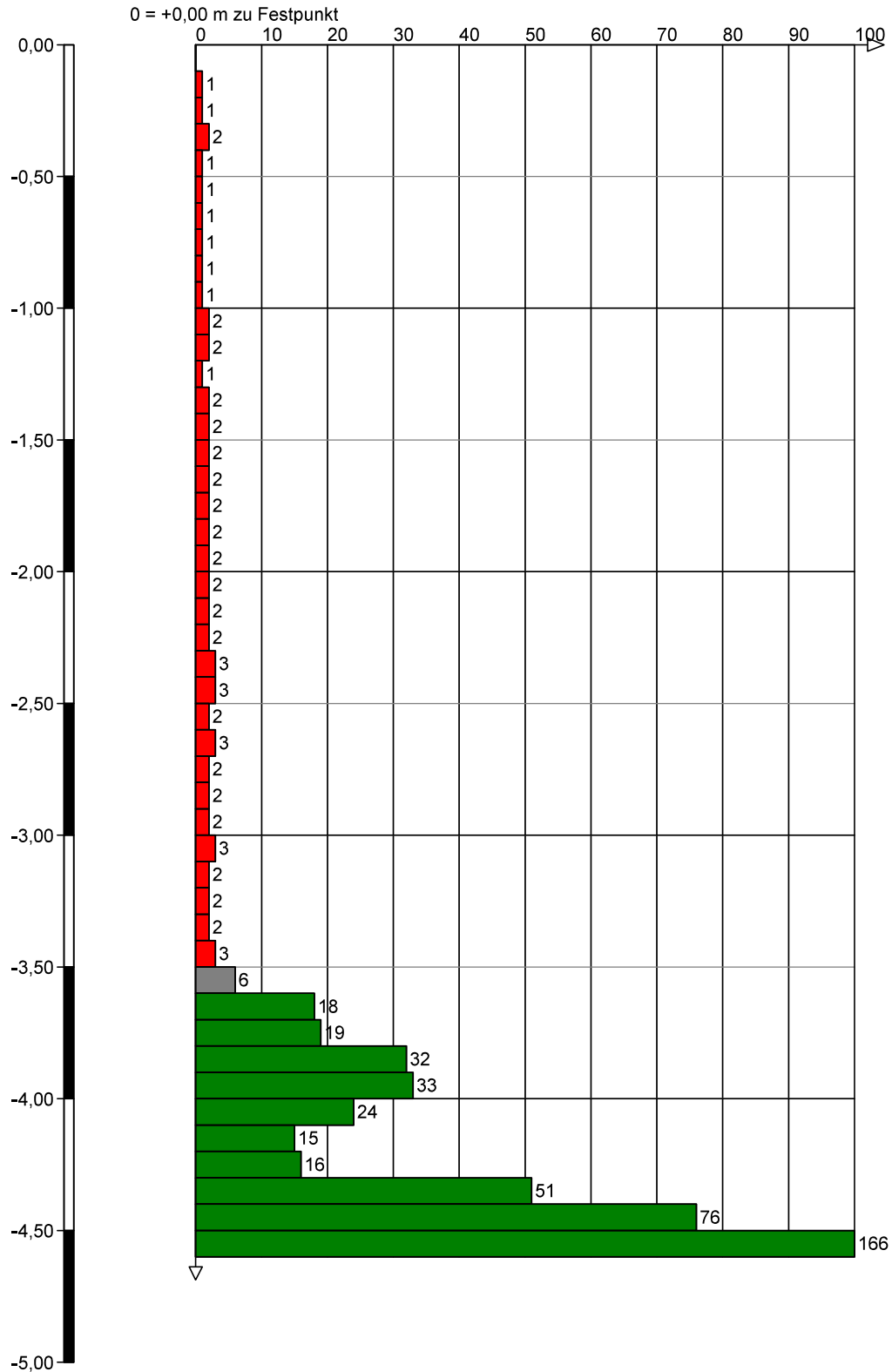
Datum: 26.08.21

Bearb.: AF

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

DPH 4





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Heidelberg, Mannheimer Straße

Auftraggeber: Schoofs Immobilien GmbH

Anlage 2

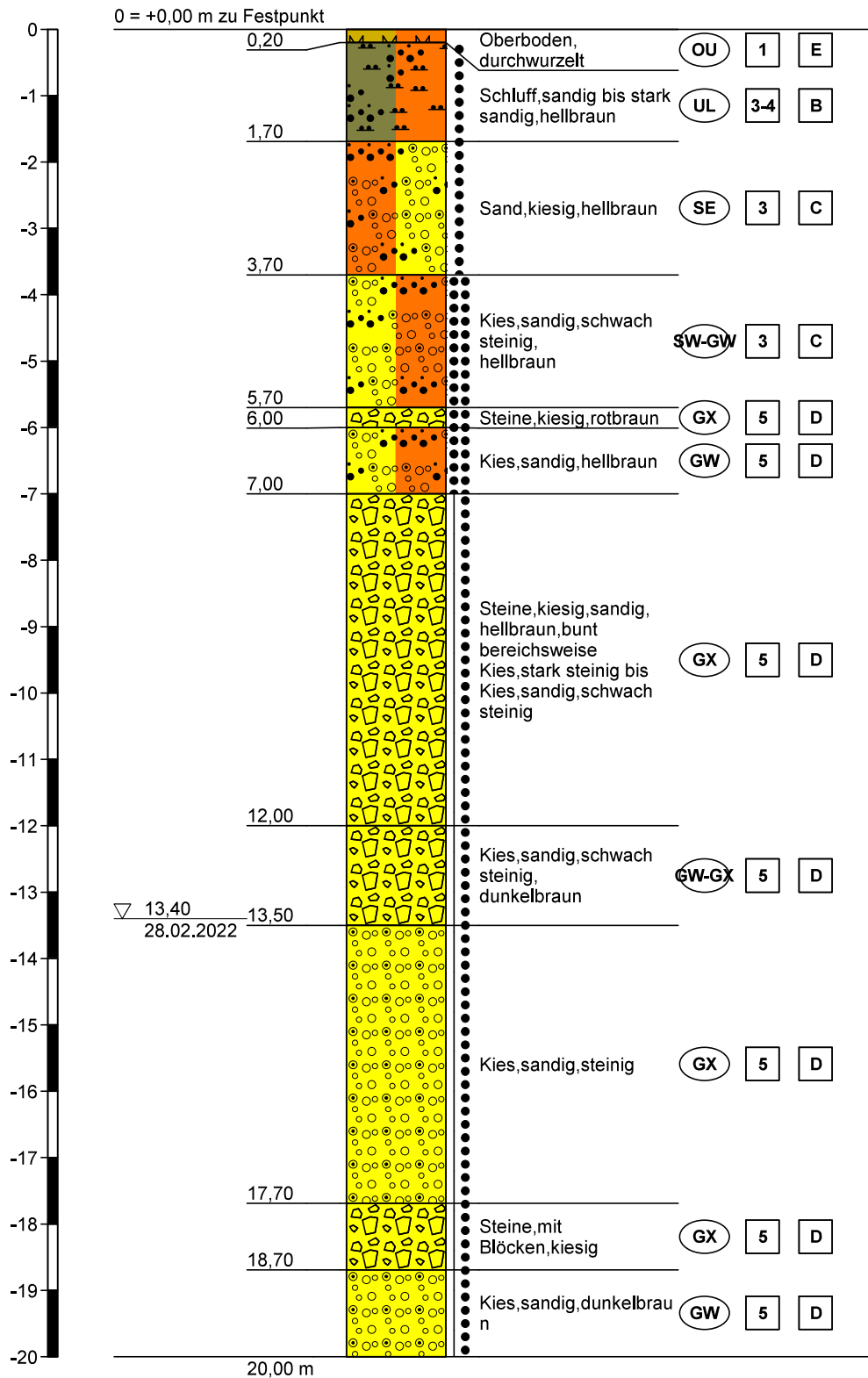
Datum: 28.02.2022

Bearb.: AF

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Tiefbohrung BK 1/22





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Heidelberg, Mannheimer Straße

Anlage 2

Datum: 28.02.2022

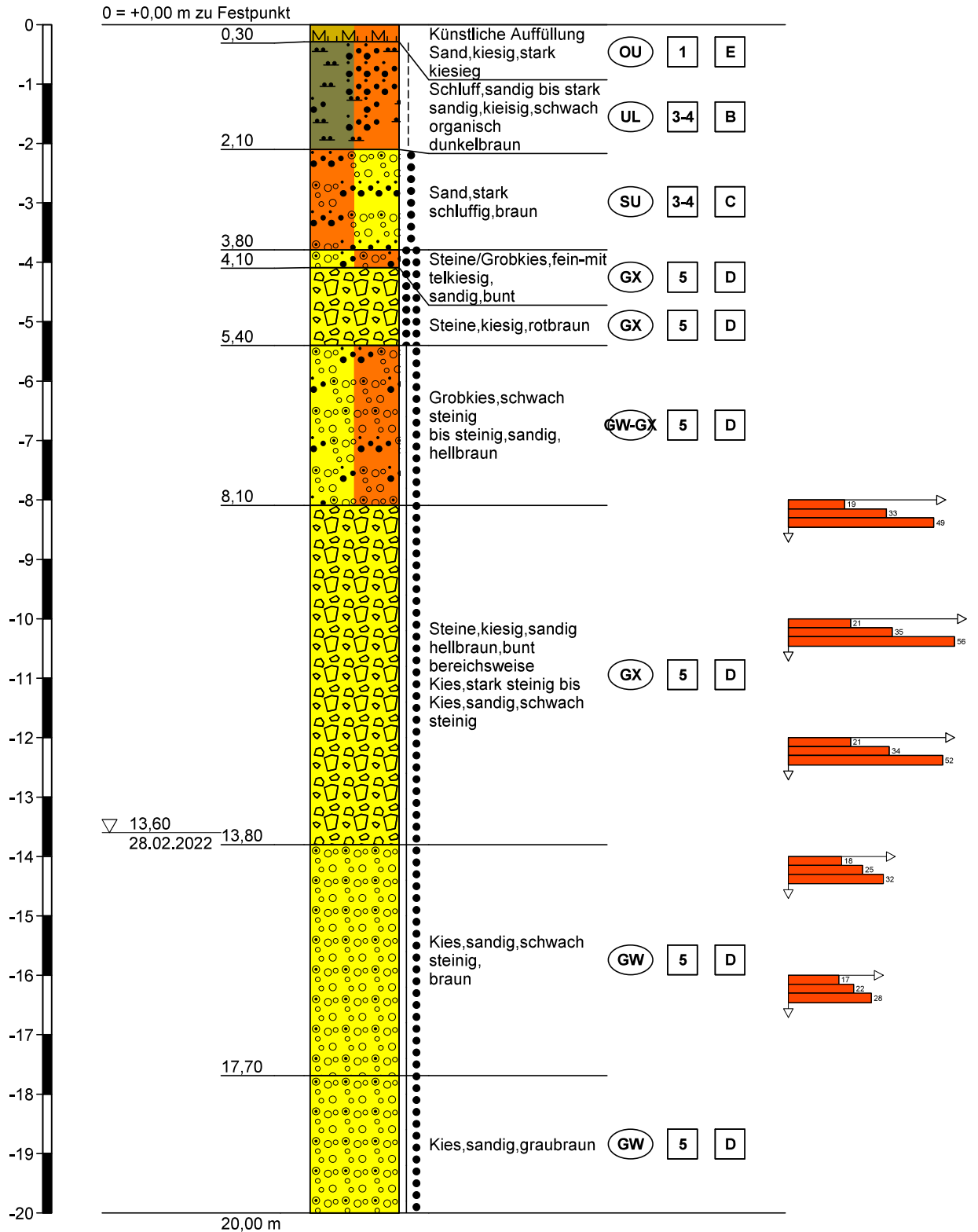
Auftraggeber: Schoofs Immobilien GmbH

Bearb.: AF

Projektnummer:

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Tiefbohrung BK 2 /22





Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Heidelberg, Mannheimer Straße

Anlage

Datum: 26.08.21

Auftraggeber: Schoofs Immobilien GmbH

Bearb.: AF

Projektnummer:

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Boden- und Felsarten



Auffüllung, A



Mutterboden, Mu



Steine, X, steinig, x



Kies, G, kiesig, g



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Sand, S, sandig, s



Schluff, U, schluffig, u

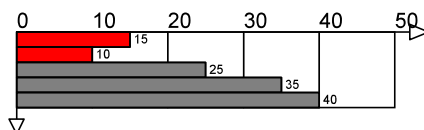
Korngrößenbereich

f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)
- stark (30-40%)

Rammdiagramm



Farben

locker
mitteldicht
dicht

Homogenbereiche nach DIN 18300



Künstliche Auffüllung



Feinsand, Schluff



Sand, Kies



Steine



Oberboden

Bodenklasse nach DIN 18300 (veraltet)



Oberboden (Mutterboden)



Fließende Bodenarten



Leicht lösbare Bodenarten



Mittelschwer lösbare Bodenarten



Schwer lösbare Bodenarten



Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten



Schwer lösbarer Fels



Prof. Dr. Knoblich

Umwelt- & Baugrundberatung GmbH

Projekt: Heidelberg, Mannheimer Straße

Anlage

Datum: 26.08.21

Auftraggeber: Schoofs Immobilien GmbH

Bearb.: AF

Projektnummer:

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Bodengruppe nach DIN 18196

- | | |
|--|--|
| GE enggestufte Kiese | GW weitgestufte Kiese |
| GI Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische | SE enggestufte Sande |
| SW weitgestufte Sand-Kies-Gemische | SI Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische |
| GU Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | GU* Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| GT Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | GT* Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| SU Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | SU* Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| ST Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | ST* Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| UL leicht plastische Schluffe | UM mittelpplastische Schluffe |
| UA ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff | TL leicht plastische Tone |
| TM mittelpplastische Tone | TA ausgeprägt plastische Tone |
| OU Schluffe mit organischen Beimengungen | OT Tone mit organischen Beimengungen |
| OH grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art | OK grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen |
| HN nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus) | HZ zersetzte Torfe |
| F Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel) | [] Auffüllung aus natürlichen Böden |
| A Auffüllung aus Fremdstoffen | |

Sonstige Zeichen



SPT-Test



naß, Vernässungszone oberhalb des Grundwassers

Lagerungsdichte

- | | | | |
|--------|-------------|-------|------------|
| locker | mitteldicht | dicht | sehr dicht |
|--------|-------------|-------|------------|

Konsistenz

- | | | | | |
|--------|-------|-------|----------|------|
| breiig | weich | steif | halbfest | fest |
|--------|-------|-------|----------|------|

Grundwasser

1,00
18.05.2022 Grundwasser am 18.05.2022 in 1,00 m unter Gelände angebohrt

1,00
18.05.2022 Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am 18.05.2022

1,00
18.05.2022 Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten am 18.05.2022

1,00
18.05.2022 Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch

1,00
18.05.2022 Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände



Anlage 2

Mannheimer Str. 45-47
BK 2/22 : 0 bis 5 m



BK2

2

3

4

5

1

2

3

4

BK2

BK2



Mannheimer Str. 45-47
BK 2/22 : 5 bis 10 m



6

7

8

9

5

6

7

8

BK2

BK2



Mannheimer Str. 45-47
BK 2/22 : 10 bis 15 m



Mannheimer Str. 45-47
BK 2/22 : 15 bis 20 m



16
17

BK 2

16

18
19

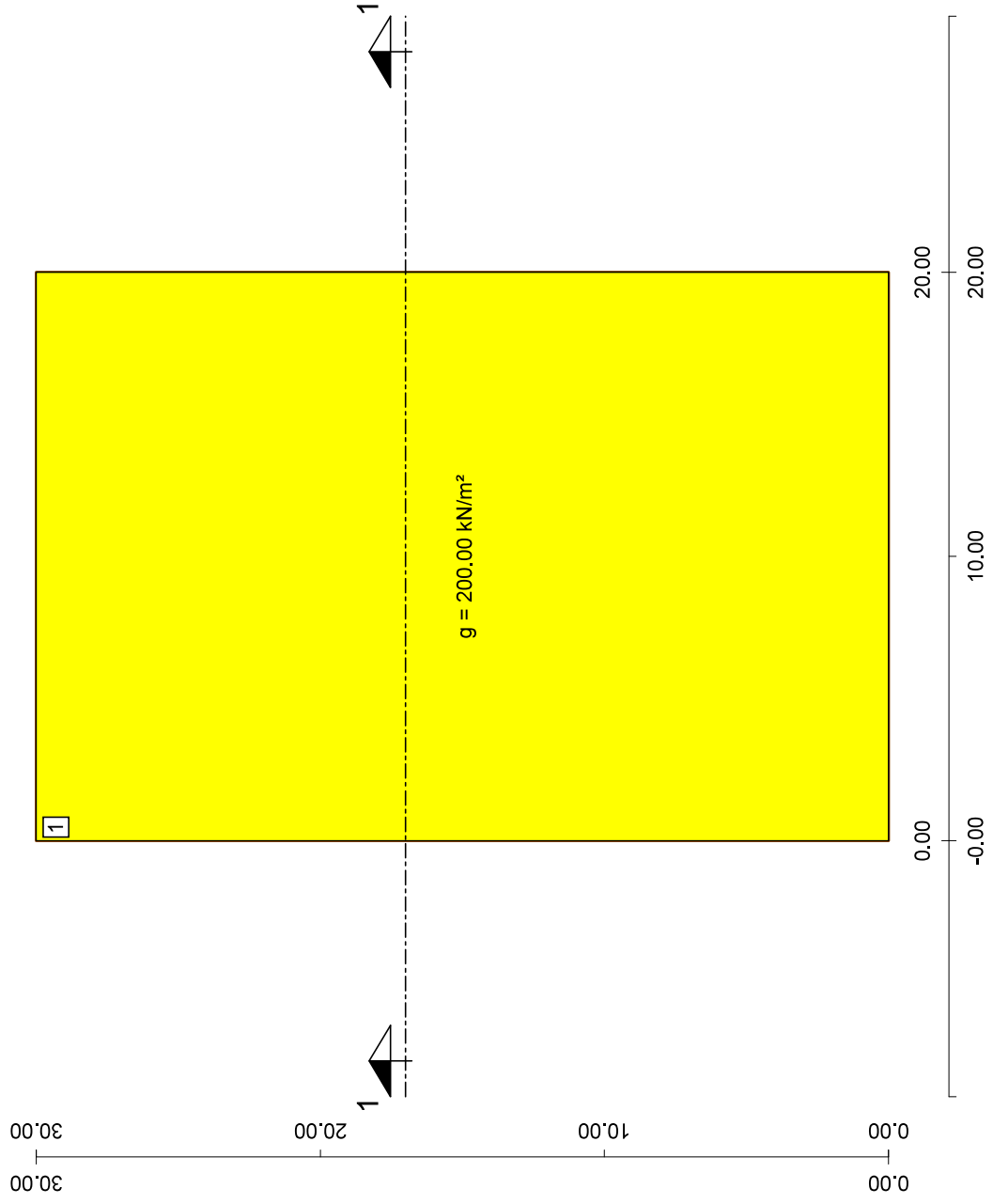
BK 2

17





Anlage 3



Programm DC-Setzung *** Copyright 2000-2022 DC-Software Doster & Christmann GmbH, D-81245 München ***

Eingabedatei: C:\SynologyDriveKnoblichGmbH\01_Projektverzeichnis\1.1 Projekte\1.1.3 Aktive Projekte\SCHOOFS
 \Heidelberg\NEU Bohrungen\Berechnungen\Vorlagen Bodenplatte.dbs

Setzungsberechnung nach EC 7/DIN EN 1997 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Baugrund

Grundwasserstand z_{GW} : 13.00 m
 Korrekturbeiwert α : 0.67
 Grenztiefe: $0.20 \cdot \sigma_s$

Schichtdaten

		Sand locker	Sand Kies md	Kies Steine
Schichthöhe Δh	[m]	3.70	3.30	13.00
Wichte Boden γ	[kN/m ³]	18.00	18.00	20.00
Wichte unter Auftrieb γ'	[kN/m ³]	10.00	10.00	11.00
Steifemodul E_s	[MN/m ²]	15.00	60.00	150.00
Korrekturbeiwert α		0.67	0.67	0.67

Fundamente

Nr.	x von [m]	x bis [m]	y von [m]	y bis [m]	Tiefe UK Last/Überl.	Wichte [kN/m ³]	Typ
1 (Rechteck)	0.00	20.00	0.00	30.00	3.00/3.00	0.00	starr

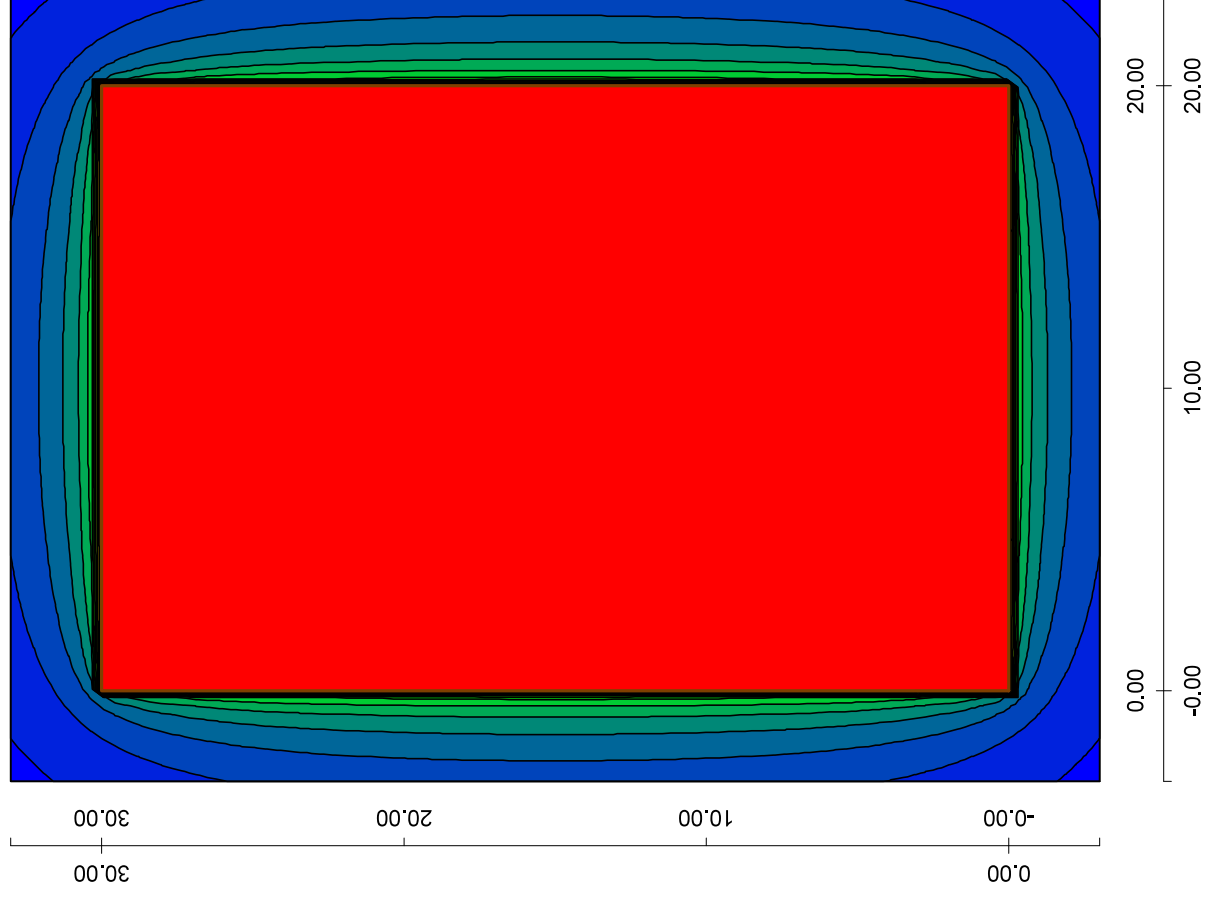
Lastfall 1

Flächenlasten	x von	x bis	y von	y bis	Last p
Fundament Nr.	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
1	0.00	20.00	0.00	30.00	200.00

Setzungen

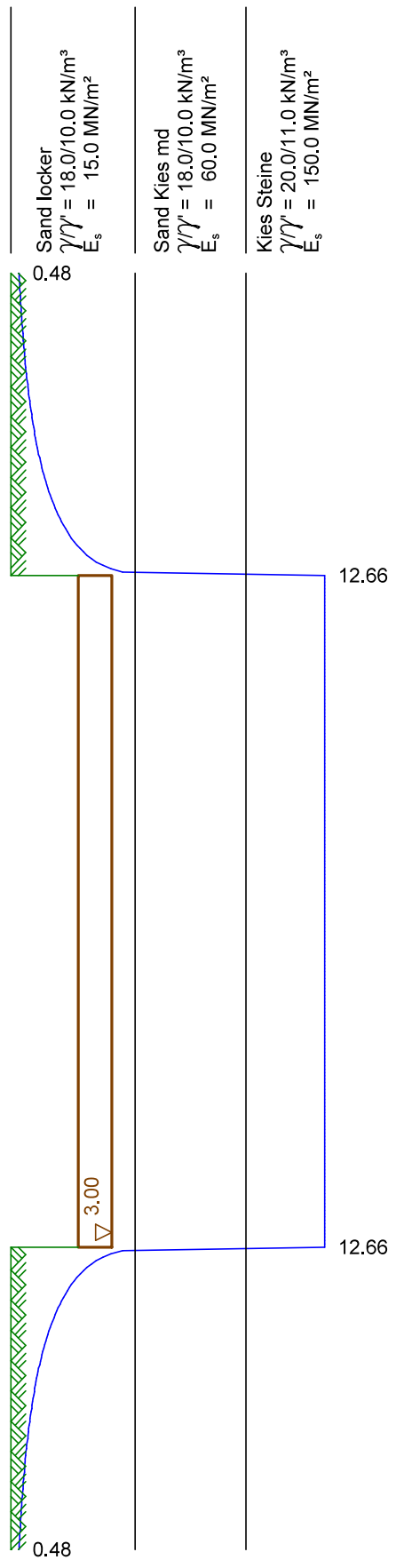
Angesetzte Grenztiefe: 17.00 m unter GOK

Fundament Nr.	x	y	s	k _s
	[m]	[m]	[mm]	[MN/m ³]
1	0.00	0.00	12.66	15.79
	0.00	30.00	12.66	15.79
	20.00	0.00	12.66	15.79
	20.00	30.00	12.66	15.79
max. s	20.00	30.00	12.66	15.79



0.00
0.80
1.59
2.39
3.19
3.98
4.78
5.58
6.38
7.17
7.97
8.77
9.56
10.36
11.16
11.95
12.75 [mm]

Seite	4
Lastfall	1
Maßstab	: 1: 250



Sand locker
 $\gamma/\gamma' = 18.0/10.0 \text{ kN/m}^3$
 $E_s = 15.0 \text{ MN/m}^2$

Sand Kies md
 $\gamma/\gamma' = 18.0/10.0 \text{ kN/m}^3$
 $E_s = 60.0 \text{ MN/m}^2$

Kies Steine
 $\gamma/\gamma' = 20.0/11.0 \text{ kN/m}^3$
 $E_s = 150.0 \text{ MN/m}^2$

Seite	5
Schnitt	1
Lastfall	1
Maßstab	: 1: 200



Anlage 4

Beispiel 1
 Norm: EC 7
 Trägerbohlwand
 HEA 120
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck
 nach: Weibach
 Bohlträgerbreite = 0.300 m

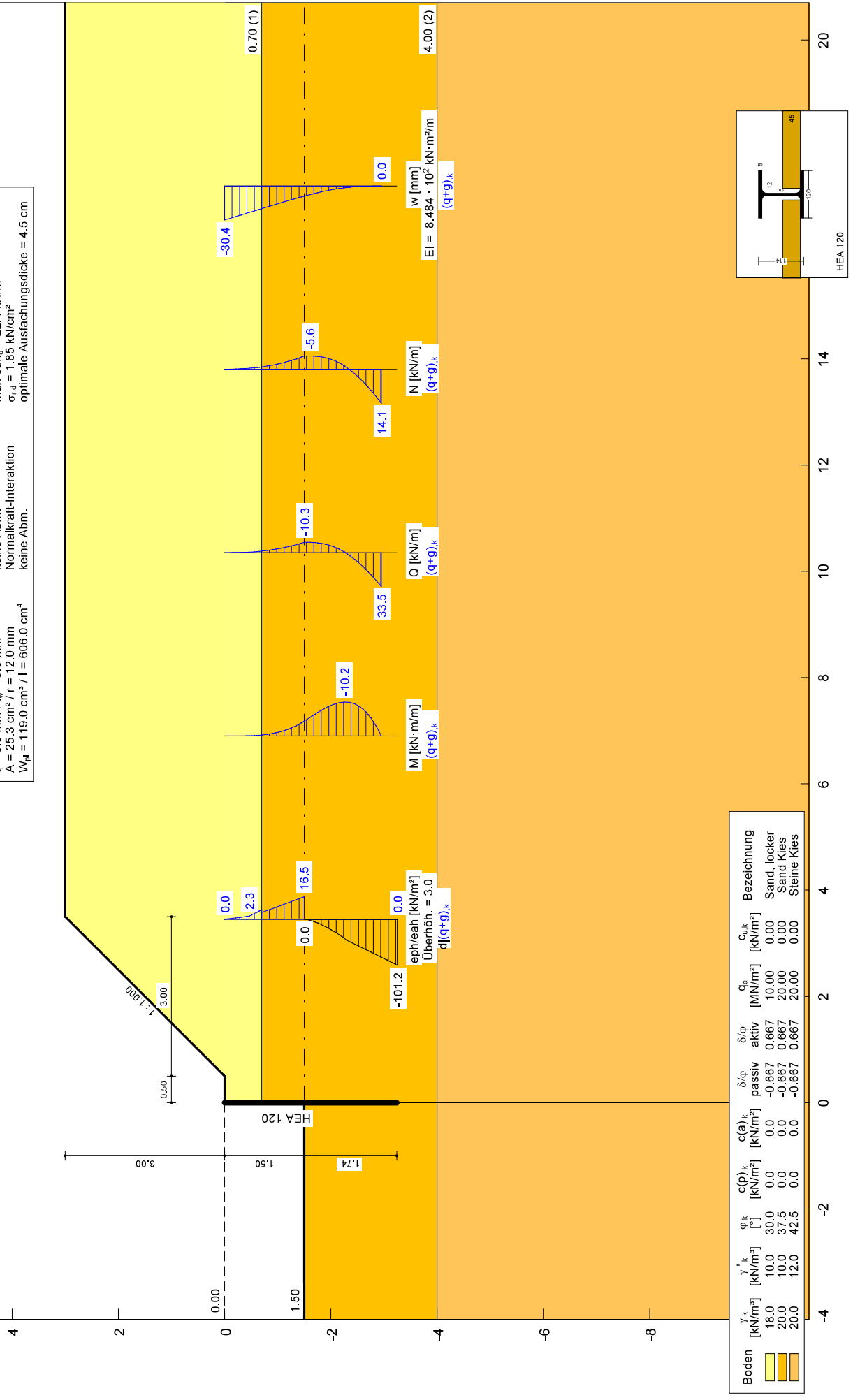
Bohlträgerabstand = 1.50 m
 Erf. Profillänge = 3.24 m
 Erf. Einbindetiefe = 1.74 m
 BS: DIN EN 1997-1: BS-P
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{EP} = 1.40$
 Anpassungsfaktor $E_p = 0.80$
 mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.44$

μ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.14

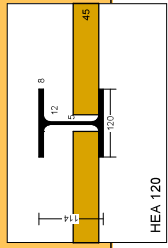
Bemessung:
 Nachweis Bohlträger
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
 Bemessungssituation: max M, gq
 $M_{Ed} = 20.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $V_{Ed} = 1.4 \text{ kN}$
 $N_{Ed} = 3.0 \text{ kN}$ (Druck)
 Profil: HEA 120 / Stahlgüte: S 235
 $b = 120.0 \text{ mm}$ / $h = 114.0 \text{ mm}$
 $t_f = 8.0 \text{ mm}$ / $t_w = 5.0 \text{ mm}$
 $A = 25.3 \text{ cm}^2$ / $r = 12.0 \text{ mm}$
 $W_{pl} = 119.0 \text{ cm}^3$ / $I = 606.0 \text{ cm}^4$

$\gamma_{MO} = 1.00$ / $\gamma_{MI} = 1.10$
 $\xi = 1.000$
 $c/t = 14.8$ (St.) / 5.7 (Fl.)
 Klasse: 1 (St.); 1 (Fl.: 1)
 $f_{t,d} = 235.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{pl,Rd} = 28.0 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $N_{pl,Rd} = 114.2 \text{ kN}$ ($\mu = 0.012$)
 $N_{pl,Rd} = 594.6 \text{ kN}$ ($\mu = 0.005$)
 Querkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.

Nachweis M_{Rd}
 $M_{pl,Rd} = 28.0 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.737$
 Knicklänge = 4.500 m
 $N_{cr} = 620.2 \text{ kN}$
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.005 \leq 0.04$
 -> Kein Knicknachweis
 max $\mu = 0.737$
 Nachweis der Holz-Ausfuchung:
 max $e_{ah} = 22.4 \text{ kN/m}^2$
 $\sigma_{rd} = 1.85 \text{ kN/cm}^2$
 optimale Ausfuchungsdicke = 4.5 cm



Boden	γ_k [kN/m ³]	γ'_{sk} [kN/m ³]	ϕ'_{sk} [°]	$c(\phi)_{sk}$ [kN/m ²]	$c(a)_{sk}$ [kN/m ²]	δ'_{so} passiv	δ'_{so} aktiv	δ'_{so} aktiv	q_{sk} [MN/m ²]	c_{sk} [kN/m ²]	Bezeichnung
18.0	10.0	30.0	0.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	0.00	Sand, locker
20.0	10.0	37.5	0.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	20.00	0.00	0.00	Sand Kies
20.0	12.0	42.5	0.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	20.00	0.00	0.00	Steine Kies



Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

beispiel 1

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Alle Höhenangaben beziehen sich auf den Wandkopf.

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 1.50 m

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: Weißenbach

Bohlträgerbreite = 0.300 m

Bohlträgerabstand = 1.50 m

Grundwasserstand (rechts) = 13.00 m

Grundwasserstand (links) = 13.00 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-P

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{Ep} = 1.40$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[-]
1	0.50	3.50	3.00	0.29	0.17	1.03	0.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen

in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Bei steilen Bermen ist gegebenenfalls ein getrennter Nachweis der Standsicherheit der Berme erforderlich.

Bei Bermen ohne Kohäsion gilt: Ausnutzung $\mu_e = \tan(\beta) / \tan(\phi) * 1.25$ (BS-P)

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

$E_{ph,d} = 57.00$ kN/m ($E_{pv,d} = -26.59$ kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$

$B_{h(g+q),d} = 57.00$ kN/m

$B_{h,g,d} = 57.00$ kN/m

$B_{h,q,d} = 0.00$ kN/m

$B_{h,w,d} = 0.00$ kN/m

Ersatzkräfte C_h (Blum)

$C_{h,k} = 33.52$ kN/m

$C_{h,g,k} = 33.52$ kN/m

$C_{h,q,k} = 0.00$ kN/m

$C_{h,w,k} = 0.00$ kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ_k	γ'_{k}	ϕ_k	$c(pas),k$	$c(akt),k$	$d(p)/\phi$	$d(a)/\phi$	q_c	$c_{u,k}$
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
1	0.70	18.00	10.00	30.00	0.00	0.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
2	4.00	20.00	10.00	37.50	0.00	0.00	-0.667	0.667	20.00	0.00
3	20.00	20.00	12.00	42.50	0.00	0.00	-0.647	0.667	20.00	0.00

Aktive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	θ	$k_{agh}(40^\circ)$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	0.70	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179
2	4.00	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179
3	20.00	0.159	0.667	42.500	28.35	63.35	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
0.000	0.460	0.000	2.313	0.00	0.00
0.460	0.700	2.314	7.041	0.00	0.00
0.700	1.000	5.053	9.414	0.00	0.00
1.000	1.488	9.414	16.510	0.00	0.00
1.488	1.500	16.510	16.558	0.00	0.00
1.500	2.000	0.000	0.000	0.00	0.00
2.000	2.250	0.000	0.000	0.00	0.00
2.250	2.950	0.000	0.000	0.00	0.00
2.950	4.000	0.000	0.000	0.00	0.00
4.000	13.000	0.000	0.000	0.00	0.00
13.000	20.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	UK	k_{pgh}	k_{pch}	φ_k	δ	θ
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
2	4.00	8.859	7.755	37.500	-25.01	12.77
3	20.00	13.236	9.990	42.500	-27.50	9.47

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
1.49	1.50	0.00	0.00
1.50	2.00	0.00	-22.69
2.00	2.25	-22.69	-41.68
2.25	2.95	-41.68	-83.87
2.95	4.00	-83.87	-144.61
4.00	13.00	-193.69	-890.98
13.00	20.00	-890.98	-1216.37

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
0.46	-0.6	-0.7	-0.1
0.70	-1.4	-2.2	-0.4
1.00	-3.0	-5.2	-1.5
1.49	-7.4	-13.7	-5.9
1.50	-7.5	-14.0	-6.1
2.00	-5.7	-9.2	-12.4
2.25	-2.0	-1.0	-13.8
2.95	19.0	45.3	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
0.46	-0.6	-0.7	-0.1
0.70	-1.4	-2.2	-0.4
1.00	-3.0	-5.2	-1.5
1.49	-7.4	-13.7	-5.9
1.50	-7.5	-14.0	-6.1
2.00	-5.7	-9.2	-12.4
2.25	-2.0	-1.0	-13.8
2.95	19.0	45.3	0.0

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
0.46	-0.5	-0.5	-0.1
0.70	-1.0	-1.7	-0.3
1.00	-2.2	-3.8	-1.1
1.49	-5.4	-10.2	-4.4
1.50	-5.5	-10.3	-4.5
2.00	-4.2	-6.8	-9.2
2.25	-1.5	-0.7	-10.2
2.95	14.1	33.5	0.0

Schnittgrößen (g,k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
0.46	-0.5	-0.5	-0.1
0.70	-1.0	-1.7	-0.3
1.00	-2.2	-3.8	-1.1
1.49	-5.4	-10.2	-4.4
1.50	-5.5	-10.3	-4.5
2.00	-4.2	-6.8	-9.2
2.25	-1.5	-0.7	-10.2
2.95	14.1	33.5	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
0.46	0.0	0.0	0.0
0.70	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0
1.49	0.0	0.0	0.0
1.50	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	0.0	0.0
2.25	0.0	0.0	0.0
2.95	0.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
0.46	0.0	0.0	0.0
0.70	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0
1.49	0.0	0.0	0.0
1.50	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	0.0	0.0
2.25	0.0	0.0	0.0
2.95	0.0	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit $EI = 8.484E+2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w
[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]
0.00	-30.4	0.05	-29.6	0.41	-24.4	0.46	-23.7	0.46	-23.7	0.50	-23.1	0.65	-20.9
0.70	-20.2	0.70	-20.2	0.75	-19.4	0.95	-16.5	1.00	-15.8	1.00	-15.8	1.05	-15.1
1.44	-9.7	1.49	-9.1	1.49	-9.1	1.50	-8.9	1.50	-8.9	1.55	-8.3	1.95	-3.9
2.00	-3.4	2.00	-3.4	2.05	-3.0	2.20	-1.9	2.25	-1.6	2.25	-1.6	2.30	-1.3
2.90	0.0	2.95	0.0										

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

$\phi_{i,[g+q],k} = 0.00000000$

Theoretischer Fußpunkt = 2.950 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

$M_{Ed} = 20.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{Ed} = 1.4 \text{ kN}$

$N_{Ed} = 3.0 \text{ kN}$ (Druck)

Profil: HEA 120 / Stahlgüte: S 235

$b = 120.0 \text{ mm} / h = 114.0 \text{ mm}$
 $t_f = 8.0 \text{ mm} / t_w = 5.0 \text{ mm}$
 $A = 25.3 \text{ cm}^2 / r = 12.0 \text{ mm}$
 $W_{pl} = 119.0 \text{ cm}^3 / I = 606.0 \text{ cm}^4$
 $\gamma_{M0} = 1.00 / \gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 1.000$

$c / t = 14.8 \text{ (St.)} / 5.7 \text{ (Fl.)}$

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

$f_y = 235.0 \text{ N/mm}^2$

$M_{pl,Rd} = 28.0 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{pl,Rd} = 114.2 \text{ kN} (\mu = 0.012)$

$N_{pl,Rd} = 594.6 \text{ kN} (\mu = 0.005)$

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

$M_{pl,Rd} = 28.0 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.737$

Knicklänge = 4.500 m

$N_{cr} = 620.2 \text{ kN}$

$N_{Ed} / N_{cr} = 0.005 \leq 0.04$

-> Kein Knicknachweis

max $\mu = 0.737$

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max $e_{ah}(d) = 22.4 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{(r,d)} = 1.85 \text{ kN/cm}^2$

optimale Ausfachungsdicke = 4.5 cm

max $M_d = 13.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 2.25 m)

Zugehörige Werte: $N_d = -2.0 \text{ kN/m}$; $Q_d = -1.0 \text{ kN/m}$; $w_k = 1.6 \text{ mm}$

max $Q_d = 45.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 2.95 m)

Zugehörige Werte: $N_d = 19.0 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max $N_d = 19.0 \text{ kN/m}$ (Tiefe = 2.95 m)

Zugehörige Werte: $Q_d = 45.3 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max $w_k = 30.4 \text{ mm}$ (Tiefe = 0.00 m)

Zugehörige Werte: $N_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %

Einbindetiefe $t_g = 1.74 \text{ m}$

Profillänge = 3.24 m

Nachweis Summe H

$E_{ph,d} = 169.13 \text{ kN/m}$

($E_{ph,d}$ mit Wandreibungswinkel = $-\varphi$ ermittelt)

($E_{ph,d}$ berechnet mit Anpassungsfaktor von: 1.000)

$E_{ah,d} = 38.10 \text{ kN/m}$

$B_{h,d}' = B_{h,d} - 0,5 \cdot C_{h,d}$

$B_{h,d} = 57.00 \text{ kN/m}$; $C_{h,d} = 45.25 \text{ kN/m}$

$B_{h,d}' = 34.37 \text{ kN/m}$

($B_{h,d}$ über rechnerisches Auflager)

$E_{ah,d} + B_{h,d}' \leq E_{ph,d}$ (Nachweis OK)

$\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}') / E_{ph,d}$

$\mu = (38.10 + 34.37) / 169.13$

$\mu = 72.47 / 169.13 = 0.43$

Nachweis Summe V

Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße

nach unten gerichtet ist.

Bei Trägerbohlwänden berechnet sich E_{pv} (B_v) aus dem Reibungs- und

dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird

dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für C_h und C_v erfolgt eine

analoge Annahme.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: $G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p)$

$G_k = 0.43 \text{ kN/m}$

$P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

$E_{av,k} = 4.57 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 10.15 \text{ kN/m}$)

$C_{h,k} = 6.70 \text{ kN/m}$
 $B_{v,k} = -4.09 \text{ kN/m}$
 $\delta_p [^\circ] = -25.0$
 $\delta_c [^\circ] = 12.5$
Summe $V_k = 3.21 \text{ kN/m (Druck)}$

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Erfahrungswerte nach EA Pfähle)

Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)

Profil: HEA 120

Abminderung $q_{b,k}$ wegen Einbindetiefe $t_g < 3.00 \text{ m} = (t_g - 0.50) / 2.50 = 0.496$

$$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / \gamma_{Ep}$$

$$R_{Bv,d} = (13.16 - 1/2 \cdot 10.06) \cdot \tan(25.0^\circ) / 1.40 = 2.71 \text{ kN}$$

$$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) / \gamma_{Ep}$$

$$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot 10.06 \cdot \tan(25.0^\circ) / 1.40 = 1.68 \text{ kN}$$

Verhältnisswert (min, max) = 0.00

Spitzendruck $q_{c,m} = 20.00 \text{ MN/m}^2$

(gemittelt von 3.13 bis 3.70 m) $\Rightarrow q_{b,k} = 4.05 \text{ MN/m}^2$

$$R_{b,d} = \eta(b) \cdot A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.480 \cdot 0.0137 \cdot 4.05 \cdot 1000 / 1.40 = 19.02 \text{ kN}$$

Reduktion Spitzendruck nach EA-Pfähle mit $\eta(b) = 0.480$

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k} [\text{kN/m}^2]$	Bezeichnung
1.50	3.24	110.00	Sand Kies

Mantelfläche bis 3.24 m = $0.426 \text{ m}^2/\text{m} \Rightarrow R_{s1,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 2.95 bis 3.24 m = $0.666 \text{ m}^2/\text{m} \Rightarrow R_{s3,d}$

$$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 0.600 \cdot 81.54 / 1.40 = 34.94 \text{ kN}$$

$$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 21.25 / 1.40 = 15.18 \text{ kN}$$

Reduktion Mantelreibung nach EA-Pfähle mit $\eta(s) = 0.600$

$$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s3,d} = 73.52 \text{ kN}$$

Einwirkungen

$$V_d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d} = 0.87 + 9.25 + 0.00 = 10.12 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow \mu = V_d / R_d = 10.12 / 73.52 = 0.14$$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.500 / 1.350 = 1.111$

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{Rv} = 1.400$

Breite = 0.30 m

Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 19.02 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.111)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 22.36 [\text{kN/m}]$

Kohäsionskraft $K_k = 0.00 [\text{kN/m}]$

Grundbruchlast $R_{n,k} = 1368.39 [\text{kN/m}]$

Grundbruch mit:

Reibungswinkel $\varphi_k = 41.64 [^\circ]$

Kohäsion $c_k = 0.00 [\text{kN/m}^2]$

$N_d = 81.074 / N_b = 71.206 / N_c = 90.047$

$\sigma_{\bar{u}} = 50.800 [\text{kN/m}^2]$

$$\text{mue} = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.026$$

$$\text{mue} = [19.02 \cdot 1.35] / [(1368.39 + 0.00 + 22.36) / 1.400] = 0.026$$

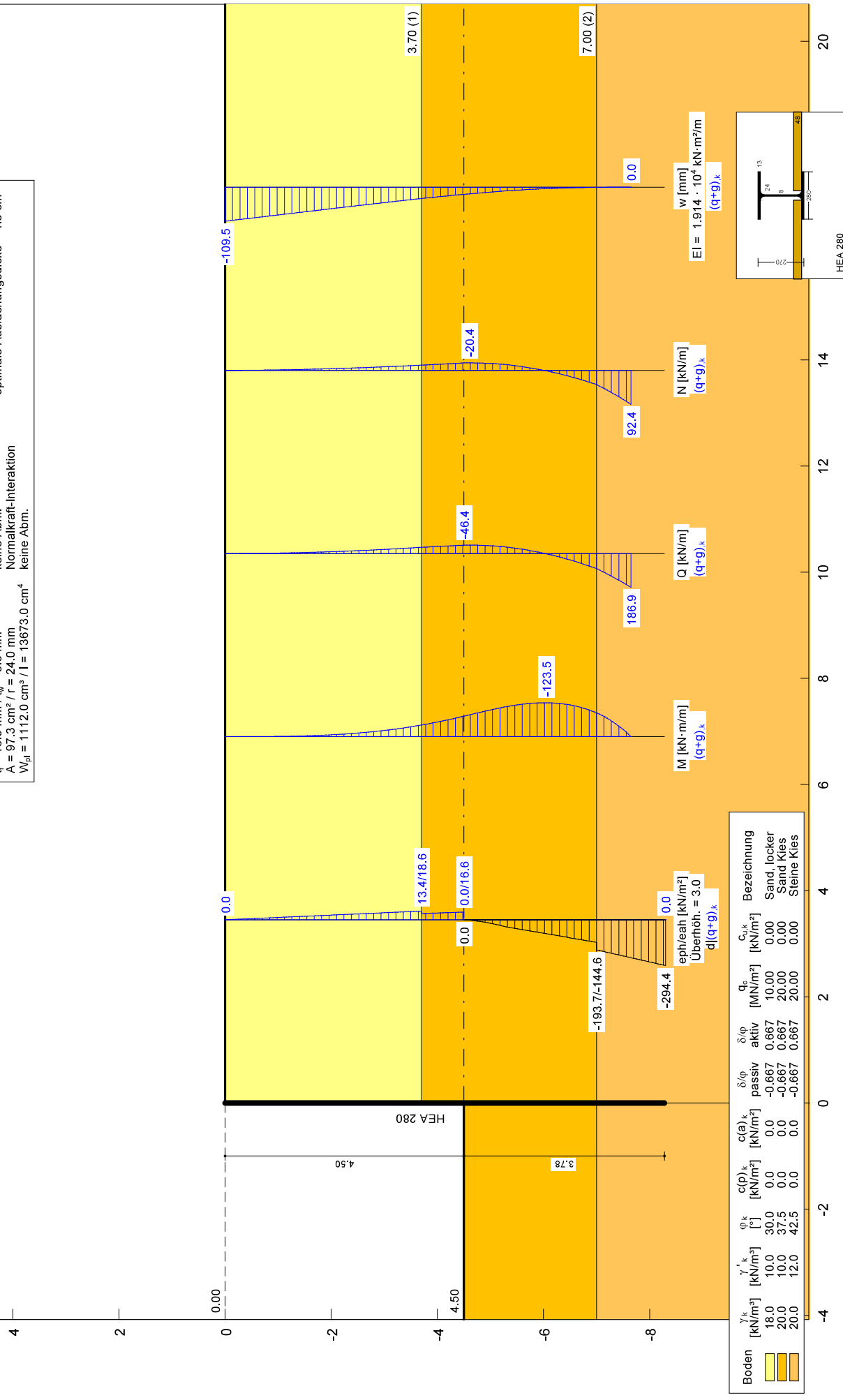
Beispiel 1
 Norm: EC 7
 Trägerbohlwand
 HEA 280
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck
 nach: Weibenbach
 Bohlträgerbreite = 0.300 m

Bohrlagerabstand = 1.50 m
 Erf. Einbindetiefe = 3.78 m
 BS: DIN EN 1997-1: BS-P
 $\gamma_{G1} = 1.35$
 $\gamma_{G2} = 1.50$
 $\gamma_{EP} = 1.40$
 Anpassungsfaktor $E_{p1} = 0.80$
 mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.49$

Bemessung:
 Nachweis Bohlträger
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
 Bemessungssituation: max M, qg
 $M_{Ed} = 250.1 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $V_{Ed} = 1.6 \text{ kN}$ (50 % abgemindert)
 $N_{Ed} = 2.4 \text{ kN}$ (Zug)
 Profil: HEA 280 / Stahlgüte: S 235
 $b = 280.0 \text{ mm}$ / $h = 270.0 \text{ mm}$
 $t_f = 13.0 \text{ mm}$ / $t_w = 8.0 \text{ mm}$
 $A = 97.3 \text{ cm}^2$ / $r = 24.0 \text{ mm}$
 $W_{pl} = 1112.0 \text{ cm}^3$ / $I = 13673.0 \text{ cm}^4$
 keine Abm.

$\gamma_{MO} = 1.00$ / $\gamma_{Mt} = 1.10$
 $\xi = 1.000$
 $c/t = 24.5$ (St.) / 8.6 (Fl.)
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
 $f_t = 235.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{pl,Rd} = 261.3 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $V_{pl,Rd} = 431.2 \text{ kN}$ ($\mu = 0.004$)
 $N_{pl,Rd} = 2286.5 \text{ kN}$ ($\mu = 0.001$)
 Querkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.

Nachweis M_{Rd}
 $M_{pl,Rd} = 261.3 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.957$
 $N_{Ed} > 0$ (Zug)
 -> Kein Knicknachweis
 $\max \mu = 0.957$
 Nachweis der Holz-Ausfuchtung:
 $\max e_{ah} = 25.1 \text{ kN/m}^2$
 $\sigma_{ed} = 1.85 \text{ kN/cm}^2$
 optimale Ausfuchungsdicke = 4.8 cm



Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

beispiel 1

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Alle Höhenangaben beziehen sich auf den Wandkopf.

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 4.50 m

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: Weißenbach

Bohlträgerbreite = 0.300 m

Bohlträgerabstand = 1.50 m

Grundwasserstand (rechts) = 13.00 m

Grundwasserstand (links) = 13.00 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-P

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{Ep} = 1.40$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

$E_{ph,d} = 319.22 \text{ kN/m}$ ($E_{pv,d} = -156.62 \text{ kN/m}$)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$

$B_{h(g+q),d} = 319.22 \text{ kN/m}$

$B_{h,g,d} = 319.22 \text{ kN/m}$

$B_{h,q,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

$B_{h,w,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte C_h (Blum)

$C_{h,k} = 186.85 \text{ kN/m}$

$C_{h,g,k} = 186.85 \text{ kN/m}$

$C_{h,q,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

$C_{h,w,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

Bodenkennwerte

Schicht	UK	$\gamma_{,k}$	$\gamma'_{,k}$	$\varphi_{,k}$	$c(\text{pas}),k$	$c(\text{akt}),k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	q_c	$c_{u,k}$
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
1	3.70	18.00	10.00	30.00	0.00	0.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
2	7.00	20.00	10.00	37.50	0.00	0.00	-0.667	0.667	20.00	0.00
3	20.00	20.00	12.00	42.50	0.00	0.00	-0.647	0.667	20.00	0.00

Aktive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	$\varphi_{,k}$	δ	θ	$k_{agh}(40^\circ)$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	3.70	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179
2	7.00	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179
3	20.00	0.159	0.667	42.500	28.35	63.35	0.179

Aktive Erddruckordinaten ($[g+q],k$)

von [m]	bis [m]	oben [kN/m ²]	unten [kN/m ²]	Wasserdruck oben[kN/m ²]	Wasserdruck unten[kN/m ²]
0.000	1.000	0.000	5.028	0.00	0.00
1.000	2.000	5.028	10.057	0.00	0.00
2.000	3.050	10.057	15.337	0.00	0.00
3.050	3.700	15.337	18.605	0.00	0.00
3.700	4.050	13.351	14.754	0.00	0.00
4.050	4.500	14.754	16.558	0.00	0.00
4.500	5.050	0.000	0.000	0.00	0.00
5.050	6.050	0.000	0.000	0.00	0.00
6.050	7.000	0.000	0.000	0.00	0.00
7.000	7.050	0.000	0.000	0.00	0.00
7.050	7.650	0.000	0.000	0.00	0.00
7.650	13.000	0.000	0.000	0.00	0.00
13.000	20.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht [-]	UK [m]	k _{pgh} [-]	k _{pch} [-]	φ _k [°]	δ [°]	θ [°]
2	7.00	8.859	7.755	37.500	-25.01	12.77
3	20.00	13.236	9.990	42.500	-27.50	9.47

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von [m]	bis [m]	oben [kN/m ²]	unten [kN/m ²]
4.05	4.50	0.00	0.00
4.50	5.05	0.00	-26.17
5.05	6.05	-26.17	-89.66
6.05	7.00	-89.66	-144.61
7.00	7.05	-193.69	-197.56
7.05	7.65	-197.56	-244.05
7.65	13.00	-244.05	-658.55
13.00	20.00	-658.55	-983.95

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
1.00	-1.9	-3.4	-1.1
2.00	-6.3	-13.6	-9.1
3.05	-13.6	-31.6	-32.1
3.70	-19.5	-46.5	-57.3
4.05	-22.8	-53.1	-74.7
4.50	-27.6	-62.6	-100.7
5.05	-25.3	-56.9	-134.3
6.05	1.6	2.2	-166.7
7.00	52.2	111.9	-116.6
7.05	57.2	121.6	-110.8
7.65	124.8	252.3	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
1.00	-1.9	-3.4	-1.1
2.00	-6.3	-13.6	-9.1
3.05	-13.6	-31.6	-32.1
3.70	-19.5	-46.5	-57.3
4.05	-22.8	-53.1	-74.7
4.50	-27.6	-62.6	-100.7
5.05	-25.3	-56.9	-134.3
6.05	1.6	2.2	-166.7
7.00	52.2	111.9	-116.6
7.05	57.2	121.6	-110.8
7.65	124.8	252.3	0.0

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
1.00	-1.9	-3.4	-1.1
2.00	-6.3	-13.6	-9.1
3.05	-13.6	-31.6	-32.1
3.70	-19.5	-46.5	-57.3
4.05	-22.8	-53.1	-74.7
4.50	-27.6	-62.6	-100.7
5.05	-25.3	-56.9	-134.3
6.05	1.6	2.2	-166.7
7.00	52.2	111.9	-116.6
7.05	57.2	121.6	-110.8
7.65	124.8	252.3	0.0

0.00	0.0	0.0	0.0
1.00	-1.4	-2.5	-0.8
2.00	-4.7	-10.1	-6.7
3.05	-10.1	-23.4	-23.8
3.70	-14.4	-34.4	-42.5
4.05	-16.9	-39.3	-55.3
4.50	-20.4	-46.4	-74.6
5.05	-18.7	-42.2	-99.4
6.05	1.2	1.6	-123.5
7.00	38.6	82.9	-86.4
7.05	42.3	90.1	-82.1
7.65	92.4	186.9	0.0

Schnittgrößen (g,k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
1.00	-1.4	-2.5	-0.8
2.00	-4.7	-10.1	-6.7
3.05	-10.1	-23.4	-23.8
3.70	-14.4	-34.4	-42.5
4.05	-16.9	-39.3	-55.3
4.50	-20.4	-46.4	-74.6
5.05	-18.7	-42.2	-99.4
6.05	1.2	1.6	-123.5
7.00	38.6	82.9	-86.4
7.05	42.3	90.1	-82.1
7.65	92.4	186.9	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	0.0	0.0
3.05	0.0	0.0	0.0
3.70	0.0	0.0	0.0
4.05	0.0	0.0	0.0
4.50	0.0	0.0	0.0
5.05	0.0	0.0	0.0
6.05	0.0	0.0	0.0
7.00	0.0	0.0	0.0
7.05	0.0	0.0	0.0
7.65	0.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	0.0	0.0
3.05	0.0	0.0	0.0
3.70	0.0	0.0	0.0
4.05	0.0	0.0	0.0
4.50	0.0	0.0	0.0
5.05	0.0	0.0	0.0
6.05	0.0	0.0	0.0
7.00	0.0	0.0	0.0
7.05	0.0	0.0	0.0
7.65	0.0	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit $EI = 1.914E+4 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w
[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]
0.00	-109.5	0.05	-108.4	0.95	-90.3	1.00	-89.3	1.00	-89.3	1.05	-88.3
2.00	-69.2	2.00	-69.2	2.05	-68.2	3.00	-49.5	3.05	-48.5	3.05	-48.5
3.65	-37.2	3.70	-36.3	3.70	-36.3	3.75	-35.4	4.00	-31.0	4.05	-30.1
4.10	-29.3	4.45	-23.5	4.50	-22.7	4.50	-22.7	4.55	-21.9	5.00	-15.4
5.05	-14.7	5.10	-14.1	6.00	-4.8	6.05	-4.4	6.05	-4.4	6.10	-4.1
7.00	-0.4	7.00	-0.4	7.05	-0.3	7.05	-0.3	7.10	-0.2	7.60	0.0
										7.65	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

$\phi_{i,[g+q],k}$: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 7.650 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max $M_{,gq}$

$M_{Ed} = 250.1 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{Ed} = 1.6 \text{ kN}$ (50 % abgemindert)

$N_{Ed} = 2.4 \text{ kN}$ (Zug)

Profil: HEA 280 / Stahlgüte: S 235

$b = 280.0 \text{ mm}$ / $h = 270.0 \text{ mm}$

$t_f = 13.0 \text{ mm}$ / $t_w = 8.0 \text{ mm}$

$A = 97.3 \text{ cm}^2$ / $r = 24.0 \text{ mm}$

$W_{pl} = 1112.0 \text{ cm}^3$ / $I = 13673.0 \text{ cm}^4$

$\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$

$\varepsilon = 1.000$

$c / t = 24.5$ (St.) / 8.6 (Fl.)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

$f_y = 235.0 \text{ N/mm}^2$

$M_{pl,Rd} = 261.3 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{pl,Rd} = 431.2 \text{ kN}$ ($\mu = 0.004$)

$N_{pl,Rd} = 2286.5 \text{ kN}$ ($\mu = 0.001$)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

$M_{pl,Rd} = 261.3 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.957$

$N_{Ed} > 0.0$ (Zug)

-> Kein Knicknachweis

max $\mu = 0.957$

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max $e_{ah}(d) = 25.1 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{(r,d)} = 1.85 \text{ kN/cm}^2$

optimale Ausfachungsdicke = 4.8 cm

max $M_d = 166.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 6.05 m)

Zugehörige Werte: $N_d = 1.6 \text{ kN/m}$; $Q_d = 2.2 \text{ kN/m}$; $w_k = 4.4 \text{ mm}$

max $Q_d = 252.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 7.65 m)

Zugehörige Werte: $N_d = 124.8 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max $N_d = 124.8 \text{ kN/m}$ (Tiefe = 7.65 m)

Zugehörige Werte: $Q_d = 252.3 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max $w_k = 109.5 \text{ mm}$ (Tiefe = 0.00 m)

Zugehörige Werte: $N_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %

Einbindetiefe $t_g = 3.78 \text{ m}$

Profillänge = 8.28 m

Nachweis Summe H

$E_{ph,d} = 974.32 \text{ kN/m}$

($E_{ph,d}$ mit Wandreibungswinkel = $-\varphi$ ermittelt)

($E_{ph,d}$ berechnet mit Anpassungsfaktor von: 1.000)

$E_{ah,d} = 92.15 \text{ kN/m}$

$B_{h,d}' = B_{h,d} - 0,5 \cdot C_{h,d}$

$B_{h,d} = 319.22 \text{ kN/m}$; $C_{h,d} = 252.25 \text{ kN/m}$

$B_{h,d}' = 193.09 \text{ kN/m}$

($B_{h,d}$ über rechnerisches Auflager)

$E_{ah,d} + B_{h,d}' \leq E_{ph,d}$ (Nachweis OK)

$\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}') / E_{ph,d}$

$\mu = (92.15 + 193.09) / 974.32$

$\mu = 285.24 / 974.32 = 0.29$

Nachweis Summe V

Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße nach unten gerichtet ist.

Bei Trägerbohlwänden berechnet sich E_{pv} (B_v) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für C_h und C_v erfolgt eine analoge Annahme.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: $G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq (B_{n,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p)$

$G_k = 4.22 \text{ kN/m}$

$P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

$E_{av,k} = 17.73 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 45.56 \text{ kN/m}$)

$C_{h,k} = 37.37 \text{ kN/m}$

$B_{v,k} = -22.89 \text{ kN/m}$

$\delta_p [^\circ] = -27.5$

$\delta_c [^\circ] = 14.2$

Summe $V_k = 13.50 \text{ kN/m}$ (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Erfahrungswerte nach EA Pfähle)

Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)

Profil: HEA 280

$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / \gamma_{Ep}$

$R_{Bv,d} = (69.97 - 1/2 \cdot 56.06) \cdot \tan(27.5^\circ) / 1.40 = 15.60 \text{ kN}$

$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) / \gamma_{Ep}$

$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot 56.06 \cdot \tan(28.3^\circ) / 1.40 = 10.80 \text{ kN}$

Verhältnisswert (min, max) = 0.00

Spitzendruck $q_{c,m} = 20.00 \text{ MN/m}^2$

(gemittelt von 8.01 bis 9.36 m) $\implies q_{b,k} = 8.18 \text{ MN/m}^2$

$R_{b,d} = \eta(b) \cdot A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.480 \cdot 0.0756 \cdot 8.18 \cdot 1000 / 1.40 = 211.90 \text{ kN}$

Reduktion Spitzendruck nach EA-Pfähle mit $\eta(b) = 0.480$

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k} [\text{kN/m}^2]$	Bezeichnung
4.50	7.00	110.00	Sand Kies
7.00	8.28	110.00	Steine Kies

Mantelfläche bis 8.28 m = $1.032 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s1,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 7.65 bis 8.28 m = $1.592 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s3,d}$

$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 0.600 \cdot 429.11 / 1.40 = 183.90 \text{ kN}$

$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 110.33 / 1.40 = 78.80 \text{ kN}$

Reduktion Mantelreibung nach EA-Pfähle mit $\eta(s) = 0.600$

$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s3,d} = 501.00 \text{ kN}$

Einwirkungen

$V_d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d} = 8.54 + 35.91 + 0.00 = 44.45 \text{ kN}$

$\implies \mu = V_d / R_d = 44.45 / 501.00 = 0.09$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.500 / 1.350 = 1.111$

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{Rv} = 1.400$

Breite = 0.90 m

Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = $142.38 [\text{kN/m}]$

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.111)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 61.17 [\text{kN/m}]$

Kohäsionskraft $K_k = 0.00 [\text{kN/m}]$

Grundbruchlast $R_{n,k} = 6771.50 [\text{kN/m}]$

Grundbruch mit:

Reibungswinkel $\varphi_k = 41.69 [^\circ]$

Kohäsion $c_k = 0.00 [\text{kN/m}^2]$

$N_d = 81.646 / N_b = 71.837 / N_c = 90.536$

$\sigma_{\bar{u}} = 75.600 [\text{kN/m}^2]$

$\text{mue} = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.039$

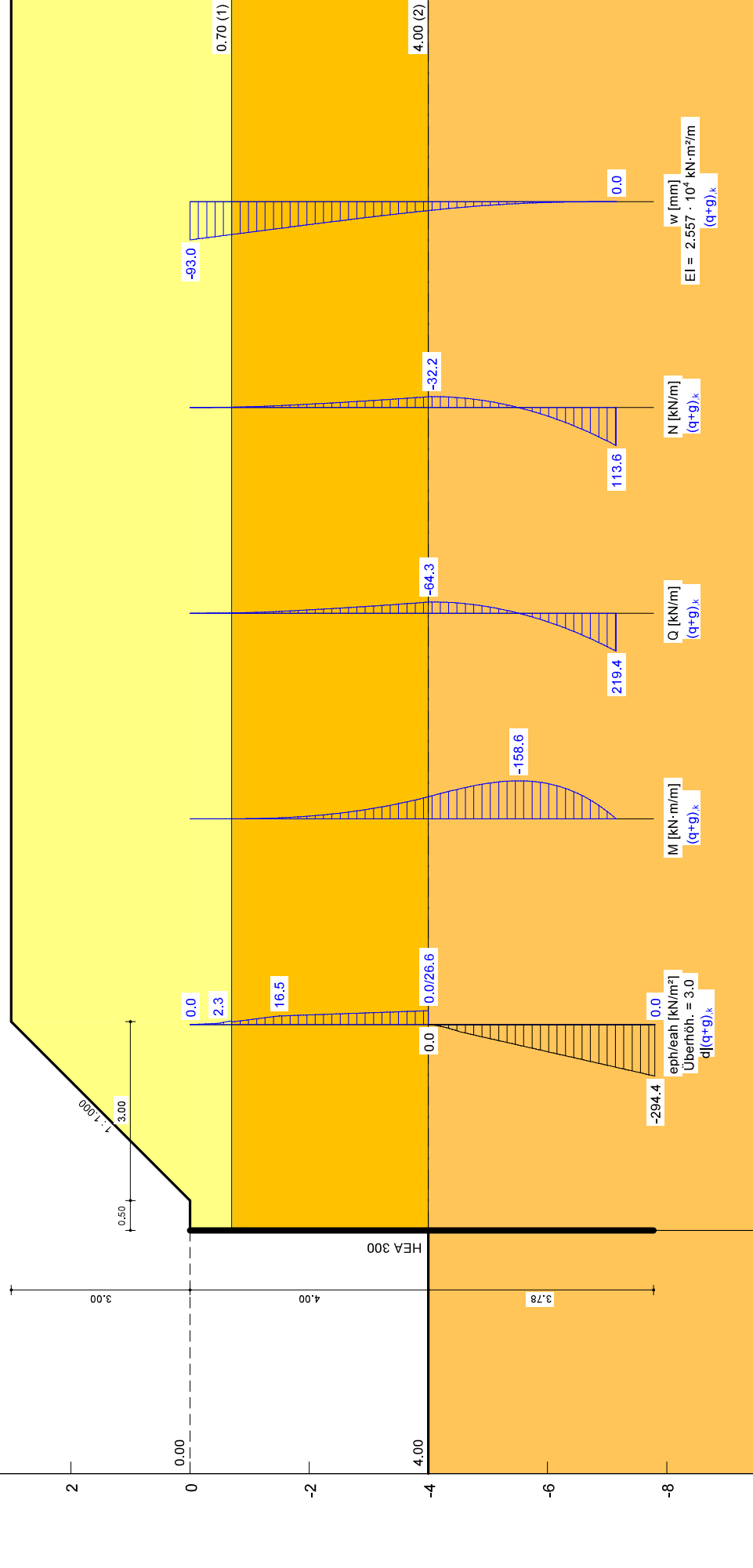
$\text{mue} = [142.38 \cdot 1.35] / [(6771.50 + 0.00 + 61.17) / 1.400] = 0.039$

Beispiel 1
 Norm: EC 7
 Trägerbohlwand
 HEA 300
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck
 nach: Weißenbach
 Bohlträgerbreite = 0.300 m

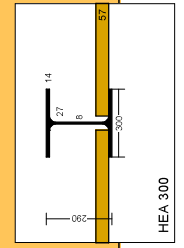
Bohrlagerabstand = 1.50 m
 Erf. Profillänge = 7.78 m
 Erf. Einbautiefe = 3.78 m
 BS: DIN EN 1997-1: BS-P
 $\gamma_{0e} = 1.35$
 $\gamma_{0a} = 1.50$
 $\gamma_{EP} = 1.40$
 Anpassungsfaktor $E_{p1} = 0.80$
 mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.46$

$\gamma_{MO} = 1.00$ / $\gamma_{MI} = 1.10$
 $\xi = 1.000$
 $c/l = 24.5$ (St.) / 8.5 (Fl.)
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
 $f_c = 235.0$ N/mm²
 $V_{pl,Rd} = 325.0$ kN/m
 $N_{pl,Rd} = 512.2$ kN ($\mu = 0.004$)
 $N_{pl,Rd} = 2655.5$ kN ($\mu = 0.000$)
 Querkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.
 $W_{pl} = 1383.0$ cm³ / $I = 18263.0$ cm⁴

Nachweis M_{Ed}
 $M_{pl,Rd} = 325.0$ kN·m
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.988$
 Knicklänge = 10.900 m
 $N_{cr} = 3185.9$ kN
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 <= 0.04$
 -> Kein Knicknachweis
 Nachweis der Holz-Ausfachung:
 $\max \mu = 0.988$
 $\max e_{ah} = 35.9$ kN/m²
 $\sigma_{r,d} = 1.85$ kN/cm²
 optimale Ausfachungsdicke = 5.7 cm



Boden	γ_k	γ'_{1k}	θ_{1k}	$c(\rho)_k$	$c(a)_k$	δ'_{10}	δ'_{10}	δ'_{10}	δ'_{10}	q_k	$c_{s,k}$	Bezeichnung
18.0	10.0	30.0	0.0	0.0	0.0	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	10.00	0.00	Sand, locker
20.0	10.0	37.5	0.0	0.0	0.0	passiv	passiv	passiv	passiv	20.00	0.00	Sand Kies
20.0	12.0	42.5	0.0	0.0	0.0	passiv	passiv	passiv	passiv	20.00	0.00	Steine Kies



Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

beispiel 1

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Alle Höhenangaben beziehen sich auf den Wandkopf.

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 4.00 m

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: Weißenbach

Bohlträgerbreite = 0.300 m

Bohlträgerabstand = 1.50 m

Grundwasserstand (rechts) = 13.00 m

Grundwasserstand (links) = 13.00 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-P

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{Ep} = 1.40$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[-]
1	0.50	3.50	3.00	0.29	0.17	1.03	0.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen

in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Bei steilen Bermen ist gegebenenfalls ein getrennter Nachweis der Standsicherheit der Berme erforderlich.

Bei Bermen ohne Kohäsion gilt: Ausnutzung $\mu_e = \tan(\beta) / \tan(\phi) * 1.25$ (BS-P)

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

$E_{ph,d} = 382.27$ kN/m ($E_{pv,d} = -199.00$ kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$

$B_{h(g+q),d} = 382.27$ kN/m

$B_{h,g,d} = 382.27$ kN/m

$B_{h,q,d} = 0.00$ kN/m

$B_{h,w,d} = 0.00$ kN/m

Ersatzkräfte C_h (Blum)

$C_{h,k} = 219.45$ kN/m

$C_{h,g,k} = 219.45$ kN/m

$C_{h,q,k} = 0.00$ kN/m

$C_{h,w,k} = 0.00$ kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ_k	γ'_{k}	ϕ_k	$c(pas)_k$	$c(akt)_k$	$d(p)/\phi$	$d(a)/\phi$	qc	$c_{u,k}$
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
1	0.70	18.00	10.00	30.00	0.00	0.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
2	4.00	20.00	10.00	37.50	0.00	0.00	-0.667	0.667	20.00	0.00
3	20.00	20.00	12.00	42.50	0.00	0.00	-0.647	0.667	20.00	0.00

Aktive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	θ	$k_{agh}(40^\circ)$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	0.70	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179
2	4.00	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179
3	20.00	0.159	0.667	42.500	28.35	63.35	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
0.000	0.460	0.000	2.313	0.00	0.00
0.460	0.700	2.314	7.041	0.00	0.00
0.700	1.000	5.053	9.414	0.00	0.00
1.000	1.488	9.414	16.510	0.00	0.00
1.488	2.000	16.510	18.562	0.00	0.00
2.000	3.050	18.562	22.772	0.00	0.00
3.050	4.000	22.772	26.581	0.00	0.00
4.000	4.050	0.000	0.000	0.00	0.00
4.050	5.050	0.000	0.000	0.00	0.00
5.050	5.500	0.000	0.000	0.00	0.00
5.500	6.050	0.000	0.000	0.00	0.00
6.050	7.050	0.000	0.000	0.00	0.00
7.050	7.150	0.000	0.000	0.00	0.00
7.150	13.000	0.000	0.000	0.00	0.00
13.000	20.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	UK	k_{pgh}	k_{pch}	φ_k	δ	θ
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
3	20.00	13.236	9.990	42.500	-27.50	9.47

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
3.05	4.00	0.00	0.00
4.00	4.05	0.00	-1.20
4.05	5.05	-1.20	-81.35
5.05	5.50	-81.35	-116.21
5.50	6.05	-116.21	-158.83
6.05	7.05	-158.83	-236.30
7.05	7.15	-236.30	-244.05
7.15	13.00	-244.05	-697.28
13.00	20.00	-697.28	-1022.68

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
0.46	-0.6	-0.7	-0.1
0.70	-1.4	-2.2	-0.4
1.00	-3.0	-5.2	-1.5
1.49	-7.4	-13.7	-5.9
2.00	-13.4	-25.8	-16.0
3.05	-27.9	-55.1	-57.9
4.00	-43.4	-86.8	-124.9
4.05	-43.5	-86.7	-129.3
5.05	-23.1	-46.1	-202.8
5.50	-0.3	-1.5	-214.1
6.05	38.7	74.2	-195.2
7.05	141.0	272.2	-28.4
7.15	153.4	296.3	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0

0.46	-0.6	-0.7	-0.1
0.70	-1.4	-2.2	-0.4
1.00	-3.0	-5.2	-1.5
1.49	-7.4	-13.7	-5.9
2.00	-13.4	-25.8	-16.0
3.05	-27.9	-55.1	-57.9
4.00	-43.4	-86.8	-124.9
4.05	-43.5	-86.7	-129.3
5.05	-23.1	-46.1	-202.8
5.50	-0.3	-1.5	-214.1
6.05	38.7	74.2	-195.2
7.05	141.0	272.2	-28.4
7.15	153.4	296.3	0.0

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
0.46	-0.5	-0.5	-0.1
0.70	-1.0	-1.7	-0.3
1.00	-2.2	-3.8	-1.1
1.49	-5.4	-10.2	-4.4
2.00	-9.9	-19.1	-11.8
3.05	-20.7	-40.8	-42.9
4.00	-32.2	-64.3	-92.6
4.05	-32.2	-64.2	-95.8
5.05	-17.1	-34.1	-150.2
5.50	-0.2	-1.1	-158.6
6.05	28.7	55.0	-144.6
7.05	104.4	201.6	-21.0
7.15	113.6	219.4	0.0

Schnittgrößen (g,k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
0.46	-0.5	-0.5	-0.1
0.70	-1.0	-1.7	-0.3
1.00	-2.2	-3.8	-1.1
1.49	-5.4	-10.2	-4.4
2.00	-9.9	-19.1	-11.8
3.05	-20.7	-40.8	-42.9
4.00	-32.2	-64.3	-92.6
4.05	-32.2	-64.2	-95.8
5.05	-17.1	-34.1	-150.2
5.50	-0.2	-1.1	-158.6
6.05	28.7	55.0	-144.6
7.05	104.4	201.6	-21.0
7.15	113.6	219.4	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
0.46	0.0	0.0	0.0
0.70	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0
1.49	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	0.0	0.0
3.05	0.0	0.0	0.0
4.00	0.0	0.0	0.0
4.05	0.0	0.0	0.0
5.05	0.0	0.0	0.0
5.50	0.0	0.0	0.0
6.05	0.0	0.0	0.0
7.05	0.0	0.0	0.0
7.15	0.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0

0.46	0.0	0.0	0.0
0.70	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0
1.49	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	0.0	0.0
3.05	0.0	0.0	0.0
4.00	0.0	0.0	0.0
4.05	0.0	0.0	0.0
5.05	0.0	0.0	0.0
5.50	0.0	0.0	0.0
6.05	0.0	0.0	0.0
7.05	0.0	0.0	0.0
7.15	0.0	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit EI = 2.557E+4 kN·m²/m

Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w
[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]
0.00	-93.0	0.05	-92.0	0.41	-85.3	0.46	-84.4	0.46	-84.4	0.50	-83.7	0.65	-80.9
0.70	-79.9	0.70	-79.9	0.75	-79.0	0.95	-75.3	1.00	-74.3	1.00	-74.3	1.05	-73.4
1.44	-66.2	1.49	-65.3	1.49	-65.3	1.50	-65.1	1.95	-56.7	2.00	-55.8	2.00	-55.8
2.05	-54.9	3.00	-37.8	3.05	-36.9	3.05	-36.9	3.10	-36.1	3.95	-22.2	4.00	-21.5
4.00	-21.5	4.05	-20.7	4.05	-20.7	4.10	-20.0	5.00	-8.8	5.05	-8.3	5.05	-8.3
5.10	-7.8	5.45	-4.8	5.50	-4.5	5.50	-4.5	5.55	-4.1	6.00	-1.7	6.05	-1.5
6.05	-1.5	6.10	-1.3	7.00	0.0	7.05	0.0	7.05	0.0	7.10	0.0	7.10	0.0
7.15	0.0												

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,[g+q],k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 7.150 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

M_{Ed} = 321.1 kN·m

V_{Ed} = 2.3 kN

N_{Ed} = 0.4 kN (Druck)

Profil: HEA 300 / Stahlgüte: S 235

b = 300.0 mm / h = 290.0 mm

t_f = 14.0 mm / t_w = 8.5 mm

A = 113.0 cm² / r = 27.0 mm

W_{pl} = 1383.0 cm³ / I = 18263.0 cm⁴

γ_{M0} = 1.00 / γ_{M1} = 1.10

ε = 1.000

c / t = 24.5 (St.) / 8.5 (Fl.)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

f_y = 235.0 N/mm²

M_{pl,Rd} = 325.0 kN·m

V_{pl,Rd} = 512.2 kN (μ = 0.004)

N_{pl,Rd} = 2655.5 kN (μ = 0.000)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

M_{pl,Rd} = 325.0 kN·m

μ = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.988

Knicklänge = 10.900 m

N_{cr} = 3185.9 kN

N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 <= 0.04

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.988

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max eah(d) = 35.9 kN/m²

sigma(r,d) = 1.85 kN/cm²

optimale Ausfachungsdicke = 5.7 cm

max M_d = 214.1 kN·m/m (Tiefe = 5.50 m)

Zugehörige Werte: N_d = -0.3 kN/m; Q_d = -1.5 kN/m; w_k = 4.5 mm

max Q_d = 296.3 kN·m/m (Tiefe = 7.15 m)

Zugehörige Werte: $N_d = 153.4 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max $N_d = 153.4 \text{ kN/m}$ (Tiefe = 7.15 m)

Zugehörige Werte: $Q_d = 296.3 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max $w_k = 93.0 \text{ mm}$ (Tiefe = 0.00 m)

Zugehörige Werte: $N_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %

Einbindetiefe $t_g = 3.78 \text{ m}$

Profillänge = 7.78 m

Nachweis Summe H

$E_{ph,d} = 1274.06 \text{ kN/m}$

($E_{ph,d}$ mit Wandreibungswinkel = $-\varphi$ ermittelt)

($E_{ph,d}$ berechnet mit Anpassungsfaktor von: 1.000)

$E_{ah,d} = 110.65 \text{ kN/m}$

$B_{h,d}' = B_{h,d} - 0.5 \cdot C_{h,d}$

$B_{h,d} = 382.27 \text{ kN/m}$; $C_{h,d} = 296.25 \text{ kN/m}$

$B_{h,d}' = 234.14 \text{ kN/m}$

($B_{h,d}$ über rechnerisches Auflager)

$E_{ah,d} + B_{h,d}' \leq E_{ph,d}$ (Nachweis OK)

$\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}') / E_{ph,d}$

$\mu = (110.65 + 234.14) / 1274.06$

$\mu = 344.79 / 1274.06 = 0.27$

Nachweis Summe V

Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße nach unten gerichtet ist.

Bei Trägerbohlwänden berechnet sich E_{pv} (B_v) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für C_h und C_v erfolgt eine analoge Annahme.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: $G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p)$

$G_k = 4.60 \text{ kN/m}$

$P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

$E_{av,k} = 29.20 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 62.95 \text{ kN/m}$)

$C_{h,k} = 43.89 \text{ kN/m}$

$B_{v,k} = -29.54 \text{ kN/m}$

$\delta_p [^\circ] = -27.5$

$\delta_c [^\circ] = 14.2$

Summe $V_k = 21.22 \text{ kN/m}$ (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Erfahrungswerte nach EA Pfähle)

Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)

Profil: HEA 300

$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / \gamma_{Ep}$

$R_{Bv,d} = (85.11 - 1/2 \cdot 65.83) \cdot \tan(27.5^\circ) / 1.40 = 19.41 \text{ kN}$

$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) / \gamma_{Ep}$

$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot 65.83 \cdot \tan(28.3^\circ) / 1.40 = 12.69 \text{ kN}$

Verhältnisswert (min, max) = 0.00

Spitzendruck $q_{c,m} = 20.00 \text{ MN/m}^2$

(gemittelt von 7.49 bis 8.94 m) $\implies q_{b,k} = 8.18 \text{ MN/m}^2$

$R_{b,d} = \eta(b) \cdot A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.480 \cdot 0.0870 \cdot 8.18 \cdot 1000 / 1.40 = 243.85 \text{ kN}$

Reduktion Spitzendruck nach EA-Pfähle mit $\eta(b) = 0.480$

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k} [\text{kN/m}^2]$	Bezeichnung
4.00	7.78	110.00	Steine Kies

Mantelfläche bis 7.78 m = $1.107 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s1,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 7.15 bis 7.78 m = $1.707 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s3,d}$

$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 0.600 \cdot 460.29 / 1.40 = 197.27 \text{ kN}$

$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 118.30 / 1.40 = 84.50 \text{ kN}$

Reduktion Mantelreibung nach EA-Pfähle mit $\eta(s) = 0.600$

$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s3,d} = 557.71 \text{ kN}$

Einwirkungen

$V_d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d} = 9.32 + 59.13 + 0.00 = 68.45 \text{ kN}$

$\implies \mu = V_d / R_d = 68.45 / 557.71 = 0.12$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.500 / 1.350 = 1.111$

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{Rv} = 1.400$

Breite = 0.80 m

Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 124.17 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.111)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 94.51$ [kN/m]

Kohäsionskraft $K_k = 0.00$ [kN/m]

Grundbruchlast $R_{n,k} = 8312.79$ [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel $\varphi_k = 42.07$ [°]

Kohäsion $c_k = 0.00$ [kN/m²]

$N_d = 86.271 / N_b = 76.971 / N_c = 94.466$

$\sigma_{\bar{u}} = 105.600$ [kN/m²]

$mue = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.028$

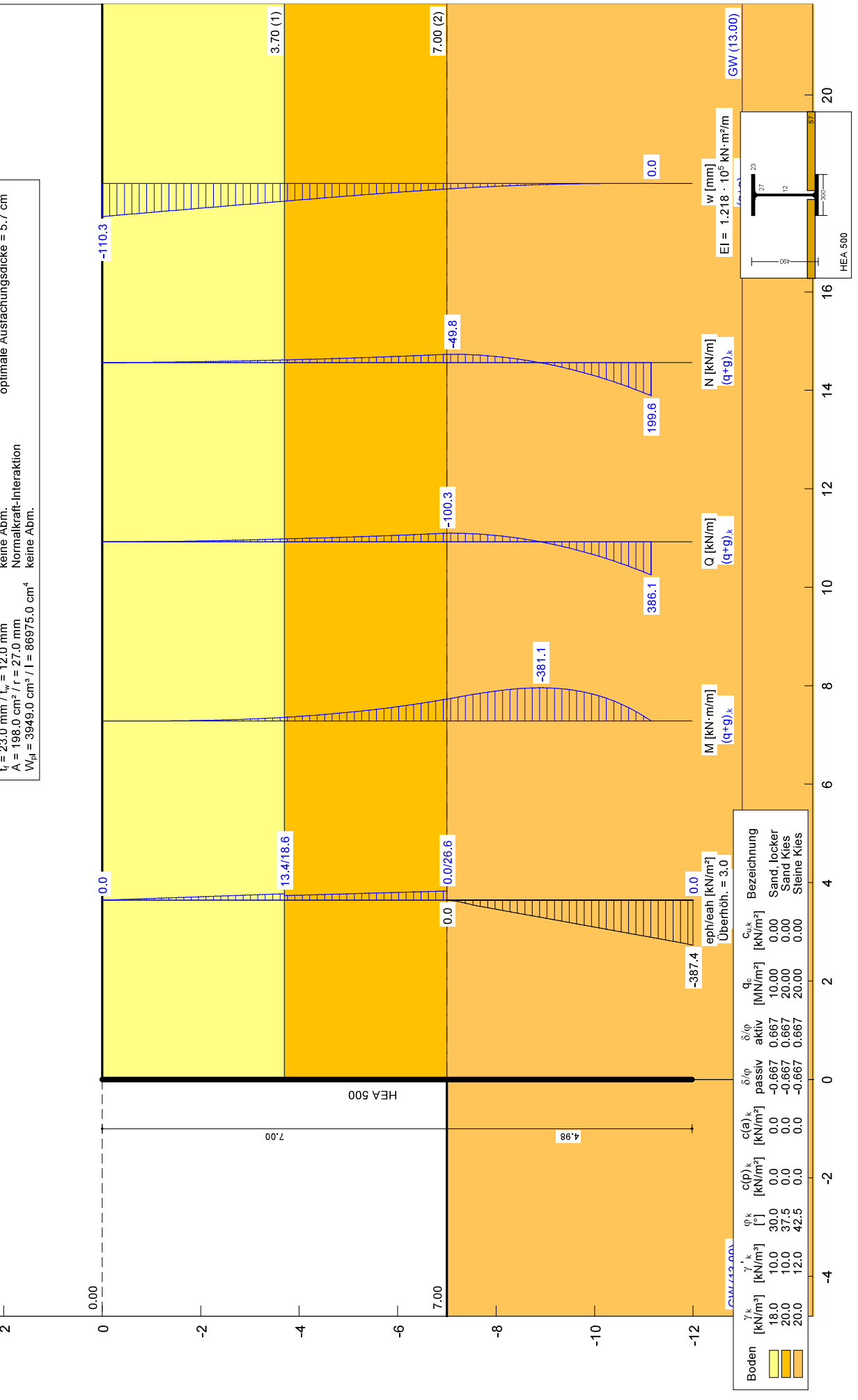
$mue = [124.17 \cdot 1.35] / [(8312.79 + 0.00 + 94.51) / 1.400] = 0.028$

Beispiel 1
 Norm: EC 7
 Trägerbohlwand
 HEA 500
 BS: DIN EN 1997-1: BS-P
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{EP} = 1.40$
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck
 nach: Weilenbach
 Bohlträgerbreite = 0.300 m
 Bohlrägerabstand = 1.50 m
 Erf. Profilänge = 11.98 m
 Erf. Einbindetiefe = 4.98 m
 μ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.12
 Anpassungsfaktor $E_p = 0.80$
 mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.47$

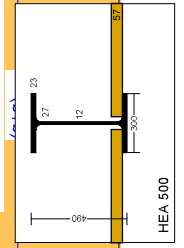
Bemessung:
 Nachweis Bohlträger
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
 Bemessungssituation: max M,gq
 $M_{Ed} = 771.7 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $V_{Ed} = 0.5 \text{ kN}$ (50 % abgemindert)
 $N_{Ed} = 1.8 \text{ kN}$ (Zug)
 Profil: HEA 500 / Stahlgüte: S 235
 $b = 300.0 \text{ mm}$ / $h = 490.0 \text{ mm}$
 $t_f = 23.0 \text{ mm}$ / $t_w = 12.0 \text{ mm}$
 $A = 198.0 \text{ cm}^2$ / $r_x = 27.0 \text{ mm}$
 $W_{pl} = 3949.0 \text{ cm}^3$ / $I = 86975.0 \text{ cm}^4$
 keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.

Nachweis M_{Ed}
 $M_{pl,Rd} = 928.0 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.832$
 $N_{Ed} > 0.0$ (Zug)
 -> Kein Knicknachweis
 $\max \mu = 0.832$
 Nachweis der Holz-Ausfachung:
 $\max e_{all,d} = 35.9 \text{ kN/m}^2$
 $\sigma_{e,d} = 1.85 \text{ kN/cm}^2$
 optimale Ausfachungsdicke = 5.7 cm

$\gamma_{MO} = 1.00$ / $\gamma_{Mt} = 1.10$
 $\xi = 1.000$
 $c / I = 32.5 \text{ (St.)} / 5.1 \text{ (Fl.)}$
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
 $f_c = 235.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{pl,Rd} = 928.0 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $V_{pl,Rd} = 1020.0 \text{ kN}$ ($\mu = 0.000$)
 $N_{pl,Rd} = 4653.0 \text{ kN}$ ($\mu = 0.000$)
 Querkraft-Interaktion
 keine Abm.



Boden	γ_k [kN/m ³]	γ'_{sk} [kN/m ³]	ϕ'_{sk} [°]	$c(\rho)_{sk}$ [kN/m ²]	$c(a)_{sk}$ [kN/m ²]	$\delta'_{i/p}$ passiv	$\delta'_{i/p}$ aktiv	$\delta'_{i/p}$	$q_{i,k}$ [MN/m ²]	$c_{v,k}$ [kN/m ²]	Bezeichnung
18.0	10.0	30.0	0.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	0.00	Sand, locker
20.0	10.0	37.5	0.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	20.00	0.00	0.00	Sand Kies
20.0	12.0	42.5	0.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	20.00	0.00	0.00	Steine Kies



Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

beispiel 1

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Alle Höhenangaben beziehen sich auf den Wandkopf.

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 7.00 m

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: Weißenbach

Bohlträgerbreite = 0.300 m

Bohlträgerabstand = 1.50 m

Grundwasserstand (rechts) = 13.00 m

Grundwasserstand (links) = 13.00 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-P

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{Ep} = 1.40$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

$E_{ph,d} = 665.06 \text{ kN/m}$ ($E_{pv,d} = -346.21 \text{ kN/m}$)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$

$B_{h(g+q),d} = 665.06 \text{ kN/m}$

$B_{h,g,d} = 665.06 \text{ kN/m}$

$B_{h,q,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

$B_{h,w,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte C_h (Blum)

$C_{h,k} = 386.12 \text{ kN/m}$

$C_{h,g,k} = 386.12 \text{ kN/m}$

$C_{h,q,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

$C_{h,w,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ_{k}	γ'_{k}	φ_{k}	$c(\text{pas}),k$	$c(\text{akt}),k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	q_c	$c_{u,k}$
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
1	3.70	18.00	10.00	30.00	0.00	0.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
2	7.00	20.00	10.00	37.50	0.00	0.00	-0.667	0.667	20.00	0.00
3	20.00	20.00	12.00	42.50	0.00	0.00	-0.647	0.667	20.00	0.00

Aktive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	φ_{k}	δ	θ	$k_{agh}(40^\circ)$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	3.70	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179
2	7.00	0.200	0.762	37.500	25.01	60.41	0.179
3	20.00	0.159	0.667	42.500	28.35	63.35	0.179

Aktive Erddruckordinaten ($[g+q],k$)

von [m]	bis [m]	oben [kN/m ²]	unten [kN/m ²]	Wasserdruck oben[kN/m ²]	Wasserdruck unten[kN/m ²]
0.000	1.000	0.000	5.028	0.00	0.00
1.000	2.000	5.028	10.057	0.00	0.00
2.000	3.050	10.057	15.337	0.00	0.00
3.050	3.700	15.337	18.605	0.00	0.00
3.700	4.050	13.351	14.754	0.00	0.00
4.050	5.050	14.754	18.763	0.00	0.00
5.050	6.050	18.763	22.772	0.00	0.00
6.050	7.000	22.772	26.581	0.00	0.00
7.000	7.050	0.000	0.000	0.00	0.00
7.050	8.050	0.000	0.000	0.00	0.00
8.050	8.900	0.000	0.000	0.00	0.00
8.900	9.050	0.000	0.000	0.00	0.00
9.050	10.000	0.000	0.000	0.00	0.00
10.000	11.000	0.000	0.000	0.00	0.00
11.000	11.150	0.000	0.000	0.00	0.00
11.150	13.000	0.000	0.000	0.00	0.00
13.000	20.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht [-]	UK [m]	k _{pgh} [-]	k _{pch} [-]	φ _k [°]	δ [°]	θ [°]
3	20.00	13.236	9.990	42.500	-27.50	9.47

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von [m]	bis [m]	oben [kN/m ²]	unten [kN/m ²]
6.05	7.00	0.00	0.00
7.00	7.05	0.00	-1.20
7.05	8.05	-1.20	-81.35
8.05	8.90	-81.35	-147.20
8.90	9.05	-147.20	-158.83
9.05	10.00	-158.83	-232.43
10.00	11.00	-232.43	-309.90
11.00	11.15	-309.90	-321.53
11.15	13.00	-321.53	-464.86
13.00	20.00	-464.86	-790.26

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
1.00	-2.5	-3.4	-1.1
2.00	-7.5	-13.6	-9.1
3.05	-15.3	-31.6	-32.1
3.70	-21.6	-46.5	-57.3
4.05	-25.1	-53.1	-74.7
5.05	-36.9	-75.7	-138.7
6.05	-51.3	-103.8	-228.0
7.00	-67.2	-135.4	-341.2
7.05	-67.3	-135.4	-348.0
8.05	-47.7	-95.3	-470.3
8.90	1.2	0.6	-514.5
9.05	12.8	23.3	-512.7
10.00	107.1	206.8	-408.9
11.00	245.2	474.5	-74.7
11.15	269.4	521.3	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
1.00	-2.5	-3.4	-1.1
2.00	-7.5	-13.6	-9.1
3.05	-15.3	-31.6	-32.1
3.70	-21.6	-46.5	-57.3
4.05	-25.1	-53.1	-74.7
5.05	-36.9	-75.7	-138.7

6.05	-51.3	-103.8	-228.0
7.00	-67.2	-135.4	-341.2
7.05	-67.3	-135.4	-348.0
8.05	-47.7	-95.3	-470.3
8.90	1.2	0.6	-514.5
9.05	12.8	23.3	-512.7
10.00	107.1	206.8	-408.9
11.00	245.2	474.5	-74.7
11.15	269.4	521.3	0.0

Schnittgrößen (lg+q],k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
1.00	-1.8	-2.5	-0.8
2.00	-5.5	-10.1	-6.7
3.05	-11.4	-23.4	-23.8
3.70	-16.0	-34.4	-42.5
4.05	-18.6	-39.3	-55.3
5.05	-27.4	-56.1	-102.7
6.05	-38.0	-76.9	-168.9
7.00	-49.8	-100.3	-252.7
7.05	-49.8	-100.3	-257.8
8.05	-35.3	-70.6	-348.4
8.90	0.9	0.4	-381.1
9.05	9.5	17.2	-379.8
10.00	79.4	153.2	-302.9
11.00	181.7	351.5	-55.3
11.15	199.6	386.1	0.0

Schnittgrößen (g,k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
1.00	-1.8	-2.5	-0.8
2.00	-5.5	-10.1	-6.7
3.05	-11.4	-23.4	-23.8
3.70	-16.0	-34.4	-42.5
4.05	-18.6	-39.3	-55.3
5.05	-27.4	-56.1	-102.7
6.05	-38.0	-76.9	-168.9
7.00	-49.8	-100.3	-252.7
7.05	-49.8	-100.3	-257.8
8.05	-35.3	-70.6	-348.4
8.90	0.9	0.4	-381.1
9.05	9.5	17.2	-379.8
10.00	79.4	153.2	-302.9
11.00	181.7	351.5	-55.3
11.15	199.6	386.1	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	0.0	0.0
3.05	0.0	0.0	0.0
3.70	0.0	0.0	0.0
4.05	0.0	0.0	0.0
5.05	0.0	0.0	0.0
6.05	0.0	0.0	0.0
7.00	0.0	0.0	0.0
7.05	0.0	0.0	0.0
8.05	0.0	0.0	0.0
8.90	0.0	0.0	0.0
9.05	0.0	0.0	0.0
10.00	0.0	0.0	0.0
11.00	0.0	0.0	0.0
11.15	0.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
-------	---	---	---

[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
0.00	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	0.0	0.0
3.05	0.0	0.0	0.0
3.70	0.0	0.0	0.0
4.05	0.0	0.0	0.0
5.05	0.0	0.0	0.0
6.05	0.0	0.0	0.0
7.00	0.0	0.0	0.0
7.05	0.0	0.0	0.0
8.05	0.0	0.0	0.0
8.90	0.0	0.0	0.0
9.05	0.0	0.0	0.0
10.00	0.0	0.0	0.0
11.00	0.0	0.0	0.0
11.15	0.0	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit EI = 1.218E+5 kN·m²/m

Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w
[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]
0.00	-110.3	0.05	-109.6	0.95	-97.1	1.00	-96.4	1.00	-96.4	1.05	-95.7	1.95	-83.3
2.00	-82.6	2.00	-82.6	2.05	-81.9	3.00	-68.8	3.05	-68.1	3.05	-68.1	3.10	-67.4
3.65	-59.9	3.70	-59.2	3.70	-59.2	3.75	-58.5	4.00	-55.1	4.05	-54.5	4.05	-54.5
4.10	-53.8	5.00	-42.0	5.05	-41.3	5.05	-41.3	5.10	-40.7	6.00	-29.6	6.05	-29.1
6.05	-29.1	6.10	-28.5	6.95	-19.2	7.00	-18.7	7.00	-18.7	7.05	-18.2	7.05	-18.2
7.10	-17.7	8.00	-9.8	8.05	-9.4	8.05	-9.4	8.10	-9.1	8.85	-4.4	8.90	-4.2
8.90	-4.2	8.95	-3.9	9.00	-3.7	9.05	-3.5	9.05	-3.5	9.10	-3.3	9.95	-0.8
10.00	-0.7	10.00	-0.7	10.05	-0.6	10.95	0.0	11.00	0.0	11.00	0.0	11.05	0.0
11.10	0.0	11.15	0.0										

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,[g+q],k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 11.150 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

M_{Ed} = 771.7 kN·m

V_{Ed} = 0.5 kN (50 % abgemindert)

N_{Ed} = 1.8 kN (Zug)

Profil: HEA 500 / Stahlgüte: S 235

b = 300.0 mm / h = 490.0 mm

t_f = 23.0 mm / t_w = 12.0 mm

A = 198.0 cm² / r = 27.0 mm

W_{pl} = 3949.0 cm³ / I = 86975.0 cm⁴

γ_{M0} = 1.00 / γ_{M1} = 1.10

ε = 1.000

c / t = 32.5 (St.) / 5.1 (Fl.)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

f_y = 235.0 N/mm²

M_{pl,Rd} = 928.0 kN·m

V_{pl,Rd} = 1020.0 kN (μ = 0.000)

N_{pl,Rd} = 4653.0 kN (μ = 0.000)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

M_{pl,Rd} = 928.0 kN·m

μ = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.832

N_{Ed} > 0.0 (Zug)

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.832

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max eah(d) = 35.9 kN/m²

sigma(r,d) = 1.85 kN/cm²

optimale Ausfachungsdicke = 5.7 cm

max M_d = 514.5 kN·m/m (Tiefe = 8.90 m)

Zugehörige Werte: $N_d = 1.2 \text{ kN/m}$; $Q_d = 0.6 \text{ kN/m}$; $w_k = 4.2 \text{ mm}$

max $Q_d = 521.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 11.15 m)
Zugehörige Werte: $N_d = 269.4 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max $N_d = 269.4 \text{ kN/m}$ (Tiefe = 11.15 m)
Zugehörige Werte: $Q_d = 521.3 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max $w_k = 110.3 \text{ mm}$ (Tiefe = 0.00 m)
Zugehörige Werte: $N_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %
Einbindetiefe $t_g = 4.98 \text{ m}$
Profillänge = 11.98 m

Nachweis Summe H

$E_{ph,d} = 2211.39 \text{ kN/m}$

($E_{ph,d}$ mit Wandreibungswinkel = $-\varphi$ ermittelt)

($E_{ph,d}$ berechnet mit Anpassungsfaktor von: 1.000)

$E_{ah,d} = 154.66 \text{ kN/m}$

$B_{h,d}' = B_{h,d} - 0.5 \cdot C_{h,d}$

$B_{h,d} = 665.06 \text{ kN/m}$; $C_{h,d} = 521.27 \text{ kN/m}$

$B_{h,d}' = 404.42 \text{ kN/m}$

($B_{h,d}$ über rechnerisches Auflager)

$E_{ah,d} + B_{h,d}' \leq E_{ph,d}$ (Nachweis OK)

$\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}') / E_{ph,d}$

$\mu = (154.66 + 404.42) / 2211.39$

$\mu = 559.08 / 2211.39 = 0.25$

Nachweis Summe V

Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße nach unten gerichtet ist.

Bei Trägerbohlwänden berechnet sich E_{pv} (B_v) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für C_h und C_v erfolgt eine analoge Annahme.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: $G_k + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p)$

$G_k = 12.41 \text{ kN/m}$

$P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

$E_{av,k} = 42.66 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 98.98 \text{ kN/m}$)

$C_{h,k} = 77.22 \text{ kN/m}$

$B_{v,k} = -50.64 \text{ kN/m}$

$\delta_p [^\circ] = -27.5$

$\delta_c [^\circ] = 14.2$

Summe $V_k = 34.26 \text{ kN/m}$ (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Erfahrungswerte nach EA Pfähle)

Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)

Profil: HEA 500

$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / \gamma_{Ep}$

$R_{Bv,d} = (145.93 - 1/2 \cdot 115.84) \cdot \tan(27.5^\circ) / 1.40 = 32.73 \text{ kN}$

$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) / \gamma_{Ep}$

$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot 115.84 \cdot \tan(28.3^\circ) / 1.40 = 22.32 \text{ kN}$

Verhältnswert (min, max) = 0.00

Spitzendruck $q_{c,m} = 20.00 \text{ MN/m}^2$

(gemittelt von 11.49 bis 13.94 m) $\implies q_{b,k} = 8.18 \text{ MN/m}^2$

$R_{b,d} = \eta(b) \cdot A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.453 \cdot 0.1470 \cdot 8.18 \cdot 1000 / 1.40 = 389.13 \text{ kN}$

Reduktion Spitzendruck nach EA-Pfähle mit $\eta(b) = 0.453$

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k} [\text{kN/m}^2]$	Bezeichnung
7.00	11.98	110.00	Steine Kies

Mantelfläche bis 11.98 m = $1.464 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s1,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 11.15 bis 11.98 m = $2.064 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s3,d}$

$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 0.600 \cdot 801.98 / 1.40 = 343.71 \text{ kN}$

$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 188.44 / 1.40 = 134.60 \text{ kN}$

Reduktion Mantelreibung nach EA-Pfähle mit $\eta(s) = 0.600$

$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s3,d} = 922.48 \text{ kN}$

Einwirkungen

$$V_d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d} = 25.14 + 86.38 + 0.00 = 111.52 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow \mu = V_d / R_d = 111.52 / 922.48 = 0.12$$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

$$\text{Faktor Verkehrslasten } f_Q = 1.500 / 1.350 = 1.111$$

$$\text{Teilsicherheit (Grundbruch) } \gamma_{Rv} = 1.400$$

Breite = 1.40 m

$$\text{Gewicht } G_k \text{ (einschließlich Verkehr) } = 325.08 \text{ [kN/m]}$$

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.111)

$$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 130.71 \text{ [kN/m]}$$

$$\text{Kohäsionskraft } K_k = 0.00 \text{ [kN/m]}$$

$$\text{Grundbruchlast } R_{n,k} = 16254.62 \text{ [kN/m]}$$

Grundbruch mit:

$$\text{Reibungswinkel } \varphi_k = 42.50 \text{ [}^\circ\text{]}$$

$$\text{Kohäsion } c_k = 0.00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$N_d = 91.895 / N_b = 83.290 / N_c = 99.195$$

$$\sigma_{\bar{u}} = 99.600 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\text{mue} = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.037$$

$$\text{mue} = [325.08 \cdot 1.35] / [(16254.62 + 0.00 + 130.71) / 1.400] = 0.037$$