

17.01.2025

224 081 / st1

# **STATISCHE BERECHNUNG – GENEHMIGUNGSPLANUNG –**

## ***BAUVORHABEN***

### ***SANIERUNG SCHLOSS CECILIENHOF***

**Bauvorhaben:** Sanierung Schlosshotel und Besucherempfang Museum  
Cecilienhof Potsdam

**Bauteil:** Baugrubenverbau  
Baugruben 1 u. 2 im Wirtschaftshof  
Baugrube 3 im Außenbereich  
Baugrube 4 im Ehrenhof  
Baugrube 5 im Prinzenhof

**Auftraggeber:** Stiftung Preußische Schlösser und Gärten  
Berlin-Brandenburg, Abt. Architektur  
Postfach: 60 14 62 in 14414 Potsdam

<b>INHALT</b>	<b>Seite</b>
<b>UNTERLAGEN</b> .....	<b>3</b>
<b>ANLAGEN</b> .....	<b>4</b>
<b>TABELLEN</b> .....	<b>4</b>
<b>1 VERANLASSUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>2 BAUVORHABEN UND ÖRTLICHE VERHÄLTNISSE</b> .....	<b>5</b>
<b>3 VERBAUKONZEPTE</b> .....	<b>6</b>
<b>4 KENNWERTE</b> .....	<b>8</b>
4.1 Bodenkennwerte .....	8
4.2 Bohrpfahlkennwerte (Trägerfüße) .....	8
4.3 Baustoffe .....	9
<b>5 BERECHNUNGSANSÄTZE</b> .....	<b>10</b>
5.1 Berechnungsschnitte .....	10
5.2 Erddruck .....	10
5.3 Oberflächenlasten .....	10
5.4 Wasserdruck .....	11
5.5 Lastbilder .....	11
<b>6 DURCHGEFÜHRTE NACHWEISE</b> .....	<b>12</b>
<b>7 REGELAUSFÜHRUNG DES WAAGERECHTEN VERBAUS</b> .....	<b>12</b>
<b>8 ZUSAMMENSTELLUNG BERECHNUNGSERGEBNISSE</b> .....	<b>15</b>
<b>9 MENGEN- UND MASSENERMITTLUNG BAUGRUBENSICHERUNG</b> .....	<b>16</b>
<b>10 HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN</b> .....	<b>17</b>

## UNTERLAGEN



- [U 1] Schloss Cecilienhof, SIP II Umbau und Sanierung Innenräume, Planunterlagen (Grundstücksvermessung, Lageplan, Grundrisse, Schnitte), diverse Maßstäbe, Stand Ausführungsplanung von 14.11.24; übersandt per E-Mail am 28.11.2024

### DGGT - Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V.:

- [U 2.1] Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ (EA-Pfähle); Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin; 2. Auflage (2012)
- [U 2.2] Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB); Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin; 6. Auflage (2021)
- [U 2.3] Empfehlungen des Arbeitskreises „Ufereinfassungen“ (EAU); Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin; 12. Auflage (2020)

### WICHTER / MEININGER:

- [U 3] Verpressanker, Bodennägel und Zugpfähle, Grundbau-Taschenbuch, Teil 2, 8. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 2018



- [U 4.1] Geotechnischer Bericht (Hauptuntersuchung) zur Sanierung Schlosshotel und Besucherempfang Cecilienhof, Potsdam vom 10.09.2021
- [U 4.2] Hydrogeologischer Ergebnisbericht (Ergänzung der Hauptuntersuchung nach EC 7) zur Sanierung Schlosshotel und Besucherempfang Cecilienhof, Potsdam vom 16.06.2022

**ANLAGEN**

	Blatt
0.    Übersichtslageplan Baugruben 1 bis 5, M = 1 : 200	1
1.    Grundrisse und Schnitte Baugruben 1 bis 5, M = 1 : 50	5
2.    Statische Berechnung und Bemessung, Berechnungsausdrucke Baugrube 1	8
3.    Statische Berechnung und Bemessung, Berechnungsausdrucke Baugrube 2	16
4.    Statische Berechnung und Bemessung, Berechnungsausdrucke Baugrube 3	15
5.    Statische Berechnung und Bemessung, Berechnungsausdrucke Baugrube 4	15
6.    Ergänzende Baugrunderkundungen	
6.1    Lageplan, M 1 : 250	1
6.2    Darstellung Handschurf HSCH 1/24, M 1 : 25	1
6.3    Rammdiagramme DPH 1/24 und 2/24, M = 1 : 50	2

**TABELLEN**

Tabelle 1:	Charakteristische Bodenkenngrößen gemäß [U 4.1] .....	8
Tabelle 2:	Charakteristische Werte für den Pfahlspitzendruck sowie die Pfahlmantelreibung für Bohrpfähle / Trägerfüße nach [U 2.1].....	8
Tabelle 3:	Regelausführung des waagerechten Verbaus mit Aufrichtern 8 x 16 cm; Auszug aus DIN 4124:2012-01 .....	13
Tabelle 4:	Zusammenstellung der Berechnungsergebnisse.....	15
Tabelle 5:	Mengen- und Massenermittlung Baugrubensicherung .....	16

## 1 VERANLASSUNG

Die Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg plant im Rahmen des Sonderinvestitionsprogramms 2 die Sanierung des Schlosshotels Cecilienhof sowie des Besucherempfangs des Museums. Die Planungsleistungen für das Gesamtvorhaben werden durch das [REDACTED] ausgeführt. Als Tragwerksplaner fungiert das [REDACTED]

Aufgrund der z. T. beengten Platzverhältnisse infolge der Lage innerhalb der historischen Höfe mit teilweise ebenfalls historischen Grünanlagen sowie der geologischen Situation sind für die Herstellung der bis ca. 3,0 m tiefen Baugruben für die Sanierungsarbeiten am Schloss Cecilienhof Verbaumaßnahmen vorzusehen. Die Art der Baugrubenverbauten sind auf die angrenzenden Gebäudeteile und deren zu schützenden Bestand abzustimmen.

Die [REDACTED] übernimmt mit Vertrag vom 20.11.24 als Nachunternehmerin des [REDACTED] die Tragwerks- und Objektplanung für die Baugrubensicherungen. Hiermit werden die statischen Berechnungen zu den Baugrubenverbauten als **Genehmigungsplanung** eingereicht.

## 2 BAUVORHABEN UND ÖRTLICHE VERHÄLTNISSE

Das Schloss Cecilienhof ist ein architektonisches Ensemble, das zwischen 1913 und 1917 nach Entwürfen des Architekten Paul Schultze-Naumburg im englischen Tudorstil errichtet wurde. Es befindet sich im nördlichen Bereich des Neuen Gartens in Potsdam, nahe dem Ufer des Jungfernsees. Aufgrund der historischen Bedeutung des Cecilienhofes steht bei allen Arbeiten insbesondere die Wahrung der historischen Bausubstanz und der Außenanlagen im Fokus.

Die Sanierungsarbeiten, die für den Fachplaner Tiefbau relevant sind, finden im Wirtschafts-, Ehren- und Prinzenhof sowie im Außenbereich statt und umfassen den Einbau eines Fahrstuhls sowie die partielle Erneuerung der Abdichtungen; siehe [U 1]. Die für den Einbau des Fahrstuhls relevanten Maßnahmen (Unterfangungen von Innen) werden durch das [REDACTED] geplant.

Das Grundstück des Schlosses ist relativ eben mit geodätischen Höhen zwischen ca. 34,17 und 34,39 m NHN. Die Zufahrt erfolgt von der Straße Am Neuen Garten. Die Wege auf dem Grundstück sind größtenteils befestigt; teilweise handelt es sich aber auch um unbefestigte Parkwege. Die Zuwegungen zu den einzelnen Baugruben führen größtenteils durch Tore mit beschränkter Höhe und Breite.

Regionalgeologisch befindet sich der Standort im Bereich der holozänen Havelniederung. Die oberflächennahen Abfolgen bestehen i. d. R. aus altholozänen Sanden, die lokal von holozänen Moorbildungen überdeckt werden. Das Liegende wird durch pleistozäne Geschiebemergel gebildet, die erfahrungsgemäß ab etwa einer Tiefe von 15 m unter Gelände zu erwarten sind. Für den unmittelbaren Standortbereich sind Auffüllungen, Mudde / Torfe (nur im Talraum nördlich vom Schloss) sowie Talsande ingenieurgeologisch relevant.

### 3 VERBAUKONZEPTE

Das Bauvorhaben wird durch seine Lage innerhalb historischer Bausubstanz und deren zu schützenden Bestand charakterisiert. Aufgrund der z. T. beengten Platzverhältnisse infolge der Lage innerhalb der historischen Höfe mit teilweise ebenfalls historischen Grünanlagen sowie der geologischen Situation sind für die Herstellung der bis ca. 3,0 m tiefen Baugruben Verbaumaßnahmen vorzusehen. Der Arbeitsraum in den Baugruben muss mindestens 1,0 m betragen.

Im Rahmen der Genehmigungsplanung werden 5 Baugruben betrachtet, welche im Nachfolgenden aufgelistet und genauer beschrieben werden:

- Baugrube 1: im Wirtschaftshof, östlich;  
Teilrückbau Treppe, Sanierung Abdichtung, Einbau Lichtschacht;  
UK Baugrube bei 31,38 m NHN, Verbauhöhe ca. 2,90 m  
Zufahrt: bis B x H = ca. 3,4 x 2,5 m
- Baugrube 2: im Wirtschaftshof, südlich;  
Sanierung der Abdichtung;  
UK Baugrube bei 31,33 m NHN, Verbauhöhe ca. 3,0 m  
Zufahrt: bis B x H = ca. 3,4 x 2,5 m
- Baugrube 3: Außen, im Westen des Gebäudes am Wäscheaufzug;  
Sanierung der Abdichtung;  
UK Baugrube bei 31,33 m NHN, Verbauhöhe ca. 3,0 m
- Baugrube 4: im Ehrenhof, nördlich, beim Hundehof  
Sanierung der Abdichtung;  
UK Baugrube bei 31,33 m NHN, Verbauhöhe ca. 3,0 m  
Zufahrt: bis B x H = ca. 2,8 (i. S. 3,5) x 2,8 m
- Baugrube 5: im Prinzenhof  
Sanierung der Abdichtung;  
UK Baugrube bei 31,33 m NHN, Verbauhöhe ca. 3,0 m  
Zufahrt: bis B x H = ca. 3,75 x 3,15 m

Die Verbauten der Baugruben 1 und 2 sind als freistehende und die der Baugruben 3 und 4 als ausgesteifte Trägerbohlwände geplant. Für die Baugrube 5 im Prinzenhof gilt die besondere Maßgabe, den Einsatz schwerer Geräte auf ein notwendiges Minimum zu begrenzen, da sich im unmittelbaren Baubereich Grünanlagen mit besonderem Schutzstatus befinden. Aufgrund dessen wird für diese Baugrube ein waagerechter Grabenverbau mit Aussteifung angeordnet.

Um die Randbedingungen zur Festlegung einer Verbaumaßnahme für die Baugrube 2 besser einschätzen zu können, wurde im Vorfeld der Planung im Wirtschaftshof die Gründungssituation im Bereich der in der südlichen Ecke gelegenen Treppe untersucht; siehe Anlage 6.2. Im Ergebnis ist davon auszugehen, dass die Kellerwand auch unter der Treppe vorhanden ist und entsprechend gegründet wurde. Aufgrund dessen kann der Verbau der Teilbaugrube B (an südöstlicher Wange des Flurs zur Hebeanlage) der Baugrube 2 geradlinig zwischen Hebeanlage und gegenüberliegender Außenwand hergestellt werden (alternativ L-förmig parallel zum Flur zur Hebeanlage).

Für die Verbauten werden folgende Randbedingungen vorgegeben:

- Die geplanten Verbauten begrenzen sich auf die o. g. Sanierungsbereiche.
- Kopfböschungen zur Reduzierung der Verbauhöhen sind aufgrund der beengten Platzverhältnisse nicht realisierbar und nicht vorgesehen.
- Kein bzw. nur geringer Grundwassereinfluss, deshalb werden keine wasserdichten Verbauten notwendig.
- Zur Gewährleistung lotrechter Verbauwände sowie zur Reduzierung von Erschütterungen im Baufeld sind die Bohlträger vorzugsweise in vorgebohrte und mit Magerbeton verfüllte Trägerfüße (Durchmesser  $\geq 0,4$  m bei ausgesteiftem Verbau bzw.  $\geq 0,6$  m bei freistehendem Verbau) einzustellen. Die Betonfüße sind bis auf Höhe der Baugrubensohlen auszuführen.
- Alle Verbauvarianten sind generell als temporäre Konstruktionen geplant, die nach Herstellung der Gebäude weitestgehend rückgebaut werden sollen. Dies betrifft im Wesentlichen die Bohlträger und die Holzausfachung. Eventuell sensible Bereiche, in denen ein Ziehen der Träger nicht möglich ist, sind in den späteren Planungsphasen zu benennen.
- Aufgrund der Lage der Baugruben inmitten historischer Bausubstanz sollten Verbaumaßnahmen, welche Erschütterungen in das Gebäude eintragen können, vermieden werden. Falls in späteren Planungsphasen dennoch der Einsatz von Spundwänden o. ä. in Betracht gezogen werden sollte, wird die Durchführung von Erschütterungsmessungen im Vorfeld der Baumaßnahme zwingend vorgegeben.
- Die Bemessung der Verbauten erfolgt unter Ansatz von Baugeräten mit einer maximalen Gesamtlast von 10,0 t.

## 4 KENNWERTE

Vom geotechnischen Sachverständigen werden gemäß [U 4.1] folgende Bemessungskennwerte vorgegeben.

### 4.1 Bodenkennwerte

Für die erdstatischen Berechnungen wurde ausgehend von den Sondierprofilen BS 1/21 und BS 2/21 aus [U 4.1] jeweils bis zur Unterkante der angrenzenden Fundamente die BGS 1 (Auffüllungen) sowie darunterliegend die BGS 3 (Talsande) angesetzt. Den Berechnungen liegen die nachfolgenden, nach [U 4.1] gewählten Bemessungskenngrößen zugrunde:

BGS	Bezeichnung der Baugrundsicht (BGS)	Wichte $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte unter Auftrieb $\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel $\phi'_k$ [°]	Kohäsion $c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1	Oberboden/Auffüllung	17,5	8,0	27,5	2,5	8 - 18
2	Mudde/Torf	15,0	5,0	20,0	5,0	1 - 4
3	Talsande	19,0	10,0	30,0	1,5	20 - 45

Tabelle 1: Charakteristische Bodenkenngrößen gemäß [U 4.1]

### 4.2 Bohrpfahlkennwerte (Trägerfüße)

Für die Bemessung der Trägerfüße des Trägerbohlwandverbau (Nachweis vertikaler Tragfähigkeit) wurden in Anlehnung an die DIN 1054:2021-04 sowie die EA-Pfähle [U 2.1] vorerst folgende, in Tabelle 2 angegebene, charakteristische Werte des Pfahlspitzendrucks  $q_{b,k}$  sowie der Pfahlmantelreibung  $q_{s,k}$  für Bohrpfähle angenommen:

Schicht	Bezeichnung Baugrundsicht (BGS)	Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Lage zur Baugrubensohle
1	Oberboden/Auffüllung	-	-	oberhalb
2	Mudde/Torf	-	-	nicht vorhanden
3	Talsande	0,6 / 0,9 / 1,8 <sup>1)</sup>	70,0	ober- und unterhalb

<sup>1)</sup> Pfahlspitzendrücke für bezogene Pfahlkopfsetzungen  $s/D_s = 0,02 / 0,03 / 0,10$  ( $= s_g$ )

Tabelle 2: Charakteristische Werte für den Pfahlspitzendruck sowie die Pfahlmantelreibung für Bohrpfähle / Trägerfüße nach [U 2.1]

Für die vorgebohrten Trägerfüße sind unter Beachtung der DIN EN 1536 folgende Vorgaben und Herstellungstoleranzen einzuhalten:

- erschütterungsarmes, verrohrtes Drehbohrverfahren (aufgrund örtlich lockerer Böden und möglicher Bohrhindernisse, z. B. innerhalb der Auffüllungen),
- Lageabweichung Ansatzpunkt in Höhe Arbeitsebene:  $e \leq 0,10$  m (für  $D \leq 1,0$  m),
- Neigungsabweichung vertikaler Träger:  $n \geq 15$  ( $\theta \geq 86^\circ$ );  $i \leq 0,02$  (2 cm/m),
- Abweichung der Mitte von Aufweitungen zur Trägerachse:  $e \leq 0,1 \times D$ .

### 4.3 Baustoffe

#### Baugruben 1 bis 4: ausgesteifte und freistehende Trägerbohlwände

##### Bohlträger:

Profile	HEB 160, HEB 360 und HEB 400
Stahlgüte	S 235

##### Trägerfuß:

Magerbeton	$\geq$ C 12/15 (bei Nachweis ggf. auch geringer)
------------	--

##### Holzausfachung:

Festigkeitsklasse	$\geq$ C24
Stärke Kantholz	$d \geq 8,0$ cm und $d \geq 10,0$

##### Aussteifung:

Profil	Kreishohlprofil $\geq 76,1 \times 2,5$ mm
Stahlgüte	S 235
oder vergleichbare Stahlprofile; auch Kanthölzer, Rundhölzer etc. möglich	

#### Baugrube 5: horizontaler, ausgesteifter Grabenverbau (Normverbau)

##### Bohlen

Sortierklasse:	$\geq$ S 10
Stärke:	$d = 6,0$ cm

##### Aufrichter:

Sortierklasse:	$\geq$ S 10
Abmessungen:	8 x 16 cm

##### Aussteifung:

Art:	Rundholz
Güteklasse:	Klasse II
Durchmesser:	$d = 10,0$ cm
sowie:	

Art:	Kantholz
Sortierklasse:	≥ S 10
Durchmesser:	12 x 16 cm

## 5 BERECHNUNGSANSÄTZE

Die in diesem Kapitel erläuterten Berechnungsansätze gelten für die Berechnungen der Baugruben 1 bis 4. Genaue Angaben zur Baugrube 5 befinden sich im Kapitel 7.

### 5.1 Berechnungsschnitte

Die Baugruben werden nicht in weitere Abschnitte unterteilt. Im jeweiligen Berechnungsschnitt zu jeder Baugrube werden die jeweils ungünstigsten Randbedingungen zum Ansatz gebracht.

### 5.2 Erddruck

Die freistehenden und ausgesteiften Trägerbohlwände der Baugruben 1 bis 4 werden im Endzustand auf **klassischen, aktiven Erddruck** bemessen.

Die Steifen werden als kraftschlüssig verkeilt angesetzt.

Den Erddruckberechnungen wird nach DIN 4085 ein Wandreibungswinkel von  $2/3 \varphi'$  unterstellt. Bei bindigen Bodenarten wird eine Vergleichsrechnung mit dem Mindesterdrukbeiwert  $\min. k_{ah} = 0,2$  geführt.

### 5.3 Oberflächenlasten

Der Ansatz von Nutzlasten aus Baggern und Hebezeugen wurde nach [U 2.2] bzw. dem nachfolgenden Bild 1 gewählt. Infolge beschränkter Zufahrtsmöglichkeiten kommen für den Aushub nur Minibagger mit einem maximalen (wahrscheinlich geringerem) Gesamtgewicht von 10 t in Frage. Aufgrund dessen wurde als Ersatznutzlast eine Streifenlast von  $q_k = 50 \text{ kN/m}^2$  mit einer Breite von 1,5 m angesetzt (entspricht einem Gerät mit einer Gesamtlast von 10 t, welches keinen festgelegten Abstand zum Verbau einhält). Des Weiteren wurde eine großflächige Gleichlast von  $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$  zum Ansatz gebracht.

Entlang der im Außenbereich liegenden Baugrube 4 verläuft ein Zufahrtsweg, der für Schwerlastverkehr bis SLW 60 zugelassen ist. Dieser wurde mit einem Abstand von ca. 6,4 m zum Baugrubenrand mit einer gleichmäßigen Flächenlast von 33 kN/m<sup>2</sup> auf einer Breite von ca. 6,0 m berücksichtigt.

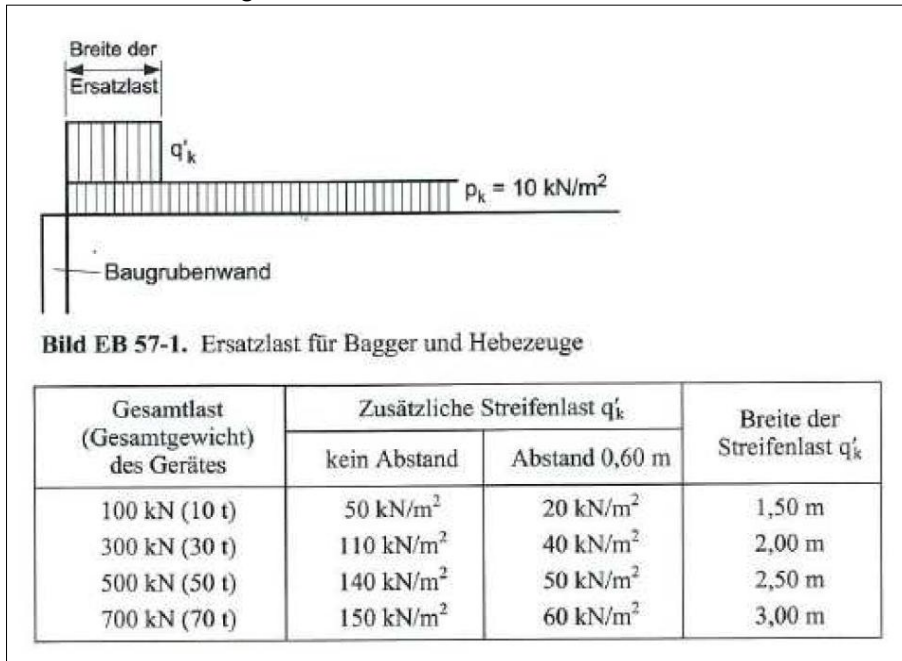


Bild 1: Ersatzlast für Bagger und Hebezeuge aus [U 2.2]

#### 5.4 Wasserdruck

Gemäß [U 4.1] ist im geplanten Baufeld in erdbau- bzw. gründungsrelevanter Tiefe nicht mit Grundwasser zu rechnen. Jedoch ist zumindest saisonal mit Schicht- bzw. Sickerwasserzutritten zu rechnen.

Die Trägerbohlwand ist konstruktionsbedingt wasserdurchlässig, wodurch sich hinter ihr kein Wasser anstauen kann.

Daraus resultierend wird in allen Baugruben kein Wasserdruck für die Baugrubensicherung angesetzt.

#### 5.5 Lastbilder

Im Rahmen der Bemessung der freistehenden Trägerbohlwände der Baugruben 1 und 2 wurde keine Erddruckumlagerung angesetzt.

Bei dem gewählten Erddruckansatz für die ausgesteiften Trägerbohlwände der Baugruben 3 und 4 erfolgt die Erddruckumlagerung gemäß [U 2.2] Bild EB 69-2.a) in Form eines durchgehenden Dreiecks.

## 6 DURCHGEFÜHRTE NACHWEISE

Die hier durchgeführten Berechnungen dienen der Bemessung und Dimensionierung im Rahmen der Genehmigungsplanung. Die in diesem Kapitel erläuterten, durchgeführten Nachweise gelten für die Berechnungen der Baugruben 1 bis 4. Genaue Angaben zur Baugrube 5 befinden sich im Kapitel 7.

Generell wurden die Nachweise für die Trägerbohlwände im Grenzzustand GEO-2 / STR (früher: GZ 1B) und mit den Teilsicherheitsbeiwerten nach DIN 1054:2021-04 geführt.

Bei den mit Hilfe der GGU-Software "RETAIN" in der Version 11.34 / 29.04.2024 durchgeführten Berechnungen wurden folgende programminterne Nachweise bzw. Berechnungen im Endzustand der Baugrube geführt:

- Ermittlung der statisch erforderlichen Einbindetiefe,
- Verformungsermittlung,
- Nachweis Innere Tragfähigkeit,
- Bemessung der Tragelemente, Aussteifungen und Ausfachungen,
- Nachweis  $\Sigma H$ ,
- Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit ( $\Sigma V$ ),
- Nachweis hydraulischer Grundbruch und Aufbruchsicherheit (nicht relevant).

## 7 REGELAUSFÜHRUNG DES WAAGERECHTEN VERBAUS

Aufgrund der besonderen Anforderungen an Geräteeinsatz und Materialtransporte im Prinzenhof ist für die Baugrube 5 die Ausführung eines ausgesteiften, waagerechten Verbaus geplant.

In der DIN 4124:2012-01 ist eine Regelausführung des waagerechten Verbaus beschrieben, welcher unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen ohne besondere Standsicherheitsnachweise verwendet werden darf; siehe Bild 2.

Für die Sicherung der Baugrube 5 wurden Aufrichter mit Abmessungen von 8 x 16 cm sowie Bohlen mit einer Dicke von 6 cm gewählt. Unabhängig von der tatsächlichen Baugrubentiefe von max. 3,0 m wird eine Wandhöhe von 5,0 m angesetzt, sodass das Einhalten eines Mindestabstandes von Baugeräten zum Baugrubenrand nicht notwendig wird. Daraus resultierend ergeben sich maximal zulässige Stützweiten und Kraglängen der Bohlen und Aufrichter, welche aus Tabelle 3 zu entnehmen sind. Die langen Seiten der Baugrube, welche parallel zum Gebäude verlaufen, werden über Rundholzsteifen mit  $d = 10$  cm ausgesteift.

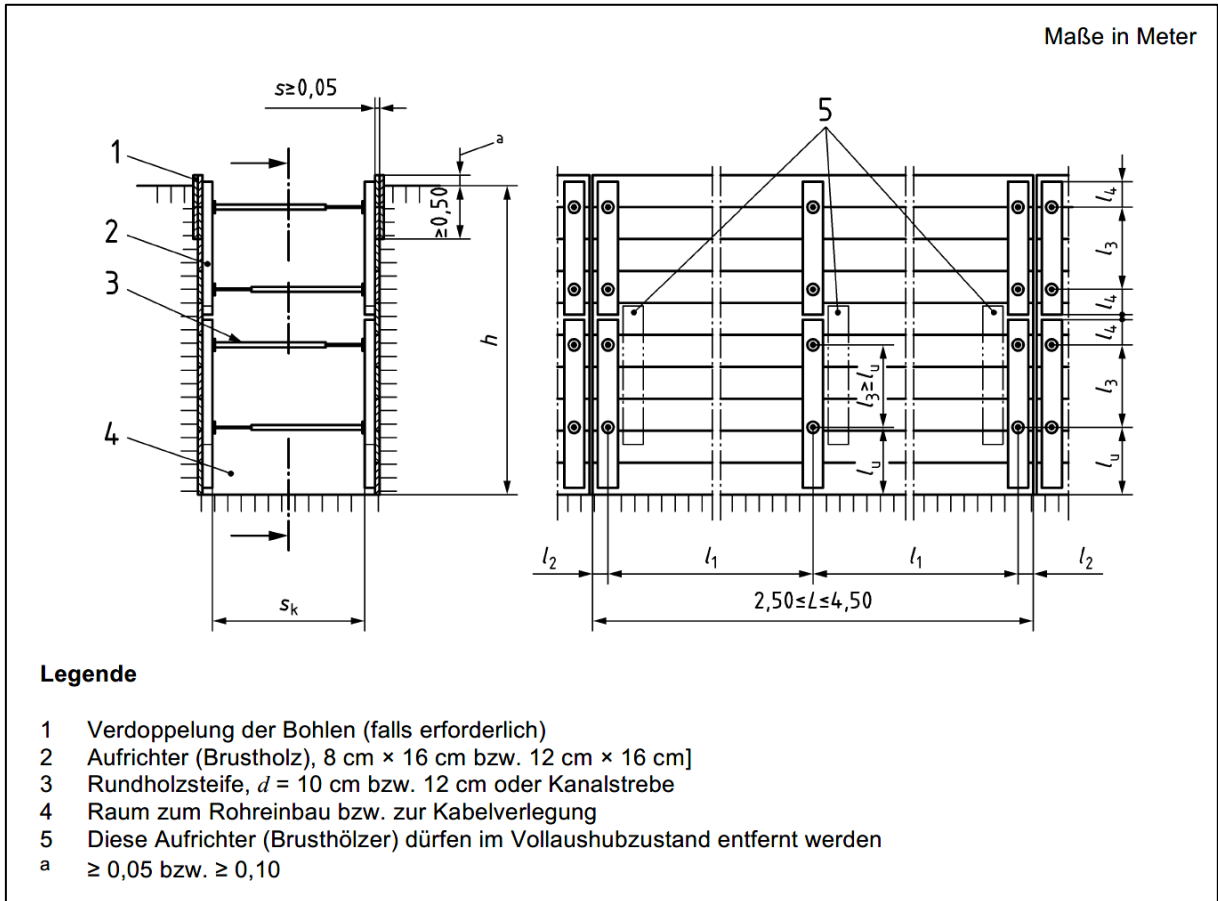


Bild 2: Regelausführung des waagerechten Verbaus; Auszug aus DIN 4124:2012-01

Zeile	Bemessungsgröße		Bohlendicke $s$				
			5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	9 cm
1	Größte Wandhöhe $h$	m	3,00	3,00	4,00	5,00	5,00
2	Größte Stützweite $l_1$ der Bohlen	m	1,90	2,10	2,00	1,90	2,10
3	Größte Kraglänge $l_2$ der Bohlen	m	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
4	Größte Stützweite $l_3$ der Aufrichter	m	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60
5	Größte Kraglänge $l_4$ der Aufrichter	m	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
6	Größte Kraglänge $l_u$ der Aufrichter	m	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50
7	Größte Knicklänge $s_k$ von Rundholzsteifen $d = 10$ cm	m	1,65	1,55	1,50	1,45	1,35
8	Größte Steifenkraft $P$	kN	31	34	37	40	43

Tabelle 3: Regelausführung des waagerechten Verbaus mit Aufrichtern 8 x 16 cm; Auszug aus DIN 4124:2012-01

Aufgrund der Ausbildung der Baugrube über Eck und der Ausbildung der seitlichen Baugrubenabschlüsse wurden weitere Konstruktionselemente ergänzt, welche nicht Bestandteil der

o. g. Norm sind. Die (Längs-)Aussteifung der kurzen Seiten an den beiden Enden der Baugrube erfolgt über Kanthölzer mit Abmessungen von 8 x 16 cm. Diese sind mit einem Abstand in die Tiefe von  $\leq 60$  cm anzuordnen und jeweils an den kreuzenden Aufrichtern zu vernageln. Die an den kurzen Seiten am Gebäude liegenden Aufrichter werden durch Kanthölzer mit Abmessungen von 12 x 16 cm ersetzt und mit der Kellerwand verbolzt. Die Aussteifung der Ecke erfolgt gegen ein Kantholz mit den Abmessungen 20 x 20 cm, welches vor den beiden Aufrichtern angeordnet wird.

## 8 ZUSAMMENSTELLUNG BERECHNUNGSERGEBNISSE

Baugrube	BG 1	BG 2a	BG 2b	BG 3	BG 4	BG 5
Verbauart	freistehende Trägerbohlwand mit Holzausfachung			ausgesteifte Trägerbohlwand mit Holzausfachung		waagerechter Normverbau
max. Verbauhöhe (Baugrubentiefe)	≤ 2,90 m	≤ 3,0 m	≤ 3,0 m	≤ 3,0 m	≤ 3,0 m	≤ 3,0 m
ca. Verbaulänge	5,0 m	2,0 m	3,1 m	12,0 m	10,8 m	
<b>Trägerbohlwand</b>						
Stahlprofil / Stahlgüte	HEB 360 S 235	HEB 400 S 235	HEB 360 S 235	HEB 160 / HEB 360 S 235	HEB 160 S 235	-
Abstand Bohlträger	≤ 1,50 m	≤ 1,65 m	≤ 1,50 m	≤ 1,50 m	≤ 1,50 m	-
Länge Bohlträger	≥ 6,75 m	≥ 7,45 m	≥ 6,25 m	≥ 4,70 m / 6,25 m	≥ 4,90 m	-
Holzausfachung: Festigkeitsklasse / Einbaustärke	C 24 ≥ 10,0 cm	C 24 ≥ 10,0 cm	C 24 ≥ 10,0 cm	C 24 ≥ 8,0 cm	C 24 ≥ 8,0 cm	-
Aussteifung: Profil / Stahlgüte	-	-	-	Kreishohlprofil ≥ 76,1 x 2,5 mm S 235	Kreishohlprofil ≥ 76,1 x 2,5 mm S 235	-
<b>Waagerechter Normverbau</b>						
Bohlen: Stützweite / Kraglänge / Stärke / Sortierklasse	-	-	-	-	-	≤ 1,9 m / ≤ 0,5 m d = 6,0 cm ≥ S10
Aufrichter: Stützweite / Kraglänge / Abmessungen / Sortierklasse	-	-	-	-	-	≤ 0,6 m / ≤ 0,3 m 8 x 16 cm bzw. 12 x 16 cm ≥ S10
Aussteifung: Art / Güteklasse / Durchmesser	-	-	-	-	-	Rundholz Klasse II d = 10,0 cm
sowie Art / Sortierklasse / Abmessungen	-	-	-	-	-	Kantholz ≥ S10 8 x 16 cm

Tabelle 4: Zusammenstellung der Berechnungsergebnisse

## 9 MENGEN- UND MASSENERMITTLUNG BAUGRUBENSICHERUNG

Baugrube	BG 1	BG 2a	BG 2b	BG 3	BG 4	BG 5
Verbauart	freistehende Trägerbohlwand mit Holzausfachung			ausgesteifte Trägerbohlwand mit Holzausfachung		waagerechter Normverbau
max. Verbauhöhe (Baugrubentiefe)	≤ 2,90 m	≤ 3,0 m	≤ 3,0 m	≤ 3,0 m	≤ 3,0 m	≤ 3,0 m
ca. Verbaulänge	5,3 m	1,8 m	3,1 m	12,0 m	11,2 m	12,3 m
<b>Trägerbohlwand</b>						
HEB 160, S 235	-	-	-	7 Stück á 4,70 m <b>L<sub>ges</sub> = 32,9 m</b>	7 Stück á 4,90 m <b>L<sub>ges</sub> = 34,3 m</b>	-
HEB 360, S 235	4 Stück á 6,75 m <b>L<sub>ges</sub> = 27,0 m</b>	-	2 Stück á 6,25 m <b>L<sub>ges</sub> = 12,5 m</b>	1 Stück á 6,25 m <b>L<sub>ges</sub> = 6,25 m</b>	-	-
HEB 400, S 235	-	1 Stück á 7,45 m <b>L<sub>ges</sub> = 7,45 m</b>	-	-	-	-
L-/Winkel-Profil 160 mm, S 235	1 Stück á 2,9 m <b>L<sub>ges</sub> = 2,9 m</b>	1 Stück á 3,0 m <b>L<sub>ges</sub> = 3,0 m</b>	1 Stück á 3,0 m <b>L<sub>ges</sub> = 3,0 m</b>	1 Stück á 3,0 m <b>L<sub>ges</sub> = 3,0 m</b>	2 Stück á 3,0 m <b>L<sub>ges</sub> = 6,0 m</b>	-
Holzausfachung, d ≥ 10 cm	15,3 m <sup>2</sup>	5,4 m <sup>2</sup>	7,8 m <sup>2</sup>	-	-	-
Holzausfachung, d ≥ 8 cm	-	-	-	35,8 m <sup>2</sup>	33,8 m <sup>2</sup>	-
Kreishohlprofilsteife ≥ 76,1 x 2,5 mm, S 235	-	-	-	3 Stück á 1,1 m <b>L<sub>ges</sub> = 3,30 m</b> 3 Stück á 1,0 m <b>L<sub>ges</sub> = 3,0 m</b>	1 Stück á 0,8 m <b>L<sub>ges</sub> = 0,8 m</b> 5 Stück á 1,2 m <b>L<sub>ges</sub> = 6,0 m</b>	-
<b>Waagerechter Normverbau</b>						
Bohlen, d = 6,0 cm	-	-	-	-	-	36,0 m <sup>2</sup>
Aufrichter, 8 x 16 cm	-	-	-	-	-	10 Stück á 0,85 m <b>L<sub>ges</sub> = 8,5 m</b> 20 Stück á 1,2 m <b>L<sub>ges</sub> = 24,0 m</b>
Aufrichter, 12 x 16 cm	-	-	-	-	-	2 Stück á 0,85 m <b>L<sub>ges</sub> = 1,7 m</b> 4 Stück á 1,2 m <b>L<sub>ges</sub> = 4,8 m</b>
Kantholz, 20 x 20 cm	-	-	-	-	-	1 Stück á 0,85 m <b>L<sub>ges</sub> = 0,85 m</b> 2 Stück á 1,2 m <b>L<sub>ges</sub> = 2,4 m</b>
Rundholzsteife, d = 10 cm	-	-	-	-	-	6 Stück á 1,0 m <b>L<sub>ges</sub> = 6,0 m</b> 1 Stück á 1,4 m <b>L<sub>ges</sub> = 1,4 m</b>
Kantholzsteife, 8 x 16 cm	-	-	-	-	-	1 Stück á 4,5 m <b>L<sub>ges</sub> = 4,5 m</b> 1 Stück á 4,7 m <b>L<sub>ges</sub> = 4,7 m</b>
<b>Abwicklung Verbau</b>						
Ansichtsfläche Verbau (oberhalb Baugrubensohle)	ca. 15,3 m <sup>2</sup>	ca. 5,4 m <sup>2</sup>	ca. 9,3 m <sup>2</sup>	ca. 35,8 m <sup>2</sup>	ca. 33,8 m <sup>2</sup>	ca. 36,0 m <sup>2</sup>

Tabelle 5: Mengen- und Massenermittlung Baugrubensicherung

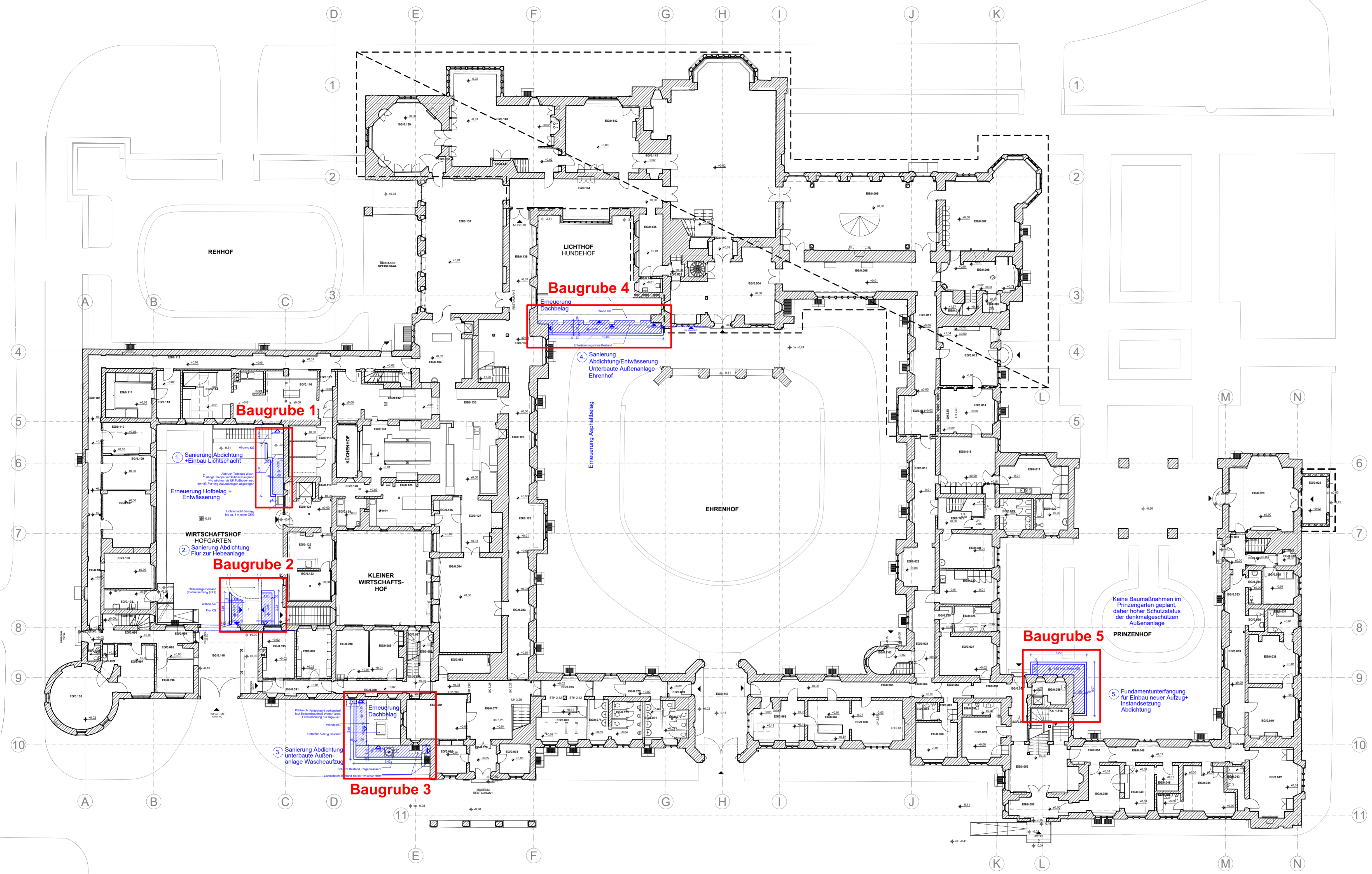
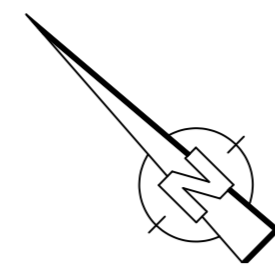
## 10 HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN

Es wird bei den hier ausgeführten statischen Berechnungen auf deren Charakter einer Genehmigungsplanung hingewiesen. Die Ergebnisse sind – nach erfolgter Prüfung – Grundlage für die Erstellung der Ausführungsplanung. Sie dienen der Mengen- und Massenermittlung sowie der Definition wichtiger geotechnischer Randbedingungen für die Ausschreibung, von denen nur nach Rücksprache mit dem Aufsteller abgewichen werden darf.

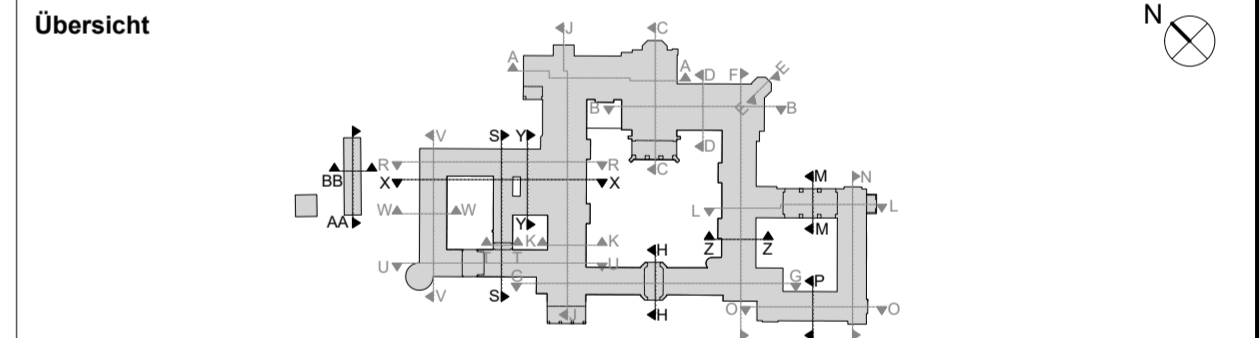
Alle Bauwerksabmessungen und Höhenangaben entstammen den Unterlagen [U 1] mit den jeweiligen Arbeitsständen.

Für die Gesamtterminplanung kann nach gegenwärtigem Kenntnisstand von einer reinen **Bauzeit für den Spezialtiefbau von ca. 2,5 Monaten** ausgegangen werden, sofern die Verbauten „in einem Zuge“ herzustellen sind. Hinzuzurechnen ist eine **Vorbereitungszeit von mind. ca. 3 bis 5 Wochen** für Geräte- und Materialdisposition, Erstellen und Prüfen der Ausführungs- bzw. Werkplanung sowie Einholen ggf. notwendiger Gestattungen.

aufgestellt durch



Alle Maße sind am Bau zu prüfen OKFF ±0.00 = 34.58 DHHN92



Keine Baumaßnahmen im Prinzengarten geplant, daher höherer Schutzstatus der denkmalgeschützten Außenanlage

5. Fundamentunterfangung für Einbau neuer Aufzug + Instandsetzung Abdichtung

LEGENDE

- Arbeitsraum
- Verbau
- VK = Vorderkante Außenwand (Annahme, Grundlage Bestandsaufmaß)
- 3.25 Baugrubensohle

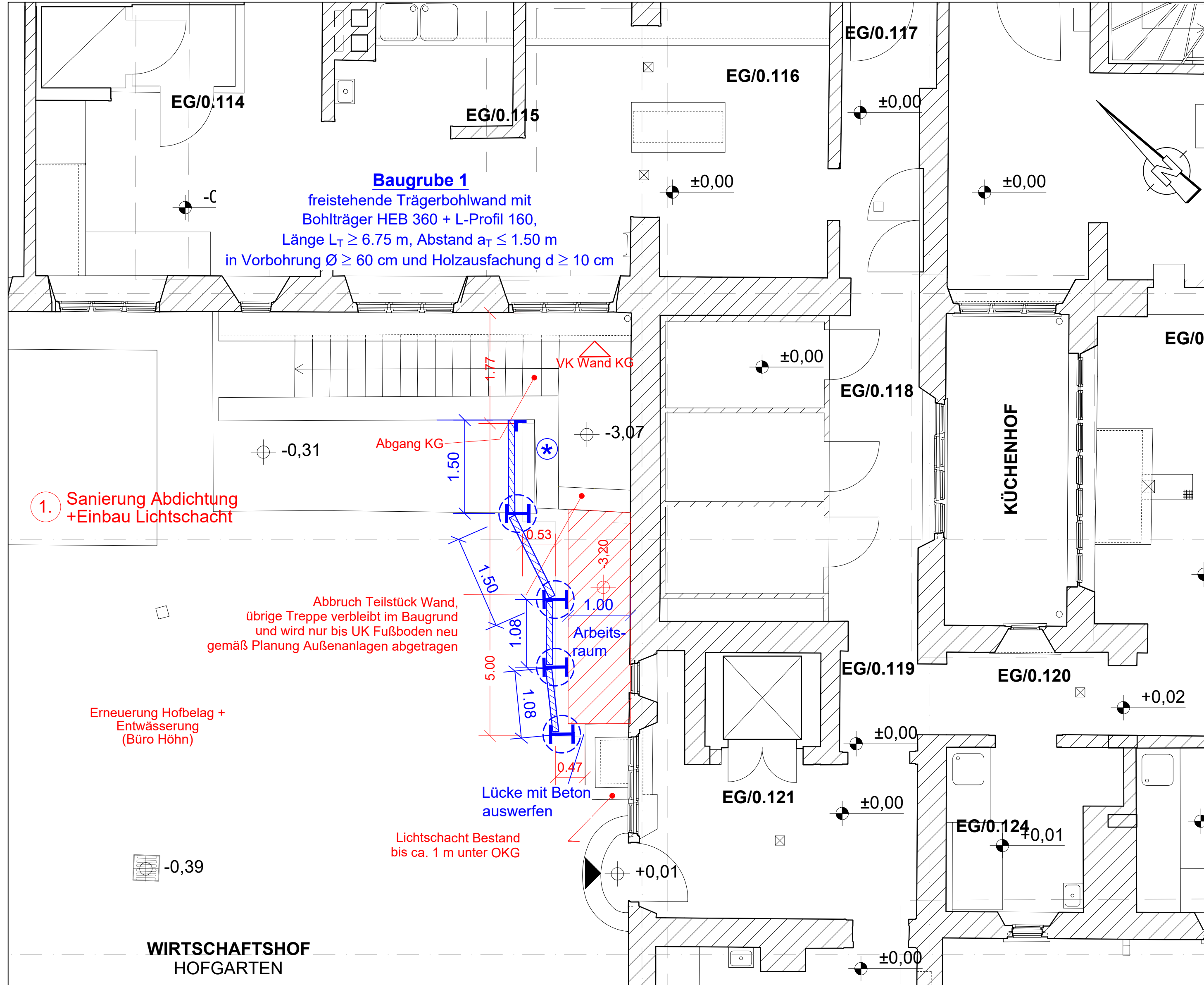
Nr.	Änderung	Datum
c		
b		
a		

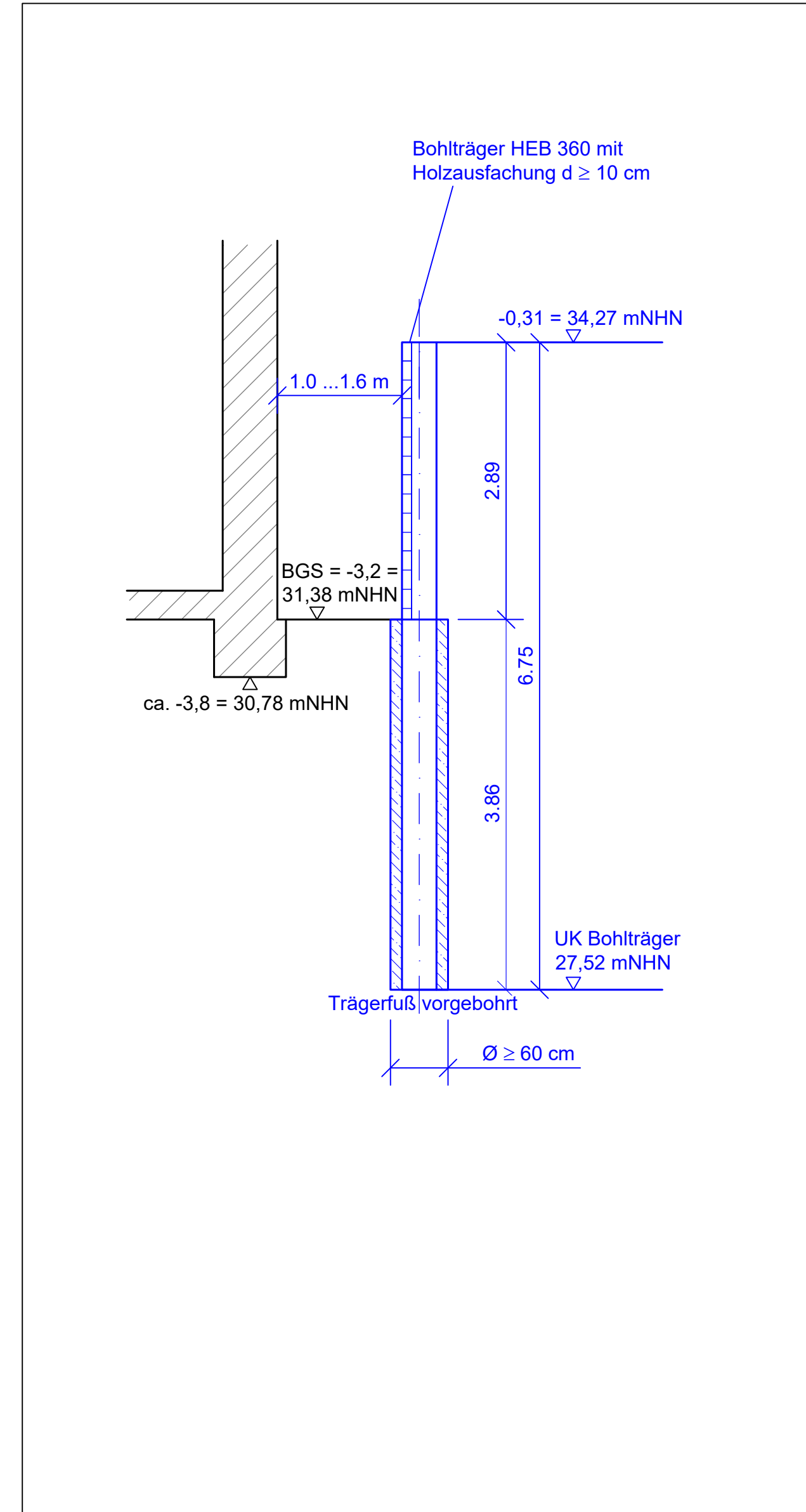
<h2>Genehmigungsplanung</h2>			
Bauherr	Stiftung Preussische Schlösser und Gärten Berlin - Brandenburg		
Planersteller			
Projekt	Schloss Cecilienhof, Potsdam Verbauplanung		
Plan	Übersichtslageplan Baugruben 1 bis 5	Maßstab:	1 : 200
Projekt-Nr.	gezeichnet:	Datum	Anlage
	bearbeitet:	17.01.2025	0

# Baugrube 1

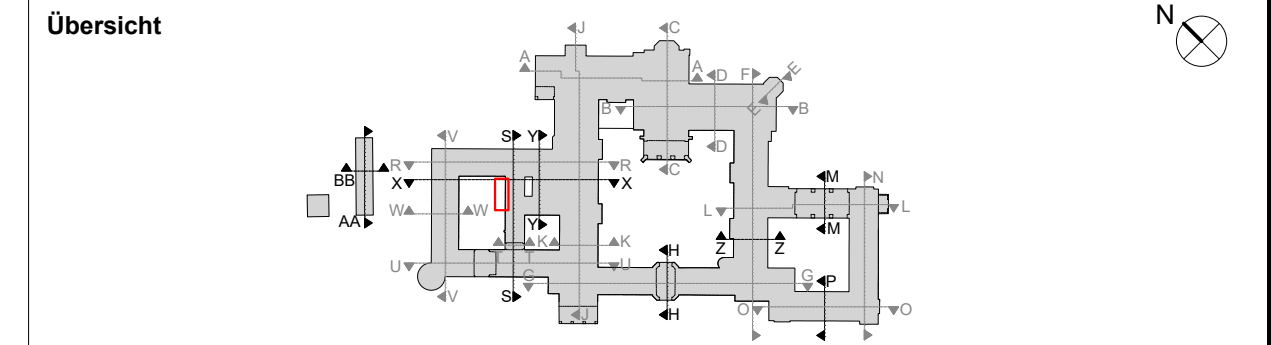
Grundriss, M 1:50



Schnitt, M 1:50



Alle Maße sind am Bau zu prüfen OKFF ±0.00 = 34.58 DHHN92



**Anmerkung:** Verbindungsmittel für L-Profile sind im Rahmen der Werkplanung festzulegen

⊛ Treppenwange ist mit dem Baugrubenaushub rückzubauen

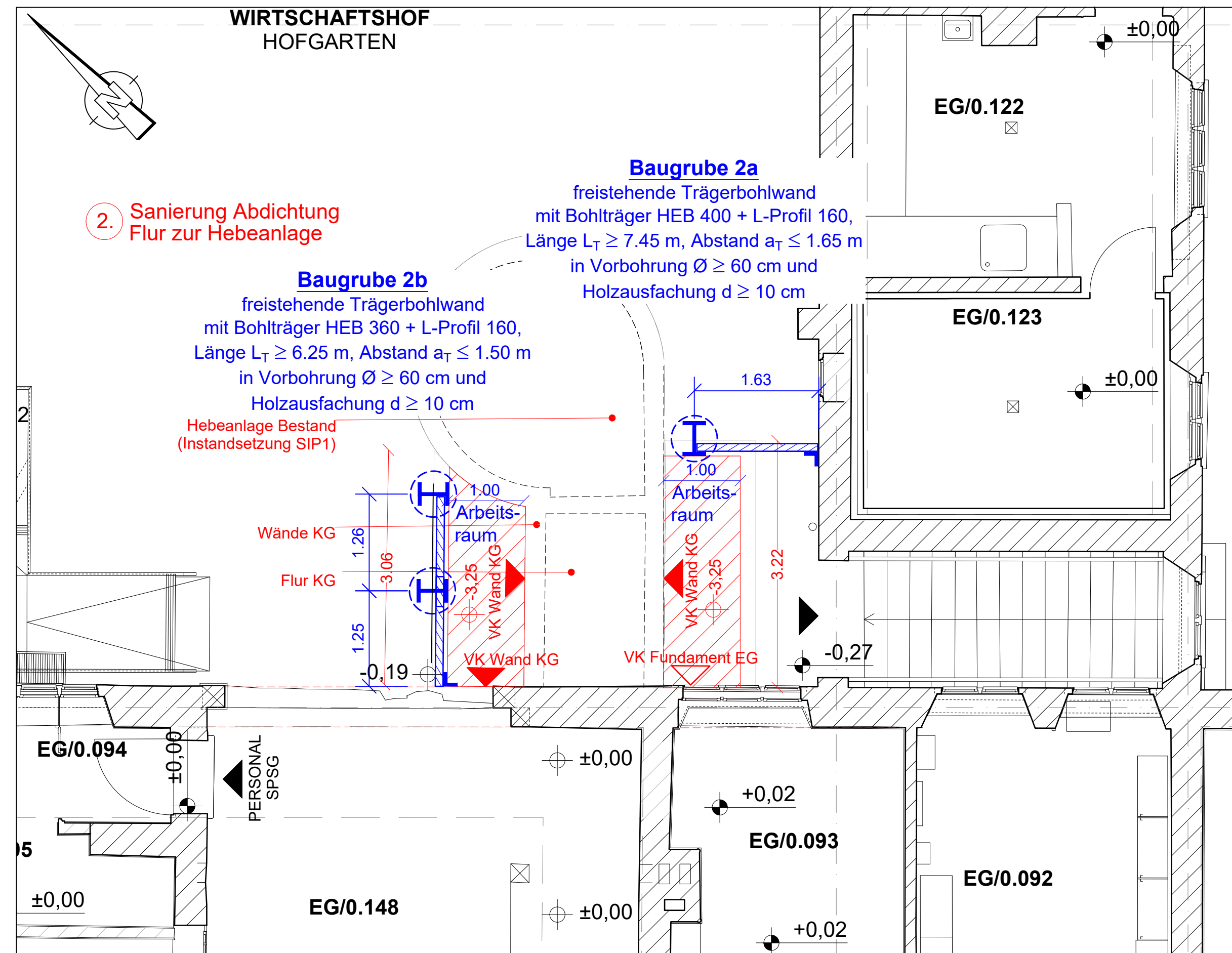
Nr.	Änderung	Datum
c		
b		
a		

## Genehmigungsplanung

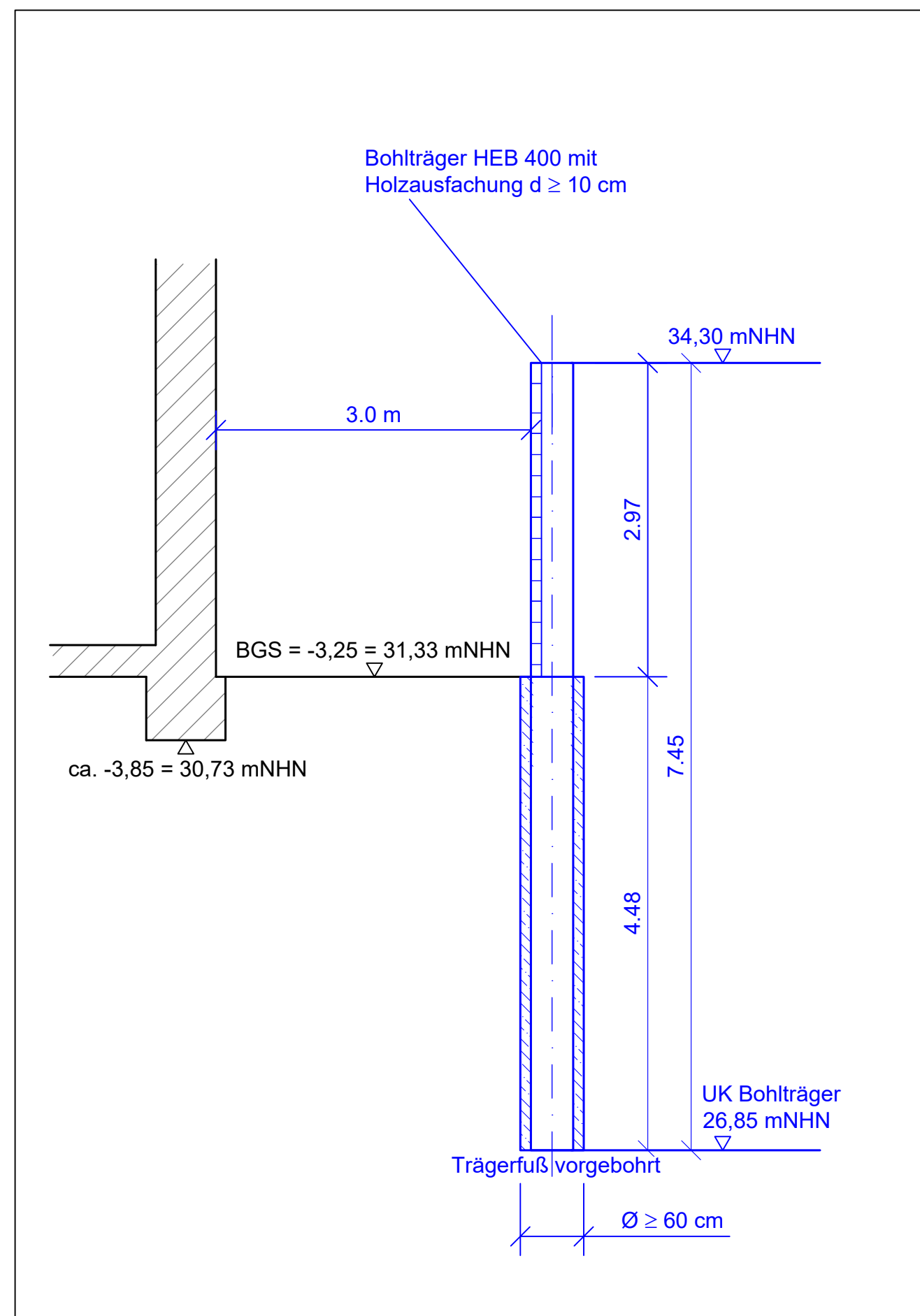
Bauherr	Stiftung Preussische Schlösser und Gärten Berlin - Brandenburg		
Planersteller			
Projekt	Schloss Cecilienhof, Potsdam Verbauplanung		
Plan	Baugrube 1 - freistehende Trägerbohlwand Grundriss und Schnitt		Maßstab: 1 : 50
Projekt-Nr.	gezeichnet:		Datum 17.01.2025
	bearbeitet:		
		Anlage	1.1

# Baugrube 2

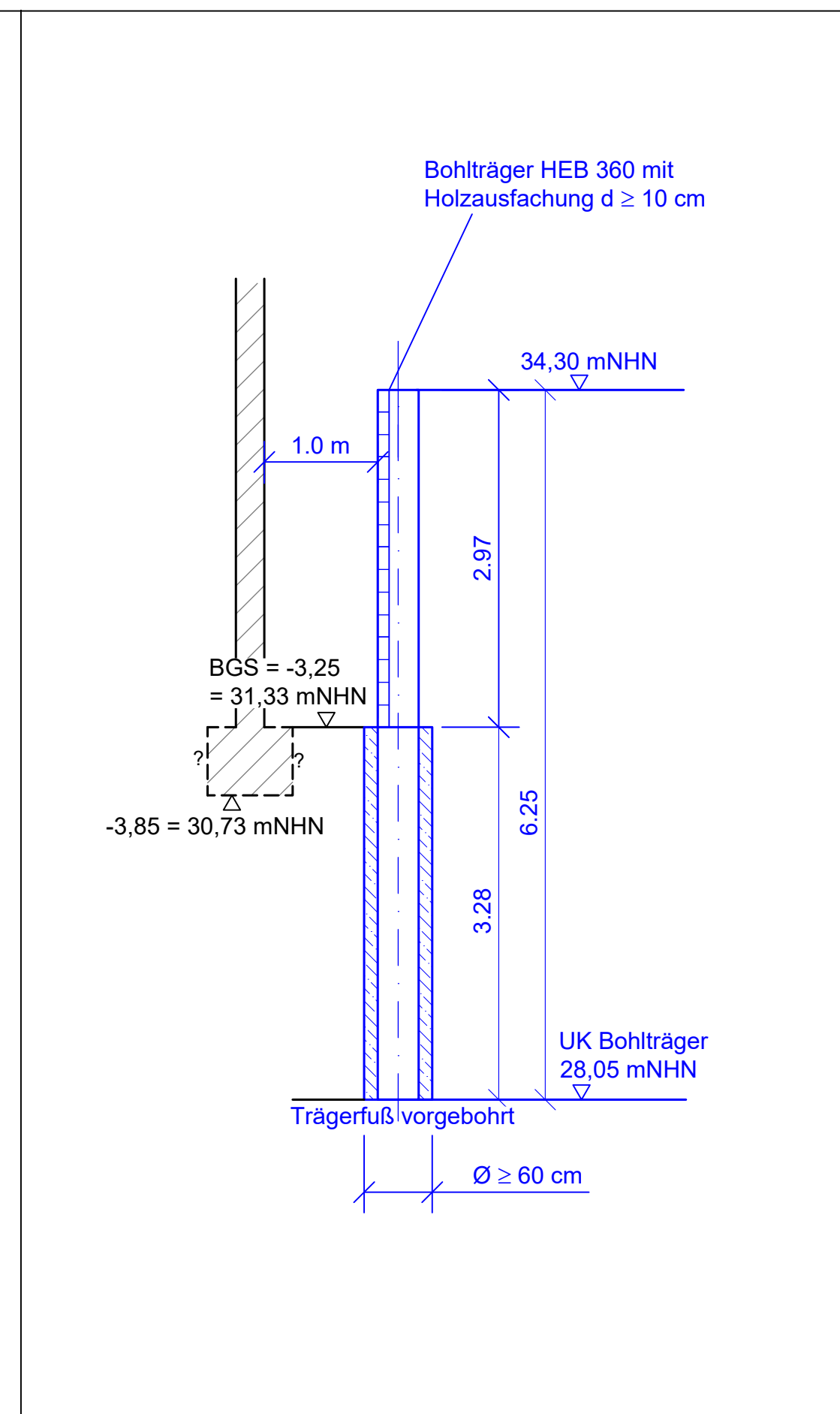
Grundriss, M 1:50



Schnitt Baugrube 2a, M 1:50

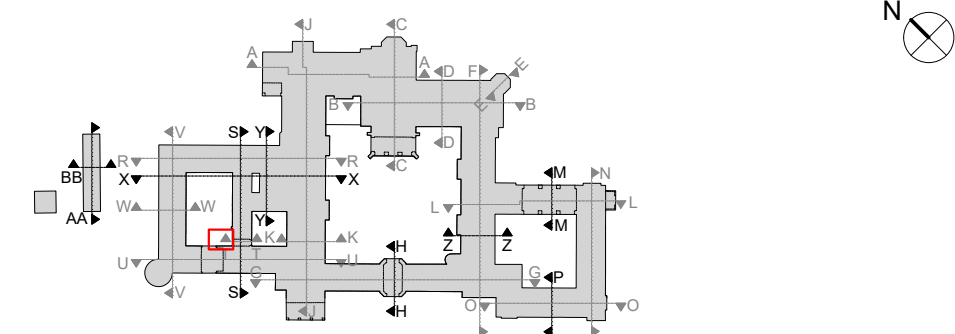


Schnitt Baugrube 2b, M 1:50



Alle Maße sind am Bau zu prüfen OKFF ±0.00 = 34.58 DHHN92

Übersicht



**Anmerkung:** Verbindungsmittel für L-Profile sind im Rahmen der Werkplanung festzulegen

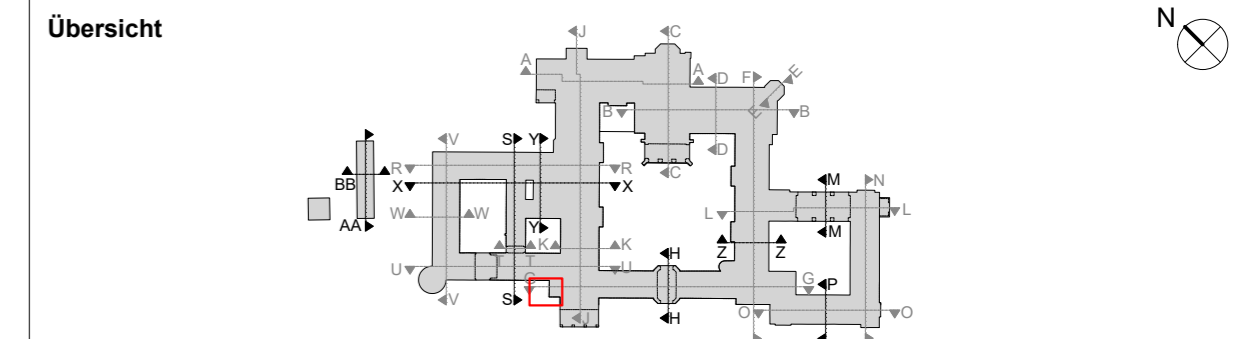
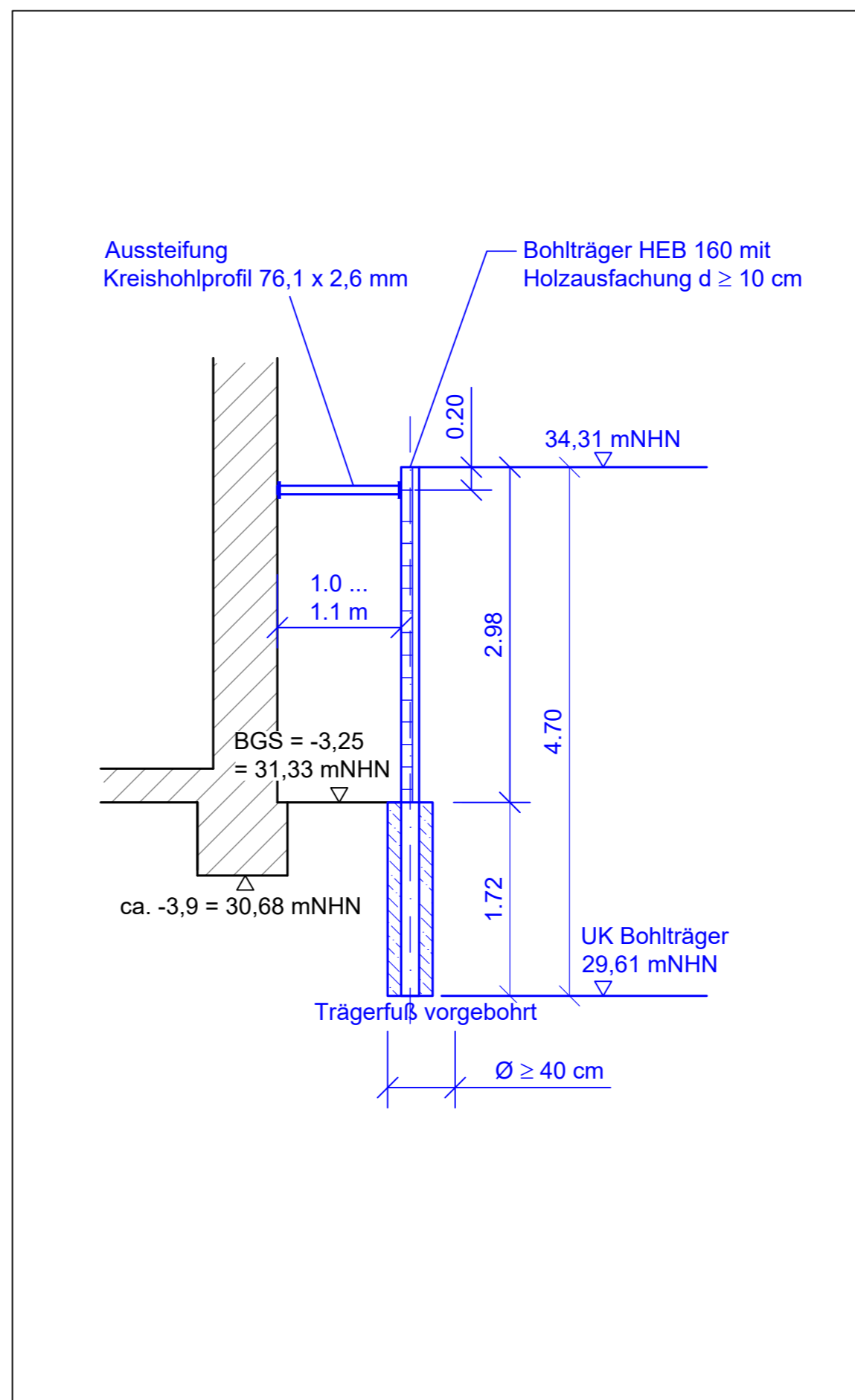
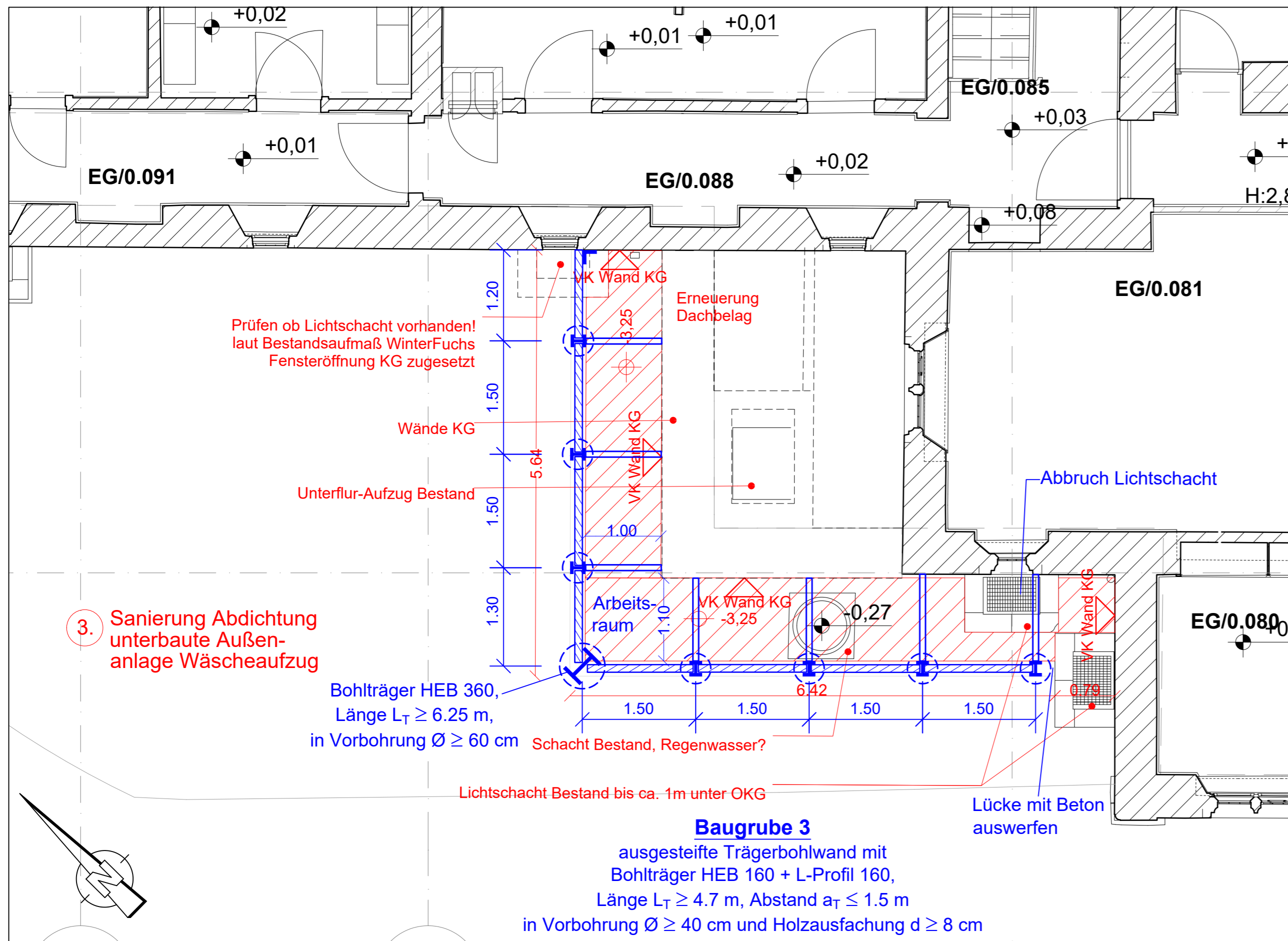
Nr.	Änderung	Datum
c		
b		
a		

## Genehmigungsplanung

Bauherr	Stiftung Preussische Schlösser und Gärten Berlin - Brandenburg		
Planersteller			
Projekt	Schloss Cecilienhof, Potsdam Verbauplanung		
Plan	Baugrube 2 - freistehende Trägerbohlwand Grundriss und Schnitte	Maßstab:	1 : 50
Projekt-Nr.	gezeichnet:		Datum
	bearbeitet:		17.01.2025
		Anlage	1.2

# Baugrube 3

Grundriss, M 1:50



**Anmerkung:** Verbindungsmittel für L-Profile sind im Rahmen der Werkplanung festzulegen

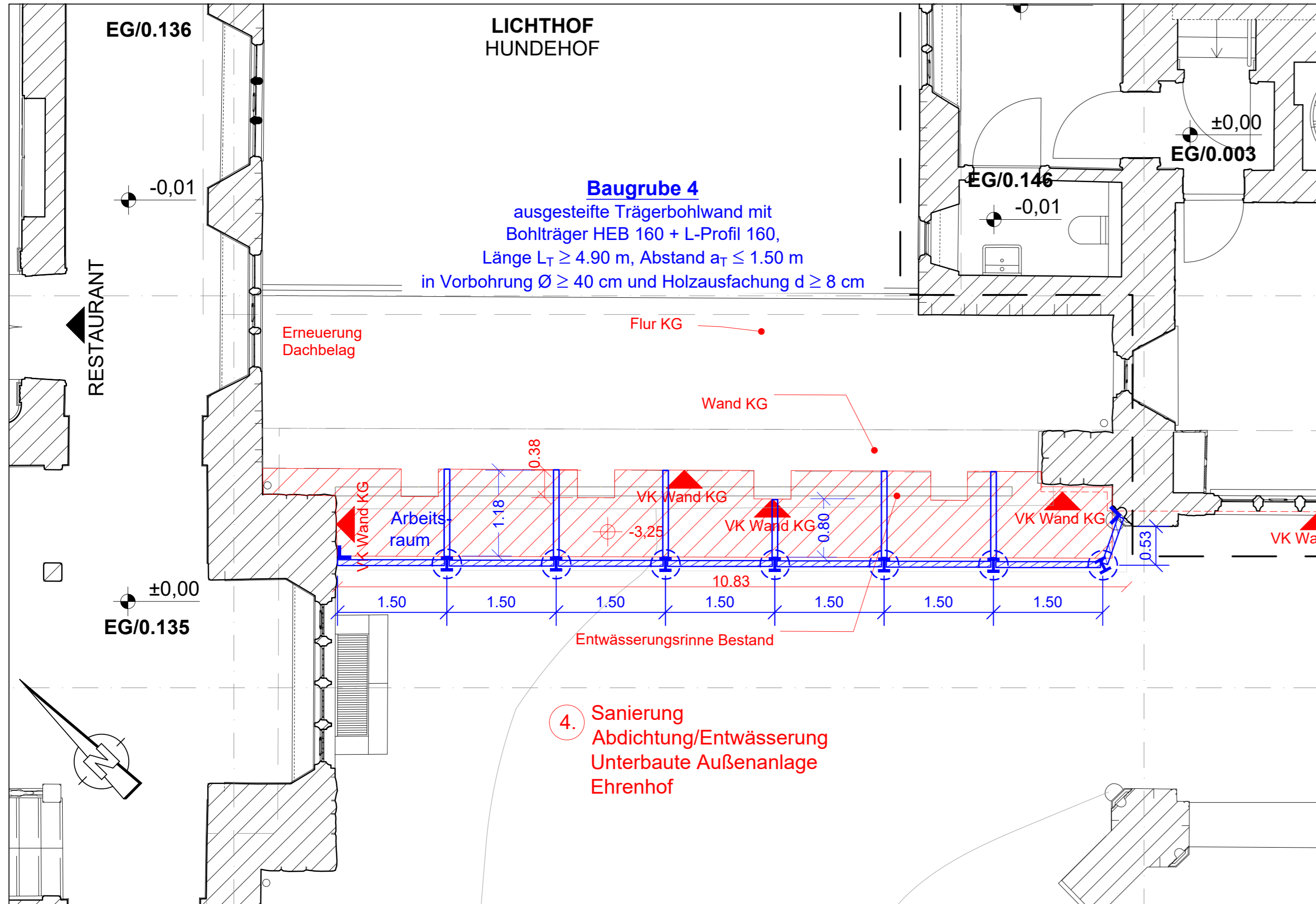
Nr.	Änderung	Datum
c		
b		
a		

Genehmigungsplanung

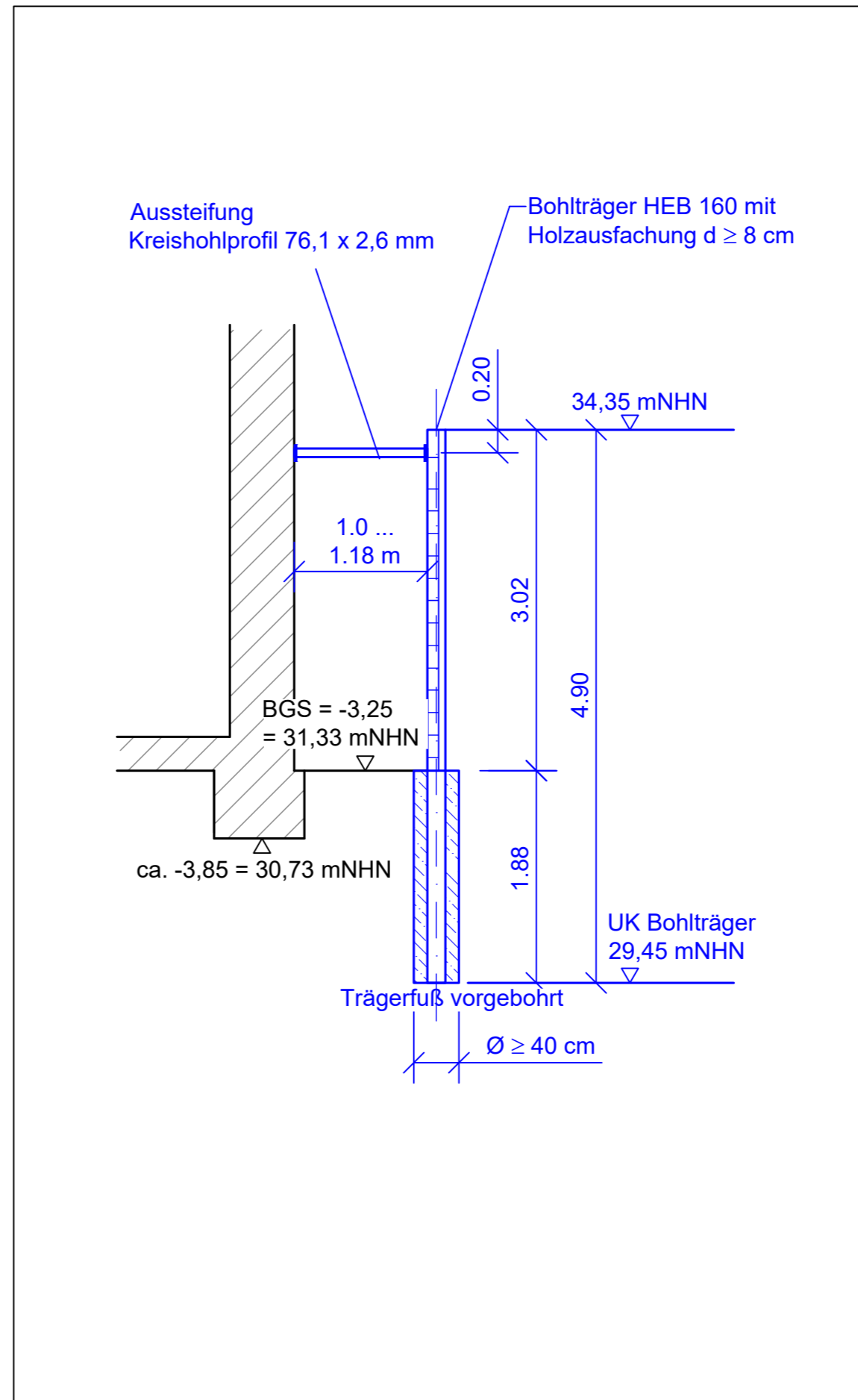
Bauherr	Stiftung Preussische Schlösser und Gärten Berlin - Brandenburg		
Planersteller			
Projekt	Schloss Cecilienhof, Potsdam Verbauplanung		
Plan	Baugrube 3 - ausgesteifte Trägerbohlwand Grundriss und Schnitt	Maßstab:	1 : 50
Projekt-Nr.	gezeichnet:		Datum
	bearbeitet:		17.01.2025
		Anlage	1.3

# Baugrube 4

Grundriss, M 1:50



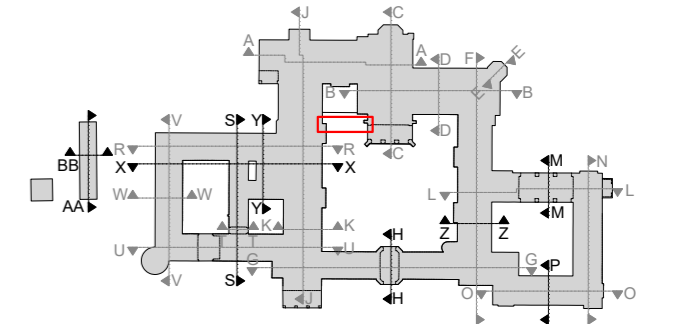
Schnitt, M 1:50



Alle Maße sind am Bau zu prüfen

OKFF ±0.00 = 34.58 DHHN92

Übersicht



**Anmerkung:** Verbindungsmittel für L-Profile sind im Rahmen der Werkplanung festzulegen

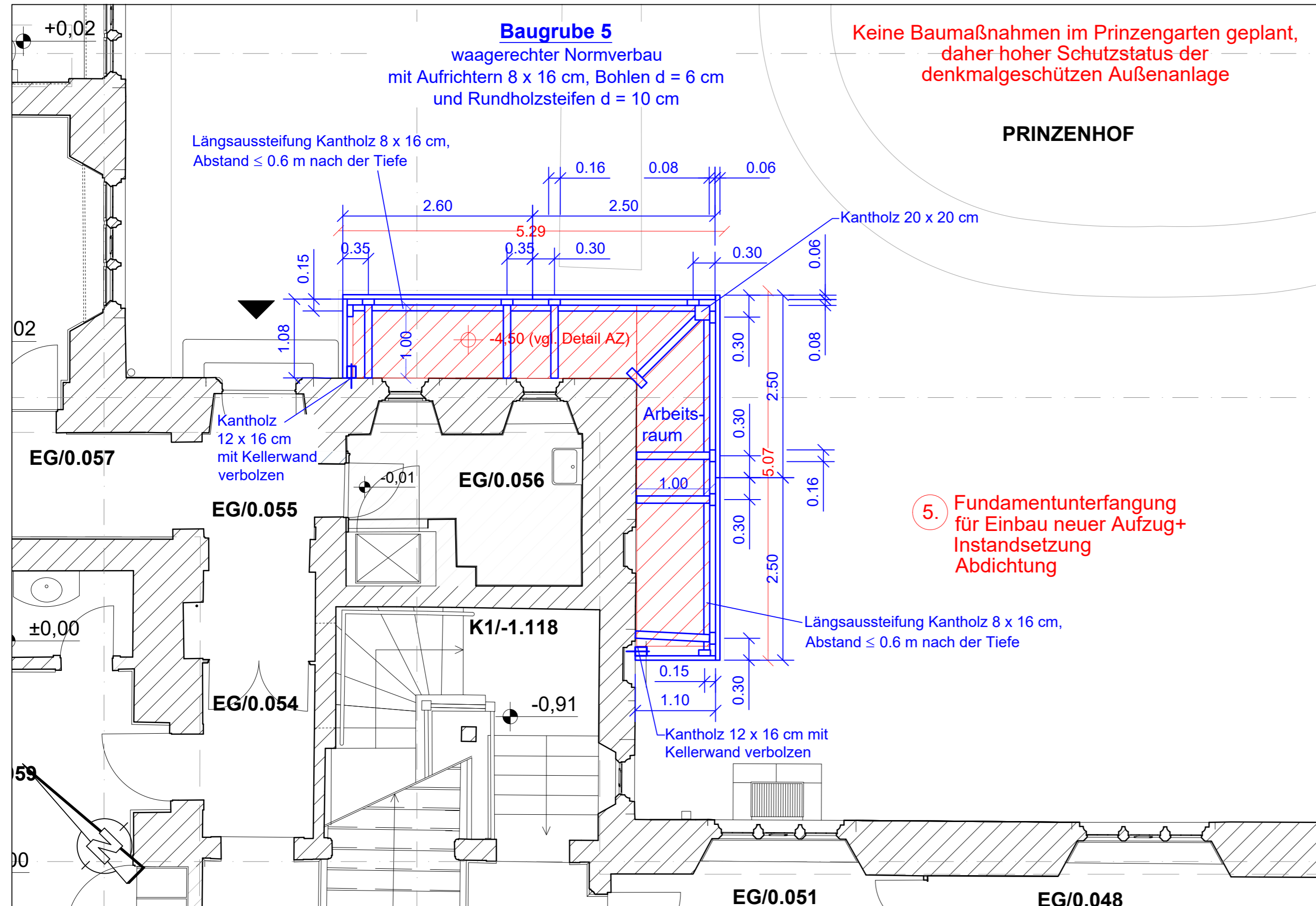
Nr.	Änderung	Datum
c		
b		
a		

## Genehmigungsplanung

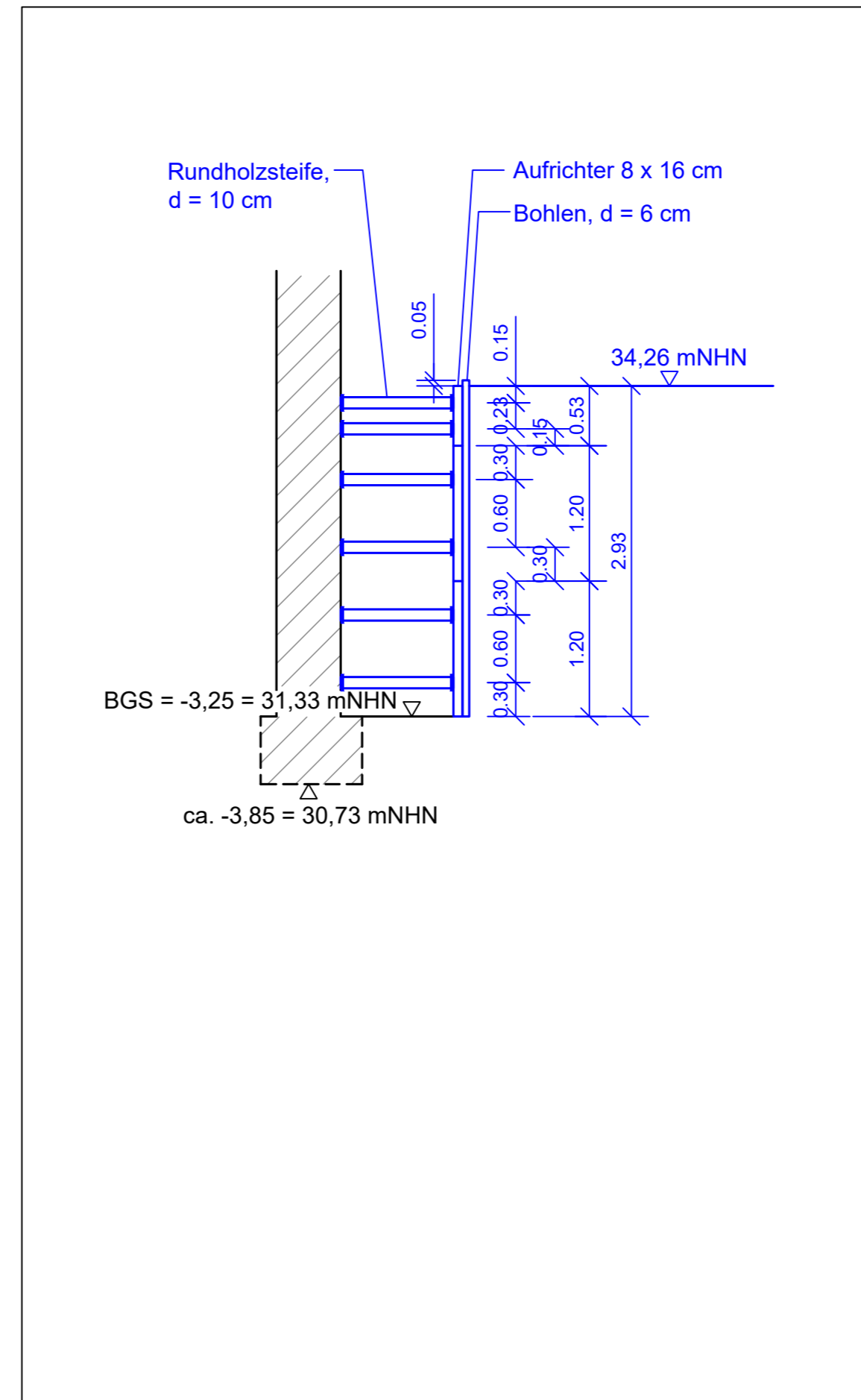
Bauherr	Stiftung Preussische Schlösser und Gärten Berlin - Brandenburg		
Planersteller			
Projekt	Schloss Cecilienhof, Potsdam Verbauplanung		
Plan	Baugrube 4 - ausgesteifte Trägerbohlwand Grundriss und Schnitt	Maßstab: 1 : 50	
Projekt-Nr.	gezeichnet:		Datum
	bearbeitet:		17.01.2025
			Anlage 1.4

# Baugrube 5

Grundriss, M 1:50

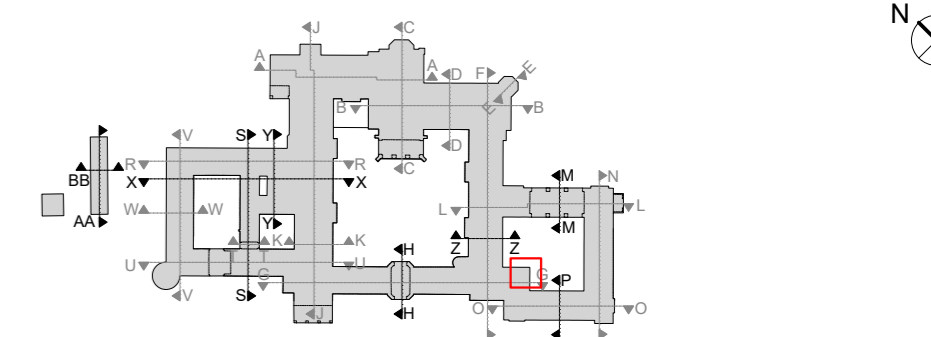


Schnitt, M 1:50



Alle Maße sind am Bau zu prüfen OKFF ±0.00 = 34.58 DHHN92

Übersicht



Nr.	Änderung	Datum
c		
b		
a		

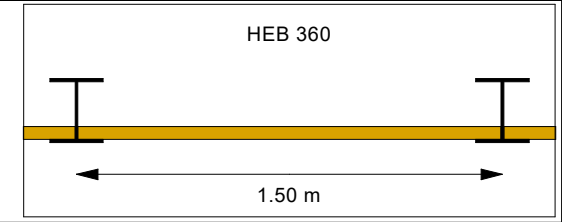
## Genehmigungsplanung

Bauherr	Stiftung Preussische Schlösser und Gärten Berlin - Brandenburg		
Planersteller			
Projekt	Schloss Cecilienhof, Potsdam Verbauplanung		
Plan	Baugrube 5 - waagerechter Normverbau Grundriss und Schnitt		Maßstab: 1 : 50
Projekt-Nr.	gezeichnet:		Datum
	bearbeitet:		17.01.2025
			Anlage 1.5

mittlere Bodenkenngößen gemäß Geotechnischem Bericht vom 10.09.2021:

Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{s,k}^*$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,k,2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	30.78	17.5	8.0	27.5	2.5	2.5	-0.667	0.667	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	0.00	0.00	BGS 1: Auffüllung
	<30.78	19.0	10.0	30.0	1.5	1.5	-0.667	0.667	$5.0 \cdot 10^{-5}$	$5.0 \cdot 10^{-5}$	1.80	70.00	BGS 2: Talsande

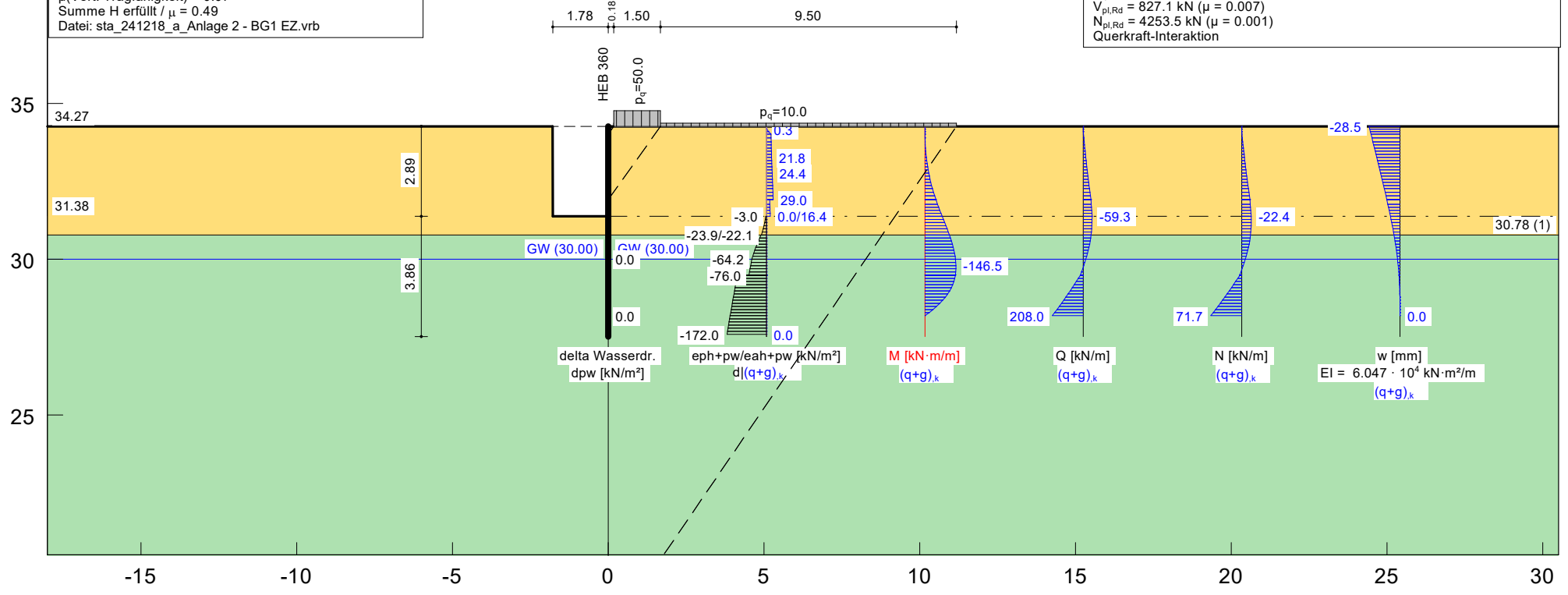
OK Wand = 34.27 mNHN



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024  
 Norm: EC 7  
 Trägerbohlwand  
 HEB 360  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Bohlträgerbreite = 0.600 m  
 Bohlträgerabstand = 1.50 m  
 Abminderung Kohäsion = 1.00  
 Erf. Profillänge = 6.75 m  
 Erf. Einbindetiefe = 3.86 m  
 Verlängerung ( $\Sigma V$ ) = 0.03 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-T  
 $\gamma_G = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.30$   
 $\gamma_{Ed} = 1.30$   
 Anpassungsfaktor  $E_p = 0.80$   
 mob.  $E_p$  erfüllt /  $\mu = 0.83$   
 $\mu$  (Vert. Tragfähigkeit) = 0.07  
 Summe H erfüllt /  $\mu = 0.49$   
 Datei: sta\_241218\_a\_Anlage 2 - BG1 EZ.vrb

**Bemessung:**  
 Nachweis Bohlträger  
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
 Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 280.6$  kN·m  
 $V_{Ed} = 5.4$  kN  
 $N_{Ed} = 6.3$  kN (Druck)  
 Profil: HEB 360 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 300.0$  mm /  $h = 360.0$  mm  
 $t_f = 22.5$  mm /  $t_w = 12.5$  mm  
 $A = 181.0$  cm<sup>2</sup> /  $r = 27.0$  mm  
 $W_{pl} = 2683.0$  cm<sup>3</sup> /  $I = 43193.0$  cm<sup>4</sup>  
 $\gamma_{MO} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\epsilon = 1.000$   
 $c / t = 20.9$  (St.) / 5.2 (Fl.)  
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_y = 235.0$  N/mm<sup>2</sup>  
 $M_{pl,Rd} = 630.5$  kN·m  
 $V_{pl,Rd} = 827.1$  kN ( $\mu = 0.007$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4253.5$  kN ( $\mu = 0.001$ )  
 Querkraft-Interaktion

keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{pl,Rd} = 630.5$  kN·m  
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.445$   
 Knicklänge = 9.410 m  
 $N_{cr} = 10110.0$  kN  
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.001 \leq 0.04$   
 -> Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0.445$   
 Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 max  $e_{ah,d} = 36.7$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{r,d} = 1.20$  kN/cm<sup>2</sup>  
 optimale Ausfachungsdicke = 7.2 cm



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224081\_sta\_241218\_raj\_a\_Anlage 2 - BG1 EZ.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 34.27 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 31.38 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.600 m

Bohlträgerabstand = 1.50 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 30.00 mNHN

Grundwasserstand (links) = 30.00 mNHN

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

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Bermen Nr.	auf x1 [-]	der x2 [m]	Passivseite dh [m]	Auflast [kN/m <sup>2</sup> ]
1	-1.78	-1.78	2.89	0.00

Der Einfluss von Passivbermen auf den passiven Erddruck wird in Analogie zu den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" für Aktivbermen 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)

Flächenlast p = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

Lasten (zweiseitig begrenzt)

Nr.	sig(v) [kN/m <sup>2</sup> ]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	Tiefe [mNHN]	y(1) [mNHN]	y(2) [mNHN]	y(3) [mNHN]	y(4) [mNHN]	Verkehrslast [-]
1	10.00	0.18	11.18	34.27	34.18	34.02	17.91	17.90	ja
2	50.00	0.18	1.68	34.27	34.18	34.02	31.92	31.92	ja

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 264.08 kN/m (Epv,d = -104.35 kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000

Bh(g+q),d = 264.08 kN/m

Bh,g,d = 67.41 kN/m

Bh,q,d = 196.67 kN/m

B<sub>h,w,d</sub> = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte C<sub>h</sub> (Blum)

C<sub>h,k</sub> = 208.03 kN/m

C<sub>h,g,k</sub> = 51.27 kN/m

C<sub>h,q,k</sub> = 156.76 kN/m

C<sub>h,w,k</sub> = 0.00 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ <sub>k</sub>	γ' <sub>k</sub>	φ <sub>k</sub>	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/φ	d(a)/φ	q <sub>b,k</sub>	q <sub>s,k</sub> <sup>2</sup>
[-]	[mNHN]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	30.78	17.50	8.00	27.50	2.50	2.50	-0.667	0.667	0.00	0.00
2	0.00	19.00	10.00	30.00	1.50	1.50	-0.667	0.667	1.80	70.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit φ = 40 °

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <> 0.0.

bestimmt nach:

Schicht	UK	k <sub>agh</sub>	k <sub>ach</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ	k <sub>agh</sub> (40°)
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	30.78	0.311	0.980	27.500	18.34	54.50	0.179
2	0.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
34.270	34.176	0.000	0.293	0.00	0.00
34.176	34.018	0.293	19.444	0.00	0.00
34.018	33.170	19.444	22.297	0.00	0.00
33.170	32.270	22.297	27.086	0.00	0.00
32.270	31.920	27.086	28.990	0.00	0.00
31.920	31.915	28.990	13.471	0.00	0.00
31.915	31.380	13.471	16.383	0.00	0.00
31.380	31.180	0.000	0.000	0.00	0.00
31.180	30.780	0.000	0.000	0.00	0.00
30.780	30.195	0.000	0.000	0.00	0.00
30.195	30.000	0.000	0.000	0.00	0.00
30.000	29.799	0.000	0.000	0.00	0.00
29.799	29.496	0.000	0.000	0.00	0.00
29.496	29.187	0.000	0.000	0.00	0.00
29.187	28.189	0.000	0.000	0.00	0.00
28.189	17.910	0.000	0.000	0.00	0.00
17.910	17.905	0.000	0.000	0.00	0.00
17.905	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	k <sub>pg</sub>	k <sub>pch</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	30.78	4.204	4.818	27.500	-18.34	19.83
2	0.00	5.005	5.388	30.000	-20.01	18.10

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
31.92	31.38	0.00	0.00
31.38	31.18	-2.97	-8.21
31.18	30.78	-8.21	-22.09
30.78	30.20	-23.87	-55.55
30.20	30.00	-55.55	-64.22
30.00	29.80	-64.22	-68.93
29.80	29.50	-68.93	-76.00
29.50	29.19	-76.00	-134.61
29.19	28.19	-134.61	-157.96

28.19	17.91	-157.96	-398.46
17.91	17.90	-398.46	-398.57
17.90	0.00	-398.57	-817.50

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.27	0.0	0.0	0.0
34.18	-0.1	0.0	0.0
34.02	-1.0	-2.0	-0.1
33.17	-9.5	-24.8	-11.3
32.27	-19.9	-53.1	-45.9
31.92	-24.4	-65.5	-66.6
31.92	-24.4	-65.6	-67.0
31.38	-28.3	-75.4	-104.6
31.18	-28.0	-74.0	-119.6
30.78	-26.0	-66.3	-147.9
30.20	-15.6	-36.0	-179.0
30.00	-10.3	-20.9	-184.6
29.80	-4.2	-3.6	-187.1
29.50	5.7	24.7	-183.9
29.19	24.4	77.0	-168.3
28.19	91.9	265.3	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.27	0.0	0.0	0.0
34.18	-0.1	0.0	0.0
34.02	-0.3	-0.1	0.0
33.17	-2.0	-2.3	-0.8
32.27	-5.2	-8.8	-5.4
31.92	-6.9	-12.7	-9.2
31.92	-6.9	-12.8	-9.2
31.38	-10.0	-20.4	-18.0
31.18	-10.1	-20.0	-22.0
30.78	-10.0	-18.2	-29.7
30.20	-8.0	-10.9	-38.5
30.00	-6.9	-7.3	-40.3
29.80	-5.6	-3.1	-41.4
29.50	-3.5	3.7	-41.3
29.19	0.7	16.3	-38.2
28.19	16.1	61.5	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.27	0.0	0.0	0.0
34.18	-0.1	0.0	0.0
34.02	-0.8	-1.6	-0.1
33.17	-7.4	-19.2	-8.7
32.27	-15.6	-41.4	-35.7
31.92	-19.2	-51.2	-51.8
31.92	-19.2	-51.3	-52.1
31.38	-22.4	-59.3	-81.6
31.18	-22.2	-58.2	-93.4
30.78	-20.6	-52.2	-115.6
30.20	-12.5	-28.4	-140.2
30.00	-8.4	-16.5	-144.6
29.80	-3.6	-3.0	-146.5
29.50	4.2	19.2	-144.1
29.19	18.8	60.2	-131.9
28.19	71.7	208.0	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]

34.27	0.0	0.0	0.0
34.18	-0.1	0.0	0.0
34.02	-0.3	-0.1	0.0
33.17	-1.7	-1.9	-0.7
32.27	-4.3	-7.3	-4.5
31.92	-5.7	-10.6	-7.6
31.92	-5.8	-10.6	-7.7
31.38	-8.4	-17.0	-15.0
31.18	-8.5	-16.7	-18.4
30.78	-8.3	-15.2	-24.8
30.20	-6.7	-9.1	-32.1
30.00	-5.8	-6.1	-33.6
29.80	-4.7	-2.6	-34.5
29.50	-2.9	3.1	-34.4
29.19	0.6	13.5	-31.8
28.19	13.4	51.3	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.27	0.0	0.0	0.0
34.18	0.0	0.0	0.0
34.02	-0.5	-1.5	-0.1
33.17	-5.7	-17.3	-8.0
32.27	-11.3	-34.1	-31.2
31.92	-13.5	-40.6	-44.2
31.92	-13.5	-40.7	-44.4
31.38	-14.0	-42.3	-66.6
31.18	-13.8	-41.5	-75.0
30.78	-12.3	-37.0	-90.9
30.20	-5.8	-19.3	-108.1
30.00	-2.6	-10.5	-111.0
29.80	1.1	-0.4	-112.1
29.50	7.1	16.1	-109.7
29.19	18.2	46.7	-100.1
28.19	58.3	156.8	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.27	0.0	0.0	0.0
34.18	0.0	0.0	0.0
34.02	0.0	0.0	0.0
33.17	0.0	0.0	0.0
32.27	0.0	0.0	0.0
31.92	0.0	0.0	0.0
31.92	0.0	0.0	0.0
31.38	0.0	0.0	0.0
31.18	0.0	0.0	0.0
30.78	0.0	0.0	0.0
30.20	0.0	0.0	0.0
30.00	0.0	0.0	0.0
29.80	0.0	0.0	0.0
29.50	0.0	0.0	0.0
29.19	0.0	0.0	0.0
28.19	0.0	0.0	0.0

Weggrößen (g,d)

berechnet mit  $EI = 6.047E+4 \text{ kN} \cdot \text{m}^2/\text{m}$

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]
34.27	-7.7	34.18	-7.5	34.18	-7.5	34.10	-7.3	34.10	-7.3	34.02	-7.2	34.02	-7.2
33.89	-7.0	33.27	-5.8	33.17	-5.6	33.17	-5.6	33.07	-5.5	32.37	-4.2	32.27	-4.0
32.27	-4.0	32.15	-3.8	32.04	-3.6	31.92	-3.4	31.92	-3.4	31.92	-3.4	31.92	-3.4
31.77	-3.1	31.48	-2.6	31.38	-2.5	31.38	-2.5	31.28	-2.3	31.28	-2.3	31.18	-2.2
31.18	-2.2	31.08	-2.0	30.88	-1.7	30.78	-1.6	30.78	-1.6	30.68	-1.4	30.29	-1.0
30.20	-0.9	30.20	-0.9	30.10	-0.8	30.10	-0.8	30.00	-0.7	30.00	-0.7	29.90	-0.6

29.90	-0.6	29.80	-0.5	29.80	-0.5	29.70	-0.4	29.60	-0.3	29.50	-0.3	29.50	-0.3
29.49	-0.3	29.29	-0.2	29.19	-0.1	29.19	-0.1	29.09	-0.1	28.29	0.0	28.19	0.0

Weggrößen (w,k)

berechnet mit  $EI = 6.047E+4 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

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]
34.27	0.0	34.18	0.0	34.18	0.0	34.10	0.0	34.10	0.0	34.02	0.0	34.02	0.0
33.89	0.0	33.27	0.0	33.17	0.0	33.17	0.0	33.07	0.0	32.37	0.0	32.27	0.0
32.27	0.0	32.15	0.0	32.04	0.0	31.92	0.0	31.92	0.0	31.92	0.0	31.92	0.0
31.77	0.0	31.48	0.0	31.38	0.0	31.38	0.0	31.28	0.0	31.28	0.0	31.18	0.0
31.18	0.0	31.08	0.0	30.88	0.0	30.78	0.0	30.78	0.0	30.68	0.0	30.29	0.0
30.20	0.0	30.20	0.0	30.10	0.0	30.10	0.0	30.00	0.0	30.00	0.0	29.90	0.0
29.90	0.0	29.80	0.0	29.80	0.0	29.70	0.0	29.60	0.0	29.50	0.0	29.50	0.0
29.49	0.0	29.29	0.0	29.19	0.0	29.19	0.0	29.09	0.0	28.29	0.0	28.19	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 28.189 m

phi,w,k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 28.189 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

$M_{Ed} = 280.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{Ed} = 5.4 \text{ kN}$

$N_{Ed} = 6.3 \text{ kN}$  (Druck)

Profil: HEB 360 / Stahlgüte: S 235

$b = 300.0 \text{ mm}$  /  $h = 360.0 \text{ mm}$

$t_f = 22.5 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.5 \text{ mm}$

$A = 181.0 \text{ cm}^2$  /  $r = 27.0 \text{ mm}$

$W_{pl} = 2683.0 \text{ cm}^3$  /  $I = 43193.0 \text{ cm}^4$

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

$\varepsilon = 1.000$

$c / t = 20.9$  (St.) /  $5.2$  (Fl.)

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

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

$M_{pl,Rd} = 630.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{pl,Rd} = 827.1 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.007$ )

$N_{pl,Rd} = 4253.5 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.001$ )

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis  $M_{Rd}$

$M_{pl,Rd} = 630.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.445$

Knicklänge = 9.410 m

$N_{cr} = 10110.0 \text{ kN}$

$N_{Ed} / N_{cr} = 0.001 \leq 0.04$

-> Kein Knicknachweis

max  $\mu = 0.445$

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max  $e_{ah}(d) = 36.7 \text{ kN/m}^2$

$\sigma(r,d) = 1.20 \text{ kN/cm}^2$

optimale Ausfachungsdicke = 7.2 cm

max  $M_d = 187.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 29.80 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = -4.2 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = -3.6 \text{ kN/m}$ ;  $w_k = 1.7 \text{ mm}$

max  $Q_d = 265.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 28.19 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = 91.9 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $N_d = 91.9 \text{ kN/m}$  (Tiefe = 28.19 m)

Zugehörige Werte:  $Q_d = 265.3 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $w_k = 28.5$  mm (Tiefe = 34.27 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = 0.0$  kN/m;  $Q_d = 0.0$  kN/m;  $M_d = 0.0$  kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %  
Einbindetiefe  $t_g = 3.86$  m  
Profillänge = 6.75 m  
Verlängerung (Summe V) = 0.03 m

Nachweis Summe H

$E_{ph,d} = 445.99$  kN/m

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

( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.800)

$E_{ah,d} = 87.76$  kN/m

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

$B_{h,d} = 264.08$  kN/m ;  $C_{h,d} = 265.31$  kN/m

$B_{h,d}' = 131.42$  kN/m

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

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

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

$\mu = (87.76 + 131.42) / 445.99$

$\mu = 219.18 / 445.99 = 0.49$

Nachweis Summe V

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

$G_k = 6.37$  kN/m

$G',k = 0.00$  kN/m

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

$E_{av,k} = 19.14$  kN/m ( $E_{ah,k} = 57.72$  kN/m)

$C_{h,k} = 83.21$  kN/m

$B_{v,k} = -42.25$  kN/m

$\delta_p [^\circ] = -20.0$

$\delta_c [^\circ] = 10.0$

Summe  $V_k = 5.73$  kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)

Profil: HEB 360

Berechnung als Bohrpfahl mit  $D = 0.600$  m

$q_{b,k} = 1.80$  MN/m<sup>2</sup>

$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.2827 \cdot 1.80 \cdot 1000 / 1.40 = 363.53$  kN

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
31.38	30.78	0.00	BGS 1: Auffüllung
30.78	27.52	70.00	BGS 2: Talsande

Mantelfläche bis 27.55 m = 1.885 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s1,d}$

Mantelfläche ab 27.55 m = 1.885 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s2,d}$

Profilverlängerung = 0.03 m ==>  $R_{s2,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 28.19 bis 27.55 m = 0.942 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s3,d}$

$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 1.000 \cdot 426.14 / 1.40 = 304.39$  kN

$R_{s2,d} = R_{s2,k} / \gamma_{qs,k} = 3.96 / 1.40 = 2.83$  kN

$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 42.11 / 1.40 = 30.08$  kN

$R_d = R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d} = 700.82$  kN

Einwirkungen

$V_d = G_d - G',k + E_{av,d} + P_{v,d} = 11.51 - 0.00 + 36.54 + 0.00 = 48.05$  kN

==>  $\mu = V_d / R_d = 48.05 / 700.82 = 0.07$

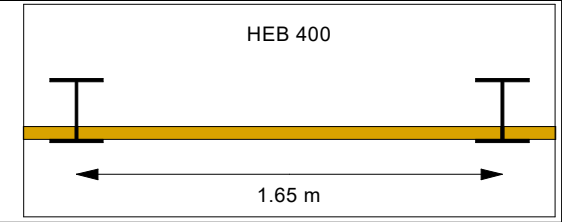
Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99  
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt  
Faktor Verkehrslasten  $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$   
Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Rv} = 1.300$   
Berechnungsebene = 27.55 mNHN  
Breite = 0.58 m  
Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 98.06 [kN/m]  
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)  
 $E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 34.35$  [kN/m]  
Kohäsionskraft  $K_k = 13.57$  [kN/m]  
Grundbruchlast  $R_{n,k} = 1115.23$  [kN/m]  
Grundbruch mit:  
Reibungswinkel  $\varphi_k = 29.85$  [°]  
Kohäsion  $c_k = 1.56$  [kN/m<sup>2</sup>]  
 $N_d = 18.094 / N_b = 9.810 / N_c = 29.786$   
 $\sigma_u = 97.856$  [kN/m<sup>2</sup>]  
 $\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.132$   
 $\mu_e = [98.06 \cdot 1.20] / [(1115.23 + 13.57 + 34.35) / 1.300] = 0.132$

mittlere Bodenkenngößen gemäß Geotechnischem Bericht vom 10.09.2021:

Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{s,k}^*$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,k,2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	30.73	17.5	8.0	27.5	2.5	2.5	-0.667	0.667	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	0.00	0.00	BGS 1: Auffüllung
	<30.73	19.0	10.0	30.0	1.5	1.5	-0.667	0.667	$5.0 \cdot 10^{-5}$	$5.0 \cdot 10^{-5}$	1.80	70.00	BGS 2: Talsande

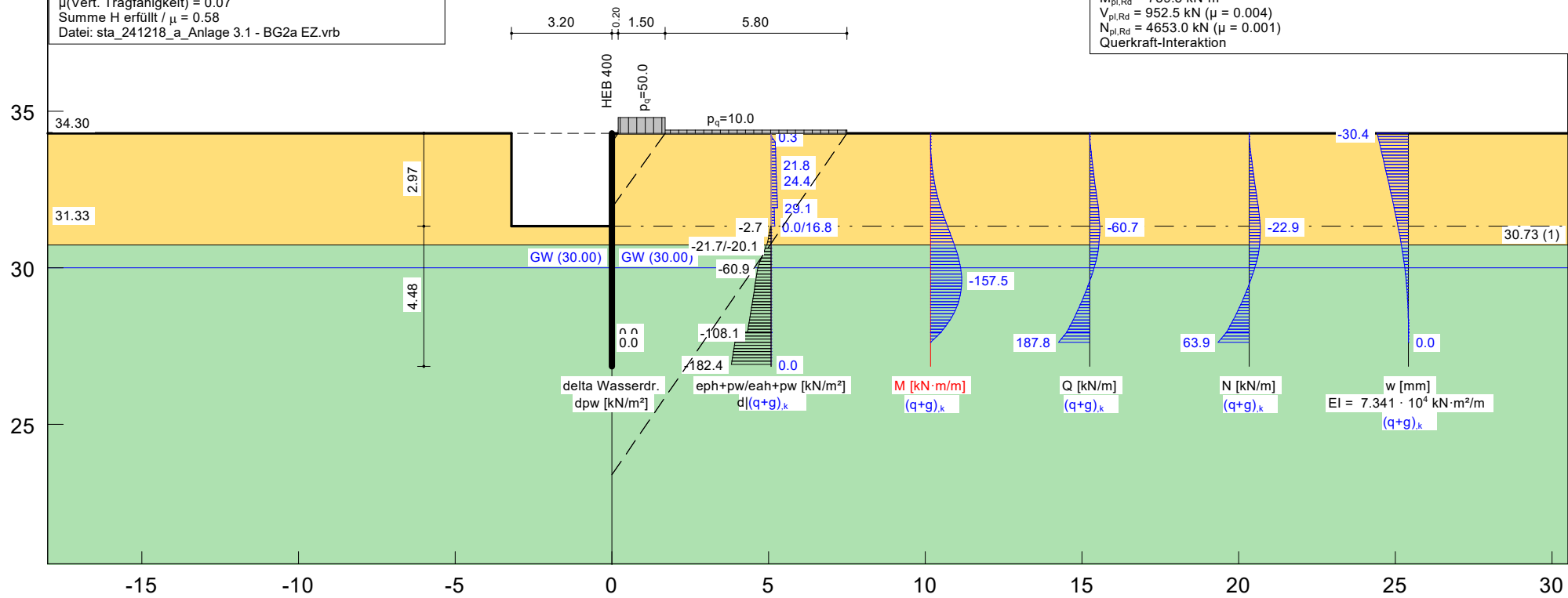
OK Wand = 34.30 mNHN



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024  
 Norm: EC 7  
 Trägerbohlwand  
 HEB 400  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Bohlträgerbreite = 0.600 m  
 Bohlträgerabstand = 1.65 m  
 Abminderung Kohäsion = 1.00  
 Erf. Profillänge = 7.45 m  
 Erf. Einbindetiefe = 4.48 m  
 Verlängerung ( $\Sigma V$ ) = 0.03 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-T  
 $\gamma_G = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.30$   
 $\gamma_{Ed} = 1.30$   
 Anpassungsfaktor  $E_p = 0.80$   
 mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.74$   
 $\mu$  (Vert. Tragfähigkeit) = 0.07  
 Summe H erfüllt /  $\mu = 0.58$   
 Datei: sta\_241218\_a\_Anlage 3.1 - BG2a EZ.vrb

**Bemessung:**  
 Nachweis Bohlträger  
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
 Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 331.6$  kN·m  
 $V_{Ed} = 3.5$  kN  
 $N_{Ed} = 6.3$  kN (Druck)  
 Profil: HEB 400 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 300.0$  mm /  $h = 400.0$  mm  
 $t_f = 24.0$  mm /  $t_w = 13.5$  mm  
 $A = 198.0$  cm<sup>2</sup> /  $r = 27.0$  mm  
 $W_{pl} = 3232.0$  cm<sup>3</sup> /  $I = 57680.0$  cm<sup>4</sup>  
 $\gamma_{MO} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 1.000$   
 $c / t = 22.1$  (St.) / 4.8 (Fl.)  
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_y = 235.0$  N/mm<sup>2</sup>  
 $M_{pl,Rd} = 759.5$  kN·m  
 $V_{pl,Rd} = 952.5$  kN ( $\mu = 0.004$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4653.0$  kN ( $\mu = 0.001$ )  
 Querkraft-Interaktion

keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{pl,Rd} = 759.5$  kN·m  
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.437$   
 Knicklänge = 10.380 m  
 $N_{cr} = 11095.6$  kN  
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.001 \leq 0.04$   
 -> Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0.437$   
 Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 max  $e_{ah} = 36.8$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{r,d} = 1.20$  kN/cm<sup>2</sup>  
 optimale Ausfachungsdicke = 7.9 cm



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224081\_sta\_241218\_raj\_a\_Anlage 3.1 - BG2a EZ.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 34.30 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 31.33 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.600 m

Bohlträgerabstand = 1.65 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 30.00 mNHN

Grundwasserstand (links) = 30.00 mNHN

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

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Bermen Nr.	auf x1	der x2	Passivseite dh	Auflast
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	-3.20	-3.20	2.97	0.00

Der Einfluss von Passivbermen auf den passiven Erddruck wird in Analogie zu den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" für Aktivbermen 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)

Flächenlast  $p = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

Lasten (zweiseitig begrenzt)

Nr.	sig(v)	x(links)	x(rechts)	Tiefe	y(1)	y(2)	y(3)	y(4)	Verkehrslast
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[-]
1	10.00	0.20	7.50	34.30	34.20	34.02	23.40	23.39	ja
2	50.00	0.20	1.70	34.30	34.20	34.02	31.92	31.92	ja

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

$E_{ph,d} = 262.15$  kN/m ( $E_{pv,d} = -106.47$  kN/m)

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

$B_{h(g+q),d} = 262.15$  kN/m

$B_{h,g,d} = 70.27$  kN/m

$B_{h,q,d} = 191.88$  kN/m

B<sub>h,w,d</sub> = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte C<sub>n</sub> (Blum)

C<sub>h,k</sub> = 187.77 kN/m

C<sub>h,g,k</sub> = 48.56 kN/m

C<sub>h,q,k</sub> = 139.21 kN/m

C<sub>h,w,k</sub> = 0.00 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ <sub>k</sub>	γ' <sub>k</sub>	φ <sub>k</sub>	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/φ	d(a)/φ	q <sub>b,k</sub>	q <sub>s,k</sub> <sup>2</sup>
[-]	[mNHN]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	30.73	17.50	8.00	27.50	2.50	2.50	-0.667	0.667	0.00	0.00
2	0.00	19.00	10.00	30.00	1.50	1.50	-0.667	0.667	1.80	70.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit φ = 40 °

Ersatzerddruck-Beiwert k<sub>ah</sub> wird angewendet, wenn Kohäsion <> 0.0.

bestimmt nach:

Schicht	UK	k <sub>agh</sub>	k <sub>ach</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ	k <sub>agh</sub> (40°)
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	30.73	0.311	0.980	27.500	18.34	54.50	0.179
2	0.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
34.300	34.196	0.000	0.325	0.00	0.00
34.196	34.020	0.325	19.531	0.00	0.00
34.020	33.200	19.531	22.297	0.00	0.00
33.200	32.300	22.297	27.086	0.00	0.00
32.300	31.922	27.086	29.143	0.00	0.00
31.922	31.917	29.143	13.624	0.00	0.00
31.917	31.330	13.624	16.818	0.00	0.00
31.330	31.230	0.000	0.000	0.00	0.00
31.230	30.730	0.000	0.000	0.00	0.00
30.730	30.209	0.000	0.000	0.00	0.00
30.209	30.000	0.000	0.000	0.00	0.00
30.000	29.608	0.000	0.000	0.00	0.00
29.608	29.217	0.000	0.000	0.00	0.00
29.217	28.237	0.000	0.000	0.00	0.00
28.237	27.944	0.000	0.000	0.00	0.00
27.944	27.624	0.000	0.000	0.00	0.00
27.624	23.397	0.000	0.000	0.00	0.00
23.397	23.392	0.000	0.000	0.00	0.00
23.392	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	k <sub>pgh</sub>	k <sub>pch</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	30.73	4.204	4.818	27.500	-18.34	19.83
2	0.00	5.005	5.388	30.000	-20.01	18.10

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
31.92	31.33	0.00	0.00
31.33	31.23	-2.70	-4.95
31.23	30.73	-4.95	-20.08
30.73	30.21	-21.70	-50.65
30.21	30.00	-50.65	-60.90
30.00	29.61	-60.90	-69.89
29.61	29.22	-69.89	-78.88
29.22	28.24	-78.88	-101.35

28.24	27.94	-101.35	-108.09
27.94	27.62	-108.09	-166.20
27.62	23.40	-166.20	-263.22
23.40	23.39	-263.22	-263.34
23.39	0.00	-263.34	-800.14

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.30	0.0	0.0	0.0
34.20	-0.1	0.0	0.0
34.02	-1.1	-2.3	-0.1
33.20	-9.3	-24.3	-10.9
32.30	-19.7	-52.6	-45.1
31.92	-24.6	-66.1	-67.5
31.92	-24.6	-66.2	-67.8
31.33	-28.9	-77.1	-109.8
31.23	-28.9	-76.6	-117.4
30.73	-27.0	-69.4	-154.3
30.21	-19.5	-47.1	-185.5
30.00	-14.6	-33.0	-193.9
29.61	-3.8	-2.1	-200.9
29.22	8.5	33.0	-195.0
28.24	46.2	139.5	-112.7
27.94	59.4	176.6	-66.3
27.62	81.8	239.2	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.30	0.0	0.0	0.0
34.20	-0.1	0.0	0.0
34.02	-0.4	-0.1	0.0
33.20	-2.0	-2.3	-0.8
32.30	-5.2	-8.8	-5.4
31.92	-7.0	-13.1	-9.5
31.92	-7.0	-13.1	-9.6
31.33	-10.5	-21.7	-19.7
31.23	-10.6	-21.5	-21.8
30.73	-10.6	-19.7	-32.2
30.21	-9.1	-14.1	-41.3
30.00	-8.0	-10.5	-43.8
29.61	-5.6	-2.7	-46.5
29.22	-2.9	6.2	-45.8
28.24	5.8	33.1	-27.1
27.94	8.9	42.5	-16.1
27.62	14.3	58.3	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.30	0.0	0.0	0.0
34.20	-0.1	0.0	0.0
34.02	-0.8	-1.8	-0.1
33.20	-7.3	-18.8	-8.4
32.30	-15.5	-41.0	-35.0
31.92	-19.4	-51.7	-52.5
31.92	-19.4	-51.8	-52.8
31.33	-22.9	-60.7	-85.7
31.23	-22.9	-60.3	-91.7
30.73	-21.5	-54.6	-120.8
30.21	-15.6	-37.2	-145.3
30.00	-11.8	-26.1	-152.0
29.61	-3.3	-1.8	-157.5
29.22	6.4	25.8	-153.0
28.24	35.9	109.4	-88.4
27.94	46.3	138.6	-52.1

27.62      63.9      187.8      0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.30	0.0	0.0	0.0
34.20	-0.1	0.0	0.0
34.02	-0.3	-0.1	0.0
33.20	-1.7	-1.9	-0.7
32.30	-4.3	-7.3	-4.5
31.92	-5.8	-10.9	-7.9
31.92	-5.9	-10.9	-8.0
31.33	-8.8	-18.0	-16.4
31.23	-8.8	-17.9	-18.2
30.73	-8.8	-16.4	-26.9
30.21	-7.6	-11.7	-34.4
30.00	-6.7	-8.8	-36.5
29.61	-4.7	-2.3	-38.7
29.22	-2.4	5.1	-38.2
28.24	4.9	27.6	-22.6
27.94	7.4	35.4	-13.4
27.62	11.9	48.6	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.30	0.0	0.0	0.0
34.20	0.0	0.0	0.0
34.02	-0.5	-1.6	-0.1
33.20	-5.6	-16.9	-7.7
32.30	-11.2	-33.7	-30.5
31.92	-13.5	-40.8	-44.6
31.92	-13.5	-40.8	-44.8
31.33	-14.1	-42.7	-69.3
31.23	-14.1	-42.4	-73.5
30.73	-12.7	-38.2	-93.9
30.21	-8.0	-25.4	-111.0
30.00	-5.1	-17.3	-115.5
29.61	1.4	0.5	-118.8
29.22	8.8	20.7	-114.8
28.24	31.1	81.9	-65.8
27.94	38.8	103.2	-38.7
27.62	51.9	139.2	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.30	0.0	0.0	0.0
34.20	0.0	0.0	0.0
34.02	0.0	0.0	0.0
33.20	0.0	0.0	0.0
32.30	0.0	0.0	0.0
31.92	0.0	0.0	0.0
31.92	0.0	0.0	0.0
31.33	0.0	0.0	0.0
31.23	0.0	0.0	0.0
30.73	0.0	0.0	0.0
30.21	0.0	0.0	0.0
30.00	0.0	0.0	0.0
29.61	0.0	0.0	0.0
29.22	0.0	0.0	0.0
28.24	0.0	0.0	0.0
27.94	0.0	0.0	0.0
27.62	0.0	0.0	0.0

Weggrößen (g,d)

berechnet mit  $EI = 7.341E+4 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
34.30	-8.6	34.20	-8.4	34.20	-8.4	34.11	-8.2	34.11	-8.2	34.02	-8.1	34.02	-8.1
33.91	-7.9	33.30	-6.7	33.20	-6.5	33.20	-6.5	33.10	-6.3	32.40	-5.0	32.30	-4.8
32.30	-4.8	32.21	-4.6	32.02	-4.3	31.92	-4.1	31.92	-4.1	31.92	-4.1	31.92	-4.1
31.80	-3.9	31.42	-3.2	31.33	-3.0	31.33	-3.0	31.23	-2.9	31.23	-2.9	31.13	-2.7
30.83	-2.2	30.73	-2.0	30.73	-2.0	30.63	-1.9	30.31	-1.5	30.21	-1.3	30.21	-1.3
30.10	-1.2	30.10	-1.2	30.00	-1.1	30.00	-1.1	29.90	-1.0	29.71	-0.8	29.61	-0.7
29.61	-0.7	29.51	-0.6	29.31	-0.4	29.22	-0.4	29.22	-0.4	29.12	-0.3	28.34	0.0
28.24	0.0	28.24	0.0	28.14	0.0	28.04	0.0	27.94	0.0	27.94	0.0	27.94	0.0
27.72	0.0	27.62	0.0										

Weggrößen (w,k)

berechnet mit  $EI = 7.341E+4 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
34.30	0.0	34.20	0.0	34.20	0.0	34.11	0.0	34.11	0.0	34.02	0.0	34.02	0.0
33.91	0.0	33.30	0.0	33.20	0.0	33.20	0.0	33.10	0.0	32.40	0.0	32.30	0.0
32.30	0.0	32.21	0.0	32.02	0.0	31.92	0.0	31.92	0.0	31.92	0.0	31.92	0.0
31.80	0.0	31.42	0.0	31.33	0.0	31.33	0.0	31.23	0.0	31.23	0.0	31.13	0.0
30.83	0.0	30.73	0.0	30.73	0.0	30.63	0.0	30.31	0.0	30.21	0.0	30.21	0.0
30.10	0.0	30.10	0.0	30.00	0.0	30.00	0.0	29.90	0.0	29.71	0.0	29.61	0.0
29.61	0.0	29.51	0.0	29.31	0.0	29.22	0.0	29.22	0.0	29.12	0.0	28.34	0.0
28.24	0.0	28.24	0.0	28.14	0.0	28.04	0.0	27.94	0.0	27.94	0.0	27.94	0.0
27.72	0.0	27.62	0.0										

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 27.624 m

phi,w,k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 27.624 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,g,q

$M_{Ed} = 331.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{Ed} = 3.5 \text{ kN}$

$N_{Ed} = 6.3 \text{ kN}$  (Druck)

Profil: HEB 400 / Stahlgüte: S 235

$b = 300.0 \text{ mm}$  /  $h = 400.0 \text{ mm}$

$t_f = 24.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 13.5 \text{ mm}$

$A = 198.0 \text{ cm}^2$  /  $r = 27.0 \text{ mm}$

$W_{pl} = 3232.0 \text{ cm}^3$  /  $I = 57680.0 \text{ cm}^4$

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

$\varepsilon = 1.000$

$c / t = 22.1$  (St.) /  $4.8$  (Fl.)

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

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

$M_{pl,Rd} = 759.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{pl,Rd} = 952.5 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.004$ )

$N_{pl,Rd} = 4653.0 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.001$ )

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis  $M_{Rd}$

$M_{pl,Rd} = 759.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.437$

Knicklänge = 10.380 m

$N_{cr} = 11095.6 \text{ kN}$

$N_{Ed} / N_{cr} = 0.001 \leq 0.04$

-> Kein Knicknachweis

max  $\mu = 0.437$

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max eah(d) = 36.8 kN/m<sup>2</sup>

sigma(r,d) = 1.20 kN/cm<sup>2</sup>

optimale Ausfachungsdicke = 7.9 cm

max  $M_d = 200.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 29.61 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = -3.8 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = -2.1 \text{ kN/m}$ ;  $w_k = 2.2 \text{ mm}$

max  $Q_d = 239.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 27.62 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = 81.8 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $N_d = 81.8 \text{ kN/m}$  (Tiefe = 27.62 m)  
Zugehörige Werte:  $Q_d = 239.2 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $w_k = 30.4 \text{ mm}$  (Tiefe = 34.30 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  $t_g = 4.48 \text{ m}$

Profillänge = 7.45 m

Verlängerung (Summe V) = 0.03 m

Nachweis Summe H

$E_{ph,d} = 427.98 \text{ kN/m}$

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

( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.800)

$E_{ah,d} = 106.85 \text{ kN/m}$

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

$B_{h,d} = 262.15 \text{ kN/m}$  ;  $C_{h,d} = 239.24 \text{ kN/m}$

$B_{h,d'} = 142.52 \text{ kN/m}$

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

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

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

$\mu = (106.85 + 142.52) / 427.98$

$\mu = 249.37 / 427.98 = 0.58$

Nachweis Summe V

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

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

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

$G_k = 6.99 \text{ kN/m}$

$G'_{,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

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

$E_{av,k} = 19.61 \text{ kN/m}$  ( $E_{ah,k} = 59.14 \text{ kN/m}$ )

$C_{h,k} = 68.28 \text{ kN/m}$

$B_{v,k} = -36.70 \text{ kN/m}$

$\delta_p [^\circ] = -20.0$

$\delta_c [^\circ] = 10.0$

Summe  $V_k = 8.34 \text{ kN/m}$  (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)

Profil: HEB 400

Berechnung als Bohrpfahl mit  $D = 0.600 \text{ m}$

$q_{b,k} = 1.80 \text{ MN/m}^2$

$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.2827 \cdot 1.80 \cdot 1000 / 1.40 = 363.53 \text{ kN}$

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k} [\text{kN/m}^2]$	Bezeichnung
31.33	30.73	0.00	BGS 1: Auffüllung
30.73	26.85	70.00	BGS 2: Talsande

Mantelfläche bis 26.88 m =  $1.885 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s1,d}$

Mantelfläche ab 26.88 m =  $1.885 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s2,d}$

Profilverlängerung =  $0.03 \text{ m} \implies R_{s2,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 27.62 bis 26.88 m =  $0.942 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s3,d}$

$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 1.000 \cdot 507.58 / 1.40 = 362.56 \text{ kN}$

$$R_{s2,d} = R_{s2,k} / \gamma_{qs,k} = 3.96 / 1.40 = 2.83 \text{ kN}$$

$$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 48.90 / 1.40 = 34.93 \text{ kN}$$

$$R_d = R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d} = 763.84 \text{ kN}$$

#### Einwirkungen

$$V_d = G_d - G'_{,k} + E_{av,d} + P_{v,d} = 13.89 - 0.00 + 41.14 + 0.00 = 55.03 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow \mu = V_d / R_d = 55.03 / 763.84 = 0.07$$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten  $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$

Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Rv} = 1.300$

Berechnungsebene = 26.88 mNHN

Breite = 0.59 m

Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 107.99 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 41.38$  [kN/m]

Kohäsionskraft  $K_k = 14.70$  [kN/m]

Grundbruchlast  $R_{n,k} = 1294.35$  [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel  $\varphi_k = 29.85$  [°]

Kohäsion  $c_k = 1.56$  [kN/m<sup>2</sup>]

$N_d = 18.082 / N_b = 9.801 / N_c = 29.773$

$\sigma_{\bar{u}} = 111.552$  [kN/m<sup>2</sup>]

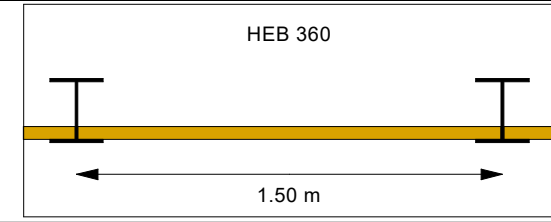
$\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gf}] = 0.125$

$\mu_e = [107.99 \cdot 1.20] / [(1294.35 + 14.70 + 41.38) / 1.300] = 0.125$

mittlere Bodenkenngößen gemäß Geotechnischem Bericht vom 10.09.2021:

Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{s,k}^*$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,k,2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	30.73	17.5	8.0	27.5	2.5	2.5	-0.667	0.667	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	0.00	0.00	BGS 1: Auffüllung
	<30.73	19.0	10.0	30.0	1.5	1.5	-0.667	0.667	$5.0 \cdot 10^{-5}$	$5.0 \cdot 10^{-5}$	1.80	70.00	BGS 2: Talsande

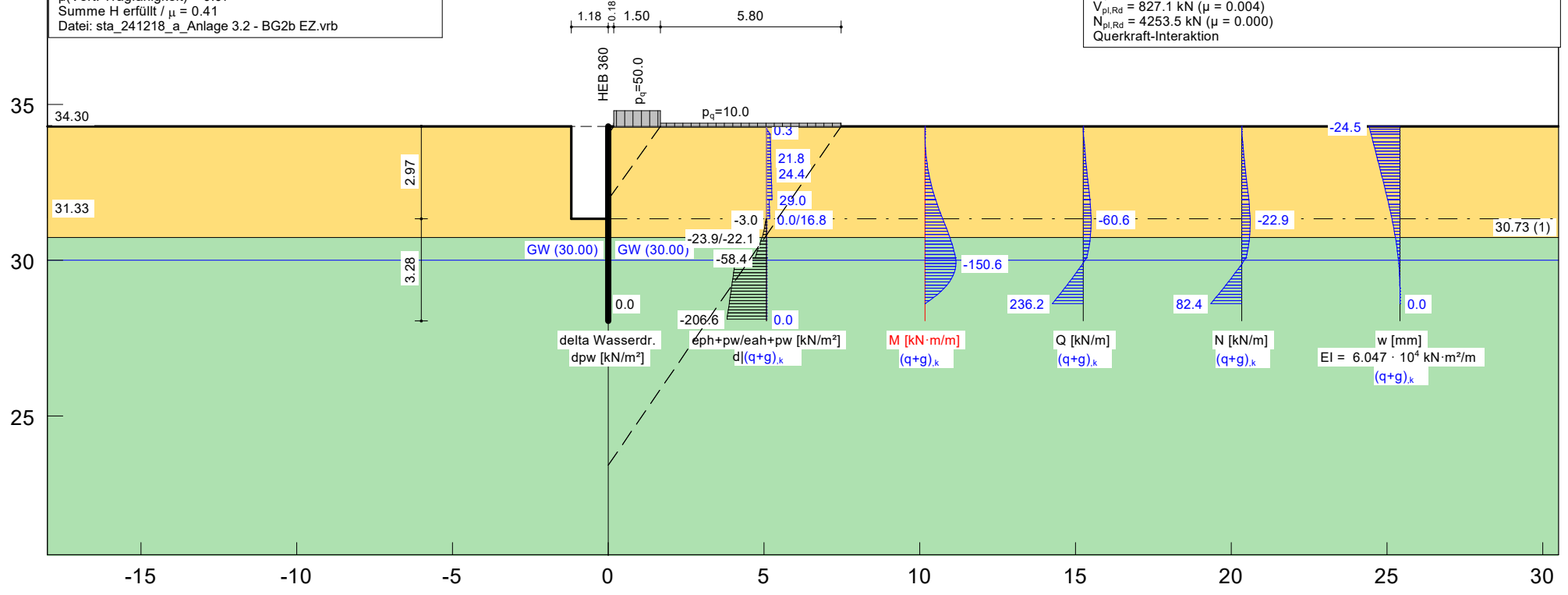
OK Wand = 34.30 mNHN



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024  
 Norm: EC 7  
 Trägerbohlwand  
 HEB 360  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Bohlträgerbreite = 0.600 m  
 Bohlträgerabstand = 1.50 m  
 Abminderung Kohäsion = 1.00  
 Erf. Profillänge = 6.25 m  
 Erf. Einbindetiefe = 3.28 m  
 Verlängerung ( $\Sigma V$ ) = 0.01 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-T  
 $\gamma_G = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.30$   
 $\gamma_{Ed} = 1.30$   
 Anpassungsfaktor  $E_p = 0.80$   
 mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.85$   
 $\mu$  (Vert. Tragfähigkeit) = 0.07  
 Summe H erfüllt /  $\mu = 0.41$   
 Datei: sta\_241218\_a\_Anlage 3.2 - BG2b EZ.vrb

**Bemessung:**  
 Nachweis Bohlträger  
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
 Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 288.2$  kN·m  
 $V_{Ed} = 3.0$  kN (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = 2.0$  kN (Druck)  
 Profil: HEB 360 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 300.0$  mm /  $h = 360.0$  mm  
 $t_f = 22.5$  mm /  $t_w = 12.5$  mm  
 $A = 181.0$  cm<sup>2</sup> /  $r = 27.0$  mm  
 $W_{pl} = 2683.0$  cm<sup>3</sup> /  $I = 43193.0$  cm<sup>4</sup>  
 $\gamma_{MO} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 1.000$   
 $c / t = 20.9$  (St.) / 5.2 (Fl.)  
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_y = 235.0$  N/mm<sup>2</sup>  
 $M_{pl,Rd} = 630.5$  kN·m  
 $V_{pl,Rd} = 827.1$  kN ( $\mu = 0.004$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4253.5$  kN ( $\mu = 0.000$ )  
 Querkraft-Interaktion

keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{pl,Rd} = 630.5$  kN·m  
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.457$   
 Knicklänge = 8.740 m  
 $N_{cr} = 11719.5$  kN  
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 \leq 0.04$   
 -> Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0.457$   
 Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 max  $e_{ah} = 36.7$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{r,d} = 1.20$  kN/cm<sup>2</sup>  
 optimale Ausfachungsdicke = 7.2 cm



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224081\_sta\_241218\_raj\_a\_Anlage 3.2 - BG2b EZ.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 34.30 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 31.33 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.600 m

Bohlträgerabstand = 1.50 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 30.00 mNHN

Grundwasserstand (links) = 30.00 mNHN

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

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Bermen Nr.	auf x1 [m]	der x2 [m]	Passivseite dh [m]	Auflast [kN/m <sup>2</sup> ]
1	-1.18	-1.18	2.97	0.00

Der Einfluss von Passivbermen auf den passiven Erddruck wird in Analogie zu den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" für Aktivbermen 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)

Flächenlast  $p = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

Lasten (zweiseitig begrenzt)

Nr.	sig(v) [kN/m <sup>2</sup> ]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	Tiefe [mNHN]	y(1) [mNHN]	y(2) [mNHN]	y(3) [mNHN]	y(4) [mNHN]	Verkehrslast [-]
1	10.00	0.18	7.48	34.30	34.21	34.05	23.43	23.42	ja
2	50.00	0.18	1.68	34.30	34.21	34.05	31.95	31.95	ja

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

$E_{ph,d} = 296.20$  kN/m ( $E_{pv,d} = -114.75$  kN/m)

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

$B_{h(g+q),d} = 296.20$  kN/m

$B_{h,g,d} = 77.18$  kN/m

$B_{h,q,d} = 219.02$  kN/m

B<sub>h,w,d</sub> = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte C<sub>h</sub> (Blum)

C<sub>h,k</sub> = 236.20 kN/m

C<sub>h,g,k</sub> = 59.30 kN/m

C<sub>h,q,k</sub> = 176.90 kN/m

C<sub>h,w,k</sub> = 0.00 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ <sub>k</sub>	γ' <sub>k</sub>	φ <sub>k</sub>	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/φ	d(a)/φ	q <sub>b,k</sub>	q <sub>s,k</sub> <sup>2</sup>
[-]	[mNHN]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	30.73	17.50	8.00	27.50	2.50	2.50	-0.667	0.667	0.00	0.00
2	0.00	19.00	10.00	30.00	1.50	1.50	-0.667	0.667	1.80	70.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit φ = 40 °

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <> 0.0.

bestimmt nach:

Schicht	UK	k <sub>agh</sub>	k <sub>ach</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ	k <sub>agh</sub> (40°)
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	30.73	0.311	0.980	27.500	18.34	54.50	0.179
2	0.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
34.300	34.206	0.000	0.293	0.00	0.00
34.206	34.048	0.293	19.444	0.00	0.00
34.048	33.200	19.444	22.297	0.00	0.00
33.200	32.300	22.297	27.086	0.00	0.00
32.300	31.950	27.086	28.990	0.00	0.00
31.950	31.945	28.990	13.471	0.00	0.00
31.945	31.330	13.471	16.818	0.00	0.00
31.330	31.230	0.000	0.000	0.00	0.00
31.230	30.730	0.000	0.000	0.00	0.00
30.730	30.298	0.000	0.000	0.00	0.00
30.298	30.081	0.000	0.000	0.00	0.00
30.081	30.000	0.000	0.000	0.00	0.00
30.000	29.900	0.000	0.000	0.00	0.00
29.900	29.203	0.000	0.000	0.00	0.00
29.203	28.606	0.000	0.000	0.00	0.00
28.606	23.426	0.000	0.000	0.00	0.00
23.426	23.421	0.000	0.000	0.00	0.00
23.421	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	k <sub>pgh</sub>	k <sub>pch</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	30.73	4.204	4.818	27.500	-18.34	19.83
2	0.00	5.005	5.388	30.000	-20.01	18.10

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
31.95	31.33	0.00	0.00
31.33	31.23	-2.97	-5.45
31.23	30.73	-5.45	-22.09
30.73	30.30	-23.87	-48.77
30.30	30.08	-48.77	-58.38
30.08	30.00	-58.38	-162.29
30.00	29.90	-162.29	-164.62
29.90	29.20	-164.62	-180.93
29.20	28.61	-180.93	-194.91

28.61	23.43	-194.91	-316.10
23.43	23.42	-316.10	-316.21
23.42	0.00	-316.21	-864.20

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.30	0.0	0.0	0.0
34.21	-0.1	0.0	0.0
34.05	-1.0	-2.0	-0.1
33.20	-9.5	-24.8	-11.3
32.30	-19.9	-53.1	-45.9
31.95	-24.4	-65.5	-66.6
31.95	-24.4	-65.6	-67.0
31.33	-28.9	-77.0	-110.7
31.23	-28.8	-76.5	-118.4
30.73	-26.6	-68.0	-155.0
30.30	-19.9	-48.2	-180.6
30.08	-14.7	-33.4	-189.4
30.00	-8.8	-16.8	-191.5
29.90	-1.3	4.0	-192.1
29.20	53.9	157.8	-136.6
28.61	105.4	301.1	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.30	0.0	0.0	0.0
34.21	-0.1	0.0	0.0
34.05	-0.3	-0.1	0.0
33.20	-2.0	-2.3	-0.8
32.30	-5.2	-8.8	-5.4
31.95	-6.9	-12.7	-9.2
31.95	-6.9	-12.8	-9.2
31.33	-10.6	-21.7	-19.7
31.23	-10.6	-21.5	-21.8
30.73	-10.5	-19.5	-32.2
30.30	-9.2	-14.6	-39.7
30.08	-8.1	-10.9	-42.4
30.00	-6.8	-6.9	-43.2
29.90	-5.0	-1.8	-43.6
29.20	7.9	36.0	-31.9
28.61	20.1	71.2	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.30	0.0	0.0	0.0
34.21	-0.1	0.0	0.0
34.05	-0.8	-1.6	-0.1
33.20	-7.4	-19.2	-8.7
32.30	-15.6	-41.4	-35.7
31.95	-19.2	-51.2	-51.8
31.95	-19.2	-51.3	-52.1
31.33	-22.9	-60.6	-86.4
31.23	-22.9	-60.2	-92.5
30.73	-21.1	-53.6	-121.3
30.30	-15.9	-38.0	-141.5
30.08	-11.9	-26.4	-148.4
30.00	-7.2	-13.4	-150.1
29.90	-1.3	2.9	-150.6
29.20	42.0	123.7	-107.1
28.61	82.4	236.2	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]

34.30	0.0	0.0	0.0
34.21	-0.1	0.0	0.0
34.05	-0.3	-0.1	0.0
33.20	-1.7	-1.9	-0.7
32.30	-4.3	-7.3	-4.5
31.95	-5.7	-10.6	-7.6
31.95	-5.8	-10.6	-7.7
31.33	-8.8	-18.0	-16.4
31.23	-8.9	-17.9	-18.2
30.73	-8.8	-16.2	-26.8
30.30	-7.7	-12.1	-33.1
30.08	-6.8	-9.1	-35.4
30.00	-5.6	-5.7	-36.0
29.90	-4.2	-1.5	-36.3
29.20	6.6	30.0	-26.6
28.61	16.7	59.3	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.30	0.0	0.0	0.0
34.21	0.0	0.0	0.0
34.05	-0.5	-1.5	-0.1
33.20	-5.7	-17.3	-8.0
32.30	-11.3	-34.1	-31.2
31.95	-13.5	-40.6	-44.2
31.95	-13.5	-40.7	-44.4
31.33	-14.1	-42.6	-70.0
31.23	-14.0	-42.3	-74.3
30.73	-12.4	-37.4	-94.4
30.30	-8.2	-25.8	-108.4
30.08	-5.1	-17.3	-113.1
30.00	-1.6	-7.6	-114.1
29.90	2.8	4.4	-114.3
29.20	35.3	93.7	-80.5
28.61	65.6	176.9	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.30	0.0	0.0	0.0
34.21	0.0	0.0	0.0
34.05	0.0	0.0	0.0
33.20	0.0	0.0	0.0
32.30	0.0	0.0	0.0
31.95	0.0	0.0	0.0
31.95	0.0	0.0	0.0
31.33	0.0	0.0	0.0
31.23	0.0	0.0	0.0
30.73	0.0	0.0	0.0
30.30	0.0	0.0	0.0
30.08	0.0	0.0	0.0
30.00	0.0	0.0	0.0
29.90	0.0	0.0	0.0
29.20	0.0	0.0	0.0
28.61	0.0	0.0	0.0

Weggrößen (g,d)

berechnet mit  $EI = 6.047E+4 \text{ kN} \cdot \text{m}^2/\text{m}$

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]
34.30	-6.6	34.21	-6.5	34.21	-6.5	34.13	-6.4	34.13	-6.4	34.05	-6.2	34.05	-6.2
33.92	-6.0	33.30	-5.0	33.20	-4.8	33.20	-4.8	33.10	-4.7	32.40	-3.5	32.30	-3.3
32.30	-3.3	32.18	-3.2	32.07	-3.0	31.95	-2.8	31.95	-2.8	31.95	-2.8	31.95	-2.8
31.80	-2.6	31.42	-2.0	31.33	-1.9	31.33	-1.9	31.23	-1.7	31.23	-1.7	31.13	-1.6
30.83	-1.2	30.73	-1.1	30.73	-1.1	30.62	-0.9	30.41	-0.7	30.30	-0.6	30.30	-0.6
30.19	-0.5	30.19	-0.5	30.08	-0.4	30.08	-0.4	30.08	-0.4	30.07	-0.4	30.00	-0.4

30.00	-0.4	29.90	-0.3	29.90	-0.3	29.80	-0.3	29.30	-0.1	29.20	0.0	29.20	0.0
29.10	0.0	28.71	0.0	28.61	0.0								

Weggrößen (w,k)

berechnet mit  $EI = 6.047E+4 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

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]
34.30	0.0	34.21	0.0	34.21	0.0	34.13	0.0	34.13	0.0	34.05	0.0	34.05	0.0
33.92	0.0	33.30	0.0	33.20	0.0	33.20	0.0	33.10	0.0	32.40	0.0	32.30	0.0
32.30	0.0	32.18	0.0	32.07	0.0	31.95	0.0	31.95	0.0	31.95	0.0	31.95	0.0
31.80	0.0	31.42	0.0	31.33	0.0	31.33	0.0	31.23	0.0	31.23	0.0	31.13	0.0
30.83	0.0	30.73	0.0	30.73	0.0	30.62	0.0	30.41	0.0	30.30	0.0	30.30	0.0
30.19	0.0	30.19	0.0	30.08	0.0	30.08	0.0	30.08	0.0	30.07	0.0	30.00	0.0
30.00	0.0	29.90	0.0	29.90	0.0	29.80	0.0	29.30	0.0	29.20	0.0	29.20	0.0
29.10	0.0	28.71	0.0	28.61	0.0								

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 28.606 m

phi,w,k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 28.606 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

$M_{Ed} = 288.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{Ed} = 3.0 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)

$N_{Ed} = 2.0 \text{ kN}$  (Druck)

Profil: HEB 360 / Stahlgüte: S 235

$b = 300.0 \text{ mm}$  /  $h = 360.0 \text{ mm}$

$t_f = 22.5 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.5 \text{ mm}$

$A = 181.0 \text{ cm}^2$  /  $r = 27.0 \text{ mm}$

$W_{pl} = 2683.0 \text{ cm}^3$  /  $I = 43193.0 \text{ cm}^4$

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

$\varepsilon = 1.000$

$c / t = 20.9$  (St.) /  $5.2$  (Fl.)

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

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

$M_{pl,Rd} = 630.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{pl,Rd} = 827.1 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.004$ )

$N_{pl,Rd} = 4253.5 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.000$ )

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis  $M_{Rd}$

$M_{pl,Rd} = 630.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.457$

Knicklänge = 8.740 m

$N_{cr} = 11719.5 \text{ kN}$

$N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 \leq 0.04$

-> Kein Knicknachweis

max  $\mu = 0.457$

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max  $e_{ah}(d) = 36.7 \text{ kN/m}^2$

$\sigma(r,d) = 1.20 \text{ kN/cm}^2$

optimale Ausfachungsdicke = 7.2 cm

max  $M_d = 192.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 29.90 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = -1.3 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = 4.0 \text{ kN/m}$ ;  $w_k = 1.0 \text{ mm}$

max  $Q_d = 301.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 28.61 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = 105.4 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $N_d = 105.4 \text{ kN/m}$  (Tiefe = 28.61 m)

Zugehörige Werte:  $Q_d = 301.1 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $w_k = 24.5$  mm (Tiefe = 34.30 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = 0.0$  kN/m;  $Q_d = 0.0$  kN/m;  $M_d = 0.0$  kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %  
Einbindetiefe  $t_g = 3.28$  m  
Profillänge = 6.25 m  
Verlängerung (Summe V) = 0.01 m

Nachweis Summe H

$E_{ph,d} = 537.26$  kN/m

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

( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.800)

$E_{ah,d} = 73.60$  kN/m

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

$B_{h,d} = 296.20$  kN/m ;  $C_{h,d} = 301.14$  kN/m

$B_{h,d}' = 145.63$  kN/m

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

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

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

$\mu = (73.60 + 145.63) / 537.26$

$\mu = 219.23 / 537.26 = 0.41$

Nachweis Summe V

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

$G_k = 5.91$  kN/m

$G',k = 0.00$  kN/m

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

$E_{av,k} = 19.58$  kN/m ( $E_{ah,k} = 59.07$  kN/m)

$C_{h,k} = 94.48$  kN/m

$B_{v,k} = -46.00$  kN/m

$\delta_p [^\circ] = -20.0$

$\delta_c [^\circ] = 10.0$

Summe  $V_k = 5.02$  kN/m (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)

Profil: HEB 360

Berechnung als Bohrpfahl mit  $D = 0.600$  m

$q_{b,k} = 1.80$  MN/m<sup>2</sup>

$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.2827 \cdot 1.80 \cdot 1000 / 1.40 = 363.53$  kN

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
31.33	30.73	0.00	BGS 1: Auffüllung
30.73	28.05	70.00	BGS 2: Talsande

Mantelfläche bis 28.06 m = 1.885 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s1,d}$

Mantelfläche ab 28.06 m = 1.885 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s2,d}$

Profilverlängerung = 0.01 m ==>  $R_{s2,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 28.61 bis 28.06 m = 0.942 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s3,d}$

$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 1.000 \cdot 352.21 / 1.40 = 251.58$  kN

$R_{s2,d} = R_{s2,k} / \gamma_{qs,k} = 1.32 / 1.40 = 0.94$  kN

$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 35.95 / 1.40 = 25.68$  kN

$R_d = R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d} = 641.73$  kN

Einwirkungen

$V_d = G_d - G',k + E_{av,d} + P_{v,d} = 10.66 - 0.00 + 37.35 + 0.00 = 48.01$  kN

==>  $\mu = V_d / R_d = 48.01 / 641.73 = 0.07$

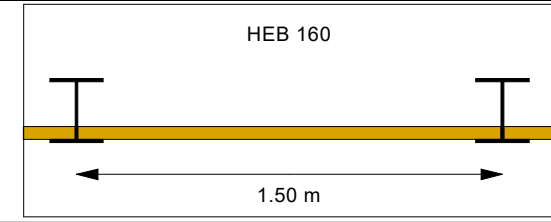
Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99  
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt  
Faktor Verkehrslasten  $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$   
Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Rv} = 1.300$   
Berechnungsebene = 28.06 mNHN  
Breite = 0.59 m  
Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 95.30 [kN/m]  
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)  
 $E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 29.81$  [kN/m]  
Kohäsionskraft  $K_k = 12.93$  [kN/m]  
Grundbruchlast  $R_{n,k} = 1046.43$  [kN/m]  
Grundbruch mit:  
Reibungswinkel  $\varphi_k = 29.85$  [°]  
Kohäsion  $c_k = 1.56$  [kN/m<sup>2</sup>]  
 $N_d = 18.078 / N_b = 9.798 / N_c = 29.768$   
 $\sigma_u = 88.492$  [kN/m<sup>2</sup>]  
 $\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.136$   
 $\mu_e = [95.30 \cdot 1.20] / [(1046.43 + 12.93 + 29.81) / 1.300] = 0.136$

mittlere Bodenkenngößen gemäß Geotechnischem Bericht vom 10.09.2021:

Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{s,k}^*$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,k,2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	30.68	17.5	8.0	27.5	2.5	2.5	-0.500	0.667	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	0.00	0.00	BGS 1: Auffüllung
	<30.68	19.0	10.0	30.0	1.5	1.5	-0.500	0.667	$5.0 \cdot 10^{-5}$	$5.0 \cdot 10^{-5}$	1.80	70.00	BGS 2: Talsande

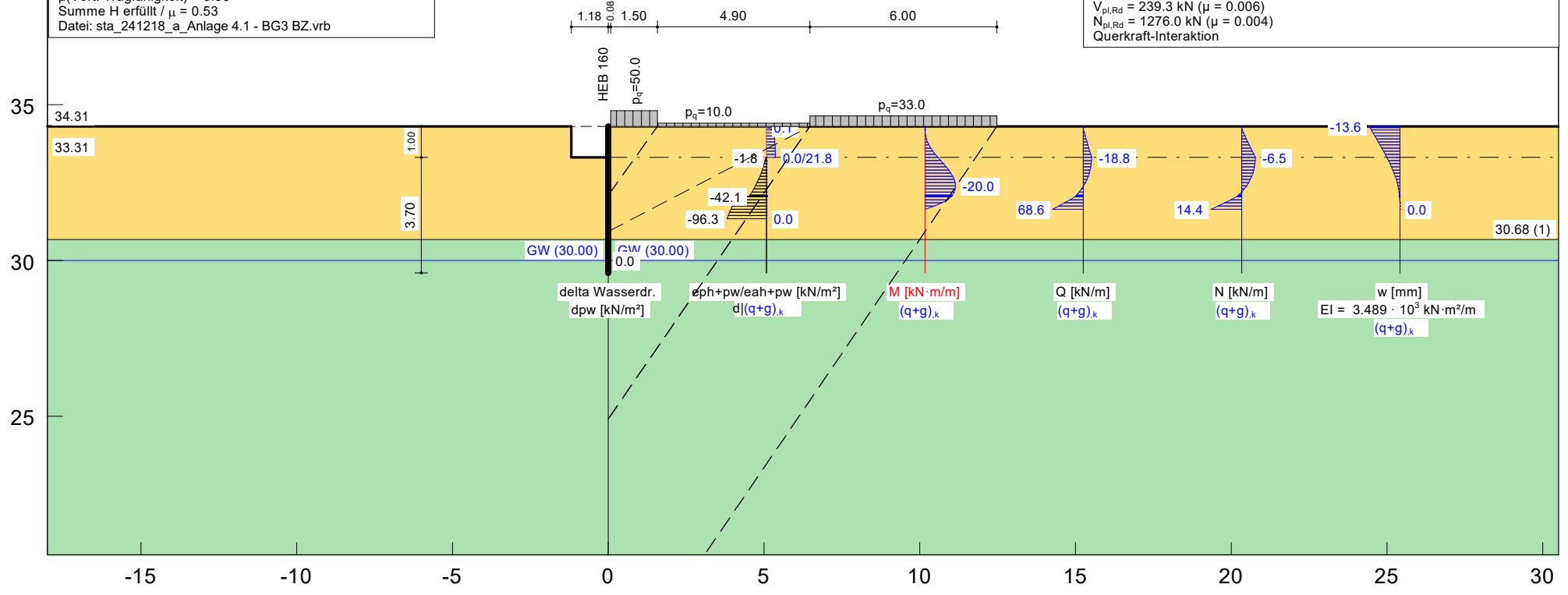
OK Wand = 34.31 mNHN



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024  
 Norm: EC 7  
 Trägerbohlwand  
 HEB 160  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Bohlträgerbreite = 0.400 m  
 Bohlträgerabstand = 1.50 m  
 Abminderung Kohäsion = 1.00  
 Erf. Profillänge = 4.70 m  
 Erf. Einbindetiefe = 3.70 m  
 Verlängerung ( $\Sigma V$ ) = 1.71 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-T  
 $\gamma_G = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.30$   
 $\gamma_{Ed} = 1.30$   
 Anpassungsfaktor  $E_p = 0.80$   
 mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.77$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.06  
 Summe H erfüllt /  $\mu = 0.53$   
 Datei: sta\_241218\_a\_Anlage 4.1 - BG3 BZ.vrb

**Bemessung:**  
 Nachweis Bohlträger  
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
 Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 38.9 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $V_{Ed} = 1.4 \text{ kN}$   
 $N_{Ed} = 4.5 \text{ kN}$  (Druck)  
 Profil: HEB 160 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 160.0 \text{ mm} / h = 160.0 \text{ mm}$   
 $t_f = 13.0 \text{ mm} / t_w = 8.0 \text{ mm}$   
 $A = 54.3 \text{ cm}^2 / r = 15.0 \text{ mm}$   
 $W_{pl} = 354.0 \text{ cm}^3 / I = 2492.0 \text{ cm}^4$   
 $\gamma_{MO} = 1.00 / \gamma_{M1} = 1.10$   
 $\epsilon = 1.000$   
 $c / t = 13.0$  (St.) / 4.7 (Fl.)  
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_y = 235.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{pl,Rd} = 83.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $V_{pl,Rd} = 239.3 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.006$ )  
 $N_{pl,Rd} = 1276.0 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.004$ )  
 Querkraft-Interaktion

keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{pl,Rd} = 83.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.467$   
 Knicklänge = 4.190 m  
 $N_{cr} = 2942.0 \text{ kN}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.002 \leq 0.04$   
 -> Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0.467$   
 Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 max  $e_{ah,s} = 28.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma_{r,d} = 1.20 \text{ kN/cm}^2$   
 optimale Ausfachungsdicke = 6.3 cm



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224081\_sta\_241218\_raj\_a\_Anlage 4.1 - BG3 BZ.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 34.31 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 33.31 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.400 m

Bohlträgerabstand = 1.50 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 30.00 mNHN

Grundwasserstand (links) = 30.00 mNHN

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

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Bermen Nr.	auf x1	der x2	Passivseite dh	Auflast
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	-1.18	-1.18	1.00	0.00

Der Einfluss von Passivbermen auf den passiven Erddruck wird in Analogie zu den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" für Aktivbermen 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)

Flächenlast  $p = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

Lasten (zweiseitig begrenzt)

Nr.	sig(v)	x(links)	x(rechts)	Tiefe	y(1)	y(2)	y(3)	y(4)	Verkehrslast
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[-]
1	10.00	0.08	6.48	34.31	34.27	34.20	24.92	24.92	ja
2	50.00	0.08	1.58	34.31	34.27	34.20	32.10	32.10	ja
3	33.00	6.48	12.48	34.31	30.94	24.92	16.03	16.03	ja

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

$E_{ph,d} = 55.49$  kN/m ( $E_{pv,d} = -19.73$  kN/m)

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

$B_{h(g+q),d} = 55.49$  kN/m

$B_{h,g,d} = 4.36$  kN/m

Bh,q,d = 51.13 kN/m  
 Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte C<sub>n</sub> (Blum)

C<sub>h,k</sub> = 68.61 kN/m  
 C<sub>h,g,k</sub> = 5.30 kN/m  
 C<sub>h,q,k</sub> = 63.31 kN/m  
 C<sub>h,w,k</sub> = 0.00 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ <sub>k</sub>	γ' <sub>k</sub>	φ <sub>k</sub>	c(pas) <sub>k</sub>	c(akt) <sub>k</sub>	d(p)/φ	d(a)/φ	q <sub>b,k</sub>	q <sub>s,k</sub> <sup>2</sup>
[-]	[mNHN]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	30.68	17.50	8.00	27.50	2.50	2.50	-0.500	0.667	0.00	0.00
2	0.00	19.00	10.00	30.00	1.50	1.50	-0.500	0.667	1.80	70.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit φ = 40 °

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <> 0.0.

bestimmt nach:

Schicht	UK	k <sub>agh</sub>	k <sub>ach</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ	k <sub>agh</sub> (40°)
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	30.68	0.311	0.980	27.500	18.34	54.50	0.179
2	0.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
34.310	34.268	0.000	0.130	0.00	0.00
34.268	34.198	0.130	19.006	0.00	0.00
34.198	33.310	19.006	21.780	0.00	0.00
33.310	33.209	0.000	0.000	0.00	0.00
33.209	32.403	0.000	0.000	0.00	0.00
32.403	32.302	0.000	0.000	0.00	0.00
32.302	32.100	0.000	0.000	0.00	0.00
32.100	32.095	0.000	0.000	0.00	0.00
32.095	32.061	0.000	0.000	0.00	0.00
32.061	31.648	0.000	0.000	0.00	0.00
31.648	30.937	0.000	0.000	0.00	0.00
30.937	30.680	0.000	0.000	0.00	0.00
30.680	30.000	0.000	0.000	0.00	0.00
30.000	24.921	0.000	0.000	0.00	0.00
24.921	24.916	0.000	0.000	0.00	0.00
24.916	16.032	0.000	0.000	0.00	0.00
16.032	16.027	0.000	0.000	0.00	0.00
16.027	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	k <sub>pgh</sub>	k <sub>pch</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	30.68	3.833	4.486	27.500	-13.75	22.26
2	0.00	4.496	4.965	30.000	-15.00	20.65

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
34.20	33.31	0.00	0.00
33.31	33.21	-1.84	-3.58
33.21	32.40	-3.58	-26.90
32.40	32.30	-26.90	-31.00
32.30	32.10	-31.00	-39.97
32.10	32.10	-39.97	-40.21
32.10	32.06	-40.21	-41.83
32.06	31.65	-41.83	-86.37

31.65	30.94	-86.37	-109.44
30.94	30.68	-109.44	-117.77
30.68	30.00	-128.52	-155.55
30.00	24.92	-155.55	-261.78
24.92	24.92	-261.78	-261.89
24.92	16.03	-261.89	-447.72
16.03	16.03	-447.72	-447.82
16.03	0.00	-447.82	-783.05

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.31	0.0	0.0	0.0
34.27	0.0	0.0	0.0
34.20	-0.3	-0.9	0.0
33.31	-8.4	-24.3	-11.0
33.21	-8.3	-23.7	-13.4
32.40	-3.0	-1.0	-25.9
32.30	-1.6	5.0	-25.7
32.10	1.9	19.5	-23.3
32.10	2.0	19.9	-23.2
32.06	2.7	22.8	-22.5
31.65	18.7	88.7	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.31	0.0	0.0	0.0
34.27	0.0	0.0	0.0
34.20	0.0	0.0	0.0
33.31	-1.0	-1.9	-0.6
33.21	-1.0	-1.8	-0.8
32.40	-0.9	-0.2	-1.8
32.30	-0.8	0.3	-1.8
32.10	-0.6	1.3	-1.7
32.10	-0.6	1.3	-1.6
32.06	-0.5	1.6	-1.6
31.65	0.5	6.4	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.31	0.0	0.0	0.0
34.27	0.0	0.0	0.0
34.20	-0.3	-0.7	0.0
33.31	-6.5	-18.8	-8.5
33.21	-6.4	-18.4	-10.3
32.40	-2.4	-0.7	-20.0
32.30	-1.3	3.9	-19.9
32.10	1.4	15.1	-18.0
32.10	1.5	15.4	-17.9
32.06	2.0	17.6	-17.4
31.65	14.4	68.6	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.31	0.0	0.0	0.0
34.27	0.0	0.0	0.0
34.20	0.0	0.0	0.0
33.31	-0.8	-1.6	-0.5
33.21	-0.8	-1.5	-0.7
32.40	-0.7	-0.1	-1.5
32.30	-0.7	0.2	-1.5
32.10	-0.5	1.1	-1.4
32.10	-0.5	1.1	-1.4
32.06	-0.5	1.3	-1.3

31.65 0.4 5.3 0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.31	0.0	0.0	0.0
34.27	0.0	0.0	0.0
34.20	-0.2	-0.7	0.0
33.31	-5.7	-17.2	-8.0
33.21	-5.6	-16.8	-9.7
32.40	-1.6	-0.6	-18.5
32.30	-0.6	3.6	-18.4
32.10	1.9	14.0	-16.6
32.10	2.0	14.3	-16.6
32.06	2.5	16.3	-16.1
31.65	14.0	63.3	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.31	0.0	0.0	0.0
34.27	0.0	0.0	0.0
34.20	0.0	0.0	0.0
33.31	0.0	0.0	0.0
33.21	0.0	0.0	0.0
32.40	0.0	0.0	0.0
32.30	0.0	0.0	0.0
32.10	0.0	0.0	0.0
32.10	0.0	0.0	0.0
32.06	0.0	0.0	0.0
31.65	0.0	0.0	0.0

Weggrößen (g,d)

berechnet mit  $EI = 3.489E+3 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

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]
34.31	-1.2	34.27	-1.2	34.27	-1.2	34.20	-1.1	34.20	-1.1	34.10	-1.1	33.41	-0.6
33.31	-0.5	33.31	-0.5	33.21	-0.5	33.21	-0.5	33.11	-0.4	32.50	-0.1	32.40	-0.1
32.40	-0.1	32.30	-0.1	32.30	-0.1	32.20	0.0	32.20	0.0	32.10	0.0	32.10	0.0
32.10	0.0	32.10	0.0	32.06	0.0	32.06	0.0	32.06	0.0	31.75	0.0	31.65	0.0

Weggrößen (w,k)

berechnet mit  $EI = 3.489E+3 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

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]
34.31	0.0	34.27	0.0	34.27	0.0	34.20	0.0	34.20	0.0	34.10	0.0	33.41	0.0
33.31	0.0	33.31	0.0	33.21	0.0	33.21	0.0	33.11	0.0	32.50	0.0	32.40	0.0
32.40	0.0	32.30	0.0	32.30	0.0	32.20	0.0	32.20	0.0	32.10	0.0	32.10	0.0
32.10	0.0	32.10	0.0	32.06	0.0	32.06	0.0	32.06	0.0	31.75	0.0	31.65	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 31.648 m

phi,w,k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 31.648 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

$M_{Ed} = 38.9 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$N_{Ed} = 4.5 \text{ kN}$  (Druck)

Profil: HEB 160 / Stahlgüte: S 235

$b = 160.0 \text{ mm}$  /  $h = 160.0 \text{ mm}$

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

$A = 54.3 \text{ cm}^2$  /  $r = 15.0 \text{ mm}$

$W_{pl} = 354.0 \text{ cm}^3$  /  $I = 2492.0 \text{ cm}^4$

$\gamma_{M0} = 1.00 / \gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 1.000$   
 $c / t = 13.0 \text{ (St.)} / 4.7 \text{ (Fl.)}$   
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_y = 235.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{pl,Rd} = 83.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $V_{pl,Rd} = 239.3 \text{ kN} (\mu = 0.006)$   
 $N_{pl,Rd} = 1276.0 \text{ kN} (\mu = 0.004)$   
 Querkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{pl,Rd} = 83.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.467$   
 Knicklänge = 4.190 m  
 $N_{cr} = 2942.0 \text{ kN}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.002 \leq 0.04$   
 -> Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0.467$

Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 max  $e_{ah}(d) = 28.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma(r,d) = 1.20 \text{ kN/cm}^2$   
 optimale Ausfachungsdicke = 6.3 cm

max  $M_d = 25.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 32.40 m)  
 Zugehörige Werte:  $N_d = -3.0 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = -1.0 \text{ kN/m}$ ;  $w_k = 0.9 \text{ mm}$

max  $Q_d = 88.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 31.65 m)  
 Zugehörige Werte:  $N_d = 18.7 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $N_d = 18.7 \text{ kN/m}$  (Tiefe = 31.65 m)  
 Zugehörige Werte:  $Q_d = 88.7 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $w_k = 13.6 \text{ mm}$  (Tiefe = 34.31 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  $t_g = 3.70 \text{ m}$   
 Profillänge = 4.70 m  
 Verlängerung (Summe V) = 1.71 m

Nachweis Summe H  
 $E_{ph,d} = 107.76 \text{ kN/m}$   
 ( $E_{ph,d}$  mit Wandreibungswinkel =  $-\varphi$  ermittelt)  
 ( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.800)  
 $E_{ah,d} = 46.30 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,d}' = B_{h,d} - 0,5 \cdot C_{h,d}$   
 $B_{h,d} = 55.49 \text{ kN/m}$  ;  $C_{h,d} = 88.67 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,d}' = 11.16 \text{ kN/m}$   
 ( $B_{h,d}$  über rechnerisches Auflager)  
 $E_{ah,d} + B_{h,d}' \leq E_{ph,d}$  (Nachweis OK)  
 $\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}') / E_{ph,d}$   
 $\mu = (46.30 + 11.16) / 107.76$   
 $\mu = 57.46 / 107.76 = 0.53$

Nachweis Summe V  
 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:  $G_k - G'_{,k} + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p)$   
 $G_k = 0.85 \text{ kN/m}$   
 $G'_{,k} = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

$$E_{av,k} = 5.51 \text{ kN/m} \quad (E_{ah,k} = 16.62 \text{ kN/m})$$

$$C_{h,k} = 18.30 \text{ kN/m}$$

$$B_{v,k} = -8.29 \text{ kN/m}$$

$$\delta_p [^\circ] = -13.7$$

$$\delta_c [^\circ] = 9.2$$

$$\text{Summe } V_k = 1.79 \text{ kN/m (Druck)}$$

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit  
(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)

Profil: HEB 160

Berechnung als Bohrpfahl mit  $D = 0.400 \text{ m}$

$$q_{b,k} = 1.80 \text{ MN/m}^2$$

$$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.1257 \cdot 1.80 \cdot 1000 / 1.40 = 161.57 \text{ kN}$$

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
33.31	30.68	0.00	BGS 1: Auffüllung
30.68	29.61	70.00	BGS 2: Talsande

Mantelfläche ab 31.32 m = 1.257 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s2,d}$

Profilverlängerung = 1.71 m ==>  $R_{s2,d}$

$$R_{s2,d} = R_{s2,k} / \gamma_{qs,k} = 94.55 / 1.40 = 67.54 \text{ kN}$$

$$R_d = R_{b,d} + R_{s2,d} = 229.10 \text{ kN}$$

Einwirkungen

$$V_d = G_d - G'_{,k} + E_{av,d} + P_{v,d} = 2.41 - 0.00 + 10.68 + 0.00 = 13.09 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow \mu = V_d / R_d = 13.09 / 229.10 = 0.06$$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

$$\text{Faktor Verkehrslasten } f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$$

$$\text{Teilsicherheit (Grundbruch) } \gamma_{Rv} = 1.300$$

Berechnungsebene = 31.32 mNHN

Breite = 0.56 m

$$\text{Gewicht } G_k \text{ (einschließlich Verkehr)} = 60.55 \text{ [kN/m]}$$

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)

$$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 6.09 \text{ [kN/m]}$$

$$\text{Kohäsionskraft } K_k = 7.49 \text{ [kN/m]}$$

$$\text{Grundbruchlast } R_{n,k} = 524.61 \text{ [kN/m]}$$

Grundbruch mit:

$$\text{Reibungswinkel } \varphi_k = 29.77 [^\circ]$$

$$\text{Kohäsion } c_k = 1.59 \text{ [kN/m}^2]$$

$$N_d = 17.925 / N_b = 9.681 / N_c = 29.591$$

$$\sigma_{\bar{u}} = 43.660 \text{ [kN/m}^2]$$

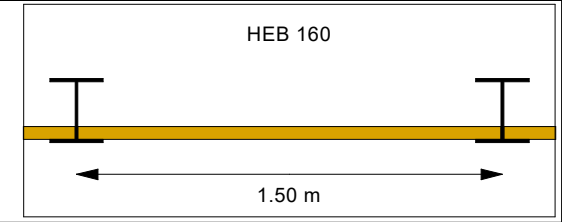
$$\text{mue} = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.176$$

$$\text{mue} = [60.55 \cdot 1.20] / [(524.61 + 7.49 + 6.09) / 1.300] = 0.176$$

mittlere Bodenkenngößen gemäß Geotechnischem Bericht vom 10.09.2021:

Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{k,akt}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,k,2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	30.68	17.5	8.0	27.5	2.5	2.5	-0.667	0.667	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	0.00	0.00	BGS 1: Auffüllung
	<30.68	19.0	10.0	30.0	1.5	1.5	-0.667	0.667	$5.0 \cdot 10^{-5}$	$5.0 \cdot 10^{-5}$	1.80	70.00	BGS 2: Talsande

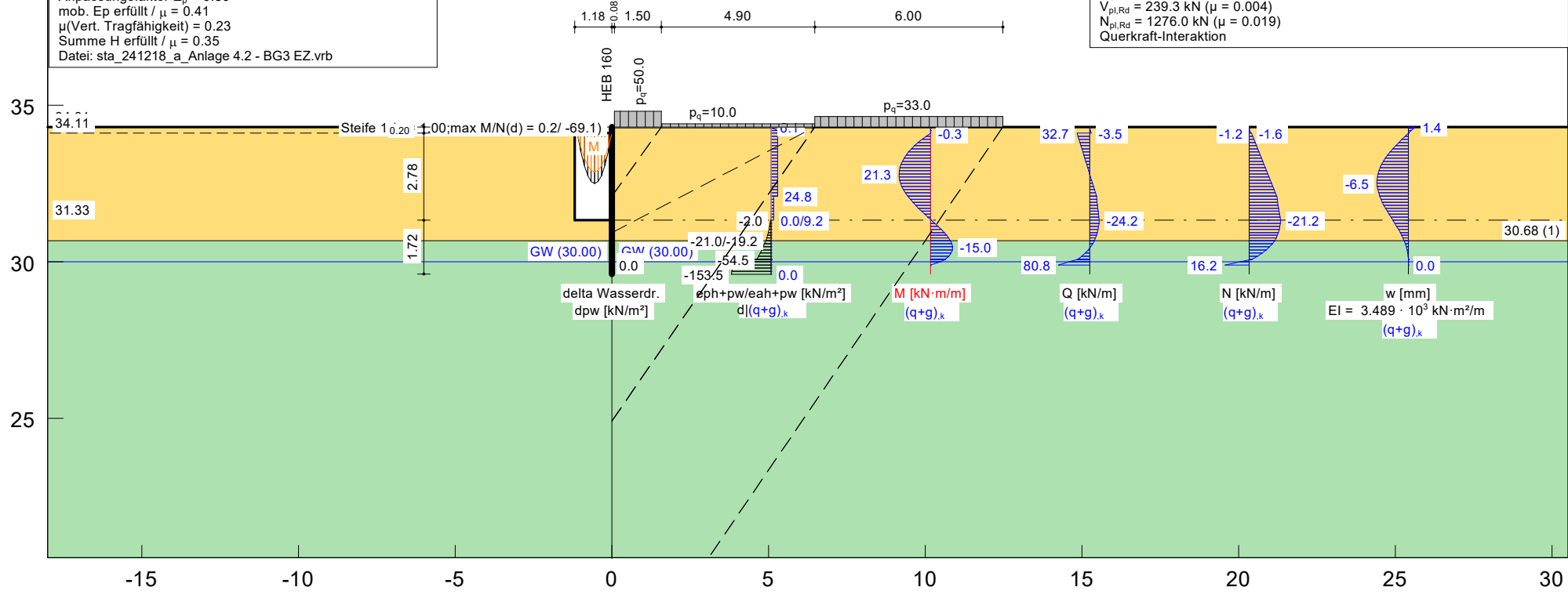
OK Wand = 34.31 mNHN



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024  
 Norm: EC 7  
 Trägerbohlwand  
 Anker-Steifenabstand = 1.50 m  
 HEB 160  
 Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 69-2.a  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Bohlträgerbreite = 0.400 m  
 Bohlträgerabstand = 1.50 m  
 Abminderung Kohäsion = 1.00  
 Einspanngrad = 1.000  
 Erf. Profillänge = 4.70 m  
 Erf. Einbindetiefe = 1.72 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-T  
 $\gamma_G = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.30$   
 $\gamma_{EP} = 1.30$   
 Anpassungsfaktor  $E_p = 0.80$   
 mob.  $E_p$  erfüllt /  $\mu = 0.41$   
 $\mu$  (Vert. Tragfähigkeit) = 0.23  
 Summe H erfüllt /  $\mu = 0.35$   
 Datei: sta\_241218\_a\_Anlage 4.2 - BG3 EZ.vrb

**Bemessung:**  
 Nachweis Bohlträger  
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
 Bemessungssituation: max M,  $q_g$   
 $M_{Ed} = 40.6$  kN·m  
 $V_{Ed} = 0.8$  kN  
 $N_{Ed} = 24.1$  kN (Druck)  
 Profil: HEB 160 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 160.0$  mm /  $h = 160.0$  mm  
 $t_f = 13.0$  mm /  $t_w = 8.0$  mm  
 $A = 54.3$  cm<sup>2</sup> /  $r = 15.0$  mm  
 $W_{pl} = 354.0$  cm<sup>3</sup> /  $I = 2492.0$  cm<sup>4</sup>  
 $\gamma_{MO} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 1.000$   
 $c / t = 13.0$  (St.) / 4.7 (Fl.)  
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_y = 235.0$  N/mm<sup>2</sup>  
 $M_{pl,Rd} = 83.2$  kN·m  
 $V_{pl,Rd} = 239.3$  kN ( $\mu = 0.004$ )  
 $N_{pl,Rd} = 1276.0$  kN ( $\mu = 0.019$ )  
 Querkraft-Interaktion

keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{pl,Rd} = 83.2$  kN·m  
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.488$   
 Knicklänge = 3.150 m  
 $N_{cr} = 5205.3$  kN  
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.005 \leq 0.04$   
 -> Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0.488$   
 Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 max  $e_{ah} = 31.6$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{r,d} = 1.20$  kN/cm<sup>2</sup>  
 optimale Ausfachungsdicke = 6.7 cm



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224081\_sta\_241218\_raj\_a\_Anlage 4.2 - BG3 EZ.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 34.31 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 31.33 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.400 m

Bohlträgerabstand = 1.50 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 30.00 mNHN

Grundwasserstand (links) = 30.00 mNHN

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

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Bermen Nr.	auf x1 [-]	der x2 [m]	Passivseite dh [m]	Auflast [kN/m <sup>2</sup> ]
1	-1.18	-1.18	2.98	0.00

Der Einfluss von Passivbermen auf den passiven Erddruck wird in Analogie zu den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" für Aktivbermen 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)

Flächenlast  $p = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

Lasten (zweiseitig begrenzt)

Nr.	sig(v) [-]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	Tiefe [mNHN]	y(1) [mNHN]	y(2) [mNHN]	y(3) [mNHN]	y(4) [mNHN]	Verkehrslast [-]
1	10.00	0.08	6.48	34.31	34.27	34.20	24.92	24.92	ja
2	50.00	0.08	1.58	34.31	34.27	34.20	32.10	32.10	ja
3	33.00	6.48	12.48	34.31	30.94	24.92	16.03	16.03	ja

(Verkehrslasten werden nicht umgelagert)

Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 69-2.a

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch und Einspanngrad von 1.000 vorgegeben

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 54.36 kN/m (Epv,d = -25.54 kN/m)  
 Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000  
 Bh(g+q),d = 54.36 kN/m  
 Bh,g,d = 17.96 kN/m  
 Bh,q,d = 36.40 kN/m  
 Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte C<sub>h</sub> (Blum)  
 C<sub>h,k</sub> = 80.79 kN/m  
 C<sub>h,g,k</sub> = 26.36 kN/m  
 C<sub>h,q,k</sub> = 54.44 kN/m  
 C<sub>h,w,k</sub> = 0.00 kN/m

**Anker und Steifen**

Anker- Steifenabstand = 1.50 m  
 N,d' = Bemessungswert (Steifen) mit BS-P (1.35/1.50)

Nr.	y	Neigung	Länge	N <sub>d</sub>	N(g+q+w),k	N(g+w),k	N <sub>w,k</sub>	EA	EI	N,d'	
[-]	[mNHN]	[°]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN·m <sup>2</sup> ]	[kN]	Steife
1	34.11	0.00	1.10	-69.08	-54.27	-14.78	0.00	3.150E+7	3.150E+7	-79.19	Steife

**Zusätzlich für Steifen**

Steife 1

Vertikallast [kN/m<sup>2</sup>]: 0.67

Vertikallast als veränderliche Last

max M<sub>d</sub> [kN·m]: 0.20

gelenkig an Verbauwand angeschlossen  
 gegenüberliegende Seite gelenkig

x	y	wx,d	wy,d	N <sub>d</sub>	Q <sub>d</sub>	M <sub>d</sub>
[m]	[m]	[mm]	[mm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
-1.10	34.11	0.0	0.0	-46.05	0.48	0.00
-0.99	34.11	0.0	0.0	-46.05	0.38	-0.05
-0.99	34.11	0.0	0.0	-46.05	0.38	-0.05
-0.88	34.11	0.0	0.0	-46.05	0.29	-0.08
-0.77	34.11	0.0	0.0	-46.05	0.19	-0.11
-0.66	34.11	0.0	0.0	-46.05	0.10	-0.13
-0.55	34.11	0.0	0.0	-46.05	0.00	-0.13
-0.44	34.11	0.0	0.1	-46.05	-0.10	-0.13
-0.33	34.11	0.0	0.1	-46.05	-0.19	-0.11
-0.22	34.11	0.0	0.1	-46.05	-0.29	-0.08
-0.11	34.11	0.0	0.1	-46.05	-0.38	-0.05
0.00	34.11	0.0	0.1	-46.05	-0.48	0.00

**Bodenkennwerte**

Schicht	UK	γ <sub>k</sub>	γ' <sub>k</sub>	φ <sub>k</sub>	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/φ	d(a)/φ	q <sub>b,k</sub>	q <sub>s,k</sub> <sup>2</sup>
[-]	[mNHN]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	30.68	17.50	8.00	27.50	2.50	2.50	-0.667	0.667	0.00	0.00
2	0.00	19.00	10.00	30.00	1.50	1.50	-0.667	0.667	1.80	70.00

**Aktive Erddruckbeiwerte**

Ersatzerddruck-Beiwert mit φ = 40 °

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <> 0.0.

bestimmt nach:

Schicht	UK	k <sub>agh</sub>	k <sub>ach</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ	k <sub>agh</sub> (40°)
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	30.68	0.311	0.980	27.500	18.34	54.50	0.179
2	0.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179

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

von	bis	oben	unten	Wasserdruck oben	Wasserdruck unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
34.310	34.268	6.101	6.101	0.00	0.00
34.268	34.198	6.101	24.756	0.00	0.00
34.198	34.110	24.756	24.756	0.00	0.00
34.110	33.210	24.756	24.756	0.00	0.00
33.210	32.810	24.756	24.756	0.00	0.00
32.810	32.310	24.756	24.756	0.00	0.00
32.310	32.100	24.756	24.756	0.00	0.00

32.100	32.095	24.756	9.210	0.00	0.00
32.095	31.330	9.210	9.210	0.00	0.00
31.330	31.232	0.000	0.000	0.00	0.00
31.232	30.937	0.000	0.000	0.00	0.00
30.937	30.680	0.000	0.000	0.00	0.00
30.680	30.281	0.000	0.000	0.00	0.00
30.281	30.081	0.000	0.000	0.00	0.00
30.081	30.000	0.000	0.000	0.00	0.00
30.000	29.900	0.000	0.000	0.00	0.00
29.900	24.921	0.000	0.000	0.00	0.00
24.921	24.916	0.000	0.000	0.00	0.00
24.916	16.032	0.000	0.000	0.00	0.00
16.032	16.027	0.000	0.000	0.00	0.00
16.027	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	30.68	4.204	4.818	27.500	-18.34	19.83
2	0.00	5.005	5.388	30.000	-20.01	18.10

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
32.10	31.33	0.00	0.00
31.33	31.23	-1.98	-3.82
31.23	30.94	-3.82	-10.99
30.94	30.68	-10.99	-19.23
30.68	30.28	-20.97	-42.01
30.28	30.08	-42.01	-54.46
30.08	30.00	-54.46	-144.80
30.00	29.90	-144.80	-146.96
29.90	24.92	-146.96	-255.27
24.92	24.92	-255.27	-255.38
24.92	16.03	-255.38	-448.64
16.03	16.03	-448.64	-448.74
16.03	0.00	-448.74	-797.36

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
34.31	0.0	0.0	0.0	
34.27	-0.1	-0.3	0.0	
34.20	-0.6	-1.7	-0.1	
34.11	-1.5	-4.4	-0.3	-46.1
34.11	-2.0	41.6	-0.3	
33.21	-11.7	13.2	24.3	
32.81	-16.1	0.6	27.1	
32.31	-21.5	-15.2	23.4	
32.10	-23.7	-21.9	19.5	
32.10	-23.8	-22.0	19.4	
31.33	-26.9	-30.7	-0.7	
31.23	-26.7	-30.0	-3.7	
30.94	-25.1	-24.7	-11.9	
30.68	-22.1	-15.3	-17.2	
30.28	-11.2	14.9	-17.9	
30.08	-2.7	38.5	-12.7	
30.00	7.6	66.8	-8.4	
29.90	20.5	102.4	0.0	

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]

34.31	0.0	0.0	0.0	
34.27	-0.1	-0.3	0.0	
34.20	-0.3	-0.8	0.0	
34.11	-0.6	-1.5	-0.1	-11.8
34.11	-0.6	10.4	-0.1	
33.21	-3.0	3.8	6.2	
32.81	-4.2	0.8	7.1	
32.31	-5.5	-2.8	6.6	
32.10	-6.1	-4.4	5.9	
32.10	-6.1	-4.4	5.9	
31.33	-8.2	-10.0	0.4	
31.23	-8.2	-9.8	-0.6	
30.94	-7.8	-8.1	-3.3	
30.68	-6.9	-5.2	-5.1	
30.28	-3.6	4.3	-5.5	
30.08	-1.0	11.6	-3.9	
30.00	2.2	20.5	-2.6	
29.90	6.3	31.6	0.0	

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
34.31	0.0	0.0	0.0	
34.27	-0.1	-0.3	0.0	
34.20	-0.5	-1.3	-0.1	
34.11	-1.2	-3.5	-0.3	-36.2
34.11	-1.6	32.7	-0.3	
33.21	-9.2	10.4	19.1	
32.81	-12.6	0.5	21.3	
32.31	-16.9	-11.9	18.4	
32.10	-18.7	-17.1	15.4	
32.10	-18.7	-17.2	15.3	
31.33	-21.2	-24.2	-0.5	
31.23	-21.1	-23.7	-2.9	
30.94	-19.8	-19.6	-9.4	
30.68	-17.4	-12.1	-13.5	
30.28	-8.8	11.8	-14.1	
30.08	-2.1	30.4	-10.0	
30.00	6.0	52.7	-6.6	
29.90	16.2	80.8	0.0	

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
34.31	0.0	0.0	0.0	
34.27	-0.1	-0.3	0.0	
34.20	-0.3	-0.7	0.0	
34.11	-0.5	-1.2	-0.1	-9.9
34.11	-0.5	8.6	-0.1	
33.21	-2.5	3.1	5.2	
32.81	-3.5	0.7	5.9	
32.31	-4.6	-2.4	5.5	
32.10	-5.1	-3.6	4.9	
32.10	-5.1	-3.7	4.9	
31.33	-6.9	-8.3	0.3	
31.23	-6.8	-8.1	-0.5	
30.94	-6.5	-6.8	-2.8	
30.68	-5.7	-4.3	-4.2	
30.28	-3.0	3.6	-4.5	
30.08	-0.8	9.7	-3.2	
30.00	1.9	17.1	-2.2	
29.90	5.2	26.4	0.0	

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
34.31	0.0	0.0	0.0	

34.27	0.0	0.0	0.0	
34.20	-0.2	-0.7	0.0	
34.11	-0.8	-2.3	-0.1	-26.3
34.11	-1.1	24.0	-0.1	
33.21	-6.7	7.2	13.9	
32.81	-9.2	-0.2	15.3	
32.31	-12.3	-9.5	12.9	
32.10	-13.6	-13.5	10.5	
32.10	-13.6	-13.5	10.4	
31.33	-14.4	-15.9	-0.8	
31.23	-14.2	-15.5	-2.4	
30.94	-13.3	-12.8	-6.6	
30.68	-11.7	-7.8	-9.3	
30.28	-5.9	8.2	-9.6	
30.08	-1.3	20.7	-6.8	
30.00	4.1	35.6	-4.5	
29.90	11.0	54.4	0.0	

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
34.31	0.0	0.0	0.0	
34.27	0.0	0.0	0.0	
34.20	0.0	0.0	0.0	
34.11	0.0	0.0	0.0	0.0
33.21	0.0	0.0	0.0	
32.81	0.0	0.0	0.0	
32.31	0.0	0.0	0.0	
32.10	0.0	0.0	0.0	
32.10	0.0	0.0	0.0	
31.33	0.0	0.0	0.0	
31.23	0.0	0.0	0.0	
30.94	0.0	0.0	0.0	
30.68	0.0	0.0	0.0	
30.28	0.0	0.0	0.0	
30.08	0.0	0.0	0.0	
30.00	0.0	0.0	0.0	
29.90	0.0	0.0	0.0	

Weggrößen (g,d)

berechnet mit  $EI = 3.489E+3 \text{ kN} \cdot \text{m}^2/\text{m}$

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]
34.31	0.5	34.27	0.4	34.27	0.4	34.20	0.2	34.20	0.2	34.11	0.0	34.11	0.0
34.01	-0.2	33.31	-1.7	33.21	-1.8	33.21	-1.8	33.11	-1.9	32.91	-2.1	32.81	-2.2
32.81	-2.2	32.71	-2.3	32.41	-2.3	32.31	-2.3	32.31	-2.3	32.21	-2.2	32.21	-2.2
32.10	-2.2	32.10	-2.2	32.10	-2.2	32.10	-2.2	32.00	-2.1	31.43	-1.4	31.33	-1.2
31.33	-1.2	31.23	-1.1	31.23	-1.1	31.13	-0.9	31.04	-0.8	30.94	-0.6	30.94	-0.6
30.85	-0.5	30.77	-0.4	30.68	-0.3	30.68	-0.3	30.58	-0.2	30.38	-0.1	30.28	-0.1
30.28	-0.1	30.18	0.0	30.18	0.0	30.08	0.0	30.08	0.0	30.08	0.0	30.07	0.0
30.00	0.0	30.00	0.0	29.90	0.0								

Weggrößen (w,k)

berechnet mit  $EI = 3.489E+3 \text{ kN} \cdot \text{m}^2/\text{m}$

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]
34.31	0.0	34.27	0.0	34.27	0.0	34.20	0.0	34.20	0.0	34.11	0.0	34.11	0.0
34.01	0.0	33.31	0.0	33.21	0.0	33.21	0.0	33.11	0.0	32.91	0.0	32.81	0.0
32.81	0.0	32.71	0.0	32.41	0.0	32.31	0.0	32.31	0.0	32.21	0.0	32.21	0.0
32.10	0.0	32.10	0.0	32.10	0.0	32.10	0.0	32.00	0.0	31.43	0.0	31.33	0.0
31.33	0.0	31.23	0.0	31.23	0.0	31.13	0.0	31.04	0.0	30.94	0.0	30.94	0.0
30.85	0.0	30.77	0.0	30.68	0.0	30.68	0.0	30.58	0.0	30.38	0.0	30.28	0.0
30.28	0.0	30.18	0.0	30.18	0.0	30.08	0.0	30.08	0.0	30.08	0.0	30.07	0.0
30.00	0.0	30.00	0.0	29.90	0.0								

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 29.900 m  
phi,w,k: 0.00000000  
Theoretischer Fußpunkt = 29.900 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 40.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $V_{Ed} = 0.8 \text{ kN}$   
 $N_{Ed} = 24.1 \text{ kN}$  (Druck)  
Profil: HEB 160 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 160.0 \text{ mm}$  /  $h = 160.0 \text{ mm}$   
 $t_f = 13.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 8.0 \text{ mm}$   
 $A = 54.3 \text{ cm}^2$  /  $r = 15.0 \text{ mm}$   
 $W_{pl} = 354.0 \text{ cm}^3$  /  $I = 2492.0 \text{ cm}^4$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 1.000$   
 $c / t = 13.0$  (St.) /  $4.7$  (Fl.)  
Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_y = 235.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{pl,Rd} = 83.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $V_{pl,Rd} = 239.3 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.004$ )  
 $N_{pl,Rd} = 1276.0 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.019$ )  
Querkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{pl,Rd} = 83.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.488$   
Knicklänge = 3.150 m  
 $N_{cr} = 5205.3 \text{ kN}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.005 \leq 0.04$   
-> Kein Knicknachweis  
 $\max \mu = 0.488$

Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 $\max e_{ah}(d) = 31.6 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma(r,d) = 1.20 \text{ kN/cm}^2$   
optimale Ausfachungsdicke = 6.7 cm

$\max M_d = 27.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 32.81 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = -16.1 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = 0.6 \text{ kN/m}$ ;  $w_k = 6.3 \text{ mm}$

$\max Q_d = 102.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 29.90 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = 20.5 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

$\max N_d = 26.9 \text{ kN/m}$  (Tiefe = 31.33 m)  
Zugehörige Werte:  $Q_d = -30.7 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = -0.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 4.1 \text{ mm}$

$\max w_k = 6.5 \text{ mm}$  (Tiefe = 32.51 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = -19.3 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = -8.9 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 25.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %  
Einbindetiefe  $t_g = 1.72 \text{ m}$   
Profillänge = 4.70 m

Nachweis Summe H  
 $E_{ph,d} = 111.52 \text{ kN/m}$   
( $E_{ph,d}$  mit Wandreibungswinkel =  $-\varphi$  ermittelt)  
( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.800)  
 $E_{ah,d} = 35.88 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,d}' = B_{h,d} - 0,5 \cdot C_{h,d}$   
 $B_{h,d} = 54.36 \text{ kN/m}$  ;  $C_{h,d} = 102.40 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,d}' = 3.16 \text{ kN/m}$   
( $B_{h,d}$  über rechnerisches Auflager)  
 $E_{ah,d} + B_{h,d}' \leq E_{ph,d}$  (Nachweis OK)

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

$$\mu = (35.88 + 3.16) / 111.52$$

$$\mu = 39.04 / 111.52 = 0.35$$

#### Nachweis Summe V

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

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

$$G_k = 1.33 \text{ kN/m}$$

$$G'_{k} = 0.00 \text{ kN/m}$$

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

$$E_{av,k} = 19.50 \text{ kN/m} \quad (E_{ah,k} = 58.81 \text{ kN/m})$$

$$C_{h,k} = 21.54 \text{ kN/m}$$

$$B_{v,k} = -13.16 \text{ kN/m}$$

$$\delta_p [^\circ] = -20.0$$

$$\delta_c [^\circ] = 10.0$$

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

#### Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)

Profil: HEB 160

Berechnung als Bohrpfahl mit  $D = 0.400 \text{ m}$

$$\text{Abminderung } q_{b,k} \text{ wegen Einbindetiefe } t_g < 2.50 \text{ m} = (t_g - 0.50) / 2.00 = 0.608$$

$$q_{b,k} = 0.608 \cdot 1.80 = 1.09 \text{ MN/m}^2$$

$$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.1257 \cdot 1.09 \cdot 1000 / 1.40 = 98.19 \text{ kN}$$

#### Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
31.33	30.68	0.00	BGS 1: Auffüllung
30.68	29.61	70.00	BGS 2: Talsande

$$\text{Mantelfläche bis } 29.61 \text{ m} = 1.257 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s1,d}$$

$$\text{Mantelfläche (TF + dt1) von } 29.90 \text{ bis } 29.61 \text{ m} = 0.628 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s3,d}$$

$$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 1.000 \cdot 93.73 / 1.40 = 66.95 \text{ kN}$$

$$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 12.58 / 1.40 = 8.98 \text{ kN}$$

$$R_d = R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s3,d} = 174.12 \text{ kN}$$

#### Einwirkungen

$$V_d = G_d - G'_{k} + E_{av,d} + P_{v,d} = 2.40 - 0.00 + 37.18 + 0.00 = 39.58 \text{ kN}$$

$$\implies \mu = V_d / R_d = 39.58 / 174.12 = 0.23$$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

#### Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

$$\text{Faktor Verkehrslasten } f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$$

$$\text{Teilsicherheit (Grundbruch) } \gamma_{Rv} = 1.300$$

$$\text{Berechnungsebene} = 29.61 \text{ mNHN}$$

$$\text{Breite} = 0.62 \text{ m}$$

$$\text{Gewicht } G_k \text{ (einschließlich Verkehr)} = 86.68 \text{ [kN/m]}$$

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)

$$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 16.74 \text{ [kN/m]}$$

$$\text{Kohäsionskraft } K_k = 10.67 \text{ [kN/m]}$$

$$\text{Grundbruchlast } R_{n,k} = 746.69 \text{ [kN/m]}$$

Grundbruch mit:

$$\text{Reibungswinkel } \varphi_k = 29.84 [^\circ]$$

$$\text{Kohäsion } c_k = 1.56 \text{ [kN/m}^2]$$

$$N_d = 18.066 / N_b = 9.789 / N_c = 29.753$$

$$\sigma_{\ddot{u}} = 57.905 \text{ [kN/m}^2]$$

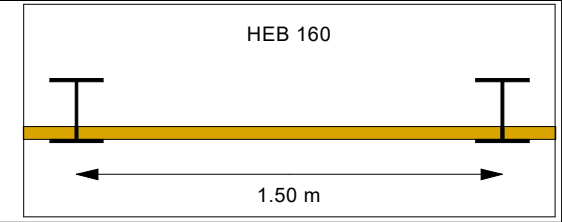
$$\text{mue} = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gf}] = 0.175$$

$$\text{mue} = [86.68 \cdot 1.20] / [(746.69 + 10.67 + 16.74) / 1.300] = 0.175$$

mittlere Bodenkenngößen gemäß Geotechnischem Bericht vom 10.09.2021:

Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{s,k}^*$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,k,2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	30.73	17.5	8.0	27.5	2.5	2.5	-0.500	0.667	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	0.00	0.00	BGS 1: Auffüllung
	<30.73	19.0	10.0	30.0	1.5	1.5	-0.500	0.667	$5.0 \cdot 10^{-5}$	$5.0 \cdot 10^{-5}$	1.80	70.00	BGS 2: Talsande

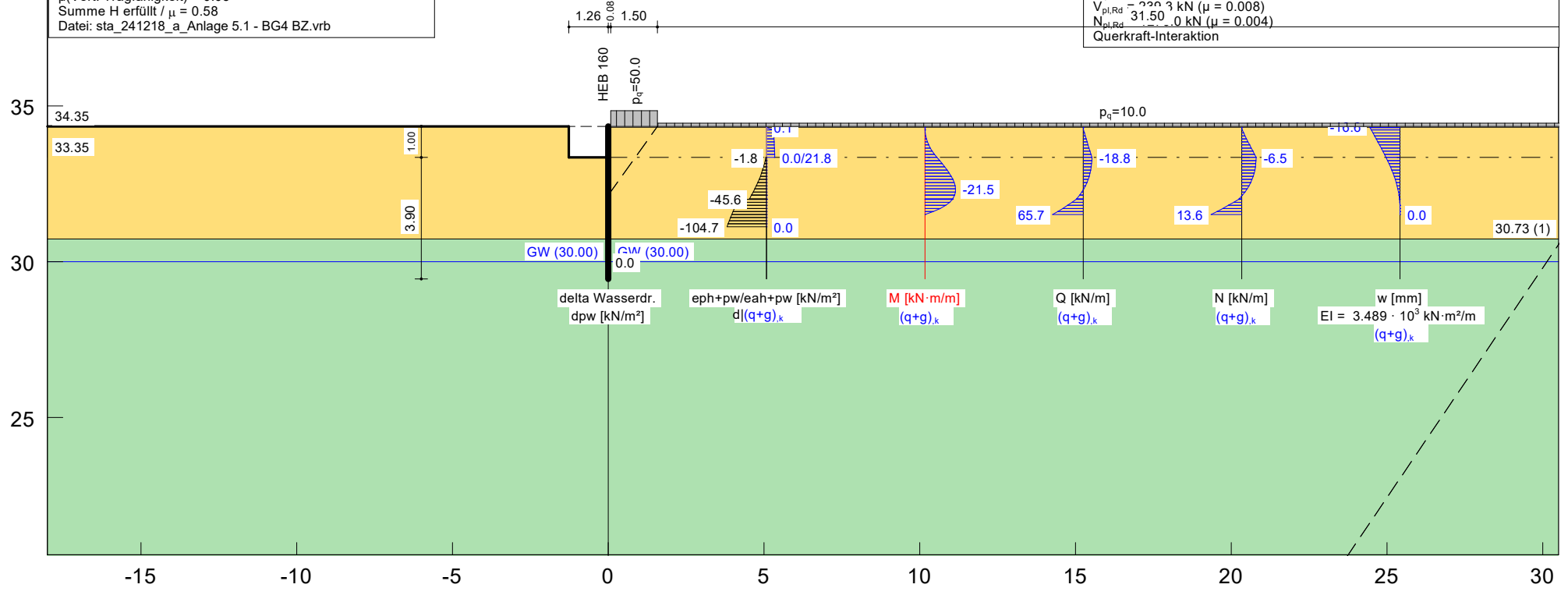
OK Wand = 34.35 mNHN



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024  
 Norm: EC 7  
 Trägerbohlwand  
 HEB 160  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Bohlträgerbreite = 0.400 m  
 Bohlträgerabstand = 1.50 m  
 Abminderung Kohäsion = 1.00  
 Erf. Profillänge = 4.90 m  
 Erf. Einbindetiefe = 3.90 m  
 Verlängerung ( $\Sigma V$ ) = 1.70 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-T  
 $\gamma_G = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.30$   
 $\gamma_{Ed} = 1.30$   
 Anpassungsfaktor  $E_p = 0.80$   
 mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.72$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.05  
 Summe H erfüllt /  $\mu = 0.58$   
 Datei: sta\_241218\_a\_Anlage 5.1 - BG4 BZ.vrb

**Bemessung:**  
 Nachweis Bohlträger  
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
 Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 41.7$  kN·m  
 $V_{Ed} = 1.9$  kN  
 $N_{Ed} = 4.7$  kN (Druck)  
 Profil: HEB 160 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 160.0$  mm /  $h = 160.0$  mm  
 $t_f = 13.0$  mm /  $t_w = 8.0$  mm  
 $A = 54.3$  cm<sup>2</sup> /  $r = 15.0$  mm  
 $W_{pl} = 354.0$  cm<sup>3</sup> /  $I = 2492.0$  cm<sup>4</sup>  
 $\gamma_{MO} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 1.000$   
 $c / t = 13.0$  (St.) / 4.7 (Fl.)  
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_y = 235.0$  N/mm<sup>2</sup>  
 $M_{pl,Rd} = 83.2$  kN·m  
 $V_{pl,Rd} = 220.3$  kN ( $\mu = 0.008$ )  
 $N_{pl,Rd} = 3150.0$  kN ( $\mu = 0.004$ )  
**Querkraft-Interaktion**

keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{pl,Rd} = 83.2$  kN·m  
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.501$   
 Knicklänge = 4.480 m  
 $N_{cr} = 2573.4$  kN  
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.002 \leq 0.04$   
 -> Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0.501$   
 Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 max  $e_{ah,3} = 28.0$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{r,d} = 1.20$  kN/cm<sup>2</sup>  
 optimale Ausfachungsdicke = 6.3 cm



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224081\_sta\_241218\_raj\_a\_Anlage 5.1 - BG4 BZ.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 34.35 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 33.35 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.400 m

Bohlträgerabstand = 1.50 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 30.00 mNHN

Grundwasserstand (links) = 30.00 mNHN

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

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Bermen Nr.	auf x1	der x2	Passivseite dh	Auflast
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	-1.26	-1.26	1.00	0.00

Der Einfluss von Passivbermen auf den passiven Erddruck wird in Analogie zu den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" für Aktivbermen 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)

Flächenlast p = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

Lasten (zweiseitig begrenzt)

Nr.	sig(v)	x(links)	x(rechts)	Tiefe	y(1)	y(2)	y(3)	y(4)	Verkehrslast
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[-]
1	10.00	0.08	33.08	34.35	34.31	34.24	-14.45	-14.45	ja
2	50.00	0.08	1.58	34.35	34.31	34.24	32.14	32.14	ja

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 68.35 kN/m (Epv,d = -23.64 kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000

Bh(g+q),d = 68.35 kN/m

Bh,g,d = 5.39 kN/m

Bh,q,d = 62.95 kN/m

Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte C<sub>h</sub> (Blum)

C<sub>h,k</sub> = 65.73 kN/m

C<sub>h,g,k</sub> = 5.11 kN/m

C<sub>h,q,k</sub> = 60.62 kN/m

C<sub>h,w,k</sub> = 0.00 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ <sub>k</sub>	γ' <sub>k</sub>	φ <sub>k</sub>	c(pas) <sub>k</sub>	c(akt) <sub>k</sub>	d(p)/φ	d(a)/φ	q <sub>b,k</sub>	q <sub>s,k</sub> <sup>2</sup>
[-]	[mNHN]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	30.73	17.50	8.00	27.50	2.50	2.50	-0.500	0.667	0.00	0.00
2	0.00	19.00	10.00	30.00	1.50	1.50	-0.500	0.667	1.80	70.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit φ = 40 °

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <> 0.0.

bestimmt nach:

Schicht	UK	k <sub>agh</sub>	k <sub>ach</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ	k <sub>agh</sub> (40°)
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	30.73	0.311	0.980	27.500	18.34	54.50	0.179
2	0.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
34.350	34.308	0.000	0.130	0.00	0.00
34.308	34.238	0.130	19.006	0.00	0.00
34.238	33.350	19.006	21.780	0.00	0.00
33.350	33.249	0.000	0.000	0.00	0.00
33.249	32.342	0.000	0.000	0.00	0.00
32.342	32.140	0.000	0.000	0.00	0.00
32.140	32.135	0.000	0.000	0.00	0.00
32.135	32.017	0.000	0.000	0.00	0.00
32.017	31.517	0.000	0.000	0.00	0.00
31.517	30.730	0.000	0.000	0.00	0.00
30.730	30.000	0.000	0.000	0.00	0.00
30.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	k <sub>pgh</sub>	k <sub>pch</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	30.73	3.833	4.486	27.500	-13.75	22.26
2	0.00	4.496	4.965	30.000	-15.00	20.65

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
34.24	33.35	0.00	0.00
33.35	33.25	-1.84	-3.58
33.25	32.34	-3.58	-31.00
32.34	32.14	-31.00	-39.97
32.14	32.14	-39.97	-40.21
32.14	32.02	-40.21	-45.31
32.02	31.52	-45.31	-91.91
31.52	30.73	-91.91	-117.45
30.73	30.00	-128.16	-157.17
30.00	0.00	-157.17	-784.67

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.35	0.0	0.0	0.0

34.31	0.0	0.0	0.0
34.24	-0.3	-0.9	0.0
33.35	-8.4	-24.3	-11.0
33.25	-8.3	-23.8	-13.4
32.34	-3.1	-1.3	-27.8
32.14	-0.4	10.1	-27.0
32.14	-0.3	10.4	-26.9
32.02	1.6	18.5	-25.2
31.52	17.7	84.9	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.35	0.0	0.0	0.0
34.31	0.0	0.0	0.0
34.24	0.0	0.0	0.0
33.35	-1.0	-1.9	-0.6
33.25	-1.0	-1.8	-0.8
32.34	-0.9	-0.2	-2.0
32.14	-0.8	0.6	-1.9
32.14	-0.8	0.7	-1.9
32.02	-0.7	1.3	-1.8
31.52	0.4	6.1	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.35	0.0	0.0	0.0
34.31	0.0	0.0	0.0
34.24	-0.3	-0.7	0.0
33.35	-6.5	-18.8	-8.5
33.25	-6.5	-18.4	-10.4
32.34	-2.4	-1.0	-21.5
32.14	-0.3	7.8	-20.9
32.14	-0.3	8.1	-20.8
32.02	1.2	14.3	-19.5
31.52	13.6	65.7	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.35	0.0	0.0	0.0
34.31	0.0	0.0	0.0
34.24	0.0	0.0	0.0
33.35	-0.8	-1.6	-0.5
33.25	-0.8	-1.5	-0.7
32.34	-0.7	-0.2	-1.6
32.14	-0.6	0.5	-1.6
32.14	-0.6	0.6	-1.6
32.02	-0.5	1.1	-1.5
31.52	0.3	5.1	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.35	0.0	0.0	0.0
34.31	0.0	0.0	0.0
34.24	-0.2	-0.7	0.0
33.35	-5.7	-17.2	-8.0
33.25	-5.6	-16.9	-9.7
32.34	-1.7	-0.9	-19.9
32.14	0.3	7.3	-19.3
32.14	0.3	7.5	-19.2
32.02	1.8	13.3	-18.0
31.52	13.3	60.6	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
34.35	0.0	0.0	0.0
34.31	0.0	0.0	0.0
34.24	0.0	0.0	0.0
33.35	0.0	0.0	0.0
33.25	0.0	0.0	0.0
32.34	0.0	0.0	0.0
32.14	0.0	0.0	0.0
32.14	0.0	0.0	0.0
32.02	0.0	0.0	0.0
31.52	0.0	0.0	0.0

#### Weggrößen (g,d)

berechnet mit  $EI = 3.489E+3 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

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]
34.35	-1.5	34.31	-1.4	34.31	-1.4	34.24	-1.4	34.24	-1.4	34.14	-1.3	33.45	-0.8
33.35	-0.7	33.35	-0.7	33.25	-0.6	33.25	-0.6	33.15	-0.5	32.44	-0.1	32.34	-0.1
32.34	-0.1	32.24	-0.1	32.24	-0.1	32.14	-0.1	32.14	-0.1	32.14	-0.1	32.14	-0.1
32.02	0.0	32.02	0.0	32.02	0.0	31.62	0.0	31.52	0.0				

#### Weggrößen (w,k)

berechnet mit  $EI = 3.489E+3 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

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]
34.35	0.0	34.31	0.0	34.31	0.0	34.24	0.0	34.24	0.0	34.14	0.0	33.45	0.0
33.35	0.0	33.35	0.0	33.25	0.0	33.25	0.0	33.15	0.0	32.44	0.0	32.34	0.0
32.34	0.0	32.24	0.0	32.24	0.0	32.14	0.0	32.14	0.0	32.14	0.0	32.14	0.0
32.02	0.0	32.02	0.0	32.02	0.0	31.62	0.0	31.52	0.0				

#### Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 31.517 m

phi,w,k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 31.517 m

#### Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

$M_{Ed} = 41.7 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{Ed} = 1.9 \text{ kN}$

$N_{Ed} = 4.7 \text{ kN}$  (Druck)

Profil: HEB 160 / Stahlgüte: S 235

$b = 160.0 \text{ mm}$  /  $h = 160.0 \text{ mm}$

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

$A = 54.3 \text{ cm}^2$  /  $r = 15.0 \text{ mm}$

$W_{pl} = 354.0 \text{ cm}^3$  /  $I = 2492.0 \text{ cm}^4$

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

$\varepsilon = 1.000$

$c / t = 13.0$  (St.) /  $4.7$  (Fl.)

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

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

$M_{pl,Rd} = 83.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{pl,Rd} = 239.3 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.008$ )

$N_{pl,Rd} = 1276.0 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.004$ )

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis  $M_{Rd}$

$M_{pl,Rd} = 83.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.501$

Knicklänge = 4.480 m

$N_{cr} = 2573.4 \text{ kN}$

$N_{Ed} / N_{cr} = 0.002 \leq 0.04$

-> Kein Knicknachweis

max  $\mu = 0.501$

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max  $e_{ah}(d) = 28.0 \text{ kN/m}^2$

$\sigma(r,d) = 1.20 \text{ kN/cm}^2$

optimale Ausfachungsdicke = 6.3 cm

max  $M_d = 27.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 32.34 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = -3.1 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = -1.3 \text{ kN/m}$ ;  $w_k = 1.2 \text{ mm}$

max  $Q_d = 84.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 31.52 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = 17.7 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $N_d = 17.7 \text{ kN/m}$  (Tiefe = 31.52 m)

Zugehörige Werte:  $Q_d = 84.9 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $w_k = 16.6 \text{ mm}$  (Tiefe = 34.35 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  $t_g = 3.90 \text{ m}$

Profillänge = 4.90 m

Verlängerung (Summe V) = 1.70 m

Nachweis Summe H

$E_{ph,d} = 129.36 \text{ kN/m}$

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

( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.800)

$E_{ah,d} = 49.55 \text{ kN/m}$

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

$B_{h,d} = 68.35 \text{ kN/m}$  ;  $C_{h,d} = 84.93 \text{ kN/m}$

$B_{h,d}' = 25.88 \text{ kN/m}$

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

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

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

$\mu = (49.55 + 25.88) / 129.36$

$\mu = 75.43 / 129.36 = 0.58$

Nachweis Summe V

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

$G_k = 0.91 \text{ kN/m}$

$G'_{,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

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

$E_{av,k} = 5.51 \text{ kN/m}$  ( $E_{ah,k} = 16.62 \text{ kN/m}$ )

$C_{h,k} = 17.53 \text{ kN/m}$

$B_{v,k} = -7.80 \text{ kN/m}$

$\delta_p [^\circ] = -13.7$

$\delta_c [^\circ] = 9.2$

Summe  $V_k = 2.18 \text{ kN/m}$  (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)

Profil: HEB 160

Berechnung als Bohrpfahl mit  $D = 0.400 \text{ m}$

$q_{b,k} = 1.80 \text{ MN/m}^2$

$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.1257 \cdot 1.80 \cdot 1000 / 1.40 = 161.57 \text{ kN}$

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
33.35	30.73	0.00	BGS 1: Auffüllung
30.73	29.45	70.00	BGS 2: Talsande

Mantelfläche ab 31.15 m = 1.257 m<sup>2</sup>/m ==> R<sub>s2,d</sub>

Profilverlängerung = 1.70 m ==> R<sub>s2,d</sub>

R<sub>s2,d</sub> = R<sub>s2,k</sub> / γ<sub>qs,k</sub> = 112.57 / 1.40 = 80.40 kN

R<sub>d</sub> = R<sub>b,d</sub> + R<sub>s2,d</sub> = 241.97 kN

Einwirkungen

V<sub>d</sub> = G<sub>d</sub> - G<sub>1,k</sub> + E<sub>av,d</sub> + P<sub>v,d</sub> = 2.51 - 0.00 + 10.68 + 0.00 = 13.19 kN

==> μ = V<sub>d</sub> / R<sub>d</sub> = 13.19 / 241.97 = 0.05

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten f<sub>Q</sub> = 1.300 / 1.200 = 1.083

Teilsicherheit (Grundbruch) gamma(R<sub>v</sub>) = 1.300

Berechnungsebene = 31.15 mNHN

Breite = 0.57 m

Gewicht G<sub>k</sub> (einschließlich Verkehr) = 63.77 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)

E<sub>av,k</sub> (δ = 2/3 · φ) = 7.07 [kN/m]

Kohäsionskraft K<sub>k</sub> = 8.00 [kN/m]

Grundbruchlast R<sub>n,k</sub> = 571.75 [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel φ<sub>k</sub> = 29.77 [°]

Kohäsion c<sub>k</sub> = 1.59 [kN/m<sup>2</sup>]

N<sub>d</sub> = 17.927 / N<sub>b</sub> = 9.682 / N<sub>c</sub> = 29.593

σ<sub>ü</sub> = 47.244 [kN/m<sup>2</sup>]

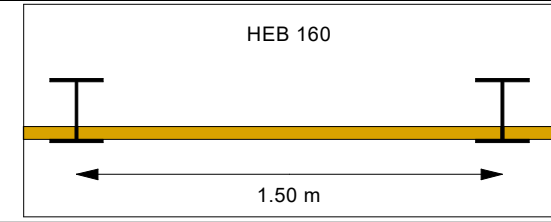
mue = [G<sub>k</sub> · γ<sub>G</sub>] / [(P<sub>g,k</sub> + K<sub>k</sub> + E<sub>av,k</sub>) / γ<sub>Gr</sub>] = 0.170

mue = [63.77 · 1.20] / [(571.75 + 8.00 + 7.07) / 1.300] = 0.170

mittlere Bodenkenngößen gemäß Geotechnischem Bericht vom 10.09.2021:

Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{1,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,k,2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	30.73	17.5	8.0	27.5	2.5	2.5	-0.667	0.667	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	0.00	0.00	BGS 1: Auffüllung
	<30.73	19.0	10.0	30.0	1.5	1.5	-0.667	0.667	$5.0 \cdot 10^{-5}$	$5.0 \cdot 10^{-5}$	1.80	70.00	BGS 2: Talsande

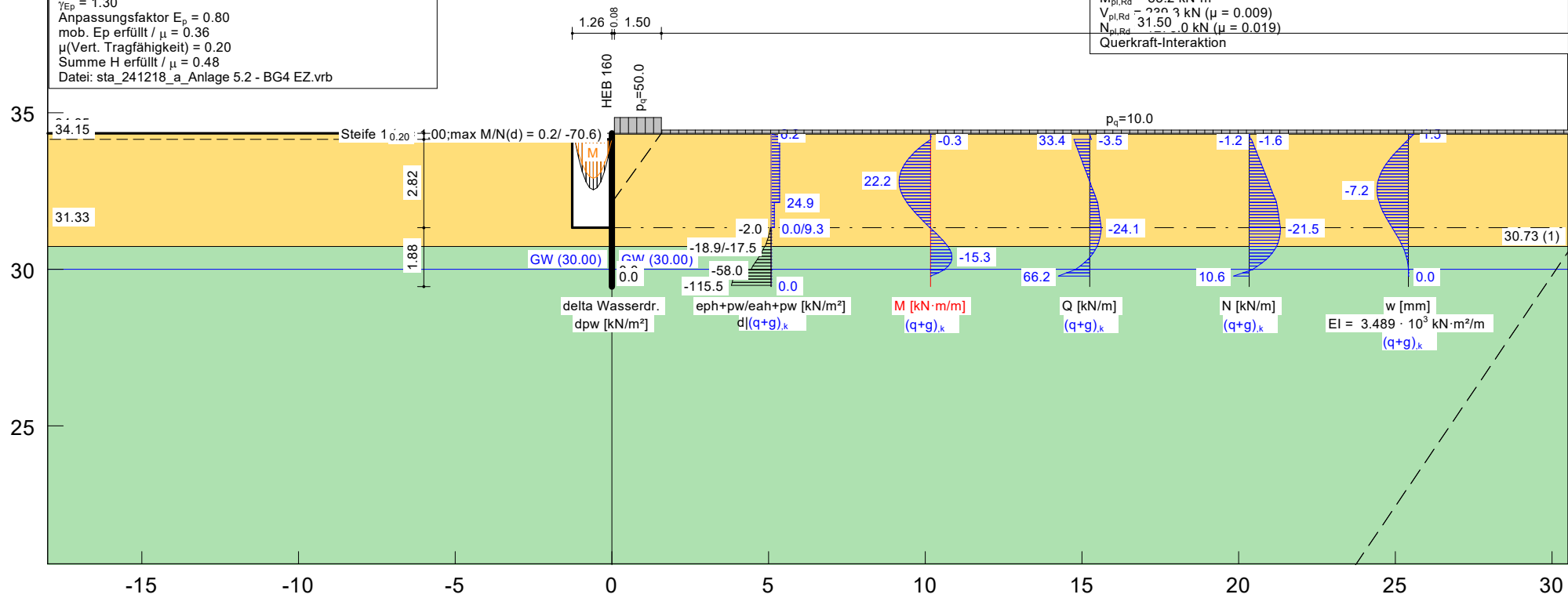
OK Wand = 34.35 mNHN



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024  
 Norm: EC 7  
 Trägerbohlwand  
 Anker- Steifenabstand = 1.50 m  
 HEB 160  
 Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 69-2.a  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Bohlträgerbreite = 0.400 m  
 Bohlträgerabstand = 1.50 m  
 Abminderung Kohäsion = 1.00  
 Einspanngrad = 1.000  
 Erf. Profillänge = 4.90 m  
 Erf. Einbindetiefe = 1.88 m  
 Verlängerung ( $\Sigma V$ ) = 0.03 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-T  
 $\gamma_G = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.30$   
 $\gamma_{Ep} = 1.30$   
 Anpassungsfaktor  $E_p = 0.80$   
 mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.36$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.20  
 Summe H erfüllt /  $\mu = 0.48$   
 Datei: sta\_241218\_a\_Anlage 5.2 - BG4 EZ.vrb

**Bemessung:**  
 Nachweis Bohlträger  
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
 Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 42.3 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $V_{Ed} = 2.0 \text{ kN}$   
 $N_{Ed} = 24.3 \text{ kN}$  (Druck)  
 Profil: HEB 160 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 160.0 \text{ mm} / h = 160.0 \text{ mm}$   
 $t_f = 13.0 \text{ mm} / t_w = 8.0 \text{ mm}$   
 $A = 54.3 \text{ cm}^2 / r = 15.0 \text{ mm}$   
 $W_{pl} = 354.0 \text{ cm}^3 / I = 2492.0 \text{ cm}^4$   
 $\gamma_{MO} = 1.00 / \gamma_{M1} = 1.10$   
 $\epsilon = 1.000$   
 $c / t = 13.0$  (St.) / 4.7 (Fl.)  
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_y = 235.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{pl,Rd} = 83.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $V_{pl,Rd} = 220.3 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.009$ )  
 $N_{pl,Rd} = 1310.0 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.019$ )  
 Querkraft-Interaktion

keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{pl,Rd} = 83.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.509$   
 Knicklänge = 3.270 m  
 $N_{cr} = 4830.3 \text{ kN}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.005 \leq 0.04$   
 -> Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0.509$   
 Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 max  $e_{ah} = 31.7 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma_{r,c} = 1.20 \text{ kN/cm}^2$   
 optimale Ausfachungsdicke = 6.7 cm



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224081\_sta\_241218\_raj\_a\_Anlage 5.2 - BG4 EZ.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 34.35 mNHN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 31.33 mNHN

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.400 m

Bohlträgerabstand = 1.50 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 30.00 mNHN

Grundwasserstand (links) = 30.00 mNHN

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

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Bermen Nr.	auf x1 [-]	der x2 [m]	Passivseite dh [m]	Auflast [kN/m <sup>2</sup> ]
1	-1.26	-1.26	3.02	0.00

Der Einfluss von Passivbermen auf den passiven Erddruck wird in Analogie zu den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" für Aktivbermen 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)

Flächenlast  $p = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

Lasten (zweiseitig begrenzt)

Nr.	sig(v) [-]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	Tiefe [mNHN]	y(1) [mNHN]	y(2) [mNHN]	y(3) [mNHN]	y(4) [mNHN]	Verkehrslast [-]
1	10.00	0.08	33.08	34.35	34.31	34.24	-14.45	-14.45	ja
2	50.00	0.08	1.58	34.35	34.31	34.24	32.14	32.14	ja

(Verkehrslasten werden nicht umgelagert)

Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 69-2.a

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch und Einspanngrad von 1.000 vorgegeben

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

$E_{ph,d} = 55.35$  kN/m ( $E_{pv,d} = -26.50$  kN/m)

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

$B_{h(g+q),d} = 55.35 \text{ kN/m}$

$B_{h,g,d} = 18.78 \text{ kN/m}$

$B_{h,q,d} = 36.57 \text{ kN/m}$

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

Ersatzkräfte  $C_h$  (Blum)

$C_{h,k} = 66.16 \text{ kN/m}$

$C_{h,g,k} = 22.13 \text{ kN/m}$

$C_{h,q,k} = 44.04 \text{ kN/m}$

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

Anker und Steifen

Anker- Steifenabstand = 1.50 m

$N_{d'}$  = Bemessungswert (Steifen) mit BS-P (1.35/1.50)

Nr.	y	Neigung	Länge	$N_d$	$N(g+q+w),k$	$N(g+w),k$	$N_{w,k}$	EA	EI	$N_{d'}$	
[-]	[mNHN]	[°]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN·m²]	[kN]	Steife
1	34.15	0.00	1.18	-70.57	-55.47	-15.36	0.00	3.150E+7	3.150E+7	-80.90	

Zusätzlich für Steifen

Steife 1

Vertikallast [kN/m²]: 0.67

Vertikallast als veränderliche Last

max  $M_d$  [kN·m]: 0.23

gelenkig an Verbauwand angeschlossen

gegenüberliegende Seite gelenkig

x	y	wx,d	wy,d	$N_d$	$Q_d$	$M_d$
[m]	[m]	[mm]	[mm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
-1.18	34.15	0.0	0.0	-47.05	0.51	0.00
-1.06	34.15	0.0	0.0	-47.05	0.41	-0.05
-1.06	34.15	0.0	0.0	-47.05	0.41	-0.05
-0.94	34.15	0.0	0.0	-47.05	0.31	-0.10
-0.83	34.15	0.0	0.0	-47.05	0.20	-0.13
-0.71	34.15	0.0	0.0	-47.05	0.10	-0.14
-0.59	34.15	0.0	0.0	-47.05	0.00	-0.15
-0.47	34.15	0.0	0.1	-47.05	-0.10	-0.14
-0.35	34.15	0.0	0.1	-47.05	-0.20	-0.13
-0.24	34.15	0.0	0.1	-47.05	-0.31	-0.10
-0.12	34.15	0.0	0.1	-47.05	-0.41	-0.05
0.00	34.15	0.0	0.1	-47.05	-0.51	0.00

Bodenkennwerte

Schicht	UK	$\gamma_k$	$\gamma'_{k}$	$\varphi_k$	$c(pas),k$	$c(akt),k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$q_{b,k}$	$q_{s,k}^2$
[-]	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	[kN/m²]
1	30.73	17.50	8.00	27.50	2.50	2.50	-0.667	0.667	0.00	0.00
2	0.00	19.00	10.00	30.00	1.50	1.50	-0.667	0.667	1.80	70.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$

Ersatzerddruck-Beiwert  $k_{ah}$  wird angewendet, wenn Kohäsion  $\leq 0.0$ .

bestimmt nach:

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$	$k_{agh}(40^\circ)$
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	30.73	0.311	0.980	27.500	18.34	54.50	0.179
2	0.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98	0.179

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

von	bis	oben	unten	Wasserdruck oben	Wasserdruck unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]
34.350	34.308	6.204	6.204	0.00	0.00
34.308	34.238	6.204	24.859	0.00	0.00
34.238	34.150	24.859	24.859	0.00	0.00
34.150	33.250	24.859	24.859	0.00	0.00
33.250	32.850	24.859	24.859	0.00	0.00
32.850	32.350	24.859	24.859	0.00	0.00
32.350	32.140	24.859	24.859	0.00	0.00
32.140	32.135	24.859	9.313	0.00	0.00

32.135	31.350	9.313	9.313	0.00	0.00
31.350	31.330	9.313	9.313	0.00	0.00
31.330	30.730	0.000	0.000	0.00	0.00
30.730	30.313	0.000	0.000	0.00	0.00
30.313	30.000	0.000	0.000	0.00	0.00
30.000	29.997	0.000	0.000	0.00	0.00
29.997	29.789	0.000	0.000	0.00	0.00
29.789	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[mNHN]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	30.73	4.204	4.818	27.500	-18.34	19.83
2	0.00	5.005	5.388	30.000	-20.01	18.10

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von	bis	oben	unten
[mNHN]	[mNHN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
31.35	31.33	0.00	0.00
31.33	30.73	-1.98	-17.48
30.73	30.31	-18.90	-40.23
30.31	30.00	-40.23	-57.98
30.00	30.00	-57.98	-58.06
30.00	29.79	-58.06	-108.97
29.79	0.00	-108.97	-756.94

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
34.35	0.0	0.0	0.0	
34.31	-0.1	-0.3	0.0	
34.24	-0.6	-1.7	-0.1	
34.15	-1.6	-4.5	-0.3	-47.0
34.15	-2.1	42.6	-0.3	
33.25	-11.8	14.0	25.1	
32.85	-16.2	1.4	28.2	
32.35	-21.6	-14.5	24.9	
32.14	-23.9	-21.1	21.2	
32.14	-23.9	-21.2	21.1	
31.35	-27.2	-30.3	0.9	
31.33	-27.2	-30.5	0.3	
30.73	-23.8	-19.5	-15.7	
30.31	-14.8	5.5	-19.2	
30.00	-3.2	37.7	-12.7	
30.00	-3.1	38.1	-12.6	
29.79	13.5	83.8	0.0	

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
34.35	0.0	0.0	0.0	
34.31	-0.1	-0.3	0.0	
34.24	-0.3	-0.8	0.0	
34.15	-0.6	-1.5	-0.1	-12.3
34.15	-0.6	10.8	-0.1	
33.25	-3.1	4.1	6.6	
32.85	-4.2	1.1	7.6	
32.35	-5.6	-2.6	7.2	
32.14	-6.2	-4.2	6.5	
32.14	-6.2	-4.2	6.5	
31.35	-8.4	-10.0	0.9	
31.33	-8.5	-10.2	0.7	
30.73	-7.5	-6.7	-4.7	

30.31	-4.7	1.4	-6.0
30.00	-1.1	11.7	-4.0
30.00	-1.0	11.9	-4.0
29.79	4.3	26.6	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
34.35	0.0	0.0	0.0	
34.31	-0.1	-0.3	0.0	
34.24	-0.5	-1.4	-0.1	
34.15	-1.2	-3.5	-0.3	-37.0
34.15	-1.6	33.4	-0.3	
33.25	-9.3	11.1	19.8	
32.85	-12.7	1.1	22.2	
32.35	-17.0	-11.3	19.7	
32.14	-18.8	-16.5	16.7	
32.14	-18.8	-16.6	16.7	
31.35	-21.4	-23.9	0.7	
31.33	-21.5	-24.1	0.3	
30.73	-18.8	-15.4	-12.3	
30.31	-11.7	4.3	-15.2	
30.00	-2.6	29.7	-10.1	
30.00	-2.4	30.1	-10.0	
29.79	10.6	66.2	0.0	

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
34.35	0.0	0.0	0.0	
34.31	-0.1	-0.3	0.0	
34.24	-0.3	-0.7	0.0	
34.15	-0.5	-1.2	-0.1	-10.2
34.15	-0.5	9.0	-0.1	
33.25	-2.6	3.4	5.5	
32.85	-3.5	0.9	6.3	
32.35	-4.7	-2.2	6.0	
32.14	-5.2	-3.5	5.4	
32.14	-5.2	-3.5	5.4	
31.35	-7.0	-8.4	0.8	
31.33	-7.1	-8.5	0.6	
30.73	-6.3	-5.5	-3.9	
30.31	-3.9	1.2	-5.0	
30.00	-0.9	9.8	-3.3	
30.00	-0.9	9.9	-3.3	
29.79	3.5	22.1	0.0	

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[mNHN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
34.35	0.0	0.0	0.0	
34.31	0.0	0.0	0.0	
34.24	-0.2	-0.7	0.0	
34.15	-0.8	-2.3	-0.1	-26.7
34.15	-1.2	24.4	-0.1	
33.25	-6.7	7.7	14.3	
32.85	-9.2	0.2	15.9	
32.35	-12.3	-9.1	13.6	
32.14	-13.6	-13.0	11.3	
32.14	-13.6	-13.1	11.2	
31.35	-14.4	-15.5	0.0	
31.33	-14.4	-15.6	-0.3	
30.73	-12.5	-9.9	-8.5	
30.31	-7.8	3.2	-10.2	
30.00	-1.7	20.0	-6.7	
30.00	-1.6	20.2	-6.7	
29.79	7.1	44.0	0.0	

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [mNHN]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
34.35	0.0	0.0	0.0	
34.31	0.0	0.0	0.0	
34.24	0.0	0.0	0.0	
34.15	0.0	0.0	0.0	0.0
33.25	0.0	0.0	0.0	
32.85	0.0	0.0	0.0	
32.35	0.0	0.0	0.0	
32.14	0.0	0.0	0.0	
32.14	0.0	0.0	0.0	
31.35	0.0	0.0	0.0	
31.33	0.0	0.0	0.0	
30.73	0.0	0.0	0.0	
30.31	0.0	0.0	0.0	
30.00	0.0	0.0	0.0	
30.00	0.0	0.0	0.0	
29.79	0.0	0.0	0.0	

Weggrößen (g,d)

berechnet mit  $EI = 3.489E+3 \text{ kN} \cdot \text{m}^2/\text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
34.35	0.5	34.31	0.4	34.31	0.4	34.24	0.2	34.24	0.2	34.15	0.0	34.15	0.0
34.05	-0.3	33.35	-1.8	33.25	-2.0	33.25	-2.0	33.15	-2.2	32.95	-2.4	32.85	-2.5
32.85	-2.5	32.75	-2.6	32.45	-2.6	32.35	-2.6	32.35	-2.6	32.25	-2.6	32.25	-2.6
32.14	-2.5	32.14	-2.5	32.14	-2.5	32.14	-2.5	32.04	-2.4	31.45	-1.6	31.35	-1.5
31.35	-1.5	31.33	-1.4	31.33	-1.4	31.23	-1.3	30.83	-0.7	30.73	-0.5	30.73	-0.5
30.63	-0.4	30.42	-0.2	30.31	-0.1	30.31	-0.1	30.21	-0.1	30.10	0.0	30.00	0.0
30.00	0.0	30.00	0.0	30.00	0.0	30.00	0.0	29.89	0.0	29.79	0.0		

Weggrößen (w,k)

berechnet mit  $EI = 3.489E+3 \text{ kN} \cdot \text{m}^2/\text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
34.35	0.0	34.31	0.0	34.31	0.0	34.24	0.0	34.24	0.0	34.15	0.0	34.15	0.0
34.05	0.0	33.35	0.0	33.25	0.0	33.25	0.0	33.15	0.0	32.95	0.0	32.85	0.0
32.85	0.0	32.75	0.0	32.45	0.0	32.35	0.0	32.35	0.0	32.25	0.0	32.25	0.0
32.14	0.0	32.14	0.0	32.14	0.0	32.14	0.0	32.04	0.0	31.45	0.0	31.35	0.0
31.35	0.0	31.33	0.0	31.33	0.0	31.23	0.0	30.83	0.0	30.73	0.0	30.73	0.0
30.63	0.0	30.42	0.0	30.31	0.0	30.31	0.0	30.21	0.0	30.10	0.0	30.00	0.0
30.00	0.0	30.00	0.0	30.00	0.0	30.00	0.0	29.89	0.0	29.79	0.0		

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 29.789 m

phi,w,k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 29.789 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

$M_{Ed} = 42.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_{Ed} = 2.0 \text{ kN}$

$N_{Ed} = 24.3 \text{ kN}$  (Druck)

Profil: HEB 160 / Stahlgüte: S 235

$b = 160.0 \text{ mm} / h = 160.0 \text{ mm}$

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

$A = 54.3 \text{ cm}^2 / r = 15.0 \text{ mm}$

$W_{pl} = 354.0 \text{ cm}^3 / I = 2492.0 \text{ cm}^4$

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

$\varepsilon = 1.000$

$c / t = 13.0$  (St.) / 4.7 (Fl.)

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

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

$M_{pl,Rd} = 83.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $V_{pl,Rd} = 239.3 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.009$ )  
 $N_{pl,Rd} = 1276.0 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.019$ )  
 Querkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{pl,Rd} = 83.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.509$   
 Knicklänge = 3.270 m  
 $N_{cr} = 4830.3 \text{ kN}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.005 \leq 0.04$   
 -> Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0.509$

Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 max  $e_{ah}(d) = 31.7 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma(r,d) = 1.20 \text{ kN/cm}^2$   
 optimale Ausfachungsdicke = 6.7 cm

max  $M_d = 28.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 32.85 m)  
 Zugehörige Werte:  $N_d = -16.2 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = 1.4 \text{ kN/m}$ ;  $w_k = 6.9 \text{ mm}$

max  $Q_d = 83.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 29.79 m)  
 Zugehörige Werte:  $N_d = 13.5 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $N_d = 27.2 \text{ kN/m}$  (Tiefe = 31.33 m)  
 Zugehörige Werte:  $Q_d = -30.5 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 4.7 \text{ mm}$

max  $w_k = 7.2 \text{ mm}$  (Tiefe = 32.55 m)  
 Zugehörige Werte:  $N_d = -19.4 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = -8.1 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 27.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %  
 Einbindetiefe  $t_g = 1.88 \text{ m}$   
 Profillänge = 4.90 m  
 Verlängerung (Summe V) = 0.03 m

Nachweis Summe H  
 $E_{ph,d} = 108.72 \text{ kN/m}$   
 ( $E_{ph,d}$  mit Wandreibungswinkel =  $-\varphi$  ermittelt)  
 ( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.800)  
 $E_{ah,d} = 38.26 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,d}' = B_{h,d} - 0.5 \cdot C_{h,d}$   
 $B_{h,d} = 55.35 \text{ kN/m}$  ;  $C_{h,d} = 83.80 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,d}' = 13.45 \text{ kN/m}$   
 ( $B_{h,d}$  über rechnerisches Auflager)  
 $E_{ah,d} + B_{h,d}' \leq E_{ph,d}$  (Nachweis OK)  
 $\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}') / E_{ph,d}$   
 $\mu = (38.26 + 13.45) / 108.72$   
 $\mu = 51.71 / 108.72 = 0.48$

Nachweis Summe V  
 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:  $G_k - G'_{,k} + P_{v,k} + E_{av,k} + 0.5 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq (B_{h,k} - 0.5 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p)$   
 $G_k = 1.38 \text{ kN/m}$   
 $G'_{,k} = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $E_{av,k} = 20.14 \text{ kN/m}$  ( $E_{ah,k} = 60.74 \text{ kN/m}$ )  
 $C_{h,k} = 17.64 \text{ kN/m}$   
 $B_{v,k} = -11.53 \text{ kN/m}$   
 $\delta_p [^\circ] = -20.0$   
 $\delta_c [^\circ] = 10.0$

Summe  $V_k = 14.76 \text{ kN/m}$  (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)

Profil: HEB 160

Berechnung als Bohrpfahl mit  $D = 0.400 \text{ m}$

Abminderung  $q_{b,k}$  wegen Einbindetiefe  $t_g < 2.50 \text{ m} = (t_g - 0.50) / 2.00 = 0.690$

$q_{b,k} = 0.690 \cdot 1.80 = 1.24 \text{ MN/m}^2$

$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.1257 \cdot 1.24 \cdot 1000 / 1.40 = 111.43 \text{ kN}$

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
31.33	30.73	0.00	BGS 1: Auffüllung
30.73	29.45	70.00	BGS 2: Talsande

Mantelfläche bis 29.48 m = 1.257 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s1,d}$

Mantelfläche ab 29.48 m = 1.257 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s2,d}$

Profilverlängerung = 0.03 m ==>  $R_{s2,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 29.79 bis 29.48 m = 0.628 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s3,d}$

$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 1.000 \cdot 109.90 / 1.40 = 78.50 \text{ kN}$

$R_{s2,d} = R_{s2,k} / \gamma_{qs,k} = 2.64 / 1.40 = 1.88 \text{ kN}$

$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 13.56 / 1.40 = 9.68 \text{ kN}$

$R_d = R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d} = 201.50 \text{ kN}$

Einwirkungen

$V_d = G_d - G'_{,k} + E_{av,d} + P_{v,d} = 2.51 - 0.00 + 38.35 + 0.00 = 40.86 \text{ kN}$

==>  $\mu = V_d / R_d = 40.86 / 201.50 = 0.20$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten  $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$

Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Rv} = 1.300$

Berechnungsebene = 29.48 mNHN

Breite = 0.60 m

Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 86.97 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 18.11 \text{ [kN/m]}$

Kohäsionskraft  $K_k = 10.92 \text{ [kN/m]}$

Grundbruchlast  $R_{n,k} = 675.71 \text{ [kN/m]}$

Grundbruch mit:

Reibungswinkel  $\varphi_k = 29.87 \text{ [°]}$

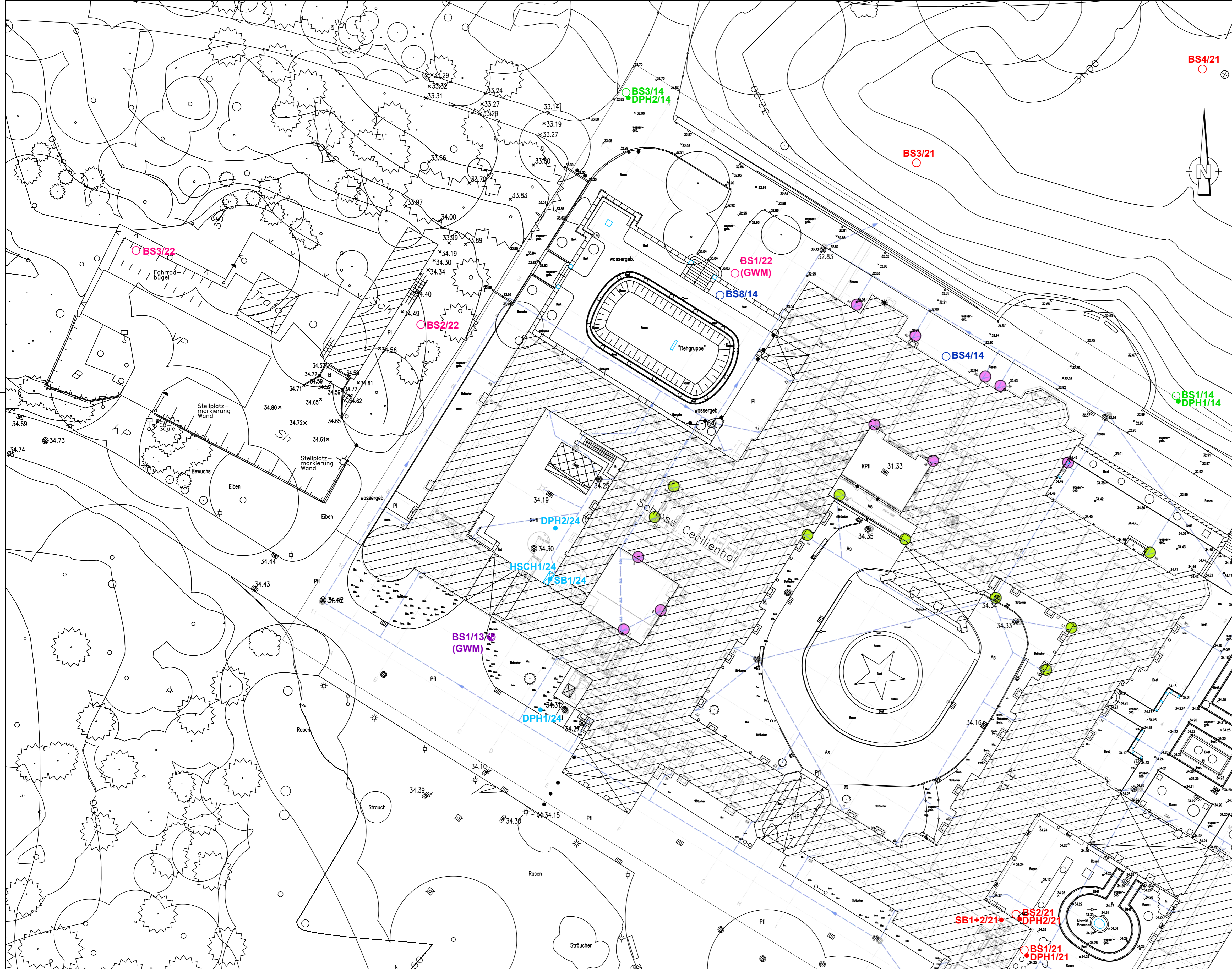
Kohäsion  $c_k = 1.55 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$N_d = 18.142 / N_b = 9.847 / N_c = 29.841$

$\sigma_{\bar{u}} = 52.607 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$\text{mue} = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.193$

$\text{mue} = [86.97 \cdot 1.20] / [(675.71 + 10.92 + 18.11) / 1.300] = 0.193$



Legende	
	Regenwasser
	vermuteter Trassenverlauf
	Nummer Regenwasserfallrohr ausgebaut (Provisorium)
	noch nicht erneuert

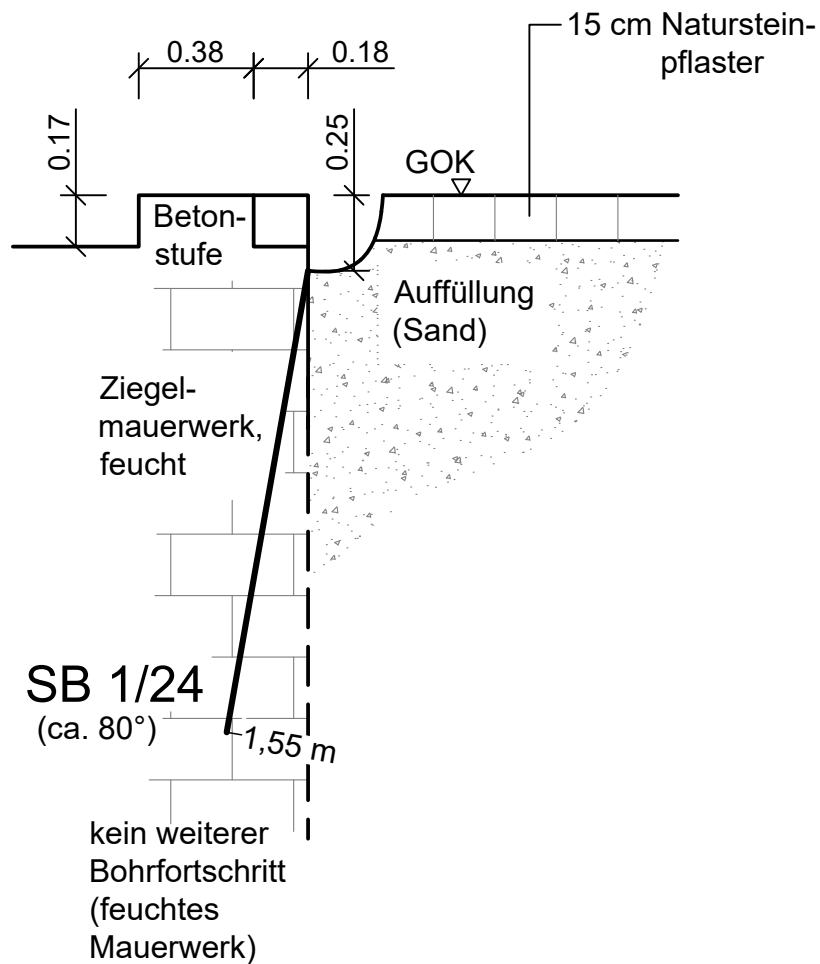
Legende der Baugrundaufschlüsse	
<b>Aufschlüsse 2024</b>	
	- Sondierung mit der schweren Rammsonde
	- Handschurf
	- Sondierbohrung
<b>Aufschlüsse 2022</b>	
	- Bohrsondierung (Grundwassermessstelle)
	- Bohrsondierung
<b>Aufschlüsse 2021</b>	
	- Bohrsondierung
	- Sondierung mit der schweren Rammsonde
	- Sondierbohrung
<b>Altaufschlüsse</b>	
	- Bohrsondierung 2014
	- Sondierung mit der schweren Rammsonde 2014
	- Bohrsondierung 2014
	- Bohrsondierung 2013 (Grundwassermessstelle)

Bauherr	Stiftung Preussische Schlösser und Gärten Berlin - Brandenburg		
Planersteller			
Projekt	Schloss Cecilienhof, Potsdam Verbauplanung		
Plan	Lageplan der Aufschlüsse	Maßstab: 1 : 250	
Projekt-Nr.	gezeichnet:	Datum	Anlage
	bearbeitet:	17.01.2025	6.1

# Handschurf HSCH 1/24 mit Sondierbohrung SB 1/24

Südosten

Nordwesten

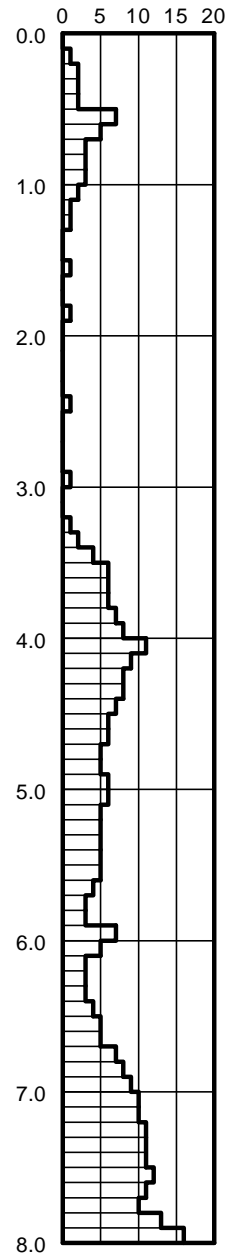


# DPH 1/24

34,28 mNHN

Schlagzahlen je 10 cm

Tiefe [m]	N <sub>10</sub>	Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	0	5.10	6
0.20	1	5.20	5
0.30	2	5.30	5
0.40	2	5.40	5
0.50	2	5.50	5
0.60	7	5.60	5
0.70	5	5.70	4
0.80	3	5.80	3
0.90	3	5.90	3
1.00	3	6.00	7
1.10	2	6.10	5
1.20	1	6.20	3
1.30	1	6.30	3
1.40	0	6.40	3
1.50	0	6.50	4
1.60	1	6.60	5
1.70	0	6.70	5
1.80	0	6.80	7
1.90	1	6.90	8
2.00	0	7.00	9
2.10	0	7.10	10
2.20	0	7.20	10
2.30	0	7.30	11
2.40	0	7.40	11
2.50	1	7.50	11
2.60	0	7.60	12
2.70	0	7.70	11
2.80	0	7.80	10
2.90	0	7.90	13
3.00	1	8.00	16
3.10	0		
3.20	0		
3.30	1		
3.40	2		
3.50	4		
3.60	6		
3.70	6		
3.80	6		
3.90	7		
4.00	8		
4.10	11		
4.20	9		
4.30	8		
4.40	8		
4.50	7		
4.60	6		
4.70	6		
4.80	5		
4.90	5		
5.00	6		



# DPH 2/24

34,25 mNHN

Schlagzahlen je 10 cm

Tiefe [m]	N <sub>10</sub>	Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	6	5.10	2
0.20	4	5.20	1
0.30	3	5.30	2
0.40	2	5.40	2
0.50	0	5.50	1
0.60	2	5.60	1
0.70	2	5.70	1
0.80	1	5.80	1
0.90	1	5.90	1
1.00	1	6.00	1
1.10	1	6.10	2
1.20	0	6.20	2
1.30	1	6.30	6
1.40	0	6.40	8
1.50	1	6.50	9
1.60	2	6.60	10
1.70	2	6.70	12
1.80	2	6.80	13
1.90	2	6.90	15
2.00	1	7.00	15
2.10	1	7.10	13
2.20	1	7.20	10
2.30	1	7.30	10
2.40	1	7.40	11
2.50	1	7.50	12
2.60	0	7.60	14
2.70	1	7.70	17
2.80	0	7.80	18
2.90	1	7.90	18
3.00	0	8.00	20
3.10	1		
3.20	1		
3.30	2		
3.40	2		
3.50	2		
3.60	3		
3.70	2		
3.80	3		
3.90	4		
4.00	3		
4.10	4		
4.20	3		
4.30	4		
4.40	1		
4.50	2		
4.60	1		
4.70	3		
4.80	2		
4.90	2		
5.00	2		

