



# **GeoPlan**

---

## **Standsicherheitsberechnung B2305223**

**Standsicherheitsnachweis temporärer Trägerbohlverbau,  
Flur-Nummer 109 in Rinchnach**

Osterhofen, den 10.05.2023



## Standsicherheitsberechnung

**Nr. B2305223**

**Auftraggeber:** Gemeinde Rinchnach  
Gehmannsberger Str. 12  
94269 Rinchnach

**Gegenstand:** Standsicherheitsberchnung Trägerbohlverbau,  
Flur-Nummer 109 Gemarkung Rinchnach

**Datum:** Osterhofen, 10.05.2023

Dieser Bericht umfasst 5 Textseiten und 2 Anlagen.  
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig.

**GeoPlan GmbH** Zertifiziert nach DIN EN ISO 14001:2015 und DIN EN ISO 9001:2015

Donau-Gewerbepark 5  
D-94486 Osterhofen  
Tel. +49 (0)99 32/95 44-0  
Fax +49 (0)99 32/95 44-77

Römerstr. 30  
D-84130 Dingolfing  
Tel. +49 (0)87 31/3775-41  
Fax +49 (0)87 31/3775-42

Hechtseestr. 16  
D-83022 Rosenheim  
Tel. +49 (0)80 31/2 22 74-20  
Fax +49 (0)80 31/2 22 74-22

Riedlstr. 3  
D-84508 Burgkirchen a. d. Alz  
Tel. +49 (0)86 79/9 66 30 88  
Fax +49 (0)86 79/9 66 49 11

Geschäftsführer: Rainer Gebel, Uli Weidinger  
Gerichtsstand: Deggendorf  
HRB Nr.: 1471  
USt-IdNr.: DE 162 493 294

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Vorgang</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Verwendete Unterlagen</b> .....	<b>1</b>
<b>3. Sonstiges</b> .....	<b>2</b>
<b>4. Baugrund</b> .....	<b>2</b>
<b>5. Trägerbohlwandverbau</b> .....	<b>2</b>
5.1 Allgemeine Angaben und Lastannahmen zum Verbau.....	3
5.2 Ergebnisse.....	3
<b>6. Anmerkungen</b> .....	<b>4</b>

## Anlagen

Anlage 1:	Entwurfsplanung	(1 Plan)
Anlage 2:	Statische Berechnung Trägerbohlwand – Schnitt 1	(14 Seiten)

## 1. Vorgang

Die Gemeinde Rinchnach plant die Erschließung des „Gewerbegebietes am Klosterfeld“ in 94269 Rinchnach im Ortsteil Rosenau. Von der DHL Paket GmbH wird im Zuge der Erschließung beabsichtigt, ein Logistikzentrum auf dem nördlichen Teilabschnitt des Grundstückes mit der Fl.-Nr. 109, Gemarkung Rinchnach, Gemeinde Rinchnach, zu errichten. Im Falle einer vollständigen Altlastensanierung auf der südlichen Teilfläche des Flurstückes Nr. 109, wäre eine temporäre Böschungssicherung in Form eines Baugrubenverbaus notwendig.

Für die Herstellung der Baugrube zur vollständigen Altlastensanierung des aufgefüllten Materials könnte auf Grund nicht ausreichender räumlicher Randabstände bzw. zu großer Baugrubentiefen ein Baugrubenverbau entlang der aufgeschütteten Böschung des DHL-Geländes notwendig.

Hieraus ergibt sich die Erfordernis für die Einrichtung eines Baugrubenverbaus in Form eines frei auskragenden Trägerbohlverbaus mit einer teils darüberliegenden Böschung.

Die Gemeinde Rinchnach beauftragte das Ingenieurbüro Geoplan GmbH, Osterhofen, mit der Durchführung von Standsicherheitsberechnungen für den geplanten Baugrubenverbau. In der Anlage 1 ist eine Entwurfsplanung beigefügt.

## 2. Verwendete Unterlagen

Als Grundlage der statischen Berechnung wurden die folgenden Unterlagen herangezogen:

- [A] Geotechnischer Bericht B2203201, Geoplan GmbH vom 31.05.2022
- [B] Umwelttechnischer Bericht U2212467, Geoplan GmbH vom 08.03.2023
- [C] Lageplan u. Schnitte Parzelle DHL, Ingenieurbüro Geiger vom 22.02.2023

Zur Durchführung der Berechnungen wurden des Weiteren die folgenden Unterlagen berücksichtigt:

- [1] DIN 1055-100 Sicherheitskonzept
- [2] DIN EN 1990 Grundlagen der Tragwerksplanung
- [3] DIN EN 1991 Einwirkungen auf Tragwerke
- [4] DIN EN 1992 Stahlbeton- und Spannbetontragwerke
- [5] DIN EN 1993 Stahlbauten
- [6] DIN EN 1995 Holzbauten
- [7] DIN EN 1997 Geotechnik
- [8] DIN EN 1998 Erdbeben
- [9] DIN 1054 Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- [10] Empfehlungen des Arbeitskreises für Baugruben, DGGT 2012
- [11] Grundbautaschenbuch, 6. Auflage
- [12] EAB, 4. Auflage
- [13] DIN 4058:2017-08
- [14] Eurocode 7 – Geotechnische Bemessung – Band 1

### 3. Sonstiges

Die Bemessung wurde mit dem Programm DC-Baugrube, Version 7.59, DC Software gemäß Teilsicherheitskonzept (DIN 1054) im Lastfall 2 / **BS-T (temporärer Bauzustand)** durchgeführt; dies entspricht einer vorübergehenden Situationen (transient) die sich auf zeitlich begrenzte Zustände, wie zum Beispiel Bauzustände, beziehen.

### 4. Baugrund

Angaben zum anstehenden Baugrund wurden aus unserem Geotechnischen Bericht B2203201 vom 31.05.2022 sowie dem Umwelttechnischen Bericht U2212467 vom 08.03.2023 entnommen. Es liegen im geplanten Baufeldbereich bis 5,10 m u. GOK anthropogene Geländeauffüllungen in Form von schwach schluffigen Zersatzsanden vor, welche im Zuge der Erschließung zum Geländeausgleich aufgebracht werden. Darunter liegen ebenfalls anthropogene Auffüllungen, welche schon vor Jahrzehnten abgelagert wurden im Zuge der Vollsanierung auf dem südlichen Grundstücksteil möglicherweise ausgetauscht werden sollen. Diese Bodenschicht reicht dann ca. bis 8,50 m u. GOK. Die anthropogenen Auffüllungen werden von den Zersatzschichten des kristallinen Grundgebirges in Form von Schluffen und Sanden sowie im tieferen von den blanken Felsschichten unterlagert.

Anhand des Geotechnischen Berichts wurden nachfolgende Bodenkennwerte und Bodenschichtung in der Tabelle 1 angesetzt. Für die Berechnungen wurden standortbezogen somit folgende Kennwerte zu Grunde gelegt, wobei die Kennwerte für die Auffüllungen auf der sicheren Seite liegend gewählt wurden.

Bezeichnung	max. Tiefe m u. GOK	Reibungswinkel $\varphi$	Kohäsion c	Wichte $\gamma$ ( $\gamma'$ )
Auffüllungen Sande	5,10	30,0°	1,0 kN/m <sup>2</sup>	19,5 kN/m <sup>3</sup> (9,5 N/m <sup>3</sup> )
Auffüllungen / Altlast	8,50	30,0°	1,0 kN/m <sup>2</sup>	21,0 kN/m <sup>3</sup> (11,0 N/m <sup>3</sup> )
Zersatzschichten – Schluff, Sand	11,90	27,5°	10,0 kN/m <sup>2</sup>	19,0 kN/m <sup>3</sup> (9,0 N/m <sup>3</sup> )
Fels	--	37,5°	15,0 kN/m <sup>2</sup>	23,0 kN/m <sup>3</sup> (13,0 kN/m <sup>3</sup> )

Sofern ungünstigere Bodenverhältnisse während der Ausführung erkundet werden, ist die weitere Vorgehensweise mit dem Tragwerksplaner abzustimmen. Im Zweifelsfalle ist der Bodengutachter hinzuzuziehen.

### 5. Trägerbohlwandverbau

Die nachfolgenden statischen Berechnungen erbringen die notwendigen Nachweise zur Herstellung eines frei auskragenden Trägerbohlwandverbau bei einer Baugrubentiefe von gesamt bis zu ca. 9,0 m inklusive 5,10 m hoher Vorböschung auf dem DHL

Gelände in Rinchnach. Hierfür wurde der höchste und somit ungünstigste Schnitt (Schnitt 1 – Station 0+090) betrachtet. Schnitt 1 – 0+090,00 befindet sich im südöstlichen Bereich des Baufeldes.

## 5.1 Allgemeine Angaben und Lastannahmen zum Verbau

Der Schnitt 1 sieht einen Trägerbohlwandverbau mit frei auskragender Baugrubentiefe bis zu ca. 3,80 m inklusive einer Vorböschung (bereits vorhandenen Geländeböschung) von 5,10 m Höhe mit ca. 33° Neigung mit den Stahlprofilen HEB 400 vor.

Es ist im **Schnitt 1 (südöstlicher Bereich)** oberhalb des Verbaus eine 5,10 m hohe, ca. 33° steile Geländeböschung vorhanden. Unmittelbar hinter der Böschung wurde auf einer Breite von ca. 1,0 m zunächst eine geringe Verkehrslast für Personenverkehr von 3,0 kN/m<sup>2</sup> in Ansatz gebracht. Dahinter wurde eine allgemeine Verkehrslast von 10,0 kN/m<sup>2</sup> berücksichtigt. Das Bestandsgebäude liegt außerhalb des Einflussbereiches.

Im Anschluss an die Baufeldfreilegung werden die Trägerbohlprofile in den anstehenden Untergrund rammend eingebracht. Sind die Trägerbohlprofile gesetzt, so kann die Holzausfachung eingebracht werden. Es wird empfohlen, die Ausfachung mit Holzbohlen ca. 10 cm tiefer als die Aushubebene einzubringen. Der Aushub der Altlast kann somit eine Tiefe von 3,80 m erreichen.

Es wird davon ausgegangen, dass bei Einbindetiefen bis ca. 9,00 m das rammende Einbringen in die Böden bedingt möglich sein wird. Die genaue Tiefenlage sowie Beschaffenheit des Felshorizontes ist nicht bekannt. Entsprechend den Planunterlagen ergibt sich eine Baugrubentiefe von maximal 3,80 m mit einer anschließenden 5,10 m hohen Geländeböschung. Alternativ kann hinsichtlich der Einbringbarkeit allgemein und zur Minimierung von Erschütterungen der Einbau der Träger nach Lockerungsbohrungen mit anschließendem Einrütteln der Träger durchgeführt werden. Die Verrohrung ist vor dem Ziehen wieder mit Kies zu verfüllen.

Gemäß den durchgeführten Berechnungen (s. Abschnitt 5.4) sind im Kopfbereich des Verbaus Verformungen von max. 5,79 cm zu erwarten.

## 5.2 Ergebnisse

Aufgrund der Berechnungsergebnisse für den ungünstigsten Schnitt unter Beachtung der o.g. Untergrundsichtung und Lastannahmen ist die folgende Verbaumaßnahme erforderlich:

## Trägerbohldielen Schnitt 1 – Station 0+090 (östlicher Bereich):

### HEB 400

Ausfachung Holzbohlen ( $d \geq 2,71$  mm: gewählt  $d = 4$  cm)

Trägerlänge  $L \geq 9,03$  m (gewählt 9,50 m)

Einbindelänge  $Le \geq 5,23$  m

Baugrubentiefe  $T = 8,90$  m (inklusive Geländeböschung)

Trägerabstand  $A = 1,00$  m

Geländeböschung:  $T = 5,10$  m (ca.  $33^\circ$ )

Rechnerische Kopfverformung: 57,94 mm

Die resultierenden Kopfverformungen bei oben genannter Ausführung **bis maximal 5,8 cm** im Endzustand sind hier bautechnisch zu berücksichtigen. Diese sind für die Maßnahme eines Bodenaustausches jedoch unkritisch. Schäden am DHL-Gelände können ausgeschlossen werden.

In der Anlage 1 ist eine Entwurfsplanung beigelegt. Die ausführlichen Berechnungen des Trägerbohlverbaus sind der Anlage 2 zu entnehmen. Durch diese Verbaumaßnahme kann im Bedarfsfall eine Boden-sanierung des südlich angrenzenden Geländes entlang dem Böschungsfuß des DHL-Geländes in Rinchnach sichergestellt werden.

**Mit dem oben bemessenen Baugrubenverbau in Form einer frei auskragenden Trägerbohlwand, kann eine Sanierung der Altlast durch den Aushub ohne eine Beeinträchtigung des nördlich gelegenen Bereiches, gewährleistet werden.**

## 6. Anmerkungen

Die Bodenkennwerte des Untergrundes sind im Zuge der Herstellung der Vormaßnahme zu überprüfen und durch den Bodengutachter zu bestätigen.

Werden anderweitige als in der Standsicherheitsberechnung vorausgesetzte Böden und Geländegeometrien angetroffen, so ist der Bodengutachter hinzuzuziehen. Unter Umständen müssen die Berechnungen nochmals verifiziert werden.

Bei der Einbringung des Trägerbohlverbaus sind Erschütterungsauswirkungen auf nahe liegende Bauwerke zu beachten.

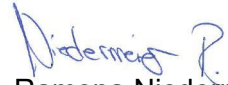
Zu Beginn der Rammarbeiten wären dann Einbringversuche mit Erschütterungsmessungen erforderlich, um das schonendste Einbringverfahren auszutesten. Bei zu hohen Erschütterungen bei den Proberammungen sind die Trägerstandorte zunächst durch Lockerungsbohrungen vorzubereiten. Im Anschluss kann der Träger eingerammt werden. Ein Beweissicherungsverfahren vor Beginn der Arbeiten an den nahe gelegenen Bebauungen bzw. Verkehrswegen wird im Zusammenhang mit den möglichen Erschütterungsauswirkungen etc. angeraten.

Bei Rückfragen stehen wir gern zur Verfügung.

Osterhofen, 10.05.2023



**Tobias Kufner**  
Geschäftsführer  
Dipl.-Geoökologe (Univ.)

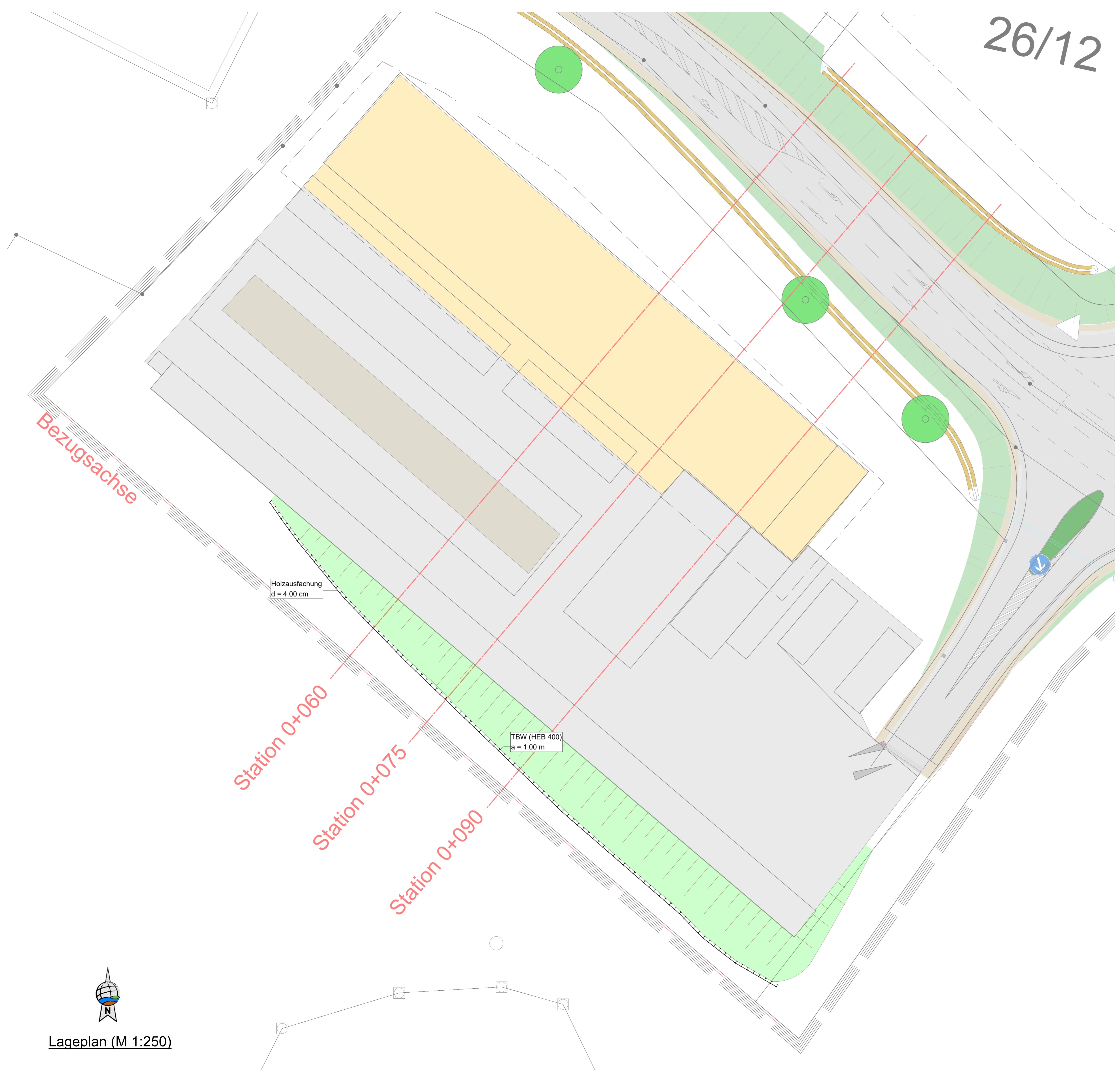


**Ramona Niedermeier**  
M.Eng. Bauingenieurwesen

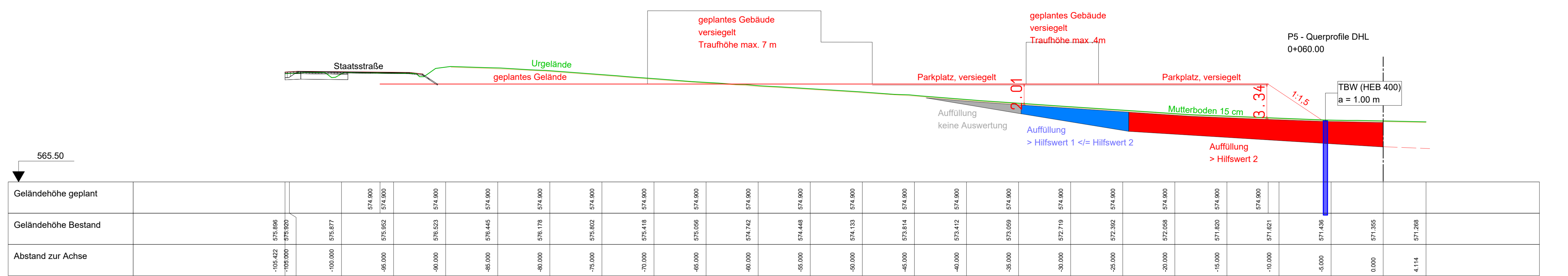


**Anlage 1**

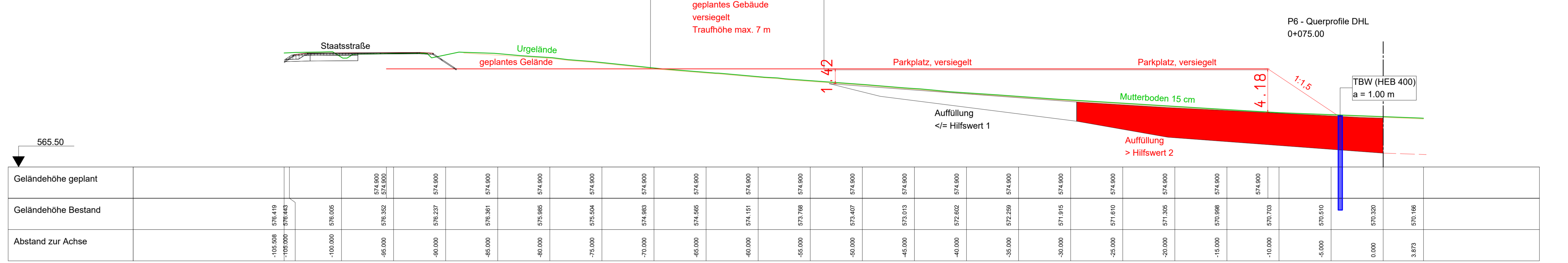
26/12



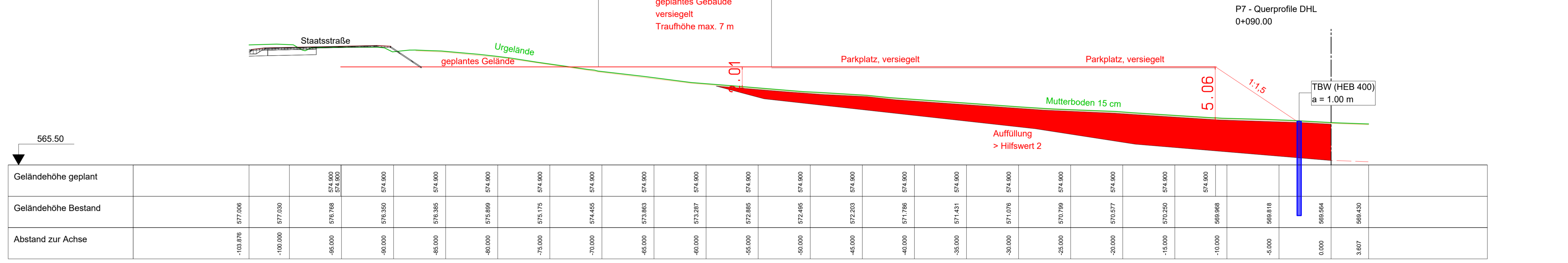
Lageplan (M 1:250)



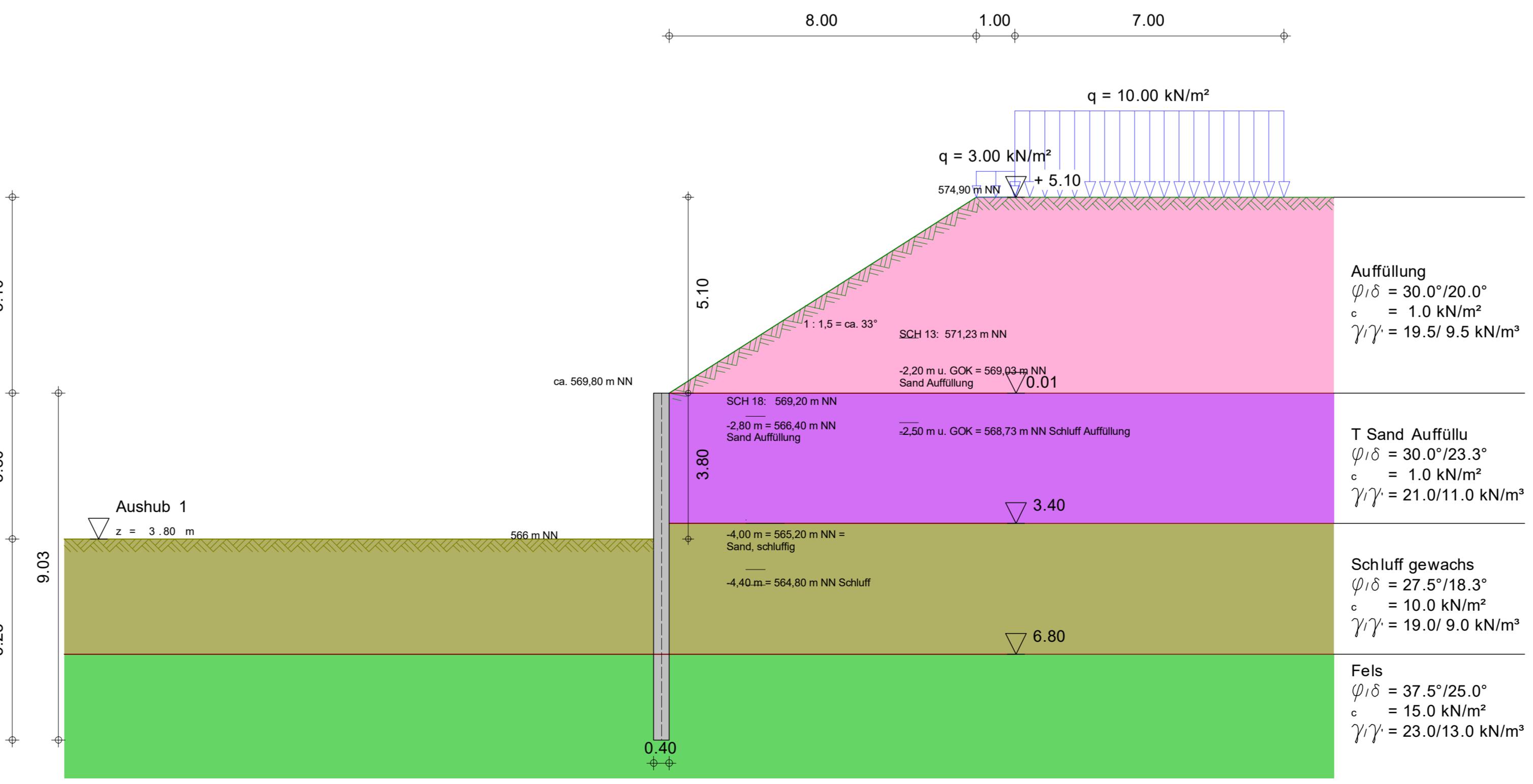
Schnitt 0+060 (M 1:200)



Schnitt 0+075 (M 1:200)



Schnitt 0+090 (M 1:200)



Schnitt 1 0+090 (M 1:100)

Zusammenfassung	Anzahl
TBW (HEB 400), l = 9.03 m	105
Holzausfachung, d = 4.00 cm	104

**Gemeinde Rinchnach**

**Entwurfsplanung**

Standsicherheitsnachweis temporärer Trägerbohlverbau  
Flur Nummer 109 in Rinchnach

Lageplan u. Schnitte **1:100/1:200/1:250**

Bearbeiter / Post	Datum	Name	Allianz-Projekt
S. Rimböck	08.05.2023	S. Rimböck	82305223 - Trägerbohlverbau, Rinchnach
S. Rimböck	08.05.2023	S. Rimböck	1.1_EP-250_Trägerbohlverbau, Rinchnach
R. Niedermeier	08.05.2023	R. Niedermeier	intern

**Anlage 2**

## Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2010

### Systemwerte

Wandkopf frei beweglich

Aktiver Erddruck

Nichtbindiger Boden

Geländeoberkante auf 0.00 m

Grundwasserstand 100.00 m

1. Geländeböschung    Anfang [m]    0.00  
                                   Ende [m]        8.00  
                                   Höhe [m]       5.10

Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2012

### Wandaufbau

Abs.	Wandtyp	$x_1$ [m]	$z_1$ [m]	E[MN/m <sup>2</sup> ]	A[cm <sup>2</sup> /lfm]	g[kN/m <sup>3</sup> ]
	Profilbez.	$x_2$ [m]	$z_2$ [m]	I[cm <sup>4</sup> /lfm]	d[cm]	
		a[m]	b[m]	EI[MN*m <sup>2</sup> ]		
1	Trägerbohlwand	-0.20	-3.80	210000.00	198.00	78.50
	HEB 400	-0.20	5.50	5.7680E+04	40.00	
		1.00	0.30	121.13		

### Erdschichtwerte

### Auffüllung

### T Sand Auffüllu

### Schluff gewachs

Schichthöhe	h	[m]	0.01	3.39	3.40
Innere Reibung	$\varphi'$	[Grad]	30.00	30.00	27.50
Wandreib. aktiv	$\delta'_a$	[Grad]	20.00	23.30	18.33
Wandreib. pass.	$\delta'_p$	[Grad]	-20.00	-23.30	-18.33
Kohäsion aktiv	$c'_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0	1.0	10.0
Kohäsion passiv	$c'_p$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.0	1.0	10.0
Wichte Boden		[kN/m <sup>3</sup> ]	19.5	21.0	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m <sup>3</sup> ]	9.5	11.0	9.0
Mantelreibung		[MN/m <sup>2</sup> ]	0.00	0.00	0.03

### Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert	$K_{agh}$	(aktiv)	0.279	0.272	0.311
Kohäsionsbeiwert	$K_{ach}$	(aktiv)	0.922	0.883	0.981
Beiwert Auflast	$K_{aph}$	(aktiv)	0.279	0.272	0.311
Erdwid. Beiwert	$K_{pgh}$	(passiv)	5.737	6.514	4.696
Koh.wid.Beiwert	$K_{pch}$	(passiv)	6.957	8.025	5.956
Beiwert Auflast	$K_{pph}$	(passiv)	5.737	6.514	4.696
Durchlässigkeit	k	[m/s]	1.000E-06	1.000E-07	1.000E-08

### Erdschichtwerte

### Fels

Schichthöhe	h	[m]	93.20		
Innere Reibung	$\varphi'$	[Grad]	37.50		
Wandreib. aktiv	$\delta'_a$	[Grad]	25.00		
Wandreib. pass.	$\delta'_p$	[Grad]	-37.50*		
Kohäsion aktiv	$c'_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.0		
Kohäsion passiv	$c'_p$	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.0		
Wichte Boden		[kN/m <sup>3</sup> ]	23.0		
Wichte unter Auftrieb		[kN/m <sup>3</sup> ]	13.0		
Mantelreibung		[MN/m <sup>2</sup> ]	0.80		
Spitzendruck		[MN/m <sup>2</sup> ]	2.00		

### Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert	$K_{agh}$	(aktiv)	0.200		
Kohäsionsbeiwert	$K_{ach}$	(aktiv)	0.762		
Beiwert Auflast	$K_{aph}$	(aktiv)	0.200		

Erdwid. Beiwert	$K_{pgh}$	(passiv)	11.263*
* = $K_{pgh}$ aus gekrümmter Gleitfläche mit $\delta_p = -\varphi$			
Koh.wid.Beiwert	$K_{pch}$	(passiv)	8.936
Beiwert Auflast	$K_{pph}$	(passiv)	9.060*
Durchlässigkeit	k	[m/s]	1.000E-08

LF-Name	Typ
1	BS-T

### Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

### Streckenlasten auf das Gelände

LF-Name	q	$x_A$	$x_E$	$z_Q$	Typ	
1	Q	3.00	8.00	9.00	-5.10	0
	Q	10.00	9.00	16.00	-5.10	0

(G = ständig, Q = veränderlich, B = aus Bodeneigengewicht)

Ansatz der Blocklasten:

0 = Standard: nach DIN 4085:2017

### Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

$\gamma$ -	H	G, stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

### Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

$\gamma$ -	G	E0g	W	L	0l	Q	Qv
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200

$\gamma$ -	Ep	Wg	$\gamma$	$\varphi$	c	cu	R,h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie Ermittlung der Wandlänge (GEO)

$\gamma$ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G, stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)

E0g	Erdruchdruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
0l	Ständige Lasten bei Erdruchdruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
$\gamma$	spezifisches Gewicht
$\varphi$	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undränert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

### Lastfall 1, Typ BS-T

#### Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m<sup>2</sup>]

Tiefe z	Summe-e <sub>v</sub>	e <sub>h</sub> -Summe	e <sub>h</sub> -Boden+Großfl.	e <sub>h</sub> -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.00	0.000	0.279	0.000	0.279
0.01	0.001	0.338	0.059	0.279
0.01	0.001	0.336	0.057	0.279
0.06	0.011	0.629	0.351	0.278
0.09	0.021	0.821	0.545	0.276
0.10	0.024	0.946	0.670	0.276
0.10	0.024	2.942	0.670	2.272
2.33	21.350	41.483	39.440	2.044
3.40	41.941	47.510	45.576	1.934
3.40	41.941	45.249	43.315	1.934
6.80	104.027	64.988	63.402	1.585
6.80	104.027	42.395	40.810	1.585
7.24	113.084	45.404	43.864	1.540
8.19	134.016	49.204	47.762	1.443
8.19	134.016	49.188	47.762	1.426
9.30	160.601	53.664	52.316	1.348
9.30	160.601	53.664	52.316	1.348
19.27	503.764	93.925	93.278	0.647
20.52	560.113	99.596	99.037	0.559
20.52	560.113	99.037	99.037	0.000
100.00	11021.599	465.510	465.510	0.000

\*\*\* Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterdrucl mit  $\varphi_{Ers} = 40.0^\circ$  berücksichtigt

**Aushub Nr. 1**

Wand kragt voll aus  
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

**Iteration der Wandlänge**

Länge	Summe M	Summe M (räuml.Erddruck)
4.30	256.73	
5.30	313.65	
7.20	-73.80	
7.01	20.82	
7.04	7.45	
7.06		330.34
8.06		47.12
8.96		-527.85
8.66		-298.62
8.36		-107.73
8.06		47.12
8.07		42.51
8.10		28.47
8.13		14.09
8.15		4.31
8.16		-0.64

\*\*\* Hinweis: der Neigungswinkel der Ersatzkraft C  
 $\delta_c$  wurde reduziert

Tiefe z [m]	$\delta_c$ [Grad] (urspr. Wert)	$\delta_c$ [Grad] (reduz. Wert)
0.010	10.000	9.052
3.400	10.000	9.052
6.800	9.167	8.298
9.300	12.500	11.315
100.000	12.500	11.315
Gesamtsumme V (char.)	4.65 kN/m	0.00 kN/m

Passiver Erddruck	char. Wert		Bemessungswert
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0.000	0.000	0.000	0.000
3.800	0.000	3.800	0.000
3.800	-59.564	3.800	-45.818
6.800	-327.239	6.800	-251.723
6.800	-775.997	6.800	-596.921
8.160	-1128.288	8.160	-867.914
Summe $E_{ph,k}$ =	-1875.118 kN/m	Summe $E_{ph,d}$ =	-1442.399 kN/m

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB25) =  $0.2 \cdot 4.36 \text{ m} = 0.87 \text{ m}$   
 Gesamtlänge der Wand: 9.03 m, Einbindetiefe  $t = 5.23 \text{ m}$   
 (einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)

Aushubtiefe  $z = 3.80 \text{ m}$ , Wasserstand = 100.00 m  
 Fußstützkraft:  $E_d = 678.50 \text{ kN} \leq R_d = 1442.40 \text{ kN}$   
 Ersatzkraft am Fuß:  $C_d = -520.39 \text{ kN}$

#### Räumlicher Erddruck nach DIN 4085:2017 je m Wandbreite

$b = 0.300 \text{ m}$ ,  $\mu_{pgh} = 4.579$ ,  $\mu_{pch} = 6.055$

$b$  kleiner als  $0.3h = 1.308 \text{ m}$ ,

$R_k = 2407.68 \text{ kN}$

$E_p$  vor der durchgehenden Wand maßgebend

$R_k = 1072.99 \text{ kN}$

Erdwiderstand bei  $\gamma_{Ep} / 0.800 = 1.625$ :

$R_d = 660.30 \text{ kN}$

$E_d = 659.78 \text{ kN} \leq R_d$

#### Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand

Charakteristische Schnittgrößen

Charakteristische Verformungen

Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe $z$ [m]	H-Druck $h$ [kN/m]	Verform. $w$ [mm]	Moment $M$ [kNm]	Querkraft $Q$ [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.28	57.9	0.00	0.00		
0.010	0.34	57.8	0.00	0.00		
0.058	0.63	57.3	0.00	-0.03		
0.089	0.82	57.0	0.00	-0.05		
0.096	0.95	56.9	0.00	-0.06		
0.096	2.94					
2.325	41.48	33.7	-39.36	-49.57		
3.400	47.51	23.0	-117.74	-97.39		
3.400	45.25					
3.800	47.57	19.2	-160.37	-115.95		
3.800	-17.36					
6.192	-79.57	3.0	-328.75	M	0.00	
6.800	-95.37	1.1	-313.09	53.15		
6.800	-226.16					
6.839	-229.13	1.0	-310.82	62.11		
6.941	-236.84	0.8	-303.27	85.90		
7.242	-259.56	0.4	-266.35	160.59		
8.160	-328.84	0.0	0.00	430.55		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder  
 E=Erdaulager

Aushub Nr. 1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	430.55	zugM	0.00
	minM	-328.75	zugQ	0.00,	minQ	-115.95	zugM	-160.37
	maxw	57.9 mm						

#### Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe $z$ [m]	Längsbel. $n$ [kN/m]	Normalkraft $N$ [kN]
0.000	1.66	0.00
0.010	1.68	-0.02
0.010	1.70	-0.02
0.058	1.83	-0.10
0.089	1.91	-0.16
0.096	1.96	-0.17
0.096	2.82	-0.17
2.325	19.42	-24.96



Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
3.400	22.02	-47.23
3.400	16.55	-47.23
3.800	17.31	-54.00
3.800	-1.85	-54.00
6.192	-14.04	-34.96
6.800	-17.14	-25.52
6.800	-101.10	-25.52
6.839	-102.45	-21.51
6.941	-105.95	-10.87
7.242	-116.26	22.56
8.160	-147.71	143.67

**Gleichgewicht der H- und V-Kräfte**

(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	3.80	139.91	58.04	( $\delta_a$ )
Anker/Steifen:			0.00	0.00	( $\alpha$ )
Fußersatzkraft:			520.39	104.13	( $\delta_c$ )
Summe:			660.30	162.17	
Räumlicher Erdwid.:	3.80	8.16	-660.30		
(maßg. Reibungsanteil:			-279.53)	-176.78	( $\delta_p$ )
(maßg. Kohäsionsanteil:			-111.07)	-70.24	( $\delta_p$ )
Wandeigengewicht:				15.22	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	-69.64	(nach oben)

**Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)**

Einwirkungen:		$V_k$ [kN/m]	
Erddruck:		48.09	( $\delta_a$ )
Anker/Steifen:		0.00	( $\alpha$ )
Wandeigengewicht:		12.68	
Fußersatzkraft:	(1/2 $C_v$ )	43.08	( $\delta_c$ )
Summe:		103.85	
Erdwiderstand:	( $B_v - 1/2 * C_h * \tan(\delta_p)$ )	103.85	

Nachweis:  $V_k = 103.85 \text{ kN/m} \geq B_{vk} = 103.85 \text{ kN/m}$ 

\*\*\* Nachweis erfüllt \*\*\*

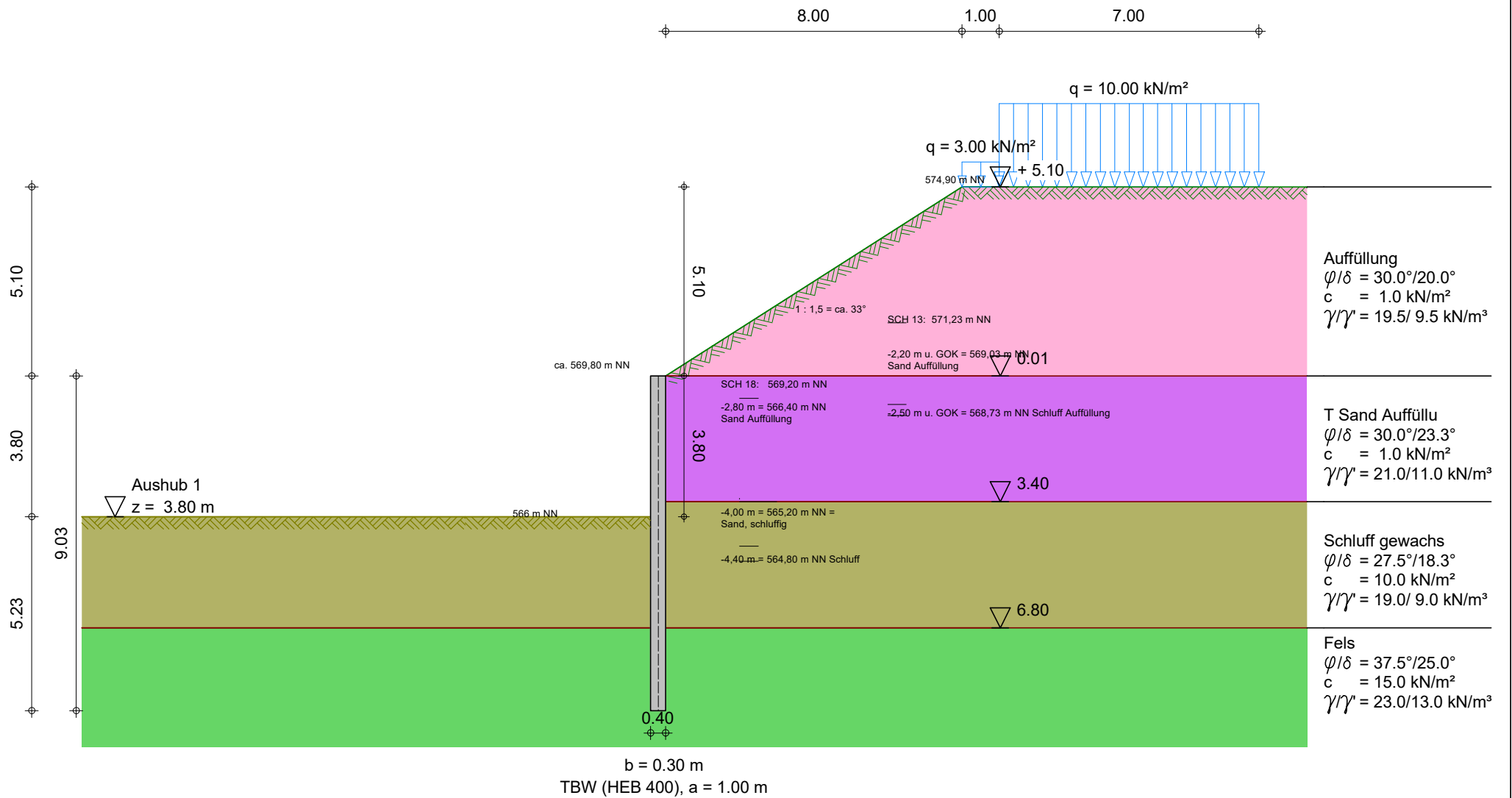
**Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)**

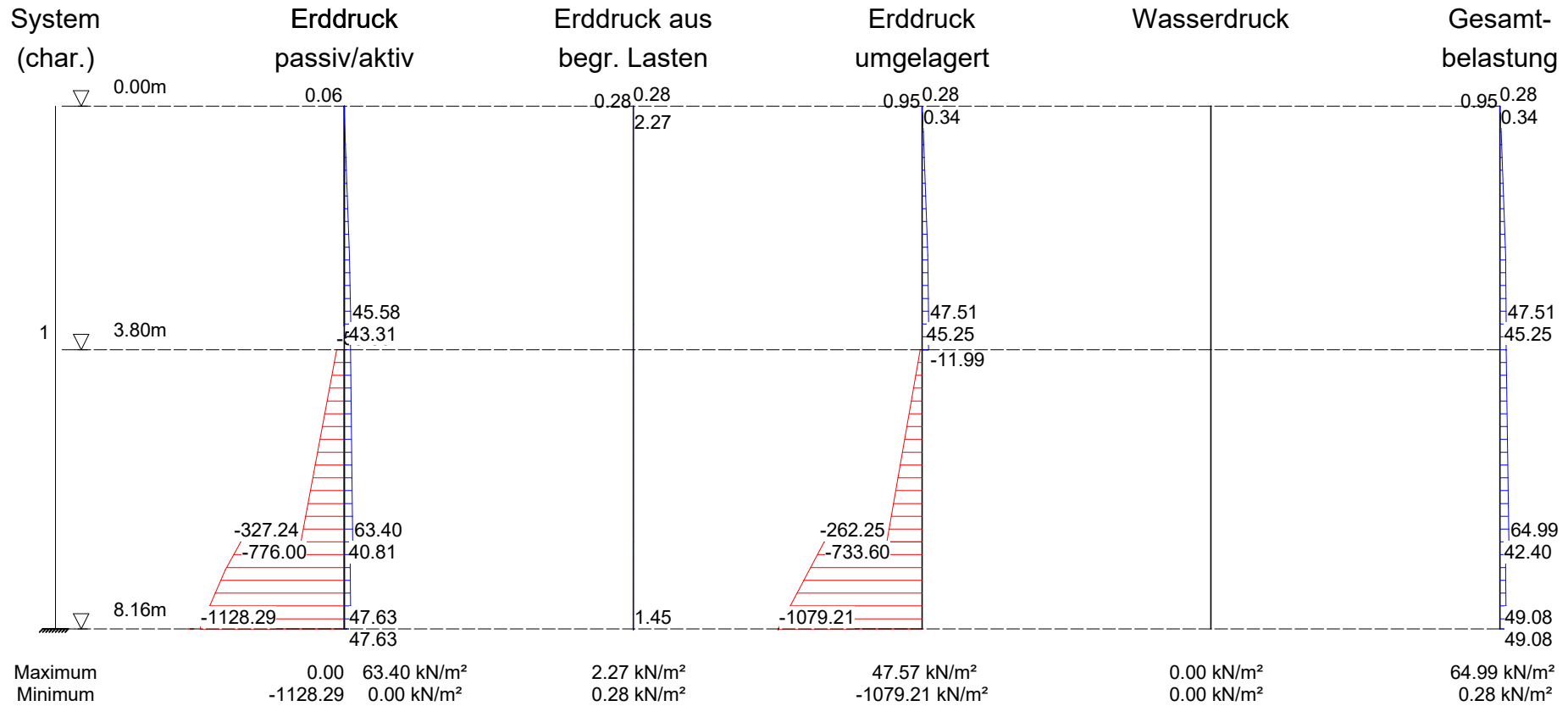
Einwirkungen:		$V_d$ [kN/m]	
Erddruck:		58.04	( $\delta_a$ )
Anker/Steifen:		0.00	( $\alpha$ )
Wandeigengewicht:		15.22	
Fußersatzkraft:	(1/2 $C_v$ )	-52.06	( $\delta_c$ )
Summe:		21.19	

Widerstände:		$R_d$ [kN/m]
Fußfläche für Spitzendruck (cm <sup>2</sup> /m):	1200.0	
Spitzendruck:		171.43
Mantelreibung:		1430.43
Summe:		1601.86

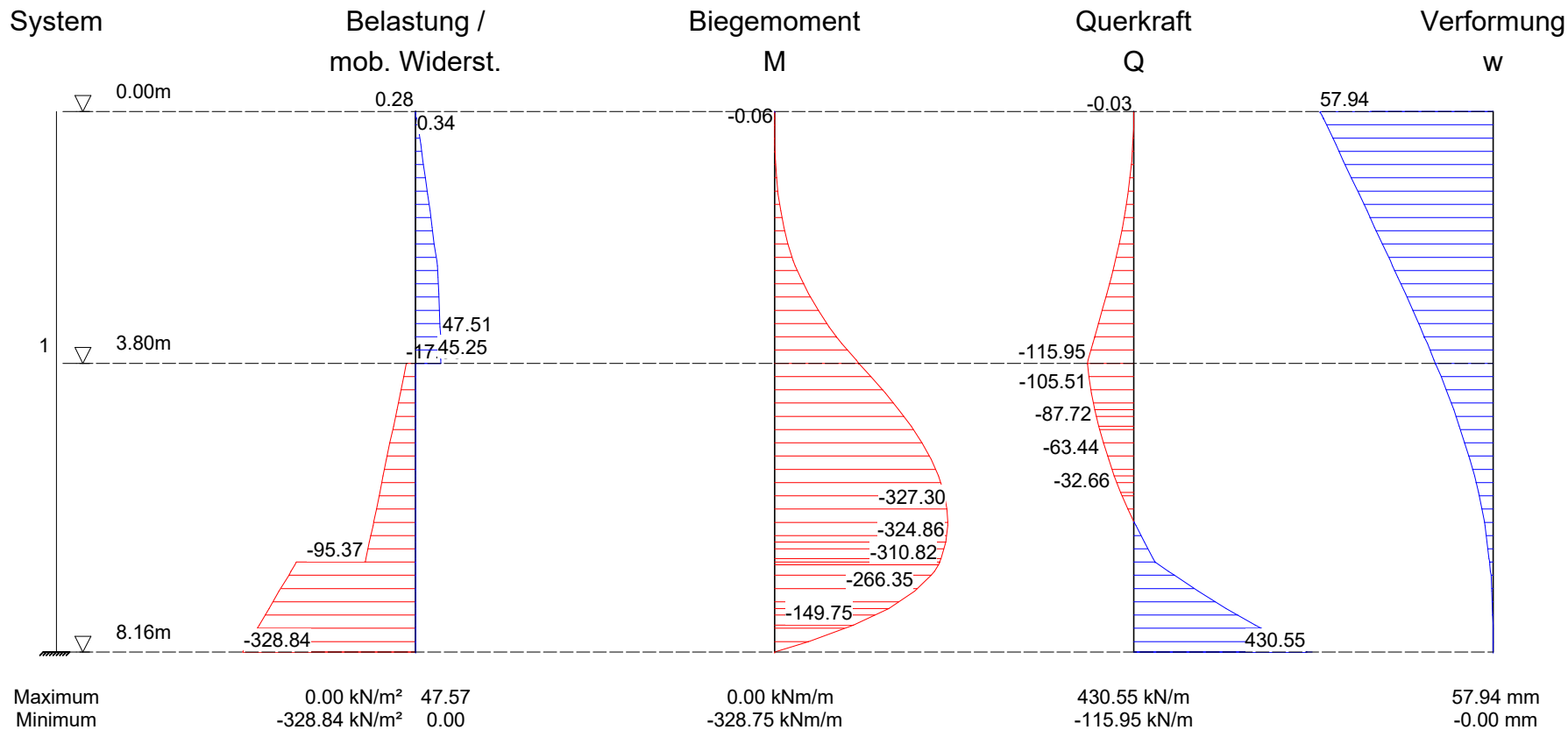
Nachweis:  $V_d = 21.19 \text{ kN/m} \leq R_d = 1601.86 \text{ kN/m}$ 

\*\*\* Nachweis erfüllt \*\*\*

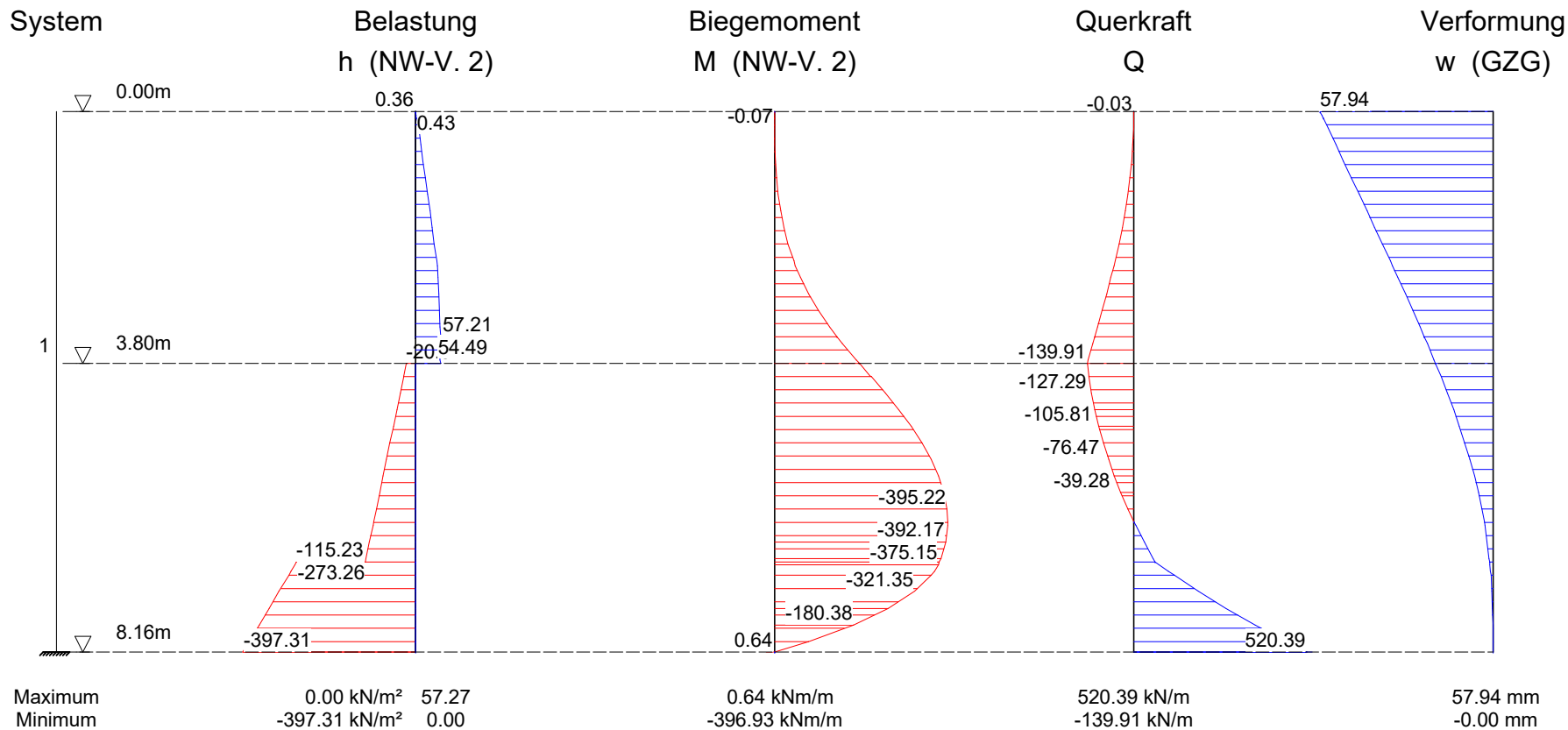




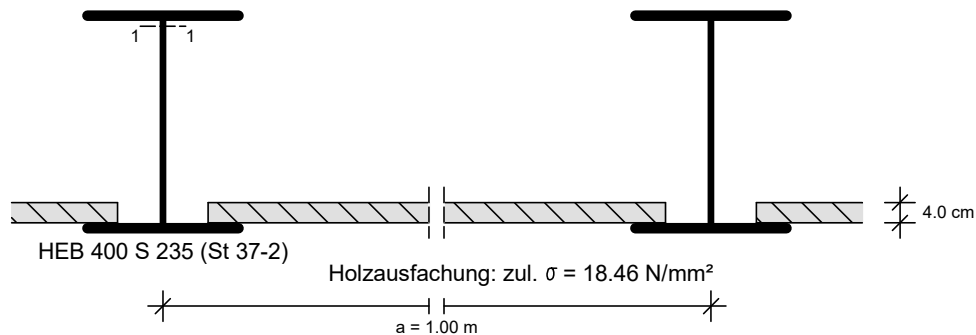
### Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch



### Schnittgrößen aus Gesamtlasten, Bemessungswerte



### Bemessung der Trägerbohlwand (bis 8.16 m)



Maßstab: 1:15

### Maßgebende Schnittgrößen (je Träger):

Sicherheitsbeiwerte

 für Lasten:  $\gamma_F$  nach Nachweisverfahren 2

 für Widerstände:  $\gamma_M = 1.00$ 

#### Bemessungsschnittgrößen

maßgebendes Moment	max. $M_d = 0.64 \text{ kNm}$ im Aushub 1
	zug. $N_d = 173.77 \text{ kN}$
	bei $z = 8.16 \text{ m}$
maßgebendes Moment	min. $M_d = -396.93 \text{ kNm}$ im Aushub 1
	zug. $N_d = -42.13 \text{ kN}$
	bei $z = 6.19 \text{ m}$
maßgebende Querkraft	max. $V_d = 278.03 \text{ kN}$ im Aushub 1
	zug. $M_d = -260.66 \text{ kNm}$
	zug. $N_d = 64.99 \text{ kN}$
	bei $z = 7.50 \text{ m}$

### Gewähltes Profil: HEB 400, Stahlsorte: S 235 (St 37-2)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	=	155.00 kg/m
$W_{y,el}$	=	2880.00 cm <sup>3</sup>
$W_{y,pl}$	=	3232.00 cm <sup>3</sup>
A	=	198.00 cm <sup>2</sup>
$A_v$	=	70.20 cm <sup>2</sup>
EI	=	121.13 MNm <sup>2</sup>
Streckgrenze	$f_{yk}$	= 235.00 MN/m <sup>2</sup>

### Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):

Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 8.16)	Querschnittsklasse:		1		
Querkraftbeanspruchung	$V_{Ed}$	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	260.19	952.45	0.27	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	$N_{Ed}$	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	173.77	4653.00	0.04	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	$M_{Ed}$	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	0.64	759.52	0.00	-	Ja

min. M (z = 6.19)	Querschnittsklasse:			1		
Querkraftbeanspruchung	$V_{Ed}$	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok	
	0.00	952.45	0.00	Nein	Ja	
Normalkraftbeanspruchung	$N_{Ed}$	$N_{c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$			
	-42.13	4653.00	0.01	Nein	Ja	
Biegebeanspruchung	$M_{Ed}$	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$			
	-396.93	759.52	0.52	-	Ja	
max. V (z = 7.50)	Querschnittsklasse:			1		
Querkraftbeanspruchung	$V_{Ed}$	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok	
	278.03	952.45	0.29	Nein	Ja	
Normalkraftbeanspruchung	$N_{Ed}$	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$			
	64.99	4653.00	0.01	Nein	Ja	
Biegebeanspruchung	$M_{Ed}$	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$			
	-260.66	759.52	0.34	-	Ja	

**Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:**

L	=	8.16 m	( $z_1 = 3.80, z_2 = -4.36$ )
$N_{Ed}$	=	-42.13 kN	
$M_{Ed}$	=	-396.93 kNm	
$s_k = 2.00 * L$	=	16.32 m	
$\lambda = s_k / 0.171$	=	95.62	
$\lambda_1$	=	93.91	
$\lambda' = \lambda / \lambda_1$	=	1.02	
nach EN 1993-1-1, Tab.6.1:	$\alpha$	=	0.21
$\phi$	=	1.10	
$\varepsilon$	=	0.65	
$M_{cr}$	=	440.87 kNm	
nach EN 1993-1-1, Tab.B.1:	$k_{yy}$	=	1.01

Nachweis nach EN 1993-1-1, 6.3.3:

$$N_{Rd} = N_{Rk} / \gamma_{M1} = A * f_y / 1.10 = 4230.00 \text{ kN}$$

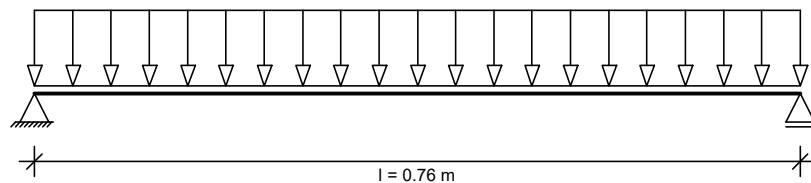
$$M_{Rd} = M_{Rk} / \gamma_{M1} = W_{pl} * f_y / 1.10 = 690.47 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} / (\varepsilon * N_{Rd}) + k_{yy} * M_{Ed} / M_{Rd} = 0.02 + 0.58 = 0.60 < 1.0$$

NW ok  
Ja

**Bemessung der Holzausfachung nach Eurocode 5**

 Trägerabstand a = 1.00 m  
 Stützweite l = 0.76 m

 Statisches System:  
 Maßstab: 1:7.5


Maßgebende Belastung bei z = 3.80 im Aushub 1 (Bemessungswerte)	
Belastungen aus Bodeneigengewicht + großflächigen Auflasten g	= 54.81 kN/m <sup>2</sup>
aus blockförmigen Auflasten p	= 2.46 kN/m <sup>2</sup>
Abminderungsfaktor für g entsprechend EB 47:	0.67
Maßgebende Belastung q = 0.67*54.81+2.46	= 39.00 kN/m <sup>2</sup>

Schnittgrößen:  $\text{Max } M = 0.80 \cdot q \cdot l^2 / 8 = 0.80 \cdot 39.00 \cdot 0.76^2 / 8 = 2.25 \text{ kNm/m}$   
 (mit Abminderung für M entsprechend EB 47)  
 Zulässige Spannung:  $f_{m,d} = 18.46 \text{ N/mm}^2$  ( $k_{\text{mod}} = 1.00$ )  
 Erforderliche Dicke:  $d_{\text{erf}} = 2.71 \text{ cm}$

**Gewählt: Holz  $d = 4.00 \text{ cm}$ , Festigkeitsklasse C 24**

Nachweis:  $\text{vorh. } W_y = 266.67 \text{ cm}^3/\text{m}$   
 $\text{vorh. } \sigma_{m,d} = 8.45 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{m,d} / f_{m,d} = 0.46 < 1.00$  \*\*\* Nachweis erfüllt \*\*\*

Auflagerpressung:  $\sigma_{m,d} = 0.25 \text{ N/mm}^2 < f_{c,90,d} = 1.9$  \*\*\* Nachweis erfüllt \*\*\*  
 Durchbiegung:  $2.9 \text{ mm}$



## **Zusammenfassung**

Alle Nachweise sind erfüllt