

## Statische Berechnung (Genehmigungsstatik)

---

Bauvorhaben: Hochwasserschutz Trostberg an der Alz  
Pechlerau/Saliterau

---

Bauherr: Freistaat Bayern  
vertreten durch das Wasserwirtschaftsamts Traunstein

Rosenheimerstr. 7  
83278 Traunstein  
Tel.: 0861/70655-0, Fax: 0861/13605

---

Objektplanung: SKI GmbH+Co.KG  
Lessingstraße 9  
80336 München  
Tel.: +49(0)89 / 890 45 84-78

---

Tragwerksplanung: m4-Ingenieure GmbH  
Münchenerstraße 35  
83022 Rosenheim  
Tel.: 08031/908804-0, Fax: 08031/908804-9

---

Bearbeiter: shaibach  
Datum: 18.11.2019  
Projekt-Nr. : 2672-18  
Seiten: 145



Dipl.-Ing. Franz Gstettner



Dipl.-Ing. Susanna Haibach



## Inhaltsverzeichnis

Position	Beschreibung	Seite
TB	Titelblatt	1
	Inhalt	2
V00	Vorbemerkung	4
V01	Übersicht-Bohrungen	7
Riss	Rissbreitennachweis HWS-Wand; t=40cm	15
V02	Systembeschreibung: HWS-Wand auf Doppelbohlen	16
V03	Verformungsuntersuchung- System auf aufgel. Spundbohlen	17
Ü-K	Übersicht-Konstruktionen	23
rechte Seite (Saliterau)		24
V04	Übersicht-rechts	25
J-I	Schnitt J-J Winkelstützwand Nachweis n.Innen	28
J-A	Schnitt J-J Winkelstützwand Nachweis n.Außen	38
K-BS-P	Schnitt K-K; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-P)	41
K-BS-T	Schnitt K-K; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-T)	43
K-BS-A	Schnitt K-K; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-A)	45
K-M-I	Schnitt K-K; Bemessung HWS-Mauer nach Innen	47
K-M-A	Schnitt K-K; Bemessung HWS-Mauer nach Außen	52
K-SPW	Schnitt K-K; Anschluss Spundwand	56
L-BS-P	Schnitt L-L; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-P)	58
L-BS-T	Schnitt L-L; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-T)	60
L-BS-A	Schnitt L-L; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-A)	62
L-M-I	Schnitt L-L; Bemessung HWS-Mauer nach Innen	64
L-M-A	Schnitt L-L; Bemessung HWS-Mauer nach Außen	68
L-SPW	Schnitt L-L; Anschluss Spundwand	72
M-BS-P	Schnitt M-M; HWS Mauer auf Doppelbohlen	74
M-BS-T	Schnitt M-M; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-T)	75
M-BS-A	Schnitt M-M; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-A)	77
M-M-A	Schnitt M-M; Bemessung HWS-Mauer nach Außen	79
M-SPW	Schnitt M-M; Anschluss Spundwand	83
M-KB	Kopfbalken-Torsionsbemessung	85
KLMO	Bewehrungsskizze und SPW-Anschluss	90
N-BS-A	Schnitt N-N; Angeschüttete Spundwand (BS-A)	92
O-BS-P	Schnitt O-O; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-P)	94
O-M-I	Schnitt O-O; Bemessung HWS-Mauer nach Innen	96
O-M-A	Schnitt O-O; Bemessung HWS-Mauer nach Außen	100
O-SPW	Schnitt O-O; Anschluss Spundwand	104
P-BS-A	Schnitt P-P; Verkleidete Spundwand (BS-A)	106
Q-BS-A	Schnitt Q-Q; Angeschüttete Spundwand (BS-A)	108
R	Schnitt R-R; Angeschüttete Spundwand	110
HWS-Tore		111
Tore 1/2/3	Allegmeines zu HWS-Tore 1,2 und 3	112
RS	Randstütze HWS-Tor	116
KB-Tor1/3	Kopfbalken-HWS-Tore 1 und 3	120
KB-Tor2	Kopfbalken-HWS-Tor2	127
linke Seite (Pechlerau)		129
V05	Übersicht-links	130
A-BS-A	Schnitt A-A; Bemessung HWS-Mauer nach Außen	132
B-BS-P	Schnitt B-B; HWS Wand (BS-P)	133
B-BS-A	Schnitt B-B; HWS Wand auf Doppelbohlen (BS-A)	135
B-M-A	Schnitt B-B; Bemessung HWS-Mauer nach Außen	137
B-SPW	Schnitt B-B; Anschluss Spundwand	141

Position	Beschreibung	Seite
CDE-BS-A	Schnitte C-C,D-D,E-E; Angeschüttete Spundwand	144

Pos. V00

Vorbemerkung

## 1. Allgemeines

Um den Hochwasserschutz für die Stadt Trostberg in den Ortsteilen Saliterau und Pechlerau zu verbessern, plant der Freistaat Bayern (vertreten durch WWA Traunstein) die Errichtung technischer Hochwasserschutzmaßnahmen. Dabei sollen zwischen den Fluss-km 41.250 und 40.600 links und rechts der Alz in den betreffenden Ortsteilen Schutzbauwerke errichtet werden.

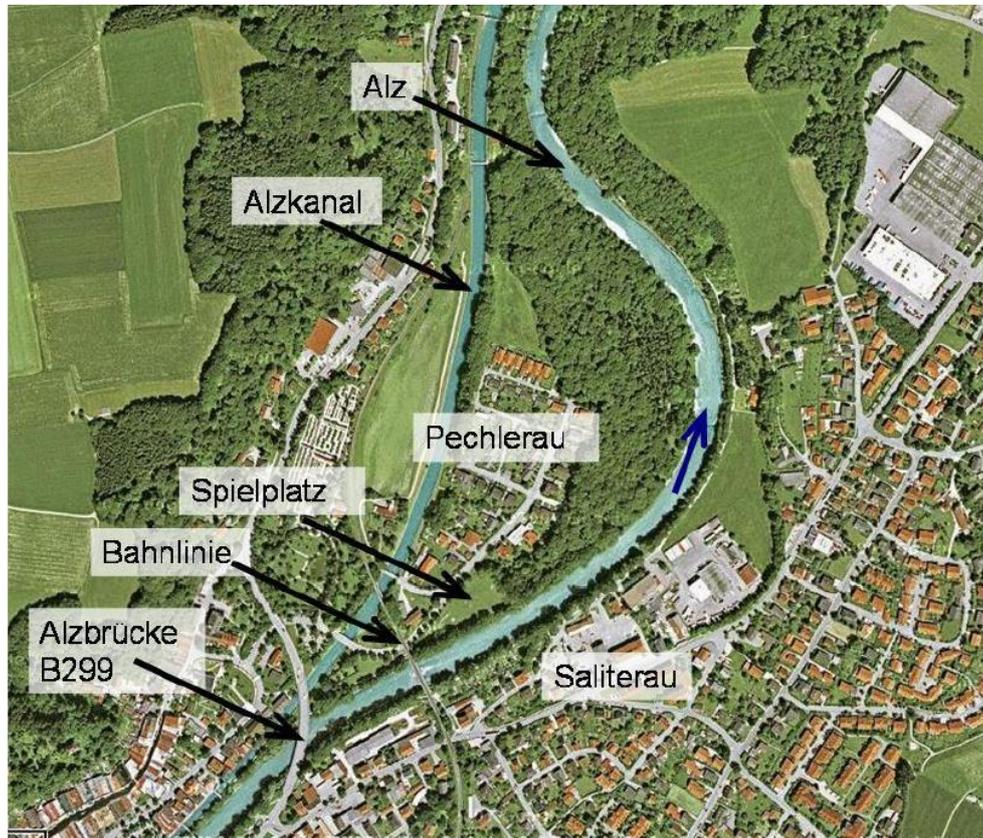


Abbildung 1:Übersichtslageplan (Quelle: WWA Traunstein)

Die vorliegende statische Berechnung behandelt die Bauwerke des technischen Hochwasserschutzes entlang der Alz im Stadtgebiet von Trostberg. Dabei werden diese in linke (Pechlerau) und rechte (Saliterau) Uferseite unterteilt (siehe nachfolgende Tabelle). Es sind in den meisten Bereichen Hochwasserschutzwände auf aufgelösten Spundwänden aus Doppelbohlen oder angeschüttete durchgehende Spundbohlen vorgesehen. Aus hydraulischen Gründen (Sicherung der GW-Durchgängigkeit) und Spartenquerungen ist vorgesehen, die Bohlen auf Lücke zu rammen. Die sichere Fassung und Ableitung des Sicker- und Leckagewassers wird durch eine entsprechend dimensionierte Binnendränage sichergestellt (gesonderte Fachplanung!). Der bisherige den Nachweisen zu Grunde liegende Planung (Stand Okt.2019) ist in den Übersichten (Pos.V04/V05) ersichtlich.

<b>Abschnitte linke Uferseite (Pechlerau)</b>			
<b>System</b>	<b>Anfang</b>	<b>Ende</b>	<b>Schnitte</b>
HWS Wand auf Spundbohlen	0+000	ca. 0+135	A-A
Geländemodellierung	ca. 0+0135	ca. 0+145	
HWS Wand auf Spundbohlen	ca. 0+0145	ca. 0+210	B-B
Angeschüttete Spundwand	ca. 0+210	ca.0+515	C-C; D-D; E-E
<b>Abschnitte rechte Uferseite (Saliterau)</b>			
<b>System</b>	<b>Anfang</b>	<b>Ende</b>	<b>Schnitte</b>
Winkelstützwand	0+000	ca. 0+010	J-J
HWS Wand auf Spundbohlen	ca. 0+010	ca. 0+210	K-K; L-L; M-M
Angeschüttete Spundwand	ca.0+210	ca. 0+270	N-N
HWS Wand auf Spundbohlen	ca. 0+270	ca.0+400	O-O
Verkleidete Spundwand	ca.0+400	ca.0+590	P-P
Angeschüttete Spundwand	ca.0+590	ca.0+792	Q-Q; R-R

Tabelle 1: Einteilung der Abschnitte

## 2. Material

Stahlsplundwände: **S270 GP**

In Bereichen mit HWS Wand auf Doppelsplundbohlen: TKL603/TKL604 o.glw.

In Bereichen mit angeschütteter Spundwand (Einbindetiefe ≤3m) TKL602 o.glw.

Aus rammtechnischen Gründen können im Zuge der weiteren Planung noch Anpassungen hinsichtlich der Bohlenprofile erforderlich werden.

Beton: Expositions- und Betonfestigkeitsklassen der Stahlbetonbauteile

- Auf Spundwand aufgesetzte HWS-Wand (Sprühnebel berücksichtigt):  
**XC4, XD1, XF2, WF in C25/30 (LP)**

Betondeckung: c=5,5cm (gem. DIN-EN1992)

Bewehrung: **BSt500A**; Stabstahl

## 3. Baugrund

Zum Zeitpunkt der Erstellung der vorliegenden Statik lag das Baugrundgutachten der Fa. Mechnig vor. Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden mehrere Bohrkerne, Baggerschürfe und Rammkernsondierungen entnommen. Verallgemeinert kann angenommen werden, dass auf beiden Seiten kiesiger Boden ansteht, welcher entweder durch Auffüllmaterial- und/oder Mutterbodenschichten in unterschiedlichen Mächtigkeiten überlagert wird. Für die vorhandenen Bodenschichten werden folgende Bodenkennwerte zur weiteren Berechnung angesetzt:

	Schicht 0 (Mutterboden)	Schicht 1 (Auffüllungen)	Schicht 2 (Kies)
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20	20	19
$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	-	12	11
$\Phi$ [°]	-	32,5	32,5
ck' [kN/m <sup>2</sup> ]	-	0	0
cu,k [kN/m <sup>2</sup> ]	-	0	0
Es [MN/m <sup>2</sup> ]	-	80	100

Tabelle 2: Verwendete Bodenkennwerte

Laut Gutachten sind die Schutzbauwerke  $\geq 80\text{cm}$  unter GOK zu gründen.

Grundwasser wurde im Rahmen der Untersuchungen zwischen 3 und 4m Tiefer unter GOK angetroffen. Die Grundwasserfließrichtung weist zum Vorfluter Alz hin und korrespondiert mit deren Wasserspiegel.

#### 4. Wasserstände

Die Festlegung der Wasserspiegelhöhen des Bemessungshochwassers HW100 erfolgte durch Berechnungen der Fa. SKI. Die zukünftige Klimaveränderung wird pauschal durch einen Zuschlag von 15% auf den Abfluss bei HW100 berücksichtigt. Damit ergibt sich der Bemessungswasserspiegel aus dem Bemessungsabfluss HQ100+15%. Der anzusetzende Freibord wurde in Abstimmung mit dem WWA Traunstein durchgehend mit 0,75m berücksichtigt.

#### 5. Lastannahmen

- Eigengewicht der Bauteile; Beton mit  $\gamma=25\text{kN/m}^3$
- Wasserdruck: gemäß der anzusetzenden Wasserspiegel in den jeweiligen Bereichen WSP HQ100+15%. (BS-P)  
WSP bordvoll (BS-A)
- Erddruck: Ansatz gemäß [2],[3] und [5]
- Geländeaufasten: bei befahrbaren Hinterfüllungen SLW30 mit Ersatzlast  $q_v=16,7\text{kN/m}^2$
- Anprall (z.B. durch Treibgut)  $F_k=30\text{kN}$  gemäß EAU (Abschnitt 4.9.5); Verteilung als Linienlast  $q_h=F_k/b_{eff}$ ; Annahme der Lastausbreitung  $45^\circ$
- Geländerlasten/Holmlasten  $p_h=p_v=1,0\text{kN/m}$

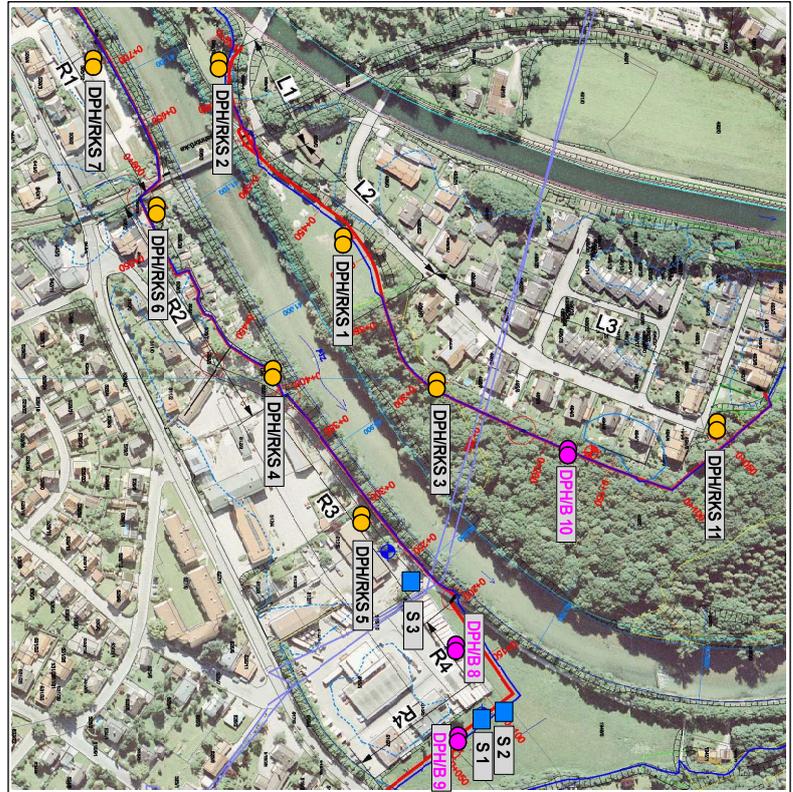
Des Weiteren wird auf das Lastenheft verwiesen.

#### 6. Normen und Unterlagen

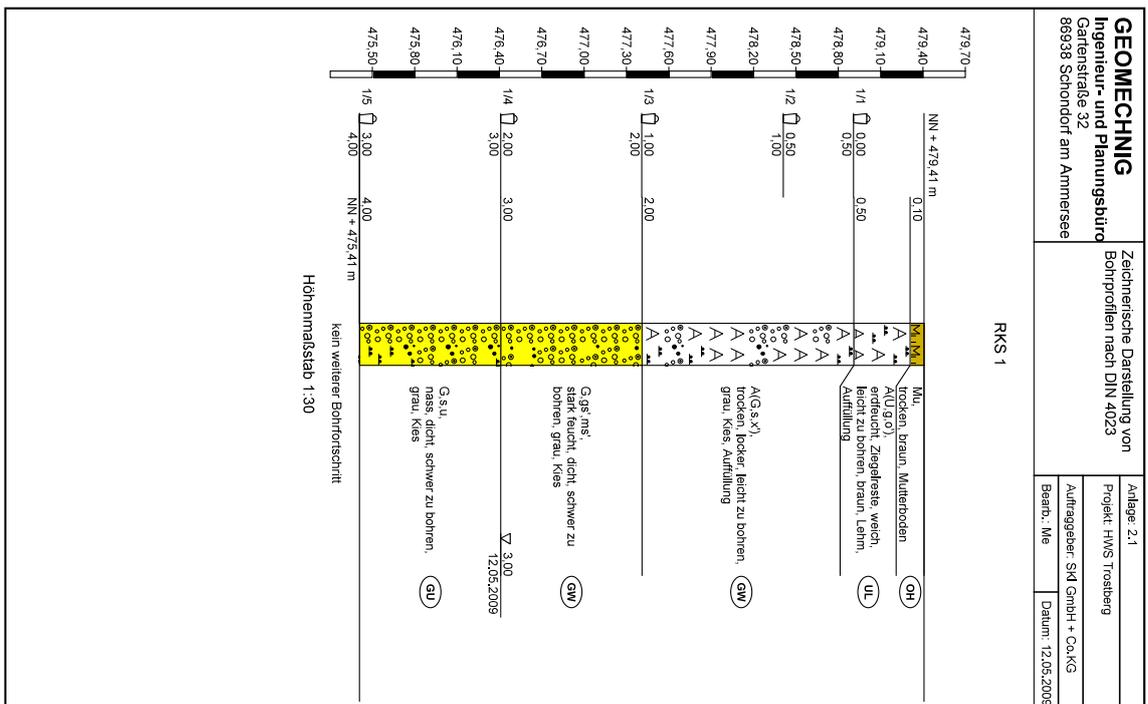
1	DIN EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung	Stand: 2010
2	DIN 4085	Baugrund - Berechnung des Erddrucks	Stand: 2017
3	EAB	Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ EAB	Stand: 2012
4	EAU	Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“	Stand: 2012
5	DIN EN 1997-1	Berechnung und Bemessung in der Geotechnik	Aktuelle Fassung
6	DIN EN 1993	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten	Aktuelle Fassung
7	ZTV-W; L215	Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton;	Stand: 2012
8	DIN 19702	Massivbauwerke im Wasserbau	Stand: 2013
9	Baugrund- untersuchung	Baugrund- und Altlastenuntersuchung für das HWS Projekt Trostberg der Fa. GEOMECHNIG;	Stand: Juli.2009
10	Objektplanung	Entwurfsunterlagen der Objektplanung der Fa. SKI GmbH+Co.KG	Stand: 29.10.2019

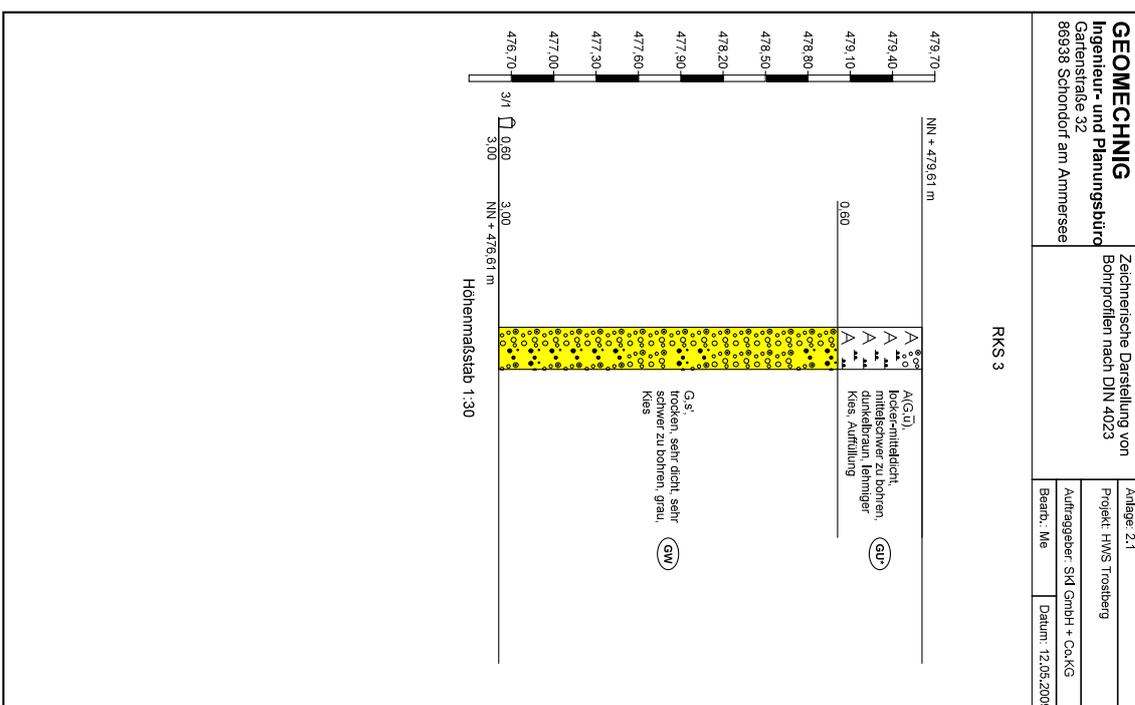
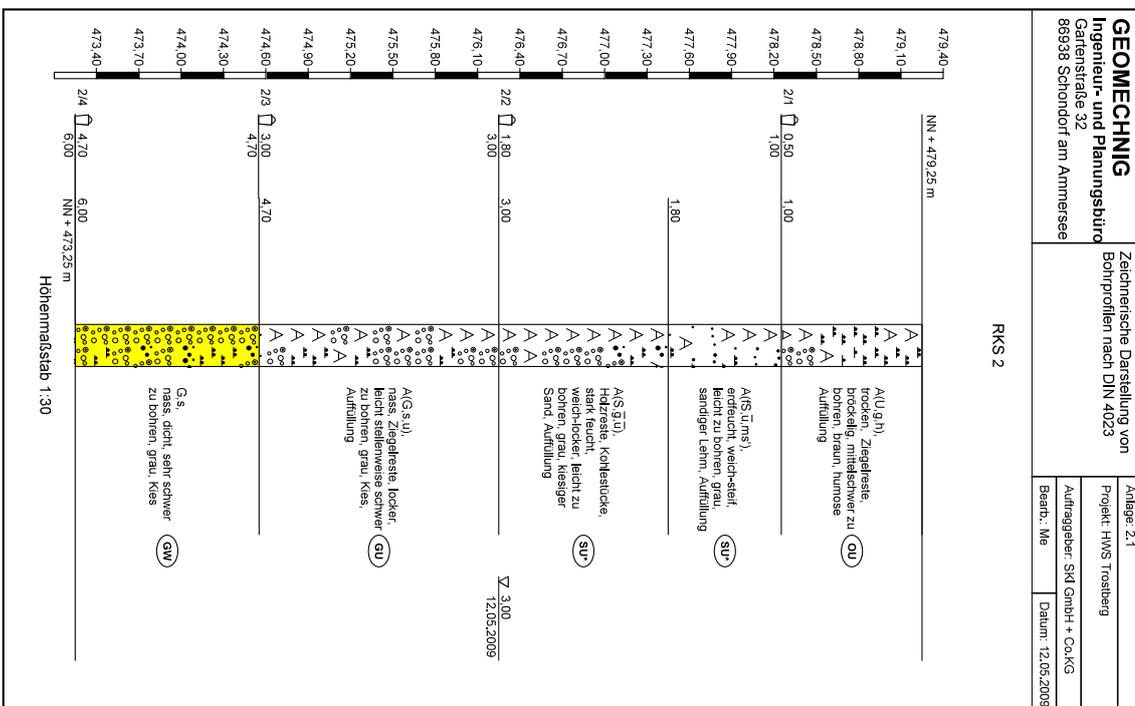
Pos. V01

Übersicht-Bohrungen

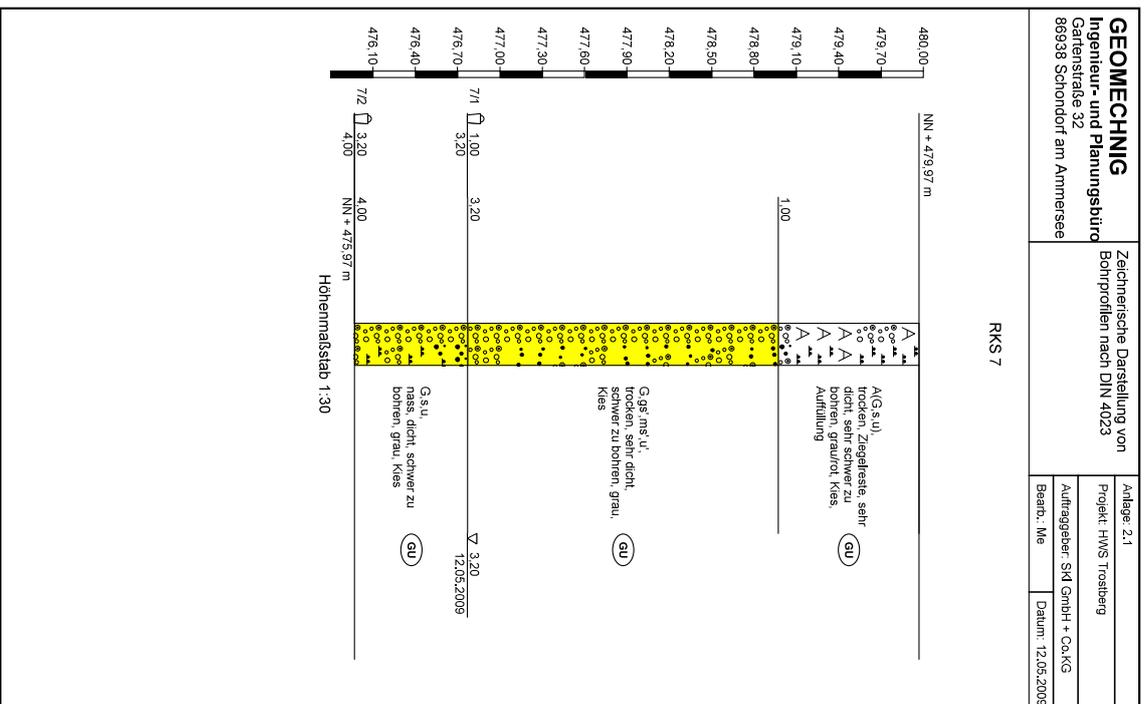
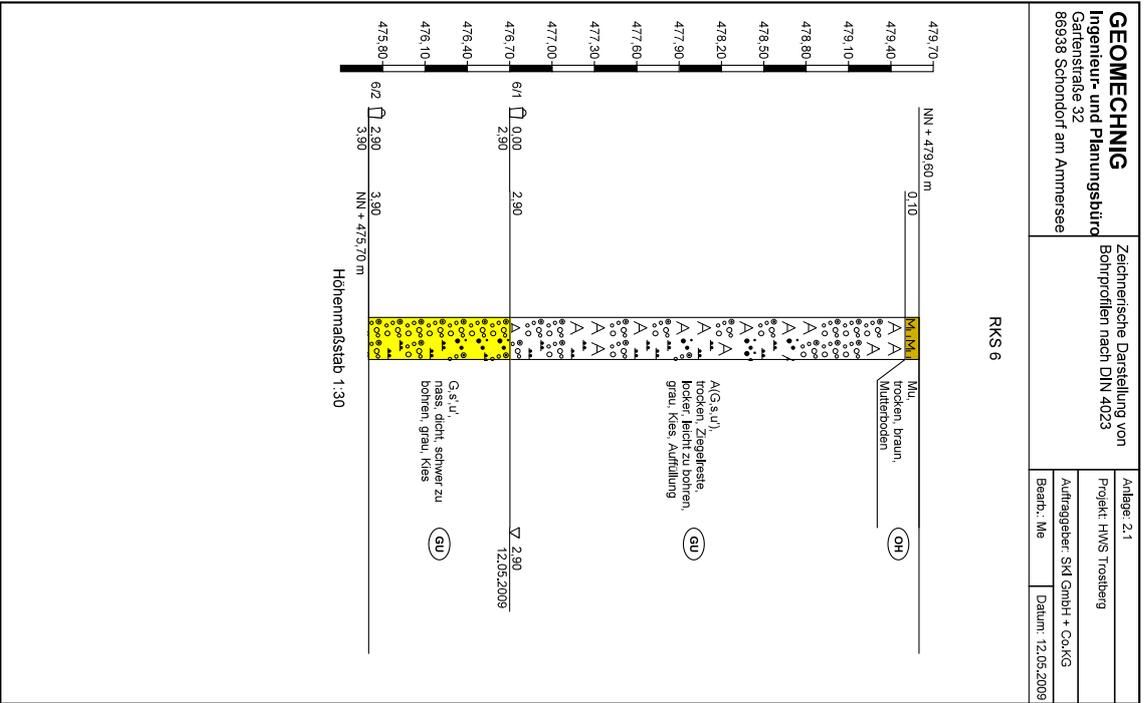


<p><b>Legende:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: yellow;">●</span> Schwere Rammsondierung DPH und Rammkernsondierung RKS</li> <li><span style="color: magenta;">●</span> Rammkernbohrung und DPH</li> <li><span style="color: blue;">■</span> Schurf</li> </ul>		<p><b>Projekt:</b> HMS Trostberg Baugrunduntersuchung</p> <p><b>Inhalt:</b> Lage der Untersuchungspunkte RKS, DPH, Schürfe und Rammkernbohrung</p> <p><b>Maßstab:</b> k.A</p> <p><b>Datum:</b> 24.06.2009</p> <p><b>Auftraggeber:</b> SKI GmbH + Co.KG Lessingstraße 9 80336 München</p> <p><b>GEO MECHANIK</b> Gartenstraße 32 86938 Schondorf am Ammersee Tel./Fax: 08192 99 64-07/408</p>
<p><b>Plangrundlage:</b> SKI</p>		<p><b>Anlage:</b> 1</p>

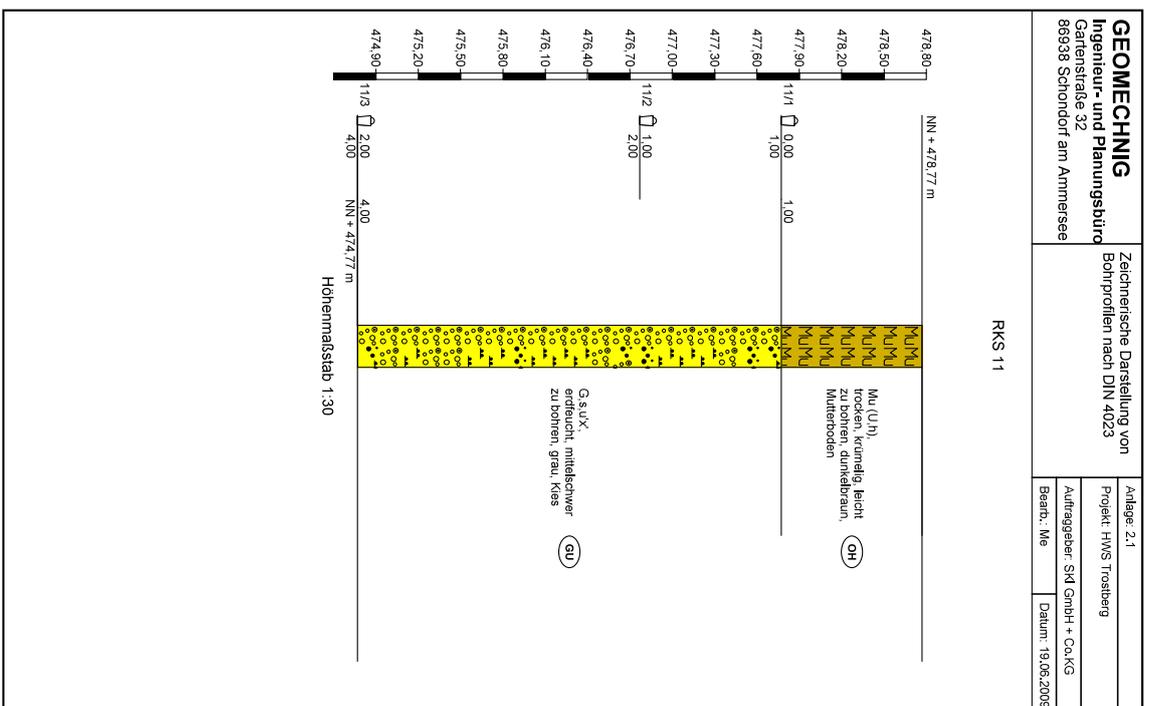
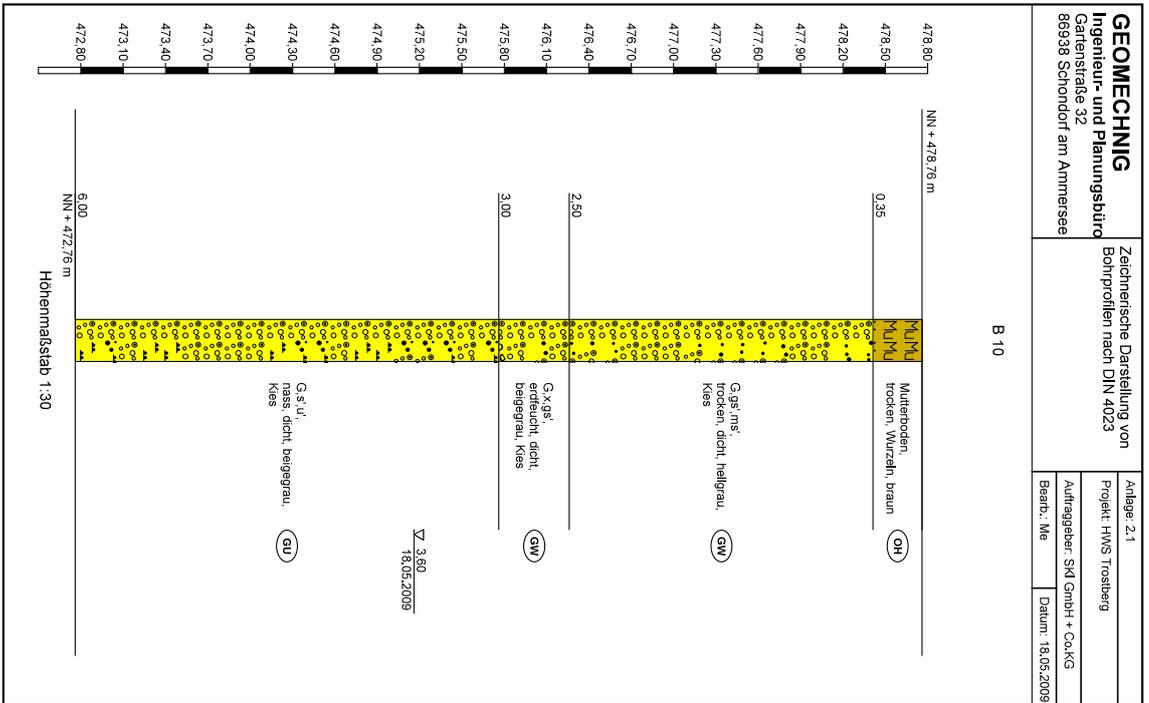


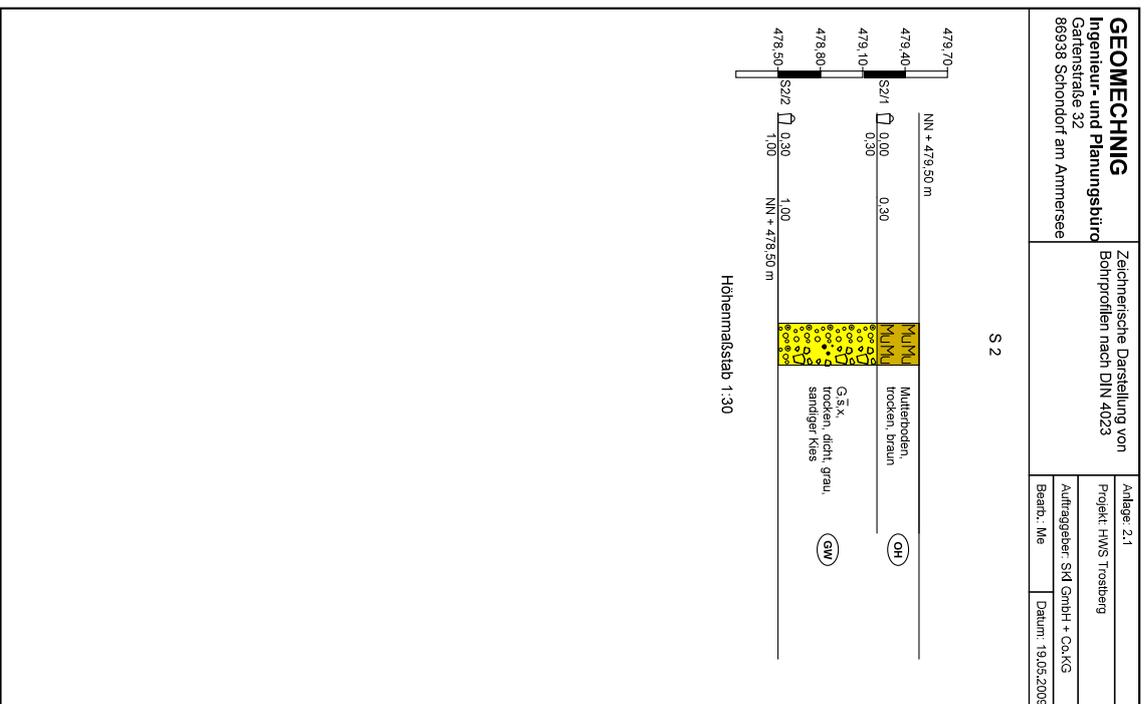
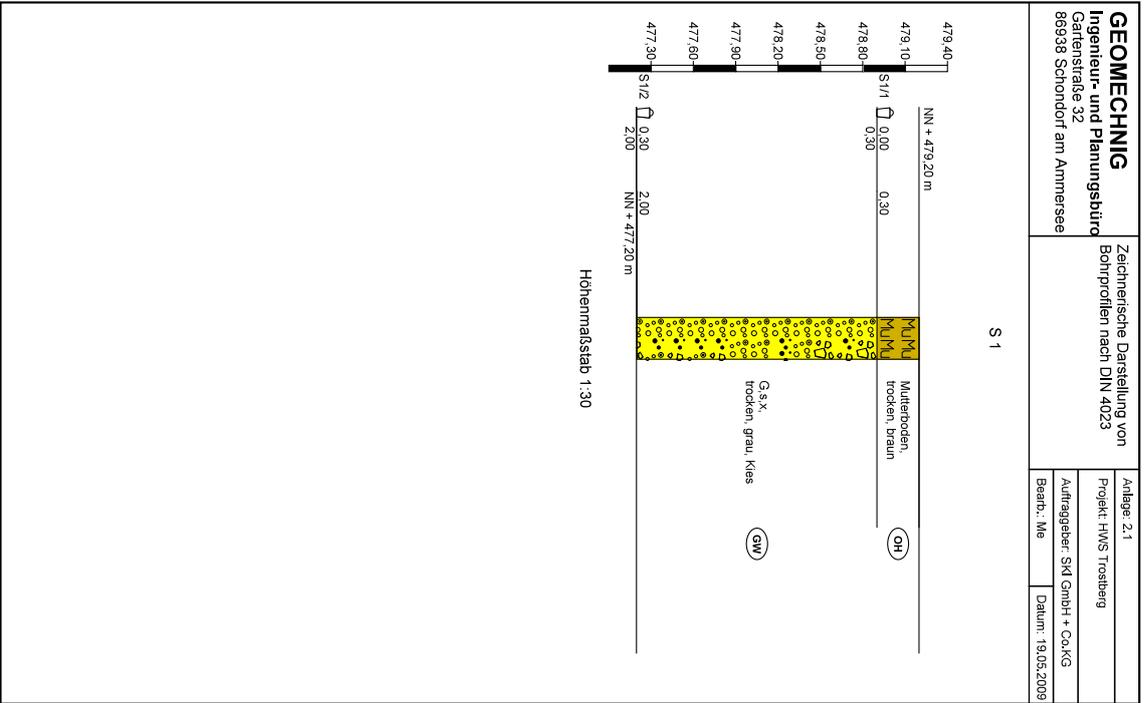


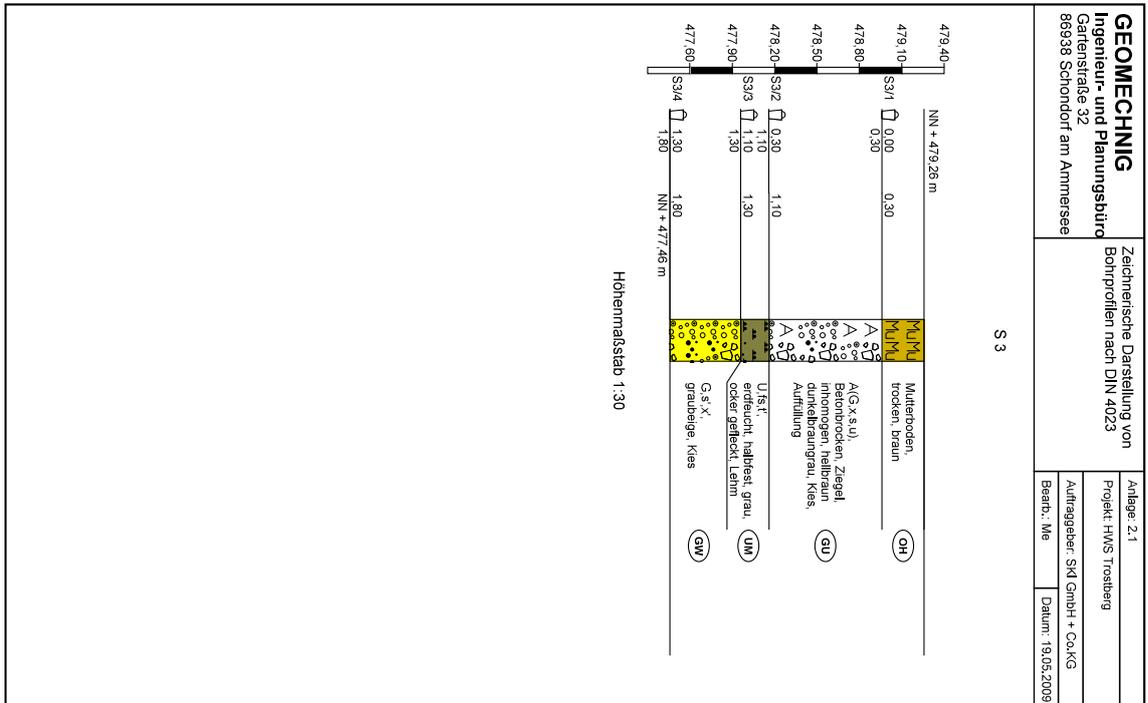












Pos. Riss

Rissbreitennachweis HWS-Wand; t=40cm

**Begrenzung der Rissbreite durch direkte Berechnung**

Material:

Beton **bet := "C25/30"**

$$f_{ck}(bet) = 25 \frac{N}{mm^2} \quad \alpha_{cc} := 0,85 \quad \gamma_c := 1,5 \quad f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}(bet)}{\gamma_c} = 14,17 \frac{N}{mm^2}$$

$$E_{cm}(bet) = 31000 \frac{N}{mm^2}$$

Betonstahl BSt 500:

$$f_{yk} := 500 \frac{N}{mm^2} \quad \gamma_s := 1,15 \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 435 \frac{N}{mm^2}$$

$$E_s := 200000 \frac{N}{mm^2}$$

Bauteilmaße:

Gesamthöhe Querschnitt **h := 40 cm**

Breite Querschnitt **b := 100 cm**

Randabstand Bewehrung **d<sub>1</sub> := 6 cm**

Direkte Berechnung einer rissbreitenbegrenzenden Mindestbewehrung

vgl. DAfStb-Heft 600

Nachweis für Zwang infolge Abfließen der Hydratationswärme:

**w<sub>k,zul</sub> := 0,25 mm**

$$\frac{h}{d_1} = 6,67$$

effektive Dicke h<sub>eff</sub> bei zentrischem Zug (vgl. EC2-1-1, 7.3.2 (Bild 7.1DE))

$$h_{c,eff} := 0,1 \cdot h + 2 \cdot d_1 = 16 \text{ cm}$$

$$A_{c,eff} := h_{c,eff} \cdot \frac{b}{1 \text{ m}} = 1600 \frac{cm^2}{m}$$

$$f_{ct,eff} := f_{ctm}(bet) \cdot 0,5 = 1,28 \frac{N}{mm^2}$$

Kraft der effektiven Zugzone je Wandseite  $F_{cr} := A_{c,eff} \cdot f_{ct,eff} = 205,2 \frac{kN}{m}$

von der Bewehrung aufzunehmende Zugkraft F<sub>s</sub> (bezogen auf den halben Querschnitt)

$$A_{ct} := 0,5 \cdot h \cdot b = 0,2 \text{ m}^2$$

$$k_i := 0,8 + \frac{0,5 - 0,8}{0,8 - 0,3} \cdot \left( \frac{h}{1 \text{ m}} - 0,3 \right) = 0,74$$

$$k = 0,74 \quad k_c := 1,0 \quad k := \begin{cases} 0,8 & \text{if } h \leq 0,3 \text{ m} \\ 0,5 & \text{if } h \geq 0,8 \text{ m} \\ k_i & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$F_s := k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{ct}}{1 \text{ m}} = 189,81 \frac{kN}{m}$$

Mindestbewehrung A<sub>s</sub> und Rissbreitenbegrenzung

**d<sub>s</sub> := 14 mm**

gewählte Bewehrung (je Wandseite):

d<sub>s</sub> = 14 mm **e := 12,5 cm**

$$A_s := \sqrt{\frac{d_s \cdot F_{cr} \cdot (F_s - 0,4 \cdot F_{cr})}{3,6 \cdot E_s \cdot w_{k,zul} \cdot f_{ct,eff}}} = 11,58 \frac{cm^2}{m}$$

$$vorhA_s := \frac{1}{e} \cdot n \cdot \left( \frac{d_s}{2} \right)^2 = 12,32 \frac{cm^2}{m}$$

$$\eta := \frac{A_s}{vorhA_s} = 0,94 \leq 1$$

**horizontal gewählt je Seite: DN 14-12,5cm**

Kontrolle: zu erwartende Rissbreite

$$\rho_{eff} := \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0,01 \quad \sigma_s := \frac{F_s}{A_s} = 163,93 \frac{N}{mm^2} \quad k_t := 0,4 \quad s_{r,max} := \text{Min} \left( \frac{d_s}{3,6 \cdot \rho_{eff}} ; \frac{\sigma_s \cdot d_s}{3,6 \cdot f_{ct,eff}} \right) = 0,5 \text{ m}$$

$$\varepsilon := \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s} = 0,45 \cdot 10^{-3}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}(bet)} = 6,45$$

$$\varepsilon := \text{Max} \left( \varepsilon ; k_t \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right)$$

$$\varepsilon := \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$$

$$\Rightarrow w_k := s_{r,max} \cdot \varepsilon = 0,22 \text{ mm}$$

$$\eta := \frac{w_k}{w_{k,zul}} = 0,89 \leq 1$$

## Pos. V02

## Systembeschreibung: HWS-Wand auf Doppelbohlen

Es sind in den meisten Bereichen Hochwasserschutzwände auf aufgelösten Spundwänden aus Doppelbohlen oder angeschüttete durchgehende Spundbohlen vorgesehen. Aus hydraulischen Gründen (Sicherung der GW-Durchgängigkeit) und Spartenquerungen ist in den Bereichen der aufgesetzten HWS-Wand vorgesehen, die Bohlen auf Lücke in einem Abstand von maximal 3-4m zu rammen. Auf den Doppelbohlen soll mittels einem Kopfbalken die HWS-Wand gegründet werden.

Betrifft folgende Abschnitte:

Linke Seite (Pechlerau): A; B;

Rechte Seite (Saliterau): K; L; M; O;

Für das statische Modell für die Gründung der HWS-Wand auf den einzelnen Doppelbohlen wird das System als Trägerbohlwand angesehen. Die Träger der TBW werden als "Ersatzträger" mit dem Widerstandsmoment- und Trägheitsmoment des Spundwandprofils angenommen. Über den Ansatz von Blum werden die Schnittgrößen sowie die erforderliche Einbindetiefe der "Ersatzträger" ermittelt.

Querschnittskennwerte für den Ersatzträger (Kennwerte für 1m Spundwand TKL604):

$W_{el}=1600\text{cm}^3/\text{m}$ ;  $A= 155\text{cm}^2$ ;  $I= 31500\text{ cm}^4$ ;  $t_f=10\text{mm}$ ;  $t_w=9\text{mm}$ ; Bemessung in Stahlgüte S235; Bemessung im elastisch-elastischen Verfahren nach EC3;

Auf sicherer Seite liegend wird die Bemessungsquerkraft nicht gemäß Weißenbach abgemindert, sondern voll angesetzt.

Aufgrund der Durchlässigkeit zwischen den Abständen der Doppelbohlen wird angenommen, dass eine Unterströmung der Wand auf Höhe UK-Kopfbalken (ca.1m unter GOK) stattfindet. Es wird angenommen, dass das Potential an dieser Stelle auf 40% des maximalen Wasserdrucks abgebaut ist. Diese Wasserdruckdifferenz wird als Zusatzdruck definiert.

Pos. V03

Verformungsuntersuchung- System auf aufgel. Spundbohlen

Im Folgenden wird das Verformungsverhalten der HWS-Wände untersucht, die auf diskreten Spundbohlen (im Schloß gepresste Doppelbohlen) gegründet werden. Zur Abschätzung der maximalen wahrscheinlichen Verformungen werden folgenden Annahmen getroffen:

Für die Lagerungsdichte wird im Baugrundgutachten beschrieben, dass die meisten Untersuchungsstellen ab einer Tiefe von 0,5 bis 2m eine mitteldichte bis Lagerung aufweisen. Somit werden die Bettungsmodule wie folgt abgeschätzt (aus EAB Tabelle 102-1):

Tiefe	Lagerungsdichte	Bettungsmodul
Bis 1,5m	locker	3kN/m <sup>3</sup>
Ab 1,5m	Mitteldicht/dicht	13kN/m <sup>3</sup>

Für die Abschätzung des Verformungsverhaltens wird folgender charakteristischer Systemschnitt untersucht:

HWS-Wand mit frei-ausragender Höhe 2m über GOK; auf Doppelbohlen mit den Abständen  $a_{max}=3,5m$  gegründet; Ohne Berücksichtigung einer binnenseitigen Anschüttung;

Die Abschätzung wird mittels zwei Modellen (GGU und RSTAB) für folgende Bemessungssituationen untersucht:

**Bemessungssituation 1:**

BS-A; bordvoll mit Anpralllast als Linienlast;  $q_h=30kN/b_{eff}=30kN/4,5m=6,67kN$ ; Für das Eigengewicht der Mauer wird angenommen, dass ca. die Hälfte des Gewichts sich auf die Spundwand stützt.

$$V_g=(0,4m \cdot 2m+0,7m \cdot 0,85m) \cdot 25kN/M^3/2=17kN/m$$

**Bemessungssituation 2:**

BS-T; Bemessungswasserstand mit Anpralllast als Linienlast;  $q_h=30kN/b_{eff}=30kN/3m=10kN/m$ ; Eigengewicht wie in BS1;

Modell 1: Abschätzung mit GGU-Retain; Die wirkende Bettung wird als „durchgehende Wand“ angesetzt, da der Kopfbalken ebenso eine bettende Wirkung mit sich bringt.

Modell 2: Abschätzung mit RSTAB; Bettung nur auf Doppelbohlenbreite angenommen; Die Einflussbreite (Doppelbohlenabstand) der Lasten wird berücksichtigt.

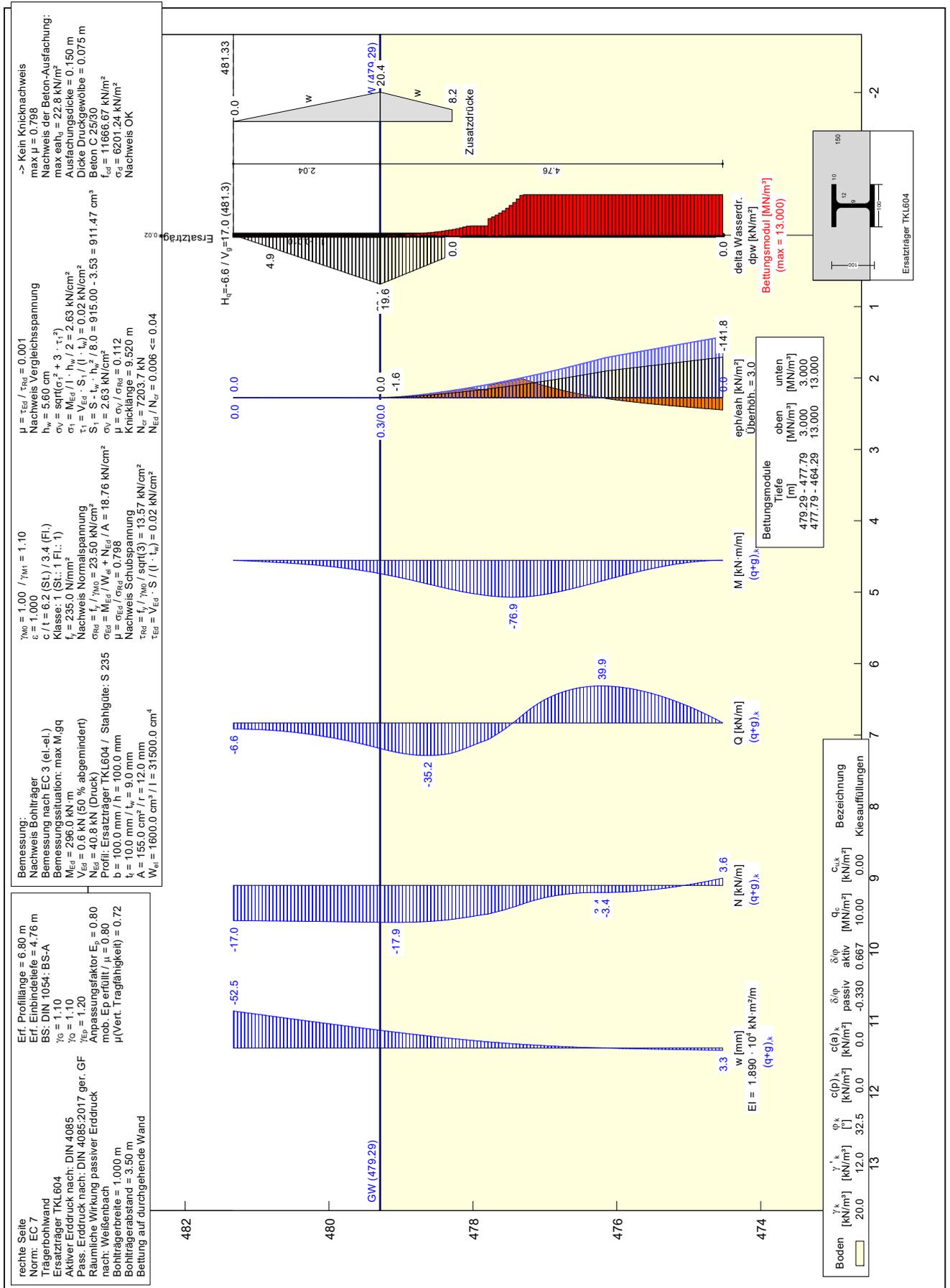
**Ergebnis aus beiden Untersuchungen:**

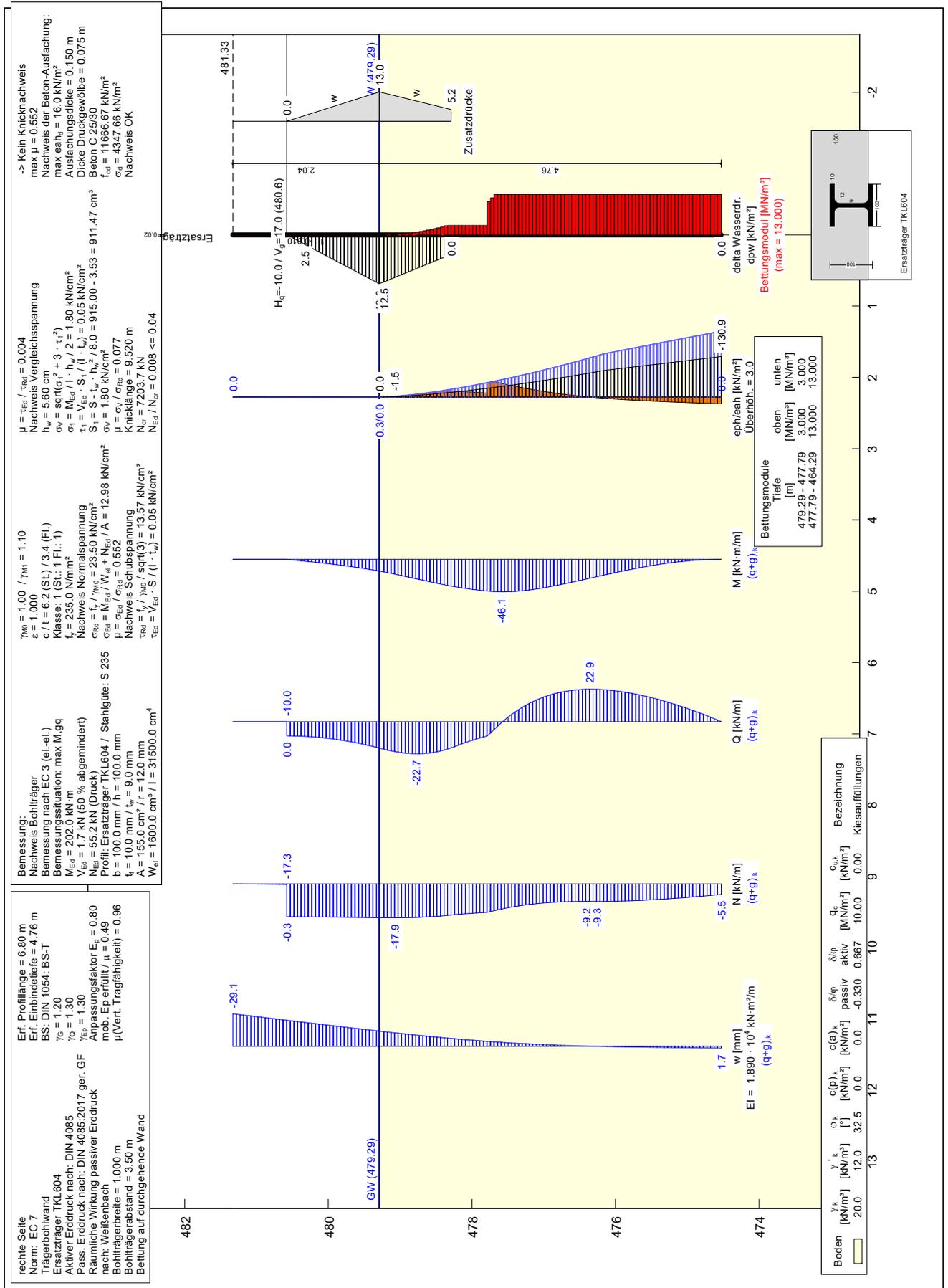
Bei beiden Modellen wird über die gesamte Trägerhöhe die auf einen Meter Breite bezogene Biegesteifigkeit der Spundwand angesetzt. Die höhere Steifigkeit der HWS-Mauer wird auf sicherer Seite liegend vernachlässigt. Die Anpralllast wurde in beiden Fällen berücksichtigt, sie macht etwa 50% der berechneten Verformung aus. Aus den berechneten Maximalwerten wird versucht, eine realistische Bandbreite der zu erwartenden Kopfverformungen anzugeben.

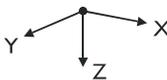
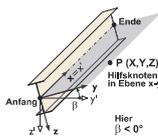
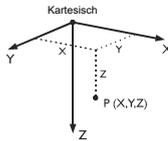
Modell	BS-T	BS-A
1 GGU-Retain	3cm	5,3cm
2 RSTAB	5,5cm	8,8cm
Mittelwert	4,3cm	7,1cm
<b>Bandbreite</b>	<b>2,5-5cm</b>	<b>4-8cm</b>

Zum Vergleich: Für den Fall einer durchgehenden Spundwand anstelle auf Lücke gerammter Doppelbohlen kann eine maximale Kopfverformung für den BS-A von ca.2-4cm erwartet werden. Das entspricht etwa die halbe rechnerische Kopfverformung.

**Anmerkung:** Im Zuge der Ausführung sind die zu erwartenden Verformungen verbindlich mit dem AG abzustimmen.







**m4 Ingenieure GmbH**  
Augustenstraße 10, 80333 MÜNCHEN  
Tel: 089/9901691-0 - Fax: 089/9901691-20

Seite: 1/3  
Blatt: 1

**MODELL**

Projekt: \_\_\_\_\_ Modell: Spundwand

Datum: 18.09.2019

**1.1 KNOTEN**

Knoten Nr.	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	X [m]	Y [m]	Z [m]	Kommentar
1	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.000	
2	-	Kartesisch	0.000	0.000	-2.050	
3	-	Kartesisch	0.000	0.000	5.000	Gelagert
4	-	Kartesisch	0.000	0.000	1.500	
5	-	Kartesisch	0.000	0.000	-1.250	

**1.2 MATERIALIEN**

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm <sup>2</sup> ]	Modul G [kN/cm <sup>2</sup> ]	Spez. Gewicht $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wärmedehnz. $\alpha$ [1/°C]	Teilsich.-Beiwert $\gamma_M$ [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 235   DIN EN 1993-1-1:2010-12 21000.00	8076.92	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

**1.3 QUERSCHNITTE**

Quers. Nr.	Mater. Nr.	$I_T$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ]	Hauptachsen $\alpha$ [°]	Drehung $\alpha'$ [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
		A [cm <sup>2</sup> ]	$A_y$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_z$ [cm <sup>2</sup> ]			Breite b	Höhe h
1	Ersatzquerschnitt 1	1.00 155.00	31500.00 1.00	1.00 1.00	0.00	0.00	600.0	100.0

**1.7 STÄBE**

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung Typ	$\beta$ [°]	Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende			Anfang	Ende	Anfang	Ende				
1	Balkenstab	3	4	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	3.500	Z
2	Balkenstab	1	5	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	1.250	Z
3	Balkenstab	4	1	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	1.500	Z
4	Balkenstab	5	2	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.800	Z

**1.8 KNOTENLAGER**

Lager Nr.	Knoten Nr.	Folge	Lagerdrehung [°]			Stütze in Z	Lagerung bzw. Feder					
			um X	um Y	um Z		$u_x$	$u_y$	$u_z$	$\phi_x$	$\phi_y$	$\phi_z$
1	3	XYZ	0.00	0.00	0.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**1.9 STABBETTUNGEN**

Bettung Nr.	Stab Nr.	$C_{1,x}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_{1,y}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_{1,z}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_{2,x}$ [kN]	$C_{2,y}$ [kN]	$C_{2,z}$ [kN]	$C_\phi$ [kNm/rad/m]
1	3	0.000	0.000	3600.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	1	0.000	0.000	15600.000	0.000	0.000	0.000	0.000

**2.1 LASTFÄLLE**

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990   DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	Bordvoll mit Anprall	Außergewöhnlich	<input type="checkbox"/>			
LF2	HQ100 mit Anprall	Ständig/Nutzlast	<input type="checkbox"/>			
LF3	S-A-A Bordvoll mit Anprall	Außergewöhnlich	<input type="checkbox"/>			



**m4 Ingenieure GmbH**  
Augustenstraße 10, 80333 MÜNCHEN  
Tel: 089/9901691-0 - Fax: 089/9901691-20

Seite: 2/3  
Blatt: 1

**ERGEBNISSE**

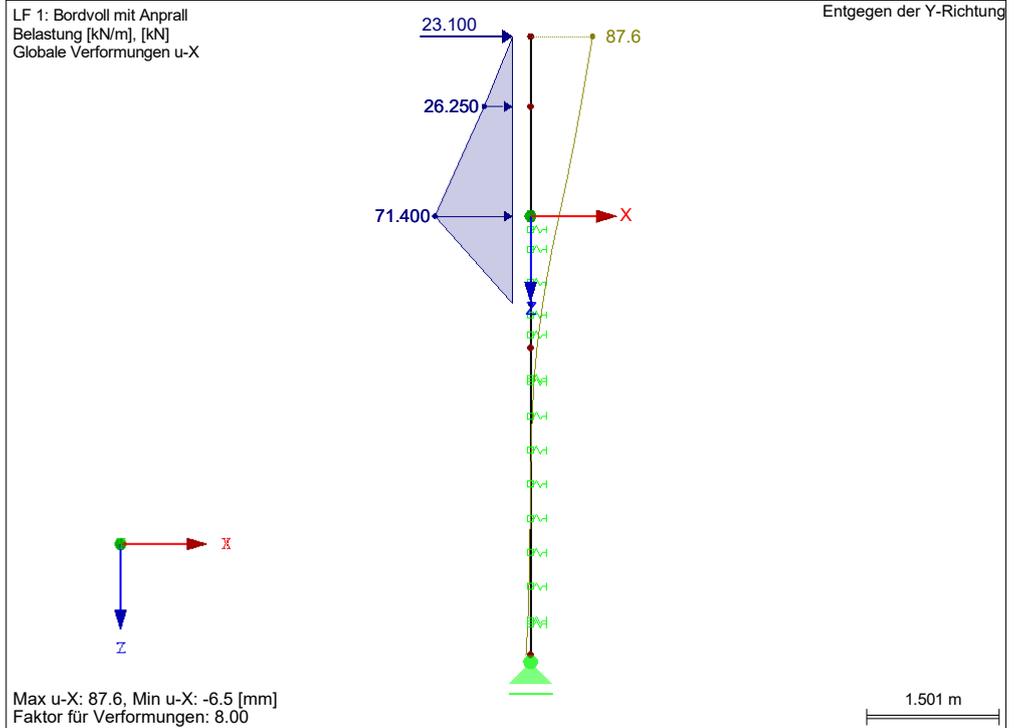
Projekt: Modell: Spundwand

Datum: 18.09.2019

**■ GLOBALE VERFORMUNGEN  $u_x$**

LF 1: Bordvoll mit Anprall  
Belastung [kN/m], [kN]  
Globale Verformungen u-X

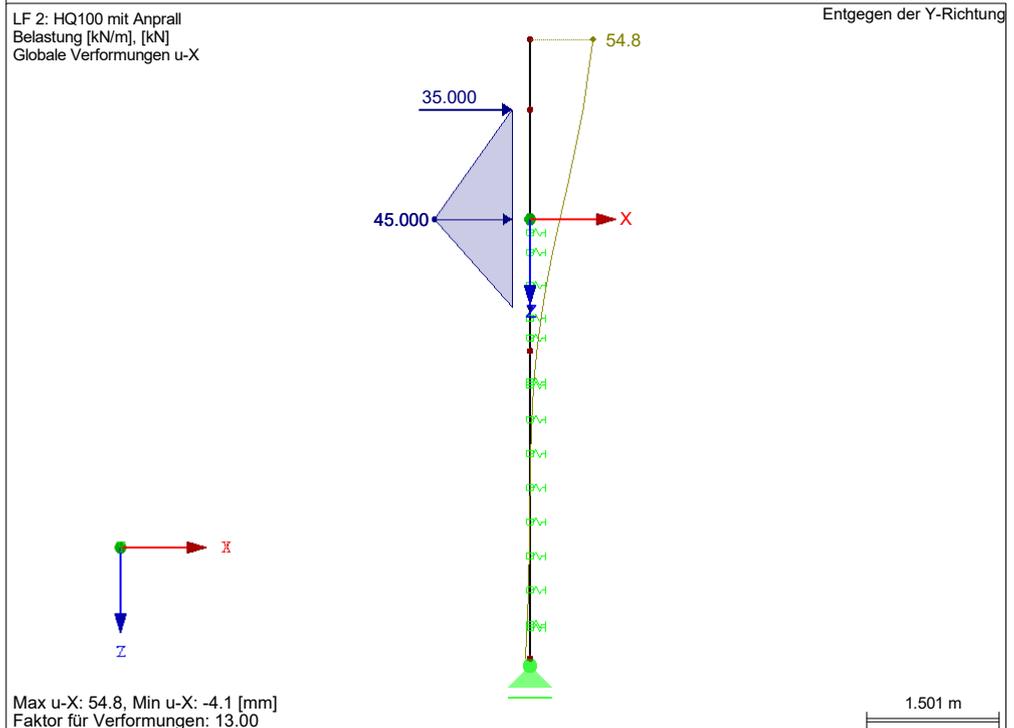
Entgegen der Y-Richtung



**■ GLOBALE VERFORMUNGEN  $u_x$**

LF 2: HQ100 mit Anprall  
Belastung [kN/m], [kN]  
Globale Verformungen u-X

Entgegen der Y-Richtung





**m4 Ingenieure GmbH**  
Augustenstraße 10, 80333 MÜNCHEN  
Tel: 089/9901691-0 - Fax: 089/9901691-20

Seite: 3/3  
Blatt: 1

**ERGEBNISSE**

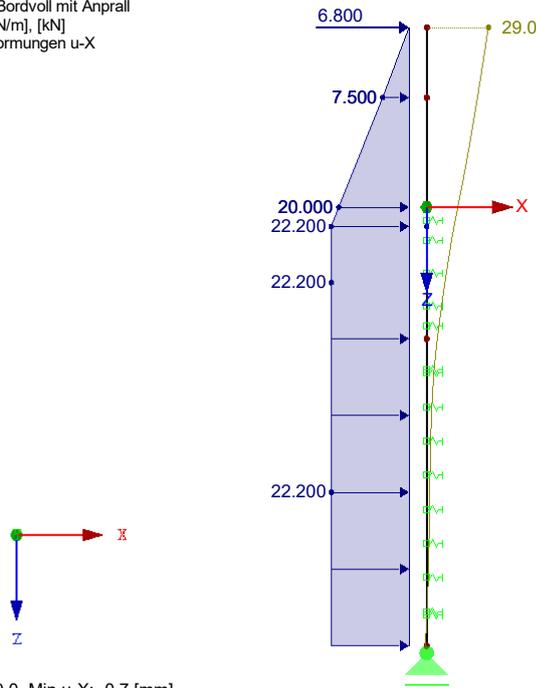
Projekt: Modell: Spundwand

Datum: 18.09.2019

**■ GLOBALE VERFORMUNGEN  $u_x$**

LF 3: S-A-A Bordvoll mit Anprall  
Belastung [kN/m], [kN]  
Globale Verformungen  $u_x$

Entgegen der Y-Richtung



Max  $u_x$ : 29.0, Min  $u_x$ : -0.7 [mm]  
Faktor für Verformungen: 24.00

1.501 m

Pos. Ü-K

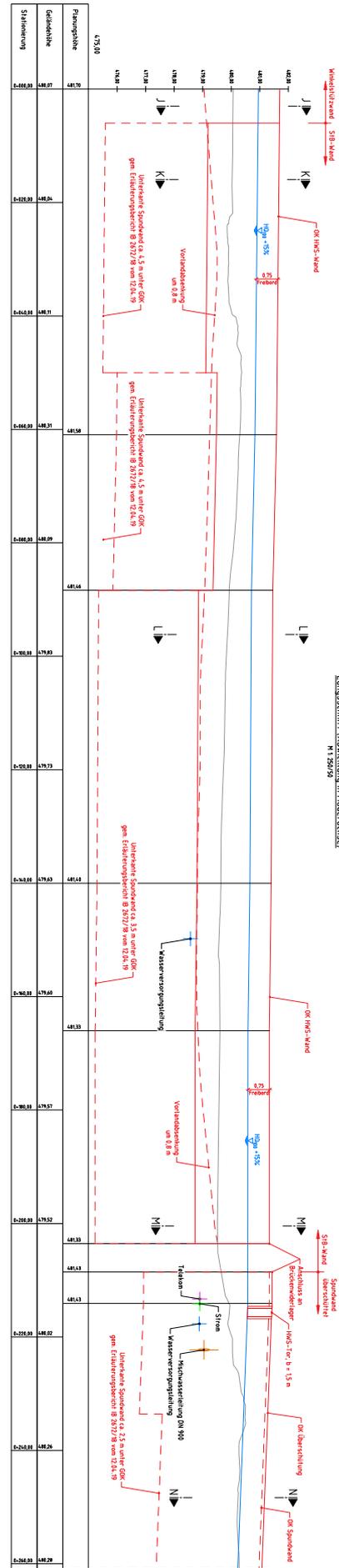
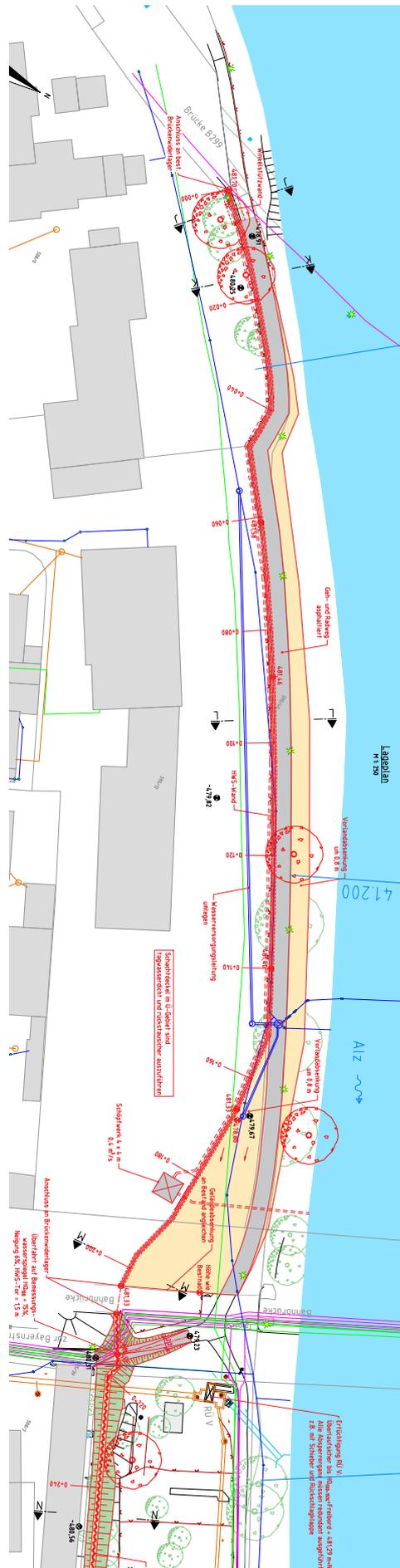
Übersicht-Konstruktionen

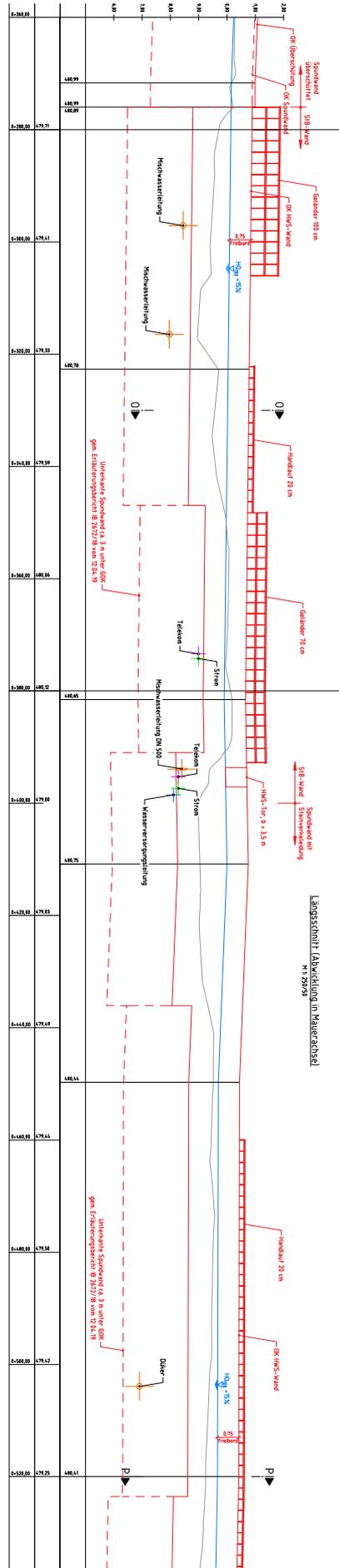
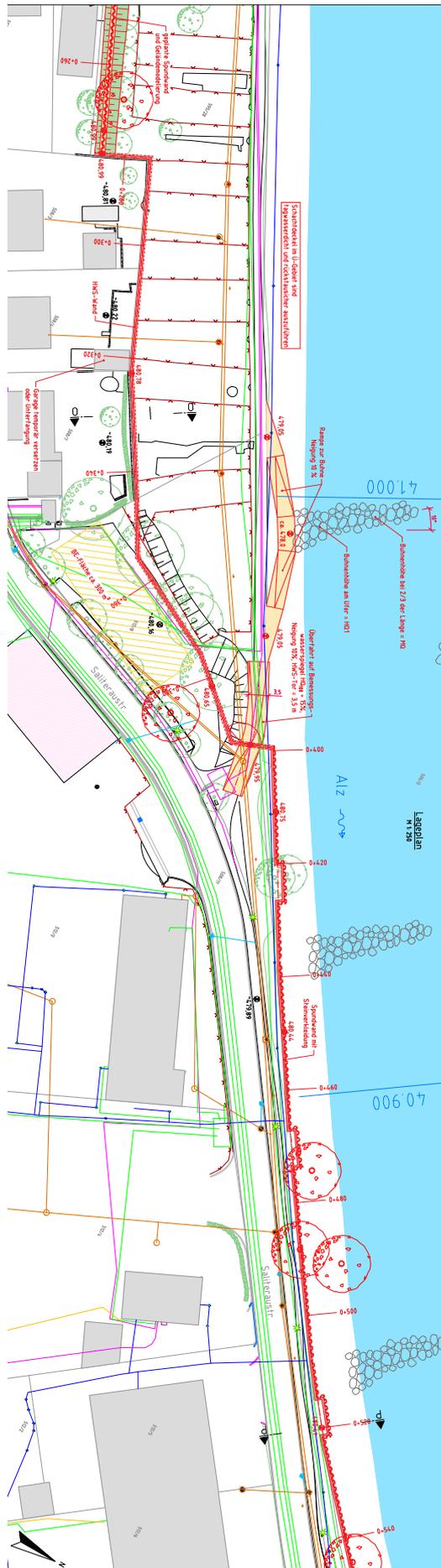
<b>Übersicht zu den Konstruktionen</b>			
<b>RECHTE UFERSEITE (SALITERAU)</b>			
<b>Abschnitt</b>	<b>Systembeschreibung</b>	<b>Einbindetiefe</b>	<b>Anmerkung/Hinweis</b>
J-J	Winkelstützwand; C25/30 (LP) Erdseitiger Sporn 1,25m; Luftseitiger Sporn 1,10m; Wand-und Spornstärke 40cm;	Gründungstiefe $\geq$ 80cm unter GOK	Geringe Einbauhöhe vorh.;
K-K	HWS-Wand auf Doppelbohlen; TKL604 S270 GP o.glw.;; Doppelbohlenabstand $a_{max}=3,5m$ ; 3 $\emptyset$ 20 Eisen an SPW-Rücken anschw.;; Kopfbalken $b_{xh}=90 \times 70cm$ ; Wanddicke 40cm;	$\geq 4,0m$ unter GOK	
L-L	HWS-Wand auf Doppelbohlen; TKL604 S270 GP o.glw.;; Doppelbohlenabstand $a_{max}=3,0m$ ; 3 $\emptyset$ 20 Eisen an SPW-Rücken anschw.;; Kopfbalken $b_{xh}=90 \times 70cm$ ; Wanddicke 40cm;	$\geq 4,0m$ unter GOK	
M-M	HWS-Wand auf Doppelbohlen; TKL604 S270 GP o.glw.;; Doppelbohlenabstand $a_{max}=3,50m$ ; 3 $\emptyset$ 20 Eisen an SPW-Rücken anschw.;; Kopfbalken $b_{xh}=90 \times 70cm$ ; Wanddicke 40cm;	$\geq 5,0m$ unter GOK	
N-N	Angeschüttete und überschüttete Spundwand; TKL 602 S270 GP o.glw.;;	$\geq 2,50m$ unter GOK	
O-O	HWS-Wand auf Doppelbohlen; TKL604 S270 GP o.glw.;; Doppelbohlenabstand $a_{max}=4,0m$ ; 3 $\emptyset$ 20 Eisen an SPW-Rücken anschw.;; Kopfbalken $b_{xh}=90 \times 70cm$ ; Wanddicke 40cm;	$\geq 4,0m$ unter GOK	
P-P	Verkleidete Spundwand; TKL 602 S270 GP o.glw.;;	$\geq 3,0m$ unter GOK	
Q-Q	Angeschüttete und überschüttete Spundwand; TKL 602 S270 GP o.glw.;;	$\geq 3,0m$ unter GOK	
R-R	Angeschüttete und überschüttete Spundwand; TKL 602 S270 GP o.glw.;;	$\geq 2,50m$ unter GOK	
<b>LINKE UFERSEITE (PECHLERAU)</b>			
A-A	HWS-Wand auf Doppelbohlen; TKL604 S270 GP o.glw.;; Doppelbohlenabstand $a_{max}=3,50m$ ; 3 $\emptyset$ 20 Eisen an SPW-Rücken anschw.;; Kopfbalken $b_{xh}=90 \times 70cm$ ; Wanddicke 40cm;	$\geq 5,0m$ unter GOK	Geringe Einbauhöhe und hohe Durchlässigkeit vorh.;
B-B	HWS-Wand auf Doppelbohlen; TKL603 S270 GP o.glw.;; Doppelbohlenabstand $a_{max}=4,00m$ ; 2 $\emptyset$ 16 Eisen an SPW-Rücken anschw.;; Kopfbalken $b_{xh}=85 \times 60cm$ ; Wanddicke 40cm;	$\geq 3,80m$ unter GOK	
C-C	Angeschüttete und überschüttete Spundwand; TKL 602 S270 GP o.glw.;;	$\geq 3,0m$ unter GOK	
D-D	Angeschüttete und überschüttete Spundwand; TKL 602 S270 GP o.glw.;;	$\geq 3,0m$ unter GOK	
E-E	Angeschüttete und überschüttete Spundwand; TKL 602 S270 GP o.glw.;;	$\geq 3,0m$ unter GOK	

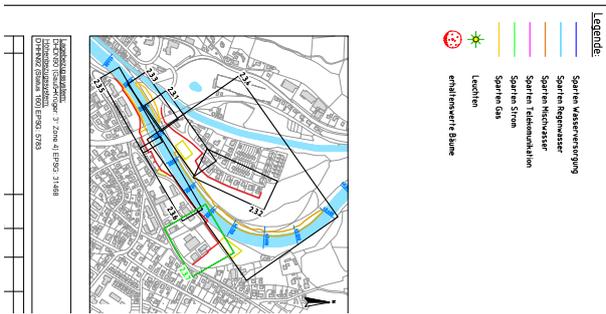
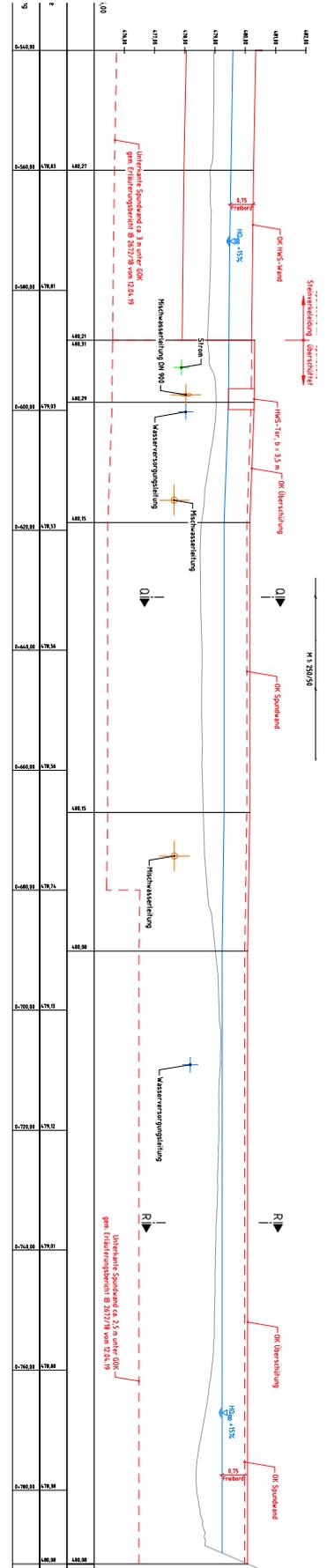
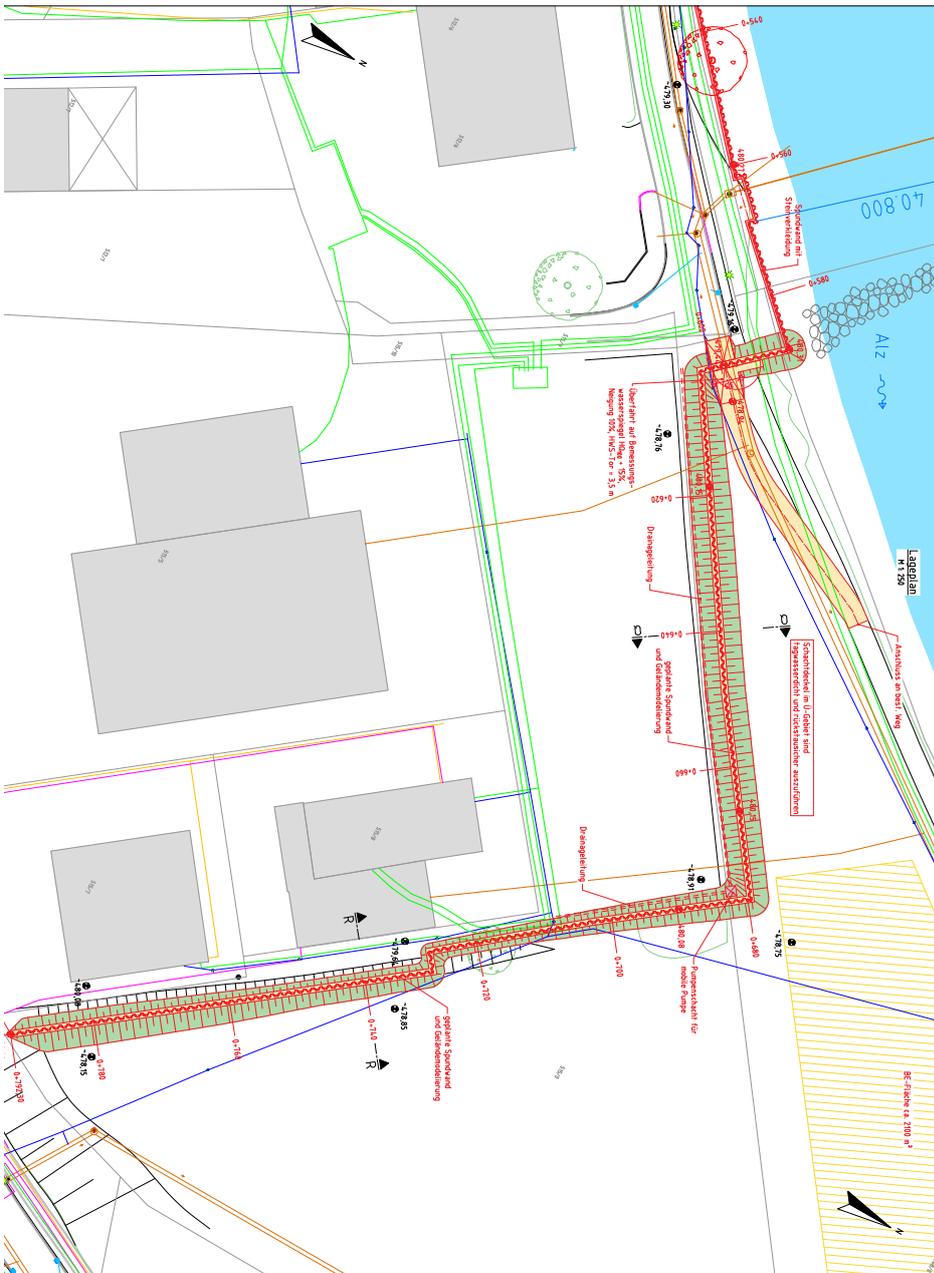
*rechte Seite (Saliterau)*

Pos. V04

Übersicht-rechts







Pos. J-I

Schnitt J-J Winkelstützwand Nachweis n.Innen

Gültig für Bereich Station: 0+000 bis 0+010

Aufgrund der beschränkenden Einbauhöhe unter der Brücke (max.3m) können in diesem Bereich keine längeren Spundbohlen gerammt werden. Somit ist diesem Bereich eine Winkelstützwand geplant. Wegen des binnenseitigen privaten Flurgrundstücks wird versucht, den binnenseitigen Sporn so kurz wie möglich zu gestalten. Für frostsicheres Gründen ist die Gründungssohle ca.80cm unter GOK vorgesehen. (Überschüttung des luftseitigen Sporns mindestens 0,4m)

Pos.J-I:

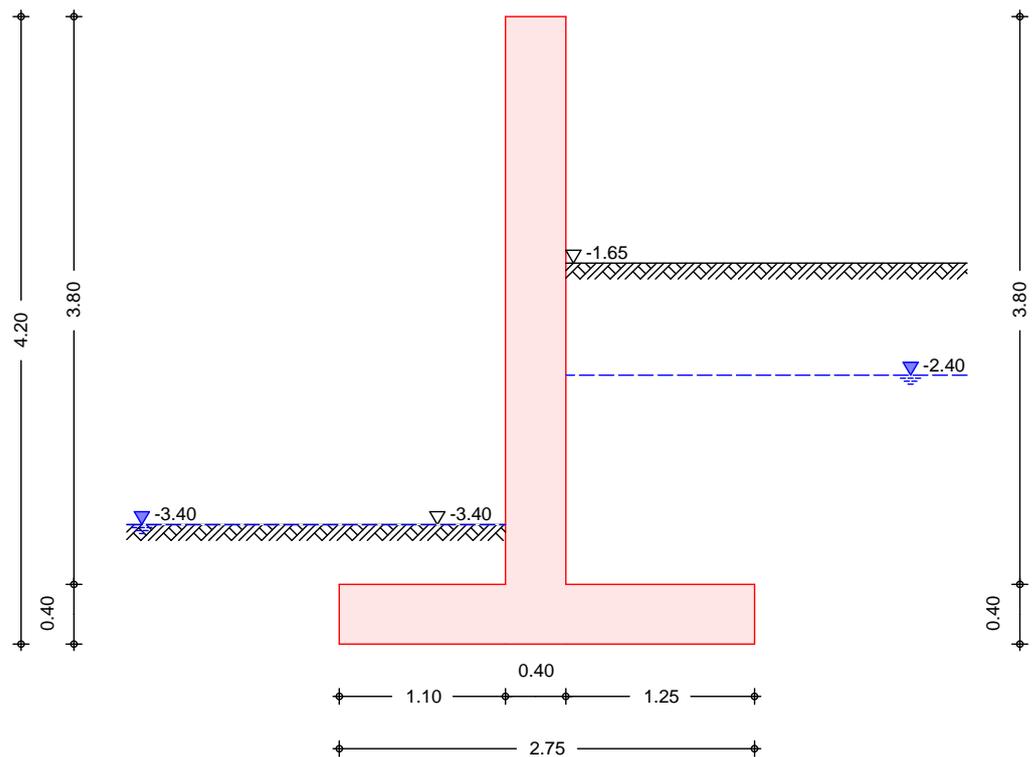
Für den Nachweis nach Innen (Richtung Alz) ist die ständige Bemessungssituation (BS-P) maßgebend. Der wasserseitige Wasserspiegel wird auf GOK angesetzt; Für das Erfassen eines erhöhten Binnenwasserspiegels wird dieser etwa auf Höhe der geplanten Drainage angesetzt.

Pos.J-A:

Für den Nachweis nach Außen (Richtung Binnenseite) ist die außergewöhnliche Bemessungssituation bordvoll mit Anprall (durch Treibgut) maßgebend.

System

M 1:50



Geometrie

Wandschenkel	h [m]	d <sub>o</sub> [m]	luft [°]	erd [°]
	3.80	0.40	0.00	0.00
Sporne	l [m]	h <sub>a</sub> [m]	h <sub>e</sub> [m]	
lufts.	1.10	0.40	0.40	
erds.	1.25	0.40	0.40	

Schnitt J-J Winkelstützwand Nachweis n.Innen

Gelände

ebene Geländeoberfläche  
Abstand OK Gelände-Wandkopf  $z_{\text{Luft}} = 3.40 \text{ m}$   
 $z_{\text{erd}} = 1.65 \text{ m}$

Baugrund

Boden	h [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\alpha$ [°]	$c_a$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_p$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\alpha$ [°]	$\beta$ [°]	$\phi$ [°]	
	999.0	20.0	12.0	32.5	-	-	21.7	-10.8	0.0

Belastungen

Eigengewicht	EW	Anteil	G [kN/m]
	Gk	Gesamtlast Wand	65.50
	Gk	Sporn luftseitig	11.00
	Gk	Sporn erdseitig	12.50
	Gk	Wandschenkel	38.00
	Gk	Bodenkeil erdseitig	39.75
	Gk	Bodenkeil luftseitig	5.28

Grundwasser

Grundwasserart	$h_{\text{Luft}}$ [m]	$h_{\text{Erd}}$ [m]
Gk.H.S ständiges Grundwasser	3.40	2.40

Gleichlasten erdseitig

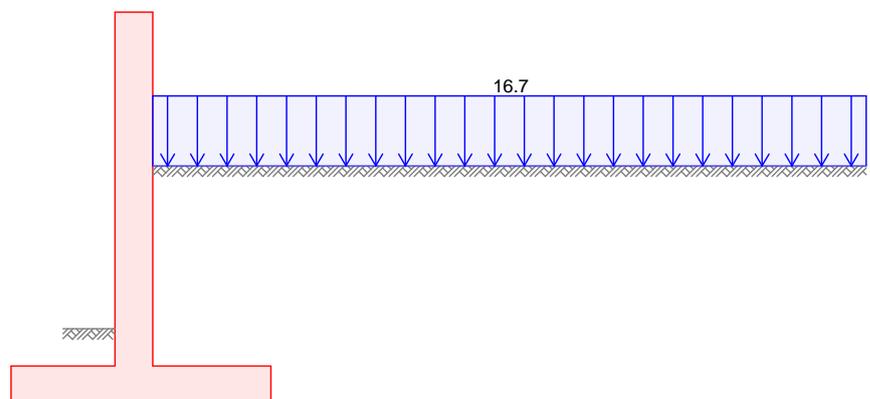
Nr.	EW	q [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Qk.N	16.70

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung

Qk.N



Erddruck

Berechnung nach DIN 4085:2017-08

Standicherheit

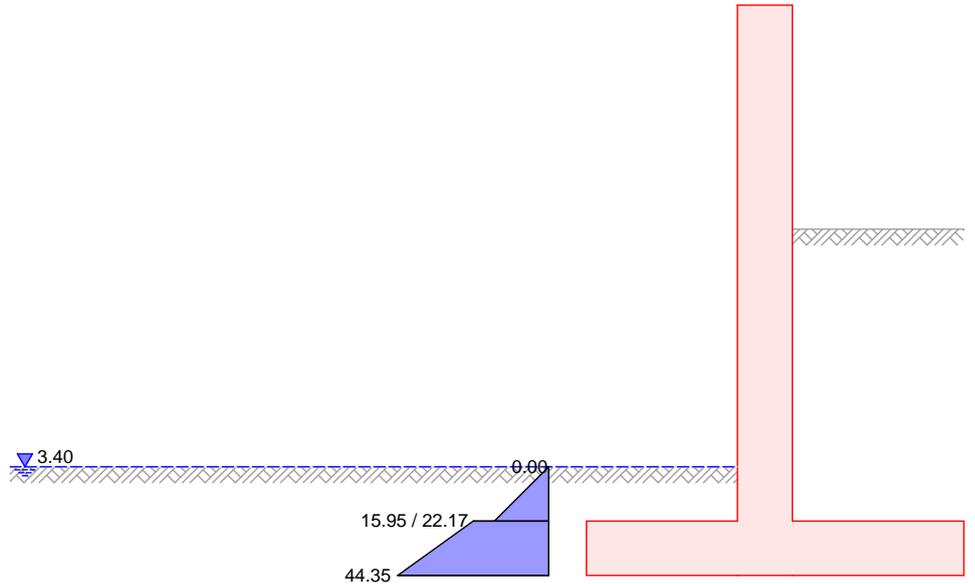
Schnitt J-J Winkelstützwand Nachweis n.Innen

EW Gk.E.P

passiver Erddruck aus Bodeneigengewicht  
Grundwasser

$z_{gw} = 3.40$  m

M 1:55



Nachweis	Ansatz $E_p$ [%]
Kippen	75.00
Sohldruck	0.00
Gleiten	75.00
Grundbruch	0.00

EW Gk.E.A

erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht

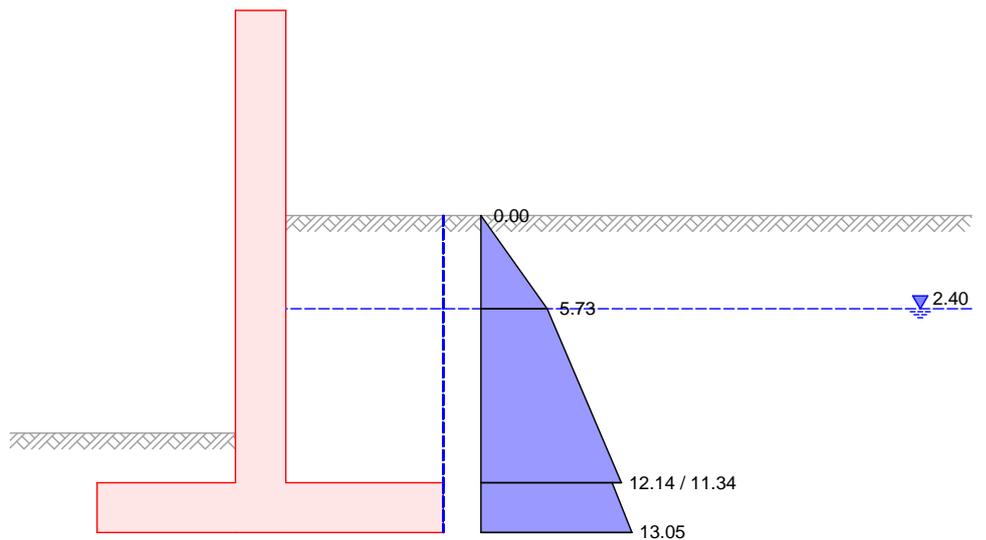
Anteil aktiver Erddruck

= 0.50 -

Grundwasser

$z_{gw} = 2.40$  m

M 1:60

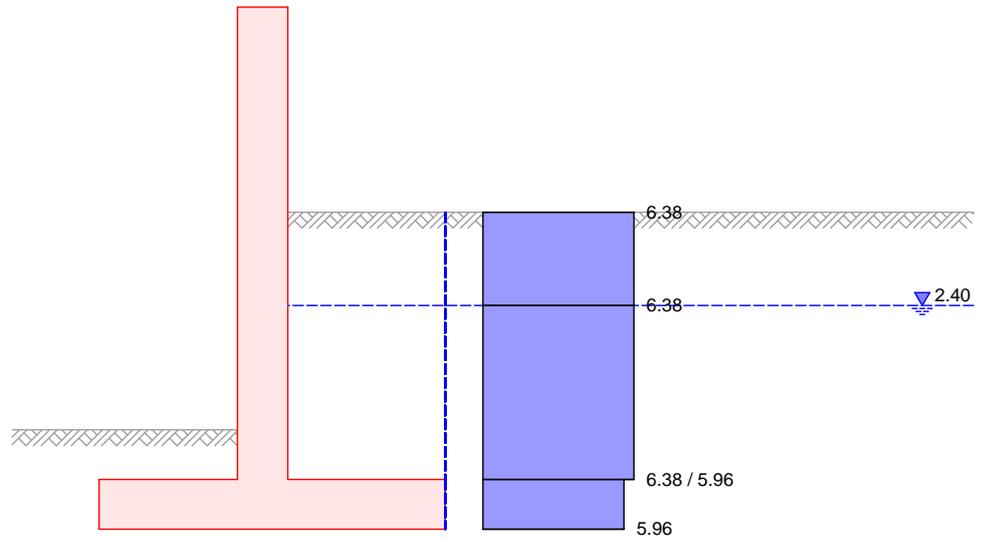


Schnitt J-J Winkelstützwand Nachweis n.Innen

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Gleichlast erdseitig  
Lastordinate  $p = 16.70 \text{ kN/m}^2$

M 1:60



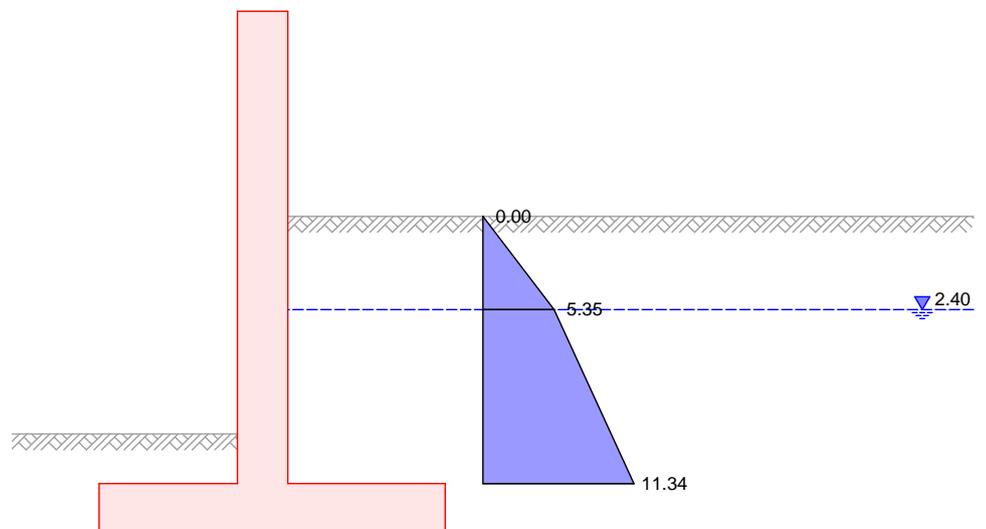
z [m]	$K'_{aph}$ [-]	$e'_{aph}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1.65	0.382	6.38
2.40	0.382	6.38
3.80	0.382	6.38
4.20	0.357	5.96

erhöhte aktive Erddruckkraft  $E'_{ah} = 16.09 \text{ kN/m}$   
 $E'_{av} = 0.46 \text{ kN/m}$

Bemessung  
EW Gk.E.A

erhöhter aktiver Erddruck aus Bodeneigengewicht  
Anteil aktiver Erddruck = 0.50 -  
Grundwasser  $z_{gw} = 2.40 \text{ m}$

M 1:60

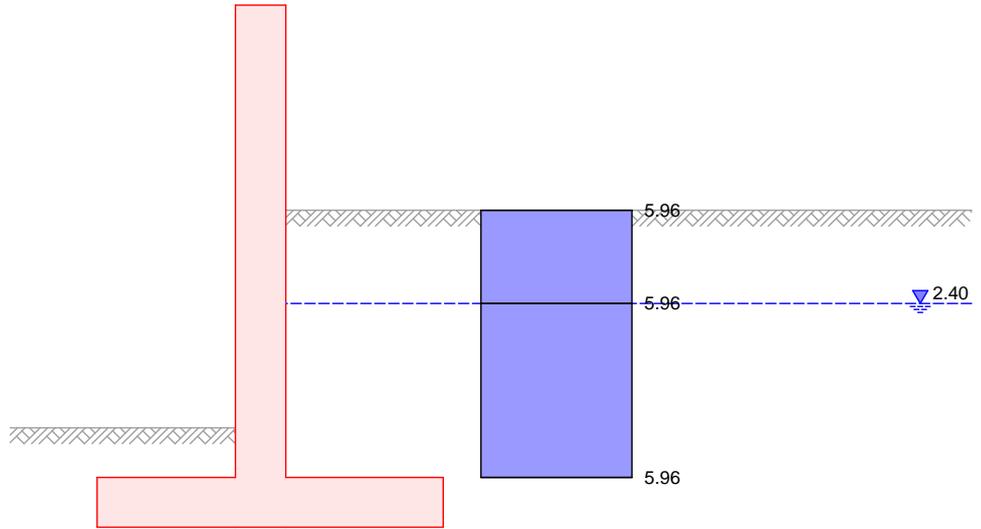


Schnitt J-J Winkelstützwand Nachweis n.Innen

EW Qk.N

erhöhter aktiver Erddruck aus Gleichlast erdseitig  
Lastordinate  $p = 16.70 \text{ kN/m}^2$

M 1:60



z [m]	$K'_{aph}$ [-]	$e'_{aph}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1.65	0.357	5.96
2.40	0.357	5.96
3.80	0.357	5.96

erhöhte aktive Erddruckkraft  $E'_{ah} = 12.81 \text{ kN/m}$   
 $E'_{av} = 2.45 \text{ kN/m}$

Wasserdruck

Stands. luftseitig	GW-Stand [m]	$W_h$ [kN/m]	$W_{v, Sporn}$ [kN/m]	$W_{v, Sohle}$ [kN/m]
	3.40	3.20	4.40	11.00

Stands. erdseitig	GW-Stand [m]	$W_h$ [kN/m]	$W_{v, Sporn}$ [kN/m]	$W_{v, Sohle}$ [kN/m]
	2.40	16.20	17.50	24.75

Bem. luftseitig	GW-Stand [m]	$W_h$ [kN/m]	$W_{v, Sporn}$ [kN/m]	$W_{v, Sohle}$ [kN/m]
	3.40	0.80	0.00	0.00

Bem. erdseitig	GW-Stand [m]	$W_h$ [kN/m]	$W_{v, Sporn}$ [kN/m]	$W_{v, Sohle}$ [kN/m]
	2.40	9.80	0.00	0.00

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Standsticherheit

	Ek	( * *EW)
GZ EQU, BS-P	21	0.90*Gk +0.90*Gk.E.P +1.50*Qk.N +1.10*Gk.H.S +1.10*Gk.E.A
GZ GEO, BS-P: Gleiten	33	1.35*Gk +1.35*Gk.E.P +1.50*Qk.N +1.35*Gk.H.S +1.35*Gk.E.A

Schnitt J-J Winkelstützwand Nachweis n.Innen

	<b>Ek</b>	<b>( * *EW)</b>		
GZ GEO-3, BS-P	65	1.00*Gk +1.00*Gk.H.S	+1.30*Qk.N	+1.00*Gk.E.A
GZ SLS	67	1.00*Gk +1.00*Gk.E.P	+1.00*Qk.N +1.00*Gk.H.S	+1.00*Gk.E.A

Bemessung (GZT)

	<b>Ek</b>	<b>( * *EW)</b>		
GZ STR, BS-P	69	1.35*Gk +1.35*Gk.H.S	+1.50*Qk.N	+1.27*Gk.E.A
	70	1.35*Gk	+1.27*Gk.E.A	+1.35*Gk.H.S

Bem.-schnittgrößen

Standicherheit

GZ EQU: Nachweis der Kippsicherheit

<b>Ek</b>	<b>H<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>V<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>Ed</sub></b> [kNm/m]
21	48.80	84.24	-29.36

GZ GEO-2: Gleitnachweis Boden-Bauteil, Beanspruchung ohne Berücksichtigung des Erdwiderstands

<b>Ek</b>	<b>H<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>V<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>Ed</sub></b> [kNm/m]
33	68.06	132.46	-29.91

GZ GEO-2: Nachweis der Grundbruchsicherheit

<b>Ek</b>	<b>H<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>V<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>Ed</sub></b> [kNm/m]
33	68.06	132.46	-29.91

GZ SLS: Nachweis der 1. Kernweite

<b>Ek</b>	<b>H<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>V<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>Ed</sub></b> [kNm/m]
68	20.17	95.70	5.82

GZ SLS: Nachweis der 2. Kernweite

<b>Ek</b>	<b>H<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>V<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>Ed</sub></b> [kNm/m]
67	36.26	96.16	-14.25

GZ GEO-2: Nachweis Sohldruck

<b>Ek</b>	<b>H<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>V<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>Ed</sub></b> [kNm/m]
33	68.06	132.46	-29.91

Bemessung (GZT)

Wandschenkel

z = 3.80 m

<b>Ek</b>	<b>N<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>V<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>Ed</sub></b> [kNm/m]
69	58.32	48.81	-38.68
70	54.64	29.61	-18.76

Sporn luftseitig

<b>Ek</b>	<b>Anteil</b>	<b>N<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>V<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>M<sub>Ed</sub></b> [kNm/m]
69	Standicherheit	-4.32	13.07	-7.44
	Erddruck Bemessung Wand	-1.08	0.00	0.36
	Sohldruck	28.62	68.87	-32.57
	Resultierende	-31.86	-55.81	24.76

Schnitt J-J Winkelstützwand Nachweis n.Innen

Ek	Anteil	N <sub>Ed</sub> [kN/m]	V <sub>Ed</sub> [kN/m]	M <sub>Ed</sub> [kNm/m]
70	Standsicherheit	-4.32	13.07	-7.44
	Erddruck Bemessung Wand	-1.08	0.00	0.36
	Sohldruck	17.53	52.61	-25.41
	Resultierende	-20.77	-39.54	17.61

Sporn erdseitig

Ek	Anteil	N <sub>Ed</sub> [kN/m]	V <sub>Ed</sub> [kN/m]	M <sub>Ed</sub> [kNm/m]
69	Standsicherheit	72.38	100.88	9.38
	Erddruck Bemessung Wand	49.89	7.02	-50.20
	Sohldruck	29.49	70.97	49.65
	Resultierende	-7.01	22.89	9.93
70	Standsicherheit	48.24	68.88	15.18
	Erddruck Bemessung Wand	30.69	3.34	-25.71
	Sohldruck	20.00	60.01	41.52
	Resultierende	-2.44	5.53	-0.64

Material

Materialwerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	f <sub>ck</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>y</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30	25.0	-	31000
B 500SA		500.0	200000

Standsicherheit

Standsicherheitsnachweise nach DIN EN 1997-1:2014-03  
ständige Situationen

Kippen

nach DIN 1054:2010-12, GZ EQU

Ek	M <sub>Ed</sub> [kNm/m]	V <sub>Ed</sub> [kN/m]	e/b [-]	zul e/b [-]	[-]
21	-29.36	84.24	-0.127	1/2	0.25

Gleiten

in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ GEO-2  
Sohlreibungswinkel  $\alpha_k = 35.00^\circ$

Ek	R <sub>k</sub> [kN/m]	R <sub>,h</sub> [-]	R <sub>p,k</sub> [kN/m]	R <sub>,e</sub> [-]	H <sub>d</sub> [kN/m]	R <sub>d</sub> [kN/m]	[-]
33	68.67	1.10	12.37	1.40	68.06	71.26	0.96

Grundbruch

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ GEO-2

Grundrissform: Streifen

	b' [m]	d [m]	[°]	[°]		
	2.34	0.80	0.00	0.00		
Z <sub>max</sub> [m]	[°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	1 [kN/m <sup>3</sup> ]	2 [kN/m <sup>3</sup> ]		
1.01	32.50	0.00	12.00	12.00		
T [kN/m]	N [kN/m]	[°]	[°]	m [-]		
48.63	98.07	26.37	90.00	2.00		
Einfluß	N <sub>0</sub>	i		N		
Breite	15.03	1.000	0.128	1.000	1.000	1.93

Schnitt J-J Winkelstützwand Nachweis n.Innen

<b>Einfluß</b>	<b>N<sub>0</sub></b>		<b>i</b>			<b>N</b>
Tiefe	24.58	1.000	0.254	1.000	1.000	6.25
Kohäsion	37.02	1.000	0.223	1.000	1.000	8.24

<b>Ek</b>	<b>V<sub>d</sub></b> [kN/m]	<b>R<sub>k</sub></b> [kN/m]	<b>R<sub>v</sub></b> [-]	<b>R<sub>d</sub></b> [kN/m]	<b>[-]</b>
33	132.46	267.48	1.40	191.06	0.69

Geländebruch

nach DIN 1054 (12/10), A 11.1.1, GZ GEO-3  
Lamellenverfahren mit kreisförmiger Gleitlinie  
Anzahl untersuchter Gleitkreise n = 51 -  
maßgeb. Gleitkreismittelpunkt x = -1.00 m  
z = 0.50 m  
Halbmesser r = 5.21 m

TS-Beiwerte

maßgebende Kombination Ek 65, BS-P  
ständige Einwirkungen G = 1.00 -  
veränderliche Einwirkungen Q = 1.30 -  
Reibungsbeiwert des Bodens = 1.25 -  
Kohäsion des Bodens c = 1.25 -

Lamellenwerte

<b>Nr.</b>	<b>x</b> [m]	<b>z</b> [m]	<b>b</b> [m]	<b>α</b> [°]	<b>α<sub>d</sub></b> [°]	<b>C<sub>d</sub></b> [kN/m <sup>2</sup> ]
1	-3.35	-4.13	0.74	-26.9	27.0	0.0
2	-2.61	-4.44	0.74	-18.0	27.0	0.0
3	-1.87	-4.62	0.74	-9.6	27.0	0.0
4	-0.95	-4.68	1.10	0.6	27.0	0.0
5	-0.20	-4.65	0.40	8.8	27.0	0.0
6	0.31	-4.53	0.63	14.6	27.0	0.0
7	0.94	-4.33	0.63	21.9	27.0	0.0
8	1.60	-4.00	0.69	30.0	27.0	0.0
9	2.29	-3.52	0.69	39.3	27.0	0.0
10	2.98	-2.82	0.69	50.2	27.0	0.0
11	3.54	-2.03	0.42	60.9	27.0	0.0

Lasten

Tangentialkräfte

<b>Nr.</b>	<b>G<sub>d</sub></b> [kN/m]	<b>P<sub>v,d</sub></b> [kN/m]	<b>(G+P)*sin</b> [kN/m]	<b>T</b> [kN/m]
1	6.51	0.00	-2.94	4.61
2	9.23	0.00	-2.86	5.65
3	10.85	0.00	-1.82	6.00
4	22.64	0.00	0.22	11.49
5	44.14	0.00	6.78	21.49
6	28.62	0.00	7.22	13.71
7	27.07	0.00	10.08	12.89
8	23.70	15.05	19.37	18.69
9	19.68	15.05	22.00	17.43
10	13.86	15.05	22.21	15.78
11	3.13	9.06	10.65	7.58
			90.93	135.31

Momente aus  
Einwirkungen

infolge Eigen- und Auflasten M(Gi) = 473.82 kNm/m  
infolge Wasserüberdruck M(Fw) = 77.55 kNm/m  
infolge Schhlwasserdruck M(Fs) = -8.93 kNm/m  
E<sub>M</sub> = 542.44 kNm/m

Momente aus  
Widerständen

infolge Tangentialkräfte M(Ti) = 705.10 kNm/m  
infolge Erdwiderstand M(Ep) = 19.20 kNm/m  
R<sub>M</sub> = 724.30 kNm/m

Ausnutzung = 542.44 / 724.30 = 0.75  $\leq$  1.0

1. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	M <sub>Ed</sub> [kNm/m]	V <sub>Ed</sub> [kN/m]	e/b [-]	zul e/b [-]	[-]
68	5.82	95.70	0.022	1/3	0.07

2. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	M <sub>Ed</sub> [kNm/m]	V <sub>Ed</sub> [kN/m]	e/b [-]	zul e/b [-]	[-]
67	-14.25	96.16	-0.054	1/3	0.16

Mittlerer Sohldruck

nach DIN 1054:2010-12

Ek	M <sub>k</sub> [kNm/m]	V <sub>k</sub> [kN/m]	e [m]	b' [m]	V <sub>d</sub> [kN/m]	E <sub>,d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>,d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
33	-19.9	98.1	-0.20	2.34	132.5	56.52	180.00	0.31

Bemessung (GZT)

Achsabstand

Bauteil	Seite	d' [mm]	c <sub>nom</sub> [mm]
Wand	luftseitig	50	40
Wand	erdseitig	50	40
Sporn	oben	50	40
Sporn	unten	50	40

Biegebemessung

Berücksichtigung der Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01, NDP Zu 9.2.1.1(1)

Wand

z [m]	Seite	Ek	M <sub>Ed</sub> [kNm/m]	N <sub>Ed</sub> [kN/m]	a <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	min a <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> /m]
3.80	lufts.	69	-38.68	58.32	-	-
		69	-38.68	58.32	-	-
	erds.	69	-38.68	58.32	1.75	-
		70	-18.76	54.64	-	4.06

Sporn luftseitig

Seite	Ek	M <sub>Ed</sub> [kNm/m]	N <sub>Ed</sub> [kN/m]	a <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	min a <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> /m]
oben	70	17.61	-20.77	-	-
unten	69	24.76	-31.86	1.18	-
	70	17.61	-20.77	-	4.27

Sporn erdseitig

Seite	Ek	M <sub>Ed</sub> [kNm/m]	N <sub>Ed</sub> [kN/m]	a <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	min a <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> /m]
oben	69	9.93	-7.01	0.71	-
	69	9.93	-7.01	-	4.45
unten	70	-0.64	-2.44	0.07	-
	70	-0.64	-2.44	-	4.42

Querkraftbemessung

Berücksichtigung der Mindestquerkraftbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01, NDP Zu 9.2.2(5)

Wand

z [m]	Ek [°]	V <sub>Ed</sub> [kN/m]	V <sub>Rd,c</sub> [kN/m]	V <sub>Rd,max</sub> [kN/m]	a <sub>sw</sub> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
3.80	69	18.43	48.81	148.64	892.50

Schnitt J-J Winkelstützwand Nachweis n.Innen

Sporn luftseitig	<b>Ek</b>	$V_{Ed}$ [°]	$V_{Ed}$ [kN/m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	$a_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
		18.43	-55.81	145.86	892.50	8.32 <sub>M</sub>

Sporn erdseitig	<b>Ek</b>	$V_{Ed}$ [°]	$V_{Ed}$ [kN/m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	$a_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
		18.43	22.89	141.78	892.50	8.32 <sub>M</sub>

erf. Bewehrung

Biege- und Querkraftbewehrung

Wand	<b>z</b> [m]	$a_{s1}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$a_{se}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$a_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
	3.80	-	4.06 <sub>M</sub>	8.32 <sub>M</sub>

Sporne	$a_{so}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$a_{su}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$a_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
luftseitig	-	4.27 <sub>M</sub>	8.32 <sub>M</sub>
erdseitig	4.45 <sub>M</sub>	4.42 <sub>M</sub>	8.32 <sub>M</sub>

M Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NDP Zu 9.2.1.1(1)  
M Mindestquerkraftbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NDP Zu 9.2.2(5)

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

**Nachweis**

		[-]
Kippen	OK	0.25
Sohldruck	OK	0.31
Gleiten Sohlfuge	OK	0.96
Grundbruch	OK	0.69
Geländebruch	OK	0.75

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

**Nachweis**

		[-]
1. Kernweite	OK	0.07
2. Kernweite	OK	0.16

Pos. J-A

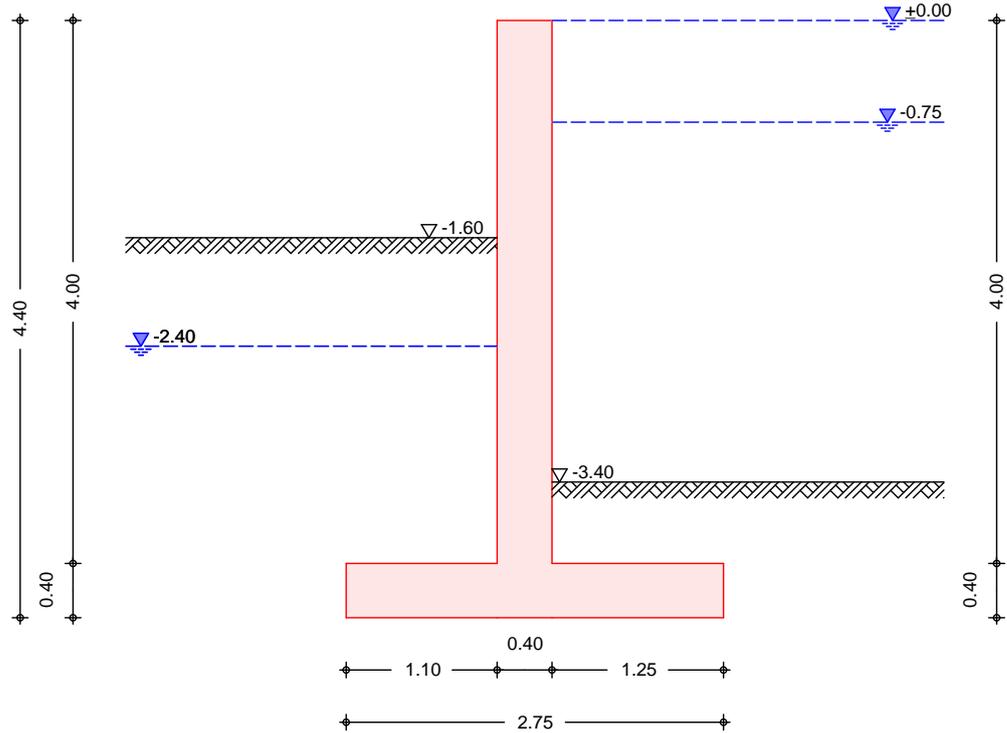
Schnitt J-J Winkelstützwand Nachweis n.Außen

Anpralllast als Linienlast mit 45° Lastausbreitung und 0,5m Aufstandsfläche:  
 $qh = 30 \text{ kN} / (2 \cdot 4 \text{ m} + 0,5 \text{ m}) = 3,53 \text{ kN/m} \rightarrow 5 \text{ kN/m}$  angesetzt

Aufgrund der hohen binnenseitigen Anschüttung sind die Standsicherheitsnachweise für diesen Fall nicht maßgebend. Es erfolgt hier kein weiterer Nachweis.

System

M 1:55



Geometrie

Wandschenkel	h [m]	d <sub>o</sub> [m]	luft [°]	erd [°]
	4.00	0.40	0.00	0.00
Sporne	l [m]		h <sub>a</sub> [m]	h <sub>e</sub> [m]
lufts.	1.10	0.40	0.40	0.40
erds.	1.25	0.40	0.40	0.40

Gelände

ebene Geländeoberfläche  
 Abstand OK Gelände-Wandkopf  
 $Z_{\text{luft}} = 1.60 \text{ m}$   
 $Z_{\text{erd}} = 3.40 \text{ m}$

Baugrund

Boden	h [m]	γ' [kN/m <sup>3</sup> ]	φ [°]	c <sub>a</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>p</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	α [°]	β [°]	δ [°]	
	999.0	20.0	12.0	32.5	-	-	21.7	-16.0	0.0

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1  
 Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Standicherheit

	<b>Ek</b>	<b>( * *EW)</b>		
GZ EQU, BS-T	14	0.90*Gk +0.90*Gk.H.S	+0.90*Gk.E.A	+1.05*Gk.E.P
GZ GEO, BS-A: Gleiten	58	1.00*Gk +1.00*Gk.H.A	+1.00*Gk.E.A	+1.00*Gk.E.P
GZ GEO-3, BS-T	59	1.00*Gk	+1.00*Gk.E.A	+1.00*Gk.H.S
GZ SLS	62	1.00*Gk +1.00*Gk.H.S	+1.00*Gk.E.A	+1.00*Gk.E.P

Bemessung (GZT)

	<b>Ek</b>	<b>( * *EW)</b>		
GZ STR, BS-T	63	1.20*Gk	+1.15*Gk.E.A	+1.20*Gk.H.S
GZ STR, BS-A	64	1.10*Gk +1.10*Gk.H.S	+1.00*Qk.A	+1.05*Gk.E.A
	65	1.10*Gk	+1.05*Gk.E.A	+1.00*Gk.H.A

Bem.-schnittgrößen

Standicherheit

\*\*\*\* WARNUNG \*\*\*\*

Die resultierende H-Last luftseitig ist bei einer oder mehreren Kombinationen größer als die resultierende H-Last erdseitig.

Material

Materialwerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

<b>Material</b>	<b>f<sub>ck</sub></b> [N/mm <sup>2</sup> ]	<b>f<sub>y</sub></b> [N/mm <sup>2</sup> ]	<b>E</b> [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30	25.0	-	31000
B 500SA		500.0	200000

Bemessung (GZT)

Achsabstand

<b>Bauteil</b>	<b>Seite</b>	<b>d'</b> [mm]	<b>c<sub>nom</sub></b> [mm]
Wand	luftseitig	50	40
Wand	erdseitig	50	40
Sporn	oben	50	40
Sporn	unten	50	40

Biegebemessung

Berücksichtigung der Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01, NDP Zu 9.2.1.1(1)

Wand

<b>z</b> [m]	<b>Seite</b>	<b>Ek</b>	<b>M<sub>Ed</sub></b> [kNm/m]	<b>N<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>a<sub>s</sub></b> [cm <sup>2</sup> /m]	<b>min a<sub>s</sub></b> [cm <sup>2</sup> /m]
4.00	lufts.	63	-60.61	48.17	-	-
		63	-60.61	48.17	-	-
	erds.	65	-99.97	44.15	5.14	-
		64	-75.56	44.15	-	4.13

Sporn luftseitig

<b>Seite</b>	<b>Ek</b>	<b>M<sub>Ed</sub></b> [kNm/m]	<b>N<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>a<sub>s</sub></b> [cm <sup>2</sup> /m]	<b>min a<sub>s</sub></b> [cm <sup>2</sup> /m]
oben	64	27.56	-46.58	-	-
unten	65	45.50	-78.66	1.94	-
	64	27.56	-46.58	-	4.11

Sporn erdseitig

<b>Seite</b>	<b>Ek</b>	<b>M<sub>Ed</sub></b> [kNm/m]	<b>N<sub>Ed</sub></b> [kN/m]	<b>a<sub>s</sub></b> [cm <sup>2</sup> /m]	<b>min a<sub>s</sub></b> [cm <sup>2</sup> /m]
oben	65	48.15	12.08	2.92	-

Schnitt J-J Winkelstützwand Nachweis n.Außen

Seite	Ek	$M_{Ed}$ [kNm/m]	$N_{Ed}$ [kN/m]	$a_s$ [cm <sup>2</sup> /m]	min $a_s$ [cm <sup>2</sup> /m]
	64	43.84	3.39		4.38
unten	65	48.15	12.08	-	

Querkraftbemessung

Berücksichtigung der Mindestquerkraftbewehrung nach  
DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01, NDP Zu 9.2.2(5)

Wand	z [m]	Ek [°]	$V_{Ed}$ [kN/m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	$a_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	
	4.00	65	18.43	68.01	169.08	1029.81	8.32 <sub>M</sub>

Sporn luftseitig	Ek [°]	$V_{Ed}$ [kN/m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	$a_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	
	63	18.43	-70.53	150.51	892.50	8.32 <sub>M</sub>

Sporn erdseitig	Ek [°]	$V_{Ed}$ [kN/m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	$a_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	
	65	18.43	28.80	143.79	892.50	8.32 <sub>M</sub>

erf. Bewehrung

Biege- und Querkraftbewehrung

Wand	z [m]	$a_{s1}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$a_{se}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$a_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
	4.00	-	5.14	8.32 <sub>M</sub>

Sporne	$a_{so}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$a_{su}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$a_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
luftseitig	-	4.11 <sub>M</sub>	8.32 <sub>M</sub>
erdseitig	4.38 <sub>M</sub>	-	8.32 <sub>M</sub>

M Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NDP Zu 9.2.1.1(1)  
M Mindestquerkraftbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NDP Zu 9.2.2(5)

Pos. K-BS-P

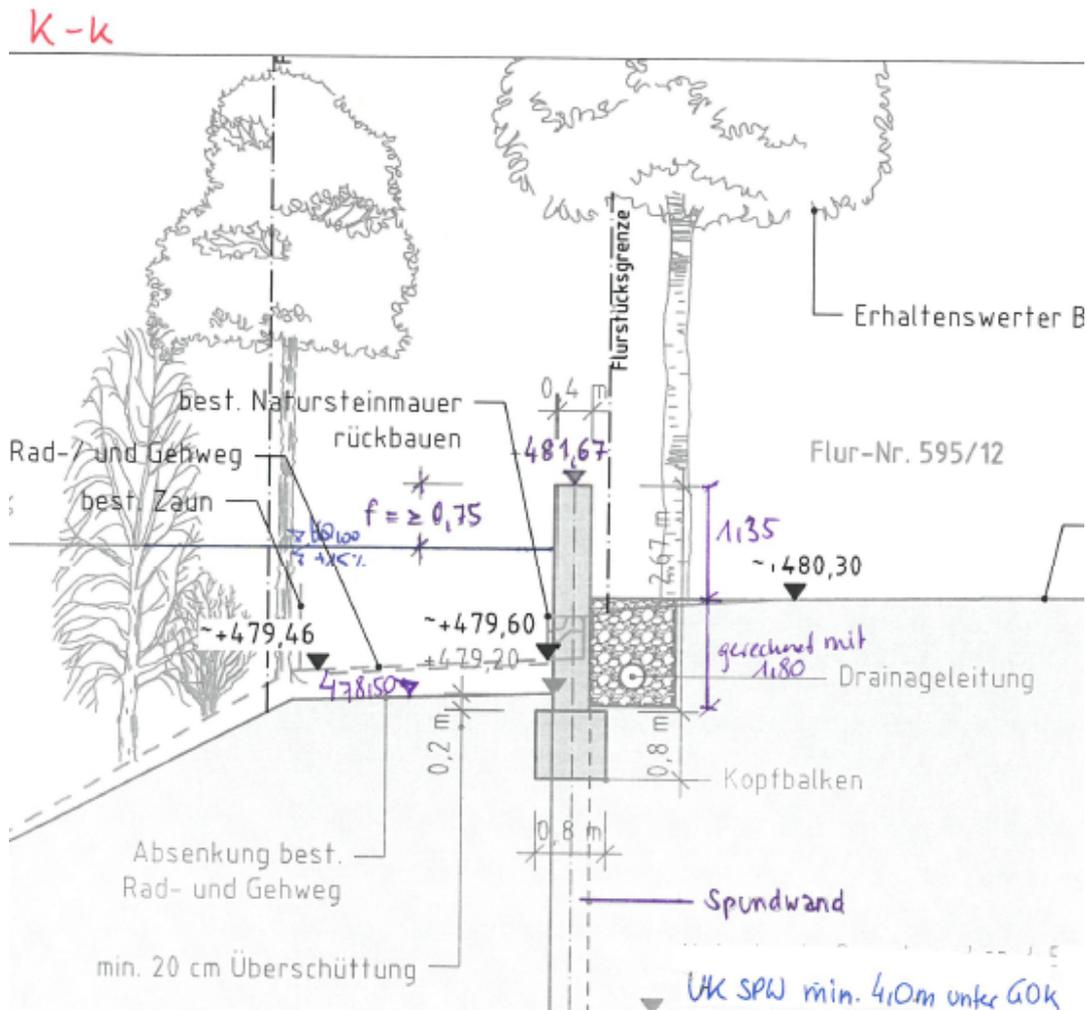
Schnitt K-K; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-P)

Gültig für Bereich Station: 0+010 bis ca.0+060

Für das statische Modell für die Gründung der HWS-Wand auf den einzelnen Doppelbohlen wird das System als Trägerbohlwand angesehen. Der Beschrieb zum statischen Modell ist Pos.V02 zu entnehmen.

Der maximale Doppelbohlenabstand beträgt 3,50m.

Die Anpralllast wird als Linienlast verteilt jeweils auf Höhe WSP . Lastausbreitung 45°;  $q_h=30\text{kN}/\text{beff}$ ;

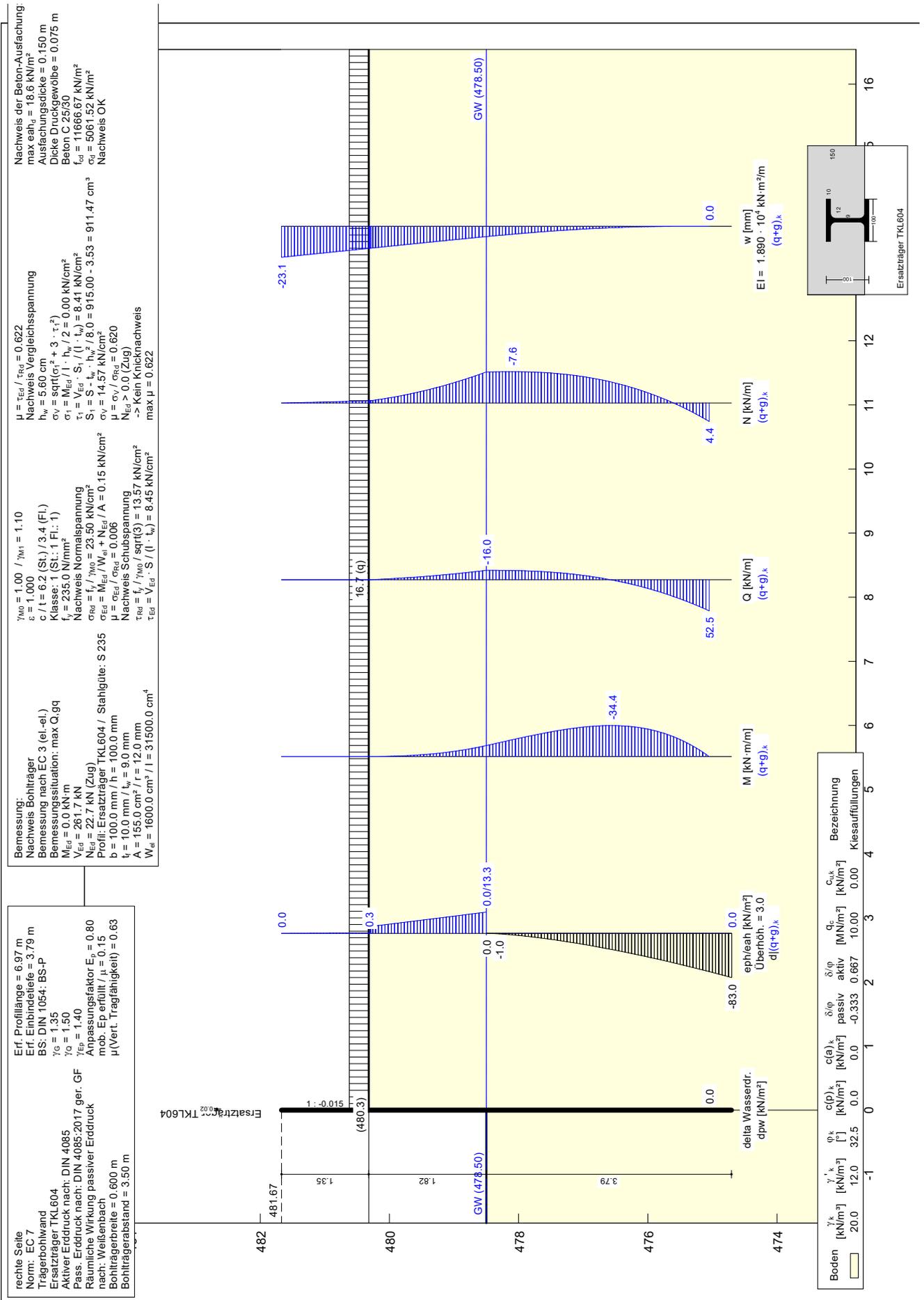


Betrachtete Bemessungssituationen:

**BS-P:** Berechnet in *Pos.K-BS-P*; ständige Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Innen (zur Wasserseite) Wasserspiegel wird luft- und erdseitig auf GOK-wasserseite gesetzt;

**BS-T:** Berechnet in *Pos.K-BS-T*; veränderliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); Für Bemessungshochwasser (auf sicherer Seite liegend) mit Anpralllast durch Treibgut;

**BS-A:** Berechnet in *Pos.K-BS-A*; außergewöhnliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); bordvoll mit Anpralllast durch Treibgut;



Pos. K-BS-T

Schnitt K-K; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-T)

BS-T: veränderliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); Für Bemessungshochwasser (auf sicherer Seite liegend) mit Anpralllast durch Treibgut;  
 $qh=30\text{kN}/(1,90\text{m}\cdot 2+0,5\text{m})=7\text{kN}/\text{m}$

**rechte Seite**  
 Erf. Einbindetiefe = 4.38 m  
 BS: EAB: BS-1/BS-A  
 $\gamma_0 = 1.15$   
 $\gamma_{EP} = 1.25$   
 Anpassungsfaktor  $E_p = 0.80$   
 mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.21$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.50

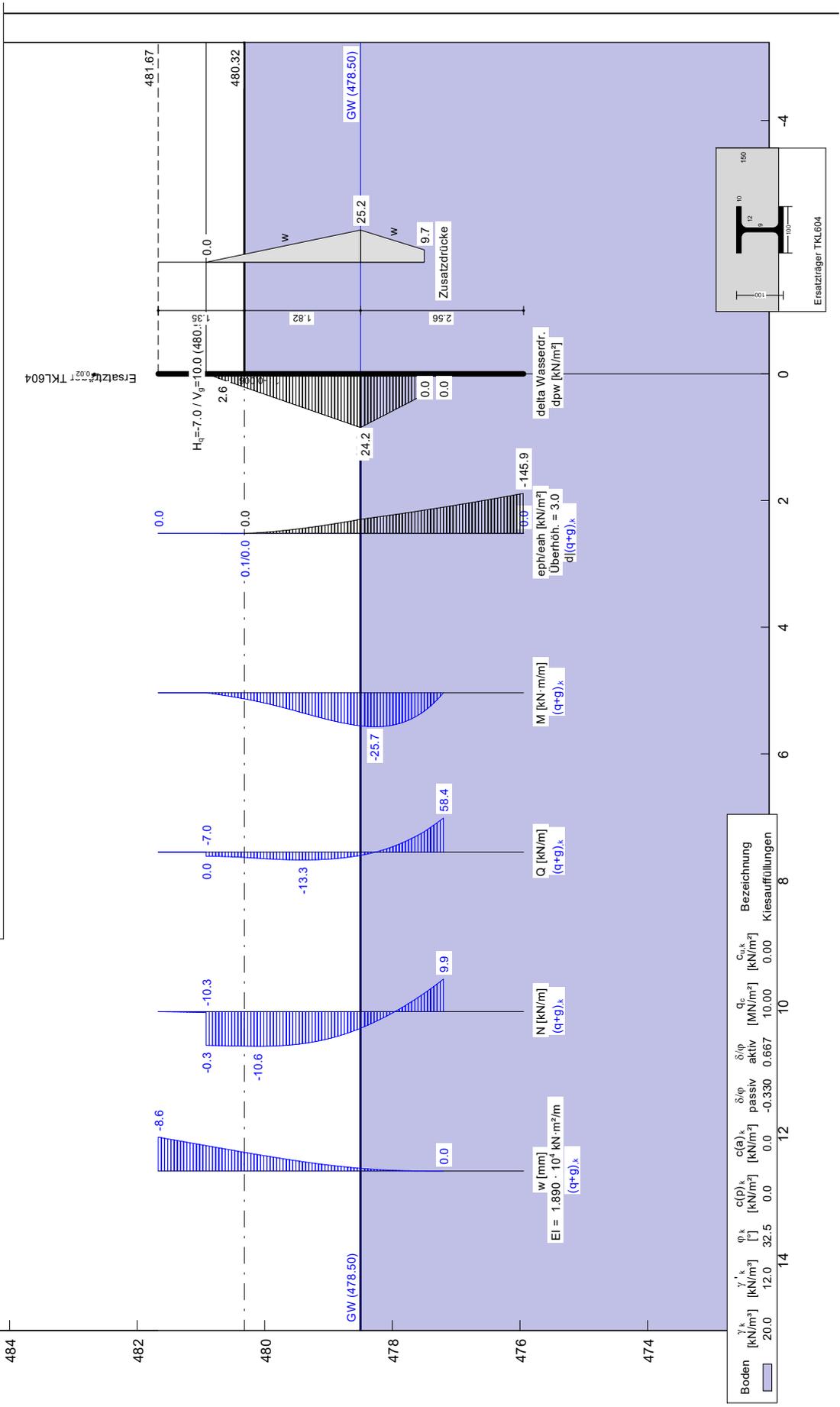
**Nachweis der Beton-Ausfachur**  
 max  $e_{hd} = 7.3 \text{ kN/m}^2$   
 Ausfachungsdicke = 0.150 m  
 Beton C 25/30  
 $f_{cd} = 11666.67 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma_{fd} = 1999.01 \text{ kN/m}^2$   
 Nachweis OK

**Nachweis Vergleichsspannung**  
 $\mu = \tau_{Ed} / \tau_{Rd} = 0.568$   
 $h_w = 5.60 \text{ cm}$   
 $\sigma_v = \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau_1^2}$   
 $\sigma_1 = M_{Ed} / (I \cdot h_w) / 2 = 0.00 \text{ kN/cm}^2$   
 $\tau_1 = V_{Ed} \cdot S_1 / (I \cdot h_w) = 7.68 \text{ kN/cm}^2$   
 $\sigma_v = 13.30 \text{ kN/cm}^2$   
 $\mu = \sigma_v / \sigma_{Rd} = 0.566$   
 $N_{Ed} > 0.0$  (Zug)  
 -> Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0.568$

**Bemessung:**  
 Nachweis Bohlräger  
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
 Bemessungssituation: max Q,gg  
 $M_{Ed} = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $V_{Ed} = 238.8 \text{ kN}$   
 Profil: Ersatzträger TKL604 / Stahlgüte: S 235  
 $N_{Ed} = 40.8 \text{ kN}$  (Zug)  
 $b = 100.0 \text{ mm}$  /  $h = 100.0 \text{ mm}$   
 $t_f = 10.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 9.0 \text{ mm}$   
 $A = 155.0 \text{ cm}^2$  /  $I = 12.0 \text{ mm}^4$   
 $W_{pl} = 1600.0 \text{ cm}^3$  /  $I_y = 31500.0 \text{ cm}^4$

**Nachweis Normalspannung**  
 $\sigma_{Rd} = f_t / \gamma_{M0} = 23.50 \text{ kN/cm}^2$   
 $\sigma_{Ed} = M_{Ed} / W_{pl} + N_{Ed} / A = 0.28 \text{ kN/cm}^2$   
 $\mu = \sigma_{Ed} / \sigma_{Rd} = 0.011$

**Nachweis Schubspannung**  
 $\tau_{Rd} = f_v / \gamma_{M0} / \sqrt{3} = 13.57 \text{ kN/cm}^2$   
 $\tau_{Ed} = V_{Ed} \cdot S_1 / (I \cdot t_w) = 7.71 \text{ kN/cm}^2$



Pos. K-BS-A

Schnitt K-K; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-A)

BS-A: außergewöhnliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite);  
bordvoll mit Anpralllast durch Treibgut;  
 $qh=30kN/(2*2,67m+0,5m)=5,13kN/m$

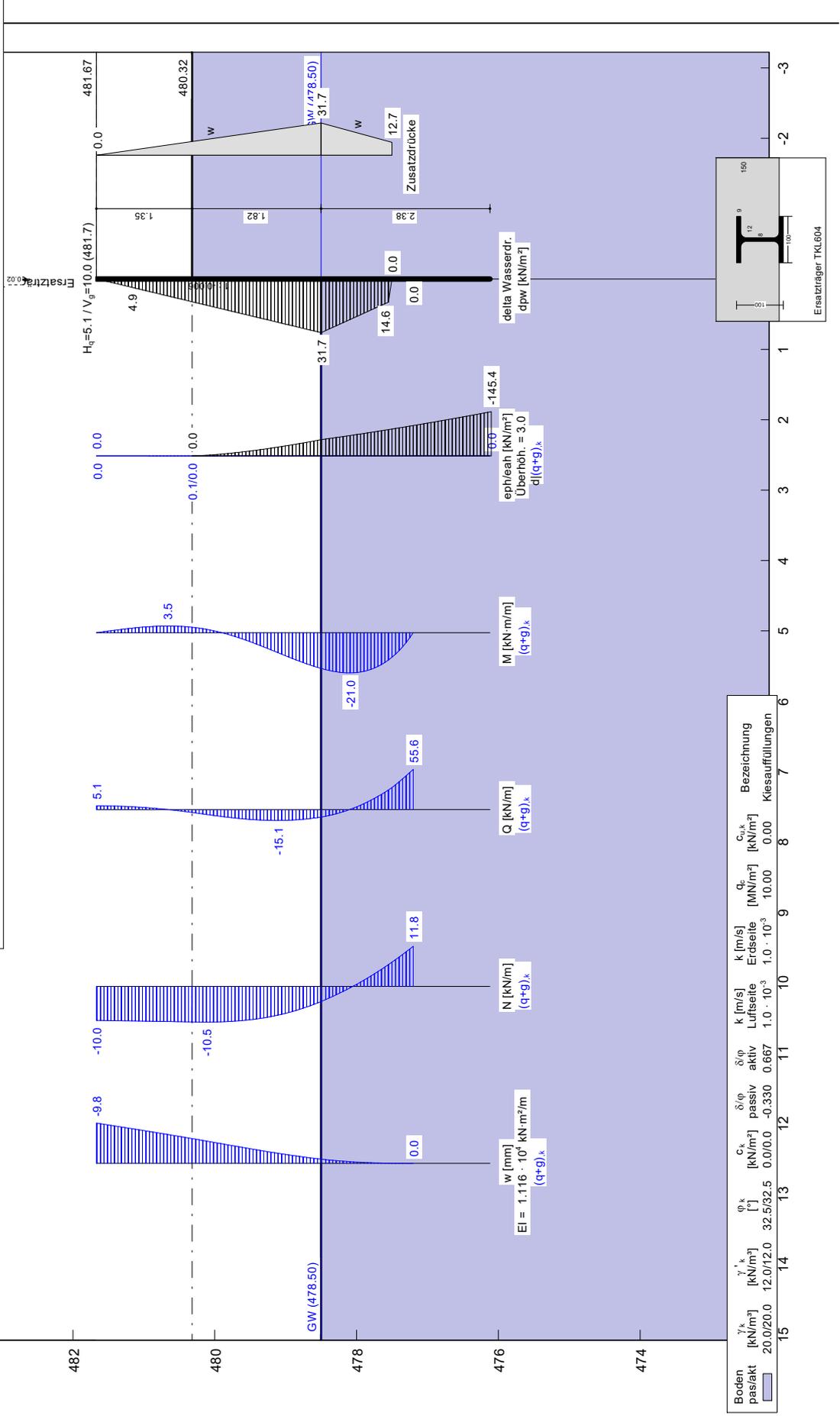
**rechte Seite**  
Norm: EC7  
Trägerbohlwand  
Ersatzträger TKL604  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085; 2017 ger. GF  
Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: Weissenbach  
Bohlträgerbreite = 0,600 m  
Bohlträgerabstand = 3,50 m  
Erf. Profillänge = 5,55 m

**Bemessung:**  
Nachweis Bohlträger  
Bemessung nach EC 3 (el-el.)  
Bemessungssituation: max Q,g  
M<sub>Ed</sub> = 0,0 kN·m  
V<sub>Ed</sub> = 131,3 kN (50 % abgemindert)  
N<sub>Ed</sub> = 16,5 kN (Zug)  
Profil: Ersatzträger TKL604 / Stahlgüte: S 235  
b = 100,0 mm / h = 100,0 mm  
t<sub>w</sub> = 9,0 mm / t<sub>w</sub> / h = 8,0 mm  
A = 138,3 cm<sup>2</sup> / I = 18600,0 cm<sup>4</sup>  
W<sub>el</sub> = 1200,0 cm<sup>3</sup> / I = 18600,0 cm<sup>4</sup>

**Nachweis Vergleichsspannung**  
 $\mu = \tau_{Ed} / \tau_{Rd} = 0,595$   
Nachweis Vergleichsspannung  
h<sub>w</sub> = 5,80 cm  
 $\sigma_v = \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau_1^2}$   
 $\sigma_1 = M_{Ed} / I \cdot h_w / 2 = 0,00 \text{ kN/cm}^2$   
 $\tau_1 = V_{Ed} \cdot S_1 / (I \cdot t_w) = 8,04 \text{ kN/cm}^2$   
 $S_1 = S \cdot t_w \cdot h_w^2 / 8,0 = 915,00 - 3,36 = 911,64 \text{ cm}^3$   
 $\sigma_v = 8,04 / 0,595 = 13,43 \text{ kN/cm}^2$   
 $\sigma_{Rd} = f_{td} / \gamma_{M1} = 0,005$   
Nachweis Schubspannung  
 $\tau_{Ed} = V_{Ed} \cdot S / (I \cdot t_w) = 8,07 \text{ kN/cm}^2$   
max  $\mu = 0,595$

**Nachweis der Beton-Ausfachung:**  
max e<sub>h,d</sub> = 14,9 kN/m<sup>2</sup>  
Ausfachungsdicke = 0,150 m  
Dicke Druckgewölbe = 0,075 m  
Beton C 25/30  
f<sub>td</sub> = 11666,67 kN/m<sup>2</sup>  
σ<sub>td</sub> = 4066,44 kN/m<sup>2</sup>  
Nachweis OK

**rechte Seite**  
Erf. Einbindetiefe = 4,20 m  
BS: DIN 1054: BS-A  
γ<sub>G</sub> = 1,10  
γ<sub>Q</sub> = 1,10  
γ<sub>Ep</sub> = 1,20  
Anpassungsfaktor E<sub>p</sub> = 0,80  
Wasserdruck mit Stromröhre  
UK Fußumströmung auf 477,600 m  
mob. Ep erfüllt / μ = 0,26  
μ(Vert. Tragfähigkeit) = 0,48



Boden	γ <sub>k</sub>	γ <sub>k</sub> · s <sub>k</sub>	γ <sub>k</sub> · s <sub>k</sub>	δ <sub>ip</sub>	δ <sub>ip</sub>	c <sub>k</sub>	q <sub>k</sub>	q <sub>k</sub>	q <sub>k</sub>	Bezeichnung
passiv	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	aktiv	passiv	[kN/m <sup>2</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]	
	20.0/20.0	12.0/12.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.330	0.667	1.0 · 10 <sup>-3</sup>	1.0 · 10 <sup>-3</sup>	10.00	Kiesauffüllungen

Pos. K-M-I

Schnitt K-K; Bemessung HWS-Mauer nach Innen

Für den Nachweis nach Innen (zur Wasserseite) ist die Belastung aus dem Gelände maßgebend. Auf sicherer Seite liegend wird der Nachweis mit dem Erdruchdruck geführt.

Erddruck binnenseitig:

Mit Erdruchdruck;  $K_{ogh}=0,5$

OK-SPW:  $e_{ogh}=1,80m \cdot 20kN/m^3 \cdot 0,5=18kN/m^2$

Geländeauflast:

Mit  $q_v=16,7kN/m^2$ ; Erddruck aus Geländeauflast;  $e_{oph}=0,5 \cdot 16,7kN/m^2=8,35kN/m^2$

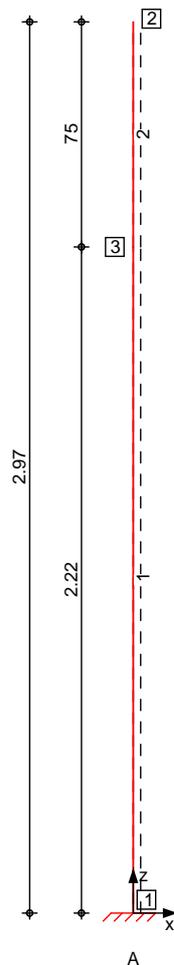
Erddruck wasserseitig:

Wird auf sicherer Seite liegend vernachlässigt;

System

Stabwerk

M 1:25



Knotendefinition

**Knoten**

**x**

**z**

[m]

[m]

1

0.00

0.00

Schnitt K-K; Bemessung HWS-Mauer nach Innen

Knoten		x	z
		[m]	[m]
2		0.00	2.97
3		0.00	2.22

Stabdefinition	Stab	von	bis	l	Material	Querschnitt
		Kn.	Kn.	[m]		
	1	1	3	2.22	C 25/30 LP	b/h=100/40cm
	2	3	2	0.75	C 25/30 LP	b/h=100/40cm

Stabendgelenke: Alle Stäbe sind druck-, zug- und biegesteif angeschlossen.

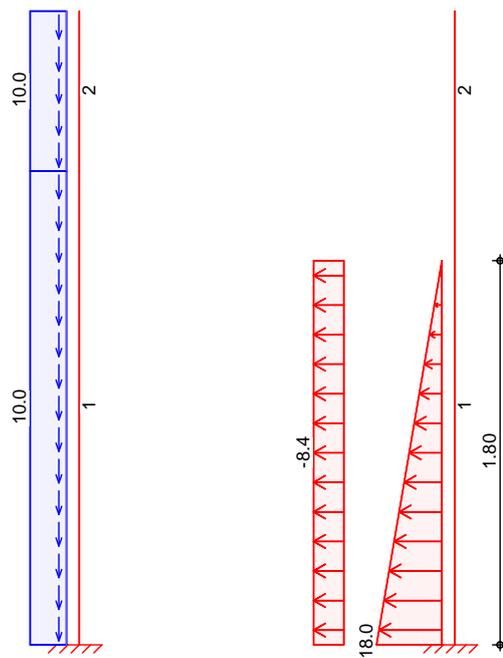
Auflagerdefinition	Lager	Kn.	$K_{T,x}$	$K_{T,z}$	$K_{R,y}$
global			[kN/m]	[kN/m]	[kNm/rad]
	A	1	fest	fest	fest

Belastungen: Belastungen auf das System

Grafik: Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen: Gk, Gk.E



<u>Eigengewicht</u> in z-Richtung		Eigengewicht am Stab		$q_z$
Stab	Kommentar			[kN/m]
1-2	Eigengew			10.00

<u>Streckenlasten</u> in x-Richtung		Streckenlasten am Stab			
Stab	Kommentar	a	s	$q_{x,li}$	$q_{x,re}$
		[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	Erddruck	0.00	1.80	-18.00	
1	Erddruck	0.00	1.80	-8.35	-8.35

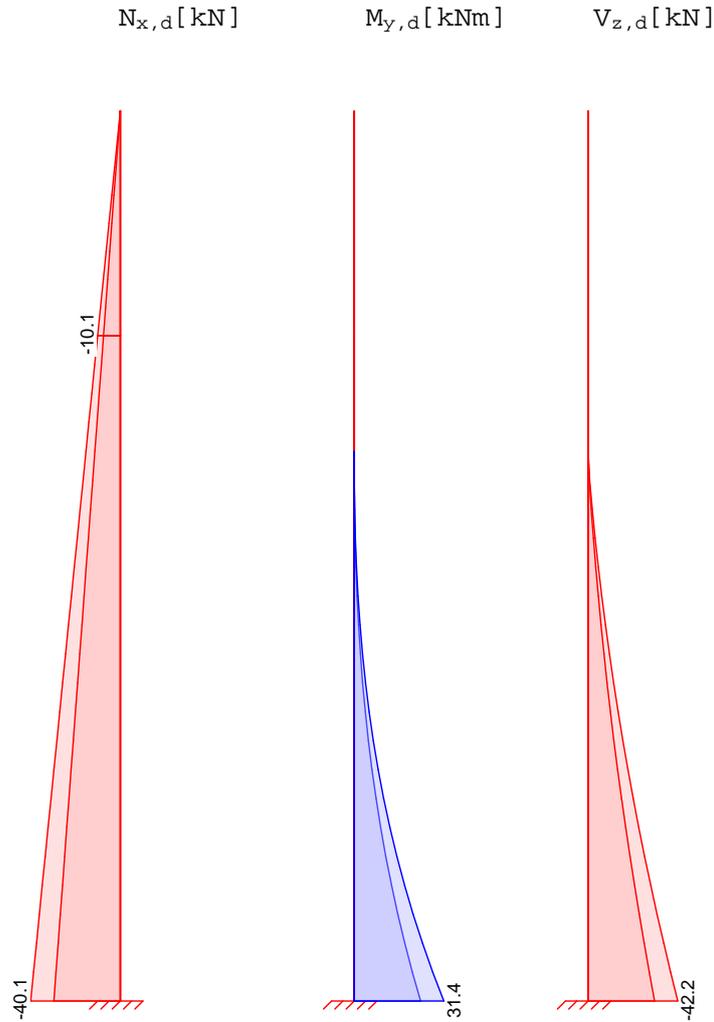
Kombinationen: Kombinationsbildung nach DIN EN 1990  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Schnitt K-K; Bemessung HWS-Mauer nach Innen

	<b>Ek</b>	<b>( * *EW)</b>	
ständig/vorüberg.	1	1.35 * Gk	+1.35 * Gk . E
	2	1.00 * Gk	+1.35 * Gk . E
st./vor. Auflagerkr.	6	1.35 * Gk	+1.35 * Gk . E
	9	1.00 * Gk	+1.00 * Gk . E

Bem.-schnittgrößen Bemessungsschnittgrößen Theorie I. Ordnung

Grafik Schnittgrößen (Umhüllende)



Mat./Querschnitt Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material	<b>Material</b>	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	<b>E</b> [N/mm <sup>2</sup> ]
	C 25/30 LP		25	31000
	B 500SA	500		200000

Bewehrungsanordnung	Achsabstände, Betondeckungen			
	$c_{nom,o}$ [mm]	$d'_{o}$ [mm]	$c_{nom,u}$ [mm]	$d'_{u}$ [mm]
Stab 1	55	60	55	60
Stab 2	55	60	55	60

Bemessung (GZT) für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung  
Abs. 6.1

Bemessung für Biegebeanspruchung

	x [m]	Ek	Nd [kN]	M <sub>yd,o</sub> [kNm]	x/d <sub>o</sub>	A <sub>s,o</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,o,erf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	
				M <sub>yd,u</sub> [kNm]	x/d <sub>u</sub>	A <sub>s,u</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,u,erf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	
Stab 1	(L = 2.22 m)							
	0.00	2	-29.70	31.38	0.058	1.47	1.47	
		-	-	-	-	1.47	1.47	
Stab 2	(L = 0.75 m)							
	0.00	1	-10.13	-	-	-	0.02 <sub>M</sub>	
		-	-	-	-	-	0.02	
	0.75	1	-0.01	-	0.002	-	-	
		-	-	-	-	-	-	

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.1.1

Querkraft  
Abs. 6.2

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

	x [m]	Ek	V <sub>Ed</sub> [kN]	α [°]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	a <sub>sw,erf</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	
Stab 1	(L = 2.22 m)							
	0.00	1	-42.16	18.4	793.69	142.78	8.32 <sub>M</sub>	
Stab 2	(L = 0.75 m)							
	0.00	1	-	18.4	793.69	140.79	8.32 <sub>M</sub>	

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

Stabilität  
Abs. 5.8

Nachweise der Knicksicherheit nach dem Verfahren mit Nennkrümmung

Für die Stäbe 1 und 2 ist die Berücksichtigung der Stabilität nicht erforderlich.

Schlankheiten

Stab	Ek	c		l <sub>0,z</sub>	i <sub>z</sub>	z	lim
				l <sub>0,y</sub> [m]	i <sub>y</sub> [cm]	y	lim
Stab 1	4	10	-	4.44	11.55	38.45	221.01
				4.44	28.87	15.38	221.01
Stab 2	4	10	-	1.50	11.55	12.99	439.80
				1.50	28.87	5.20	439.80

\*\*\*\* HINWEIS \*\*\*\*

Für die Stäbe 1, 2 wurde eine nicht zulässige Bewehrungsanordnung im Zusammenhang mit dem zu führenden Stabilitätsnachweis gewählt. Es wurde eine Eckanordnung durchgeführt.

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.

Aufl.	F <sub>x,k</sub> [kN]	F <sub>z,k</sub> [kN]	M <sub>y,k</sub> [kNm]
Einw. Gk	A	0.00	29.70
Einw. Gk.E	A	-31.23	0.00

Bem.-auflagerkräfte

Aufl.	F <sub>x,d</sub> [kN]	F <sub>z,d</sub> [kN]	M <sub>y,d</sub> [kNm]
Komb. 6	A	-42.16	40.10
Komb. 7	A	-42.16	34.16
Komb. 8	A	-35.91	40.10
Komb. 9	A	-31.23	29.70

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

**Nachweis**

	<b>[ - ]</b>
Querkraft	OK 0.05

Pos. K-M-A

Schnitt K-K; Bemessung HWS-Mauer nach Außen

Für den Nachweis nach Außen (zur Binnenseite) ist die Belastung aus dem Außergewöhnlichen Fall "bordvoll" unter Berücksichtigung von Anprall durch Treibgut maßgebend.

Wasserlast:

Wasserdruck auf Höhe OK SPW;  
 $q_h = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,97 \text{ m} = 29,7 \text{ kN/m}^2$

Erddruck binnenseitig:

Als stützender Erddruck; Auf sicherer Seite liegend Erdrudruck; mit  $K_0 g_h = 0,5$ ;  
 $e_0 g_h = 0,5 \cdot 1,80 \text{ m} \cdot 20 \text{ kN/m}^3 = 18 \text{ kN/m}^2$

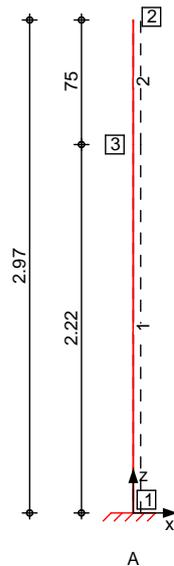
Anpralllast:

Aus Treibgut auf Höhe WSP;  $b_{eff} = 2 \cdot 2,97 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = 6,34 \text{ m}$   
 $q_v = 30 \text{ kN} / 6,34 \text{ m} = 4,75 \text{ kN/m}$

System

Stabwerk

M 1:45



Knotendefinition

Knoten	x [m]	z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	2.97
3	0.00	2.22

Stabdefinition

Stab	von Kn.	bis Kn.	l [m]	Material	Querschnitt
1	1	3	2.22	C 25/30 LP	b/h=100/40cm
2	3	2	0.75	C 25/30 LP	b/h=100/40cm

Stabendgelenke

Alle Stäbe sind druck-, zug- und biegesteif angeschlossen.

Auflagerdefinition  
global

Lager	Kn.	$K_{T,x}$ [kN/m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]
A	1	fest	fest	fest

Belastungen

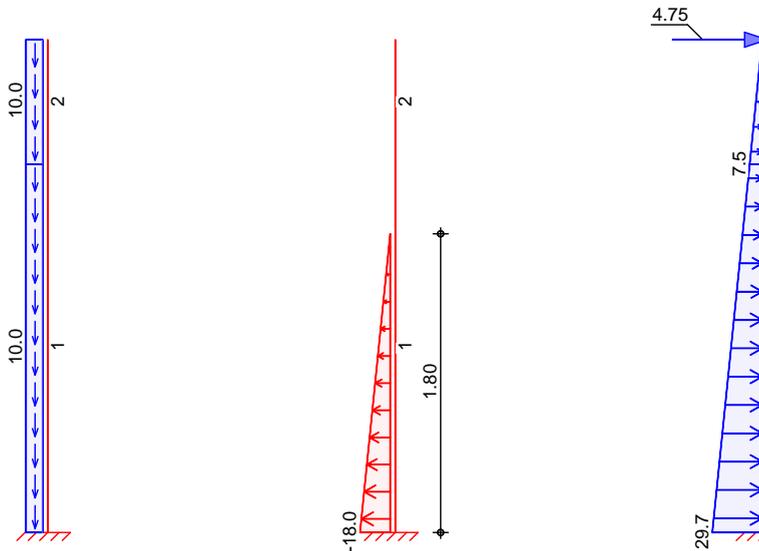
Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk Gk.E Qk.A.B



Eigengewicht  
in z-Richtung

Eigengewicht am Stab

Einw. Gk

Stab	Kommentar	$Q_z$ [kN/m]
1-2	Eigengew	10.00

Streckenlasten  
in x-Richtung

Streckenlasten am Stab

Einw. Gk.E

Einw. Qk.A.B

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	$Q_{x,li}$ [kN/m]	$Q_{x,re}$ [kN/m]
1	Erddruck	0.00	1.80	-18.00	
2	bordvoll	0.00	0.75	7.50	
1	bordvoll	0.00	2.22	29.70	7.50

Punktlasten  
in x-/z-Richtung

Einzellasten am Stab

Einw. Qk.A.B

Stab	Kommentar	a [m]	$F_x$ [kN]	$F_z$ [kN]
2	Anpr	0.75	4.75	

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

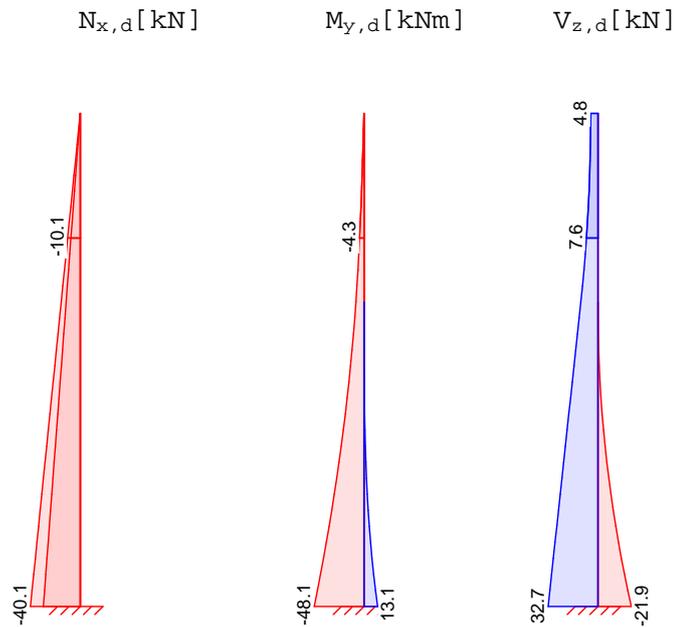
Ek	( * *EW)
ständig/vorüberg.	1 1.35*Gk +1.35*Gk.E
außergewöhnlich	3 1.00*Gk +1.00*Gk.E +1.00*Qk.A.B
st./vor. Auflagerkr.	7 1.35*Gk +1.35*Gk.E
	10 1.00*Gk +1.00*Gk.E
außerg. Auflagerkr	11 1.00*Gk +1.00*Gk.E +1.00*Qk.A.B
	12 0.95*Gk +1.00*Gk.E +1.00*Qk.A.B
	13 1.00*Gk +0.95*Gk.E +1.00*Qk.A.B

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen Theorie I. Ordnung

Grafik

Schnittgrößen (Umhüllende)



Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E$ [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30 LP		25	31000
B 500SA	500		200000

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

	$c_{nom,o}$ [mm]	$d'_{o}$ [mm]	$c_{nom,u}$ [mm]	$d'_{u}$ [mm]
Stab 1	55	60	55	60
Stab 2	55	60	55	60

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung

Bemessung für Biegebeanspruchung

Abs. 6.1

	$x$ [m]	$E_k$	$N_d$ [kN]	$M_{yd,o}$ $M_{yd,u}$ [kNm]	$x/d_o$ $x/d_u$	$A_{s,o}$	$A_{s,o,erf}$
						$A_{s,u}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,u,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]
Stab 1	$(L = 2.22 \text{ m})$						
	0.00	3	-29.70	-48.05	0.035	2.12	2.12
	-	-	-	-	-	2.12	2.12
Stab 2	$(L = 0.75 \text{ m})$						
	0.00	3	-7.50	-4.27	-	0.13	0.13
	-	-	-	-	-	0.13	0.13

Querkraft

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

Abs. 6.2

	$x$ [m]	$E_k$	$V_{Ed}$ [kN]	$\alpha$ [°]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$a_{sw,erf}$
							[cm <sup>2</sup> /m]
Stab 1	$(L = 2.22 \text{ m})$						
	0.00	3	32.65	18.4	915.79	164.28	8.32 <sub>M</sub>

	<b>x</b> [m]	<b>Ek</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b> [kN]	<b>[ ° ]</b>	<b>V<sub>Rd,max</sub></b> [kN]	<b>V<sub>Rd,c</sub></b> [kN]	<b>a<sub>sw,erf</sub></b> [cm <sup>2</sup> /m]
Stab 2	(L = 0.75 m)						
	0.00	3	7.56	18.4	915.79	162.02	8.32 <sub>M</sub>

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

Stabilität  
Abs. 5.8

Nachweise der Knicksicherheit nach dem Verfahren mit Nennkrümmung

Für die Stäbe 1 und 2 ist die Berücksichtigung der Stabilität nicht erforderlich.

Schlankheiten

Stab	Ek	c		<b>l<sub>0,z</sub></b>	<b>i<sub>z</sub></b>	<b>z</b>	<b>lim</b>
				<b>l<sub>0,y</sub></b> [m]	<b>i<sub>y</sub></b> [cm]	<b>y</b>	<b>lim</b>
Stab 1	5	10	-	4.44	11.55	38.45	221.01
				4.44	28.87	15.38	221.01
Stab 2	5	10	-	1.50	11.55	12.99	439.80
				1.50	28.87	5.20	439.80

\*\*\*\* HINWEIS \*\*\*\*

Für die Stäbe 1, 2 wurde eine nicht zulässige Bewehrungsanordnung im Zusammenhang mit dem zu führenden Stabilitätsnachweis gewählt. Es wurde eine Eckanordnung durchgeführt.

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	<b>F<sub>x,k</sub></b> [kN]	<b>F<sub>z,k</sub></b> [kN]	<b>M<sub>y,k</sub></b> [kNm]
Einw. Gk	A	0.00	29.70	0.00
Einw. Gk.E	A	-16.20	0.00	9.72
Einw. Qk.A.B	A	48.85	0.00	-57.77

Bem.-auflagerkräfte

	Aufl.	<b>F<sub>x,d</sub></b> [kN]	<b>F<sub>z,d</sub></b> [kN]	<b>M<sub>y,d</sub></b> [kNm]
Komb. 7	A	-21.87	40.10	13.12
Komb. 8	A	-21.87	34.16	13.12
Komb. 9	A	-18.63	40.10	11.18
Komb. 10	A	-16.20	29.70	9.72
Komb. 11	A	32.65	29.70	-48.05
Komb. 12	A	32.65	28.22	-48.05
Komb. 13	A	33.46	29.70	-48.54
Komb. 14	A	33.46	28.22	-48.54

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

**Nachweis**

	<b>[ - ]</b>
Querkraft	OK 0.04

Pos. K-SPW

Schnitt K-K: Anschluss Spundwand

**Anschluss KB an Spundwand mit Hilfe von Stabstahl:**

Spundwandprofil: TKL604  $t_{Steg} := 9 \text{ mm}$   $t_{flansch} := 10 \text{ mm}$  Doppelbohlenabstand:  $a_1 := 3,5 \text{ m}$

Material:  $b_{Rücken} := 354 \text{ mm}$

Beton:  $bet := \text{"C25/30"}$  (LP)  $f_{ck}(bet) := 25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\alpha_{cc} := 0,85$   $\gamma_c := 1,5$   $E_{cm}(bet) := 31000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   
 $A_{s,Rücken} := t_{flansch} \cdot b_{Rücken} = 35 \text{ cm}^2$   $f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}(bet)}{\gamma_c} = 14,17 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Betonstahl BSt 500:  $f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\gamma_s := 1,15$   $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Schnittgrößen (Kragarm; NW nach Innen):  $d_s := 20 \text{ mm}$  Eisendurchmesser

Auflagerkräfte aus mb: vertikal:  $F_{xd} := 42 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  horizontal:  $F_{zd} := 34 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$   $M_d := 49 \frac{\text{kN m}}{\text{m}}$  Hebelarm:  $a := 0,38 \text{ m} + d_s$

wirkende Zugkraft aus Moment:  $F_z := \frac{M_d}{a} = 122,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$   $F_{zGes} := F_z - \frac{F_{xd}}{2} = 101,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$erfA_s := \frac{F_{zGes} \cdot a_1}{f_{yd}} = 8,17 \text{ cm}^2$   $d_s := 20 \text{ mm}$   $n := 3$  (Eisen je Spundwandrücken)

$vorhA_s := n \cdot n \cdot \left(\frac{d_s}{2}\right)^2 = 9,42 \text{ cm}^2$   $\eta := \frac{erfA_s}{vorhA_s} = 0,87 \leq 1$

Vergleich der Stahlflächen:  $\eta := \frac{vorhA_s}{A_{s,Rücken}} = 0,27 \leq 1$

Bei Einleitung der Horizontalkräfte  $F_{zd}$  erfolgt über Druck (Teilflächenpressung) in die Spundwand. Dabei wird nur der Mittelsteg mit 2 Teilflächen angesetzt.

Annahme:  $t_{eff} := 2 \cdot t_{Steg} = 1,8 \text{ cm}$

abgerundet:  $t_{eff} := 1,5 \text{ cm}$

Betondeckung:  $c_{nom} := 6 \text{ cm}$

erforderliche Fläche:

$A_{erf,x} := F_{zd} \cdot \frac{a_1}{2 \cdot f_{cd}} = 42 \text{ cm}^2$

=> erforderliche Lasteinleitungshöhe h:  $h_A := \frac{A_{erf,x}}{t_{eff}} = 28 \text{ cm}$

**Schweißnahtanschluss:**

Material: S235  $f_u := 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\gamma_{M2} := 1,25$   $\beta_w := 0,8$

1.  $w \geq 4 \cdot d_s = 80 \text{ mm}$   $a \geq 0,3 \cdot d_s = 6 \text{ mm}$  => gew:  $a := 7 \text{ mm}$

$F_{w,Rd} := \frac{f_u \cdot a}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 14,55 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$  =>  $n = 3$  Bewehrungsstäbe je  $d_s = 20 \text{ mm}$

$$erfl_w := \text{Max} \left( \frac{F_{zGes} \cdot a_1}{n \cdot F_{W,Rd}}; 4 \cdot d_s \right) = 81,39 \text{ mm}$$

=> gewählte Schweißnaht:  $a = 7 \text{ mm}$   $l_s := 80 \text{ mm}$  beidseits je Bewehrungsstab  $d_s = 20 \text{ mm}$

**Übergreifungslänge (Winkelhaken):**

Ermittlung der Grundwerte: ( $d_s < 32\text{mm}$ )

$\alpha_1 := 0,7$

$\alpha_5 := 1,0$

$\alpha_6 := 1,4$

$f_{bd} := 14,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Verbund := "gut"

(guter Verbund; mäßig f.bd \*0,7)

Aus Tabelle für Grundwert:  $l_{b,rqd} := 81 \text{ cm}$

$$l_0 := \text{Max} \left( \alpha_1 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \cdot \frac{erfA_s}{vorhA_s}; 15 \cdot d_s; 200 \text{ mm}; 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \right) = 688,18 \text{ mm}$$

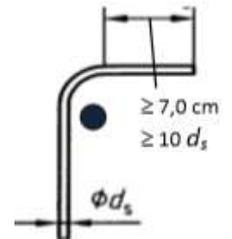
Hakenlänge:  $l_H := \text{Max} (10 \cdot d_s; 70 \text{ mm}) = 200 \text{ mm}$

lichter Abstand zwischen den Übergreifungseisen:

$s_{max} := \frac{35 \text{ cm}}{3} = 11,67 \text{ cm}$

$l_0 = 72,48 \text{ cm}$

<p>if <math>s_{max} \leq 4 \cdot d_s</math>  <math>l_0 := l_0</math>  else  <math>l_0 := l_0 + (s_{max} - 4 \cdot d_s)</math></p>
---



Pos. L-BS-P

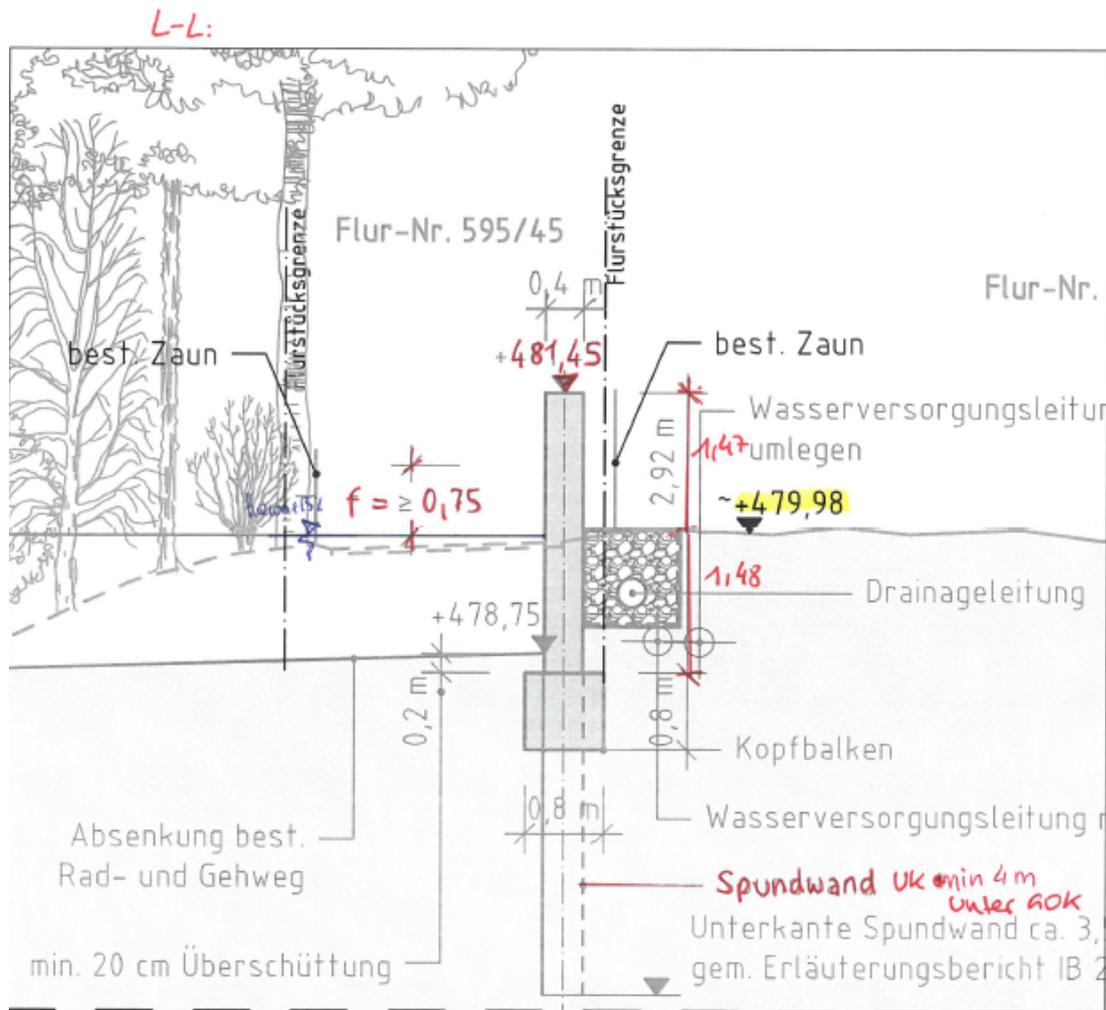
Schnitt L-L; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-P)

Gültig für Bereich Station: ca.0+060 bis ca.0+140

Im Bereich von Schnitt L-L ist ein maximaler Abstand von ca.3,0m zwischen den Doppelbohlen zulässig. Auf den Doppelbohlen soll mittels einem Kopfbalken die HWS-Wand gegründet werden.

Für das statische Modell für die Gründung der HWS-Wand auf den einzelnen Doppelbohlen wird das System als Trägerbohlwand angesehen. Genaue Beschreibung dazu: Verweis auf *Pos. V02*

Die Anpralllast wird als Linienlast angesetzt. Lastausbreitung 45°; -->  $qh=30kN/beff$  angesetzt



Betrachtete Bemessungssituationen:

**BS-P:** Berechnet in *Pos.L-BS-P*; ständige Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Innen (zur Wasserseite) Wasserspiegel wird luft- und erdseitig auf GOK-wasserseite gesetzt;

**BS-T:** Berechnet in *Pos.L-BS-T*; veränderliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); Für Bemessungshochwasser (auf sicherer Seite liegend) mit Anpralllast durch Treibgut;

**BS-A:** Berechnet in *Pos.L-BS-A*; außergewöhnliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); bordvoll mit Anpralllast durch Treibgut;

**rechte Seite**  
 Erf. Profillänge = 6.38 m  
 Erf. Einbindetiefe = 3.43 m  
 Norm: EC 7  
 Trägerbohlwand  
 Ersatzträger TKL604  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: Weissenbach  
 Bohrlagerbreite = 0.600 m  
 Bohrlagerabstand = 3.00 m

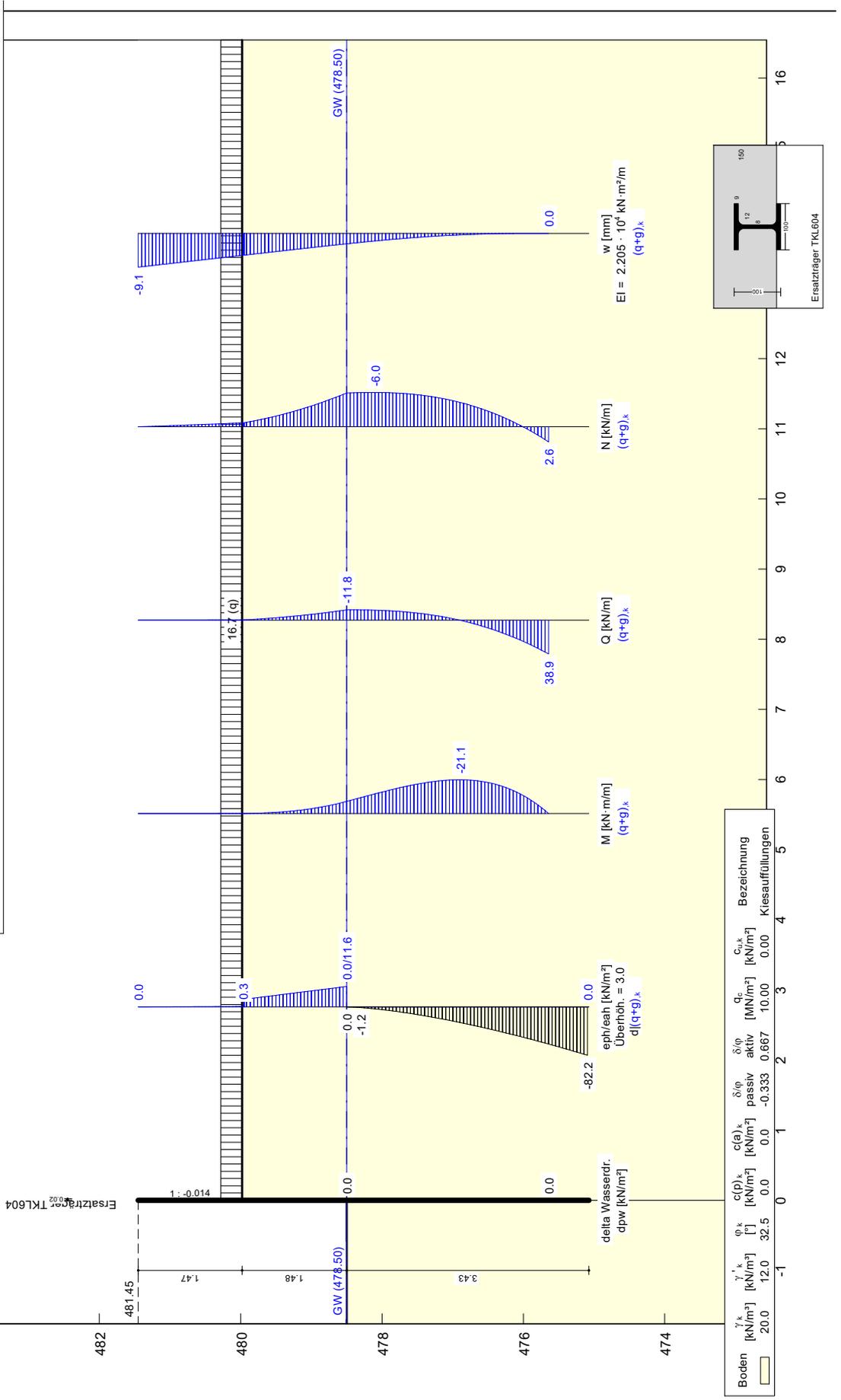
**Bemessung:**  
 Nachweis Bohlträger  
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
 Bemessungssituation: max Q,gg  
 $M_{Ed} = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $V_{Ed} = 166.7 \text{ kN}$   
 Profil: Ersatzträger TKL604 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 100.0 \text{ mm} / h = 100.0 \text{ mm}$   
 $t_f = 9.0 \text{ mm} / t_w = 8.0 \text{ mm}$   
 $A = 155.0 \text{ cm}^2 / I = 12.0 \text{ mm}^4$   
 $W_{pl} = 1600.0 \text{ cm}^3 / I_p = 31500.0 \text{ cm}^4$

**Nachweis Vergleichsspannung**  
 $\mu = \tau_{Ed} / \tau_{Rd} = 0.446$   
 $h_w = 5.80 \text{ cm}$   
 $\sigma_v = \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau_1^2}$   
 $\sigma_1 = M_{Ed} / I - h_w / 2 = 0.00 \text{ kN/cm}^2$   
 $\tau_1 = V_{Ed} \cdot S_1 / (I \cdot t_w) = 6.03 \text{ kN/cm}^2$   
 $\sigma_v = 10.44 \text{ kN/cm}^2$   
 $\mu = \sigma_v / \sigma_{Rd} = 0.444$   
 $N_{Ed} > 0.0 \text{ (Zug)}$   
 -> Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0.446$

**Nachweis der Beton-Ausfachung**  
 max  $e_{ah,d} = 16.3 \text{ kN/m}^2$   
 Ausfachungsdicke = 0.150 m  
 Dicke Druckgewölbe = 0.075 m  
 Beton C 25/30  
 $f_{cd} = 11666.67 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma_{d1} = 3258.54 \text{ kN/m}^2$   
 Nachweis OK

**linke Seite**  
 Erf. Profillänge = 6.38 m  
 Erf. Einbindetiefe = 3.43 m  
 Norm: EC 7  
 Trägerbohlwand  
 Ersatzträger TKL604  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: Weissenbach  
 Bohrlagerbreite = 0.600 m  
 Bohrlagerabstand = 3.00 m

**Bemessung:**  
 $\gamma_{MO} = 1.00 / \gamma_{M1} = 1.10$   
 $\epsilon = 1.000$   
 $c / t = 7.3 \text{ (St.)} / 3.8 \text{ (Fl.)}$   
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_{yk} = 235.0 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{td} = 166.7 \text{ kN}$   
 $N_{Ed} = 11.9 \text{ kN (Zug)}$   
 $\sigma_{Rd} = M_{Ed} / W_{pl} + N_{Ed} / A = 0.08 \text{ kN/cm}^2$   
 $\sigma_{Ed} = f_{yk} / \gamma_{MO} = 23.50 \text{ kN/cm}^2$   
 $\mu = \sigma_{Ed} / \sigma_{Rd} = 0.003$   
 $N_{Ed} > 0.0 \text{ (Zug)}$   
 $\tau_{Rd} = f_{yk} / \gamma_{MO} / \sqrt{3} = 13.57 \text{ kN/cm}^2$   
 $\tau_{Ed} = V_{Ed} \cdot S_1 / (I \cdot t_w) = 6.05 \text{ kN/cm}^2$   
 max  $\mu = 0.446$



Pos. L-BS-T

Schnitt L-L; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-T)

BS-T: veränderliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); Für Bemessungshochwasser (auf sicherer Seite liegend) mit Anpralllast durch Treibgut;  
 $qh=30\text{kN}/(4,40\text{m})=6,8\text{kN}/\text{m}$

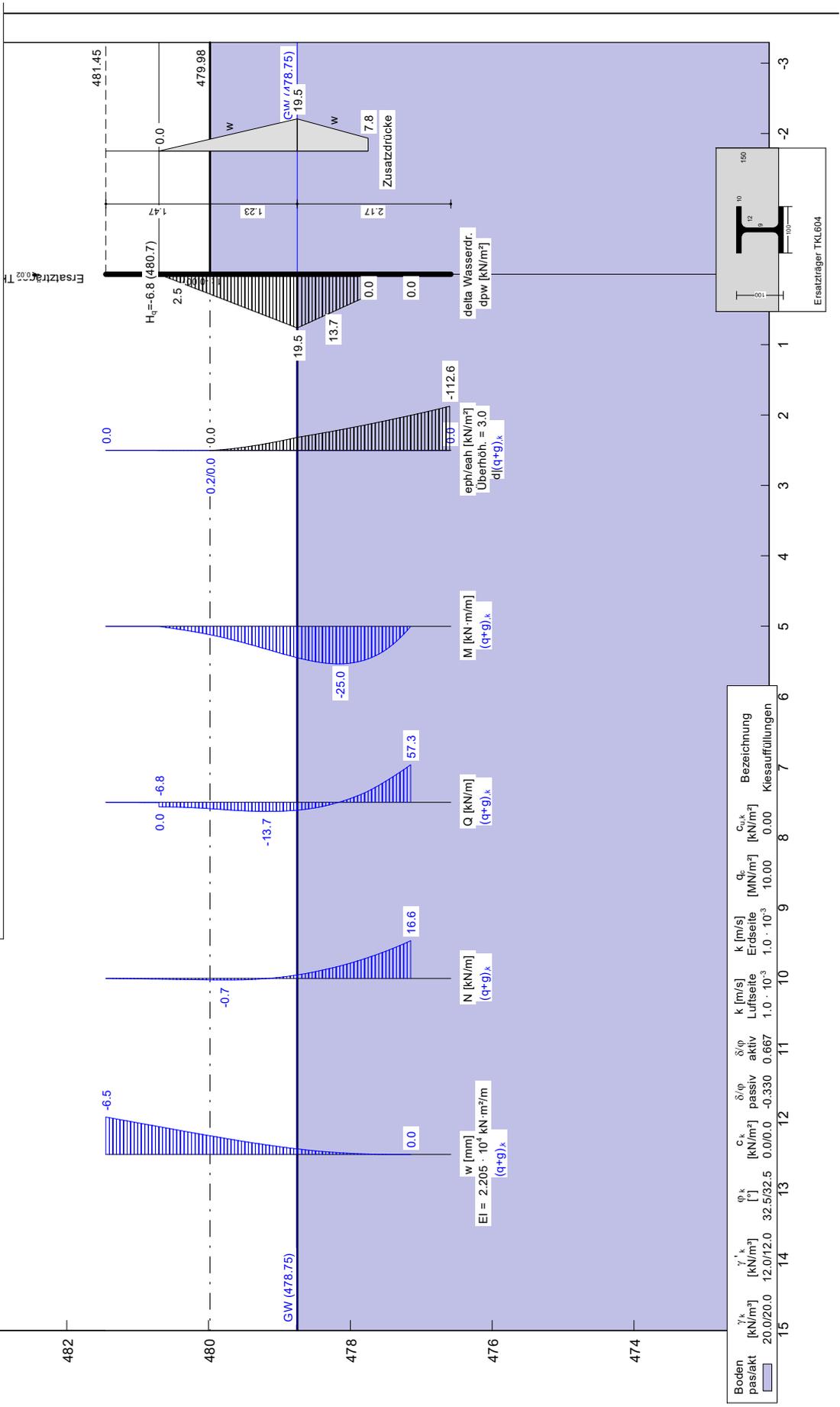
**rechte Seite**  
 Norm: EC7  
 Trägerbohlwand  
 Ersatzträger TKL604  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: Weißbach  
 Bohrlagerbreite = 0,600 m  
 Bohrlagerabstand = 3,00 m  
 Erf. Profillänge = 4,87 m

Erf. Einbindetiefe = 3,40 m  
 BS: EAB: BS-1/BS-A  
 $\gamma_0 = 1,15$   
 $\gamma_{EP} = 1,20$   
 $\gamma_{EP} = 1,25$   
 Anpassungsfaktor  $E_p = 0,80$   
 Wasserdruck mit Stromröhre UK Fußumströmung auf 478,250 m  
 mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0,83$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0,10

**Bemessung:**  
 Nachweis Bohlräger  
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
 Bemessungssituation: max Q,gq  
 $M_{Ed} = 0,0$  kN·m  
 $V_{Ed} = 200,8$  kN  
 Profil: Ersatzträger TKL604 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 100,0$  mm /  $h = 100,0$  mm  
 $A = 155,0$  cm<sup>2</sup> /  $I = 12,0$  mm<sup>4</sup>  
 $W_{el} = 1600,0$  cm<sup>3</sup> /  $I = 31500,0$  cm<sup>4</sup>

$\gamma_{MO} = 1,00$  /  $\gamma_{MI} = 1,10$   
 $c/t = 6,2$  (St.) / 3,4 (Fl.)  
 Klasse: 1 (St.) / 1 (Fl.: T)  
 $f_t = 235,0$  N/mm<sup>2</sup>  
 Nachweis Normalspannung  
 $\sigma_{Ed} = M_{Ed} / W_{el} + N_{Ed} / A = 0,37$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $\mu = \sigma_{Ed} / \sigma_{tEd} = 0,016$   
 Nachweis Schubspannung  
 $\tau_{Ed} = V_{Ed} / S / (I \cdot t_w) = 6,48$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $\mu = \tau_{Ed} / \tau_{tEd} = 0,478$   
 Nachweis Vergleichsspannung  
 $h_w = 5,60$  cm  
 $\sigma_v = \sqrt{(\sigma_t^2 + 3 \cdot \tau_t^2)}$   
 $\sigma_1 = M_{Ed} / I \cdot h_w / 2 = 0,00$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $\sigma_2 = V_{Ed} \cdot S_1 / (I \cdot t_w) = 6,46$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $S_1 = S \cdot t_w \cdot h_w^2 / 8,0 = 915,00 - 3,53 = 911,47$  cm<sup>3</sup>  
 $\sigma_{td} = 11,18$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $\mu = \sigma_v / \sigma_{td} = 0,476$   
 $N_{Ed} > 0,0$  (Zug)  
 Nachweis Knicknachweis  
 $\tau_{Ed} > 0,0$   
 max  $\mu = 0,478$

**Nachweis der Beton-Ausfacher**  
 max  $e_{ah} = 8,0$  kN/m<sup>2</sup>  
 Ausfacherdicke = 0,150 m  
 Dicke Druckgewölbe = 0,075 m  
 Beton C 25/30  
 $f_{td} = 11666,67$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{td} = 1716,09$  kN/m<sup>2</sup>  
 Nachweis OK



Pos. L-BS-A

Schnitt L-L; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-A)

BS-A: außergewöhnliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite);  
bordvoll mit Anpralllast durch Treibgut;

$q_h = 30 \text{ kN} / (2,7 \text{ m} \cdot 2 + 0,5 \text{ m}) = 5,10 \text{ kN/m}$  angesetzt 5,5 kN/m

rechte Seite  
Norm: EC7  
Trägerbohlwand  
Ersatzträger TKL604  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085; 2017 ger. GF  
Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: Weißenbach  
Bohlträgerbreite = 0.600 m  
Bohlträgerabstand = 3.00 m  
Erf. Profillänge = 5.59 m

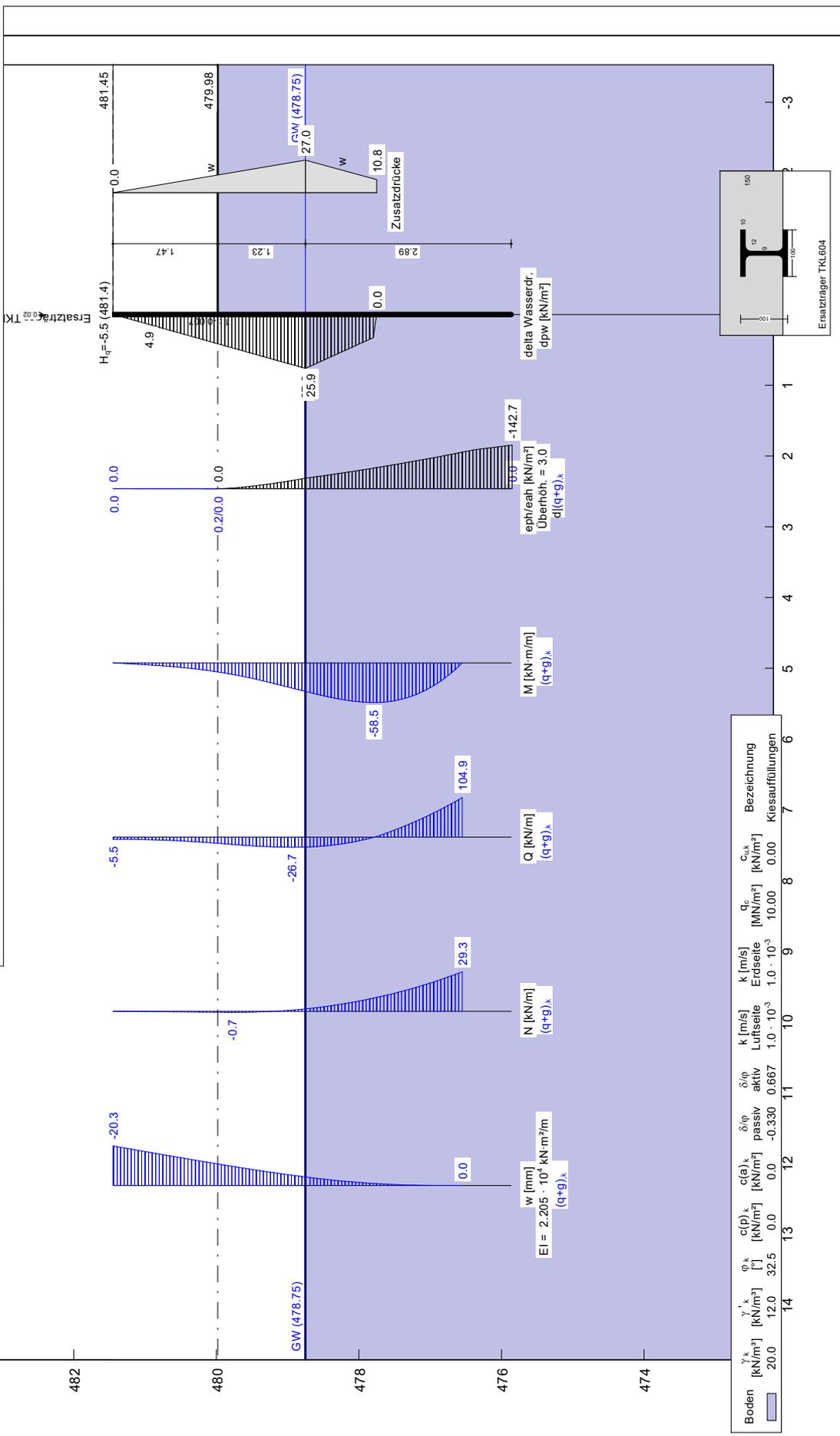
Erf. Einbindetiefe = 4.12 m  
BS: DIN 1054: BS-A  
 $\gamma_G = 1.10$   
 $\gamma_Q = 1.10$   
 $\gamma_{EP} = 1.20$   
Anpassungsfaktor  $E_p = 0.80$   
Wasserdruck mit Stromröhre  
UK Fußumströmung auf 477.750 m  
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.99$   
 $\mu$  (Vert. Tragfähigkeit) = 0.08

Bemessung:  
Nachweis Bohlträger  
Bemessung nach EC 3 (el-el.)  
Bemessungssituation: max Q, GQ  
 $M_{Ed} = 0.0$  kN·m  
 $V_{Ed} = 346.1$  kN  
Profil: Ersatzträger TKL604 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 100.0$  mm /  $h = 100.0$  mm  
 $t_f = 10.0$  mm /  $t_w = 9.0$  mm  
 $A = 155.0$  cm<sup>2</sup> /  $r = 12.0$  mm  
 $W_{el} = 1600.0$  cm<sup>3</sup> /  $I = 31500.0$  cm<sup>4</sup>

$\gamma_{MO} = 1.00$  /  $\gamma_{MI} = 1.10$   
 $\delta = 1.000$   
 $c/l = 6.2$  (St.) / 3.4 (Fl.)  
Klasse: 1 (St.) / 1 (Fl.: 1)  
 $f_t = 235.0$  N/mm<sup>2</sup>  
Nachweis Normalspannung  
 $\sigma_{Ed} = M_{Ed} / W_{el} + N_{Ed} / A = 0.62$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $\mu = \sigma_{Ed} / \sigma_{td} = 0.027$   
Nachweis Schubspannung  
 $\tau_{Ed} = V_{Ed} / S / (l \cdot t_w) = 11.17$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $\tau_{td} = 0.820$   
-> Kein Knicknachweis

$\mu = \tau_{Ed} / \tau_{td} = 0.823$   
Nachweis Vergleichsspannung  
 $h_w = 5.60$  cm  
 $\sigma_v = \sqrt{\sigma_n^2 + 3 \cdot \tau_v^2}$   
 $\sigma_1 = M_{Ed} / I \cdot h_w / 2 = 0.00$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $\tau_1 = V_{Ed} \cdot S_1 / (I \cdot t_w) = 11.13$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $S_1 = S \cdot h_w \cdot h_w^2 / 8.0 = 915.00 - 3.53 = 911.47$  cm<sup>3</sup>  
 $\sigma_v = 19.27$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $\mu = \sigma_v / \sigma_{td} = 0.820$   
-> Kein Knicknachweis

Nachweis der Beton-Ausfachung:  
max  $e_{h,d} = 16.4$  kN/m<sup>2</sup>  
Ausfachungsdicke = 0.150 m  
Dicke Druckgewölbe = 0.075 m  
Beton C 25/30  
 $f_{cd} = 3277.30$  kN/m<sup>2</sup>  
Nachweis OK



Boden	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\phi$ passiv	$\delta/\phi$ aktiv	K [m/s]	K [m/s] Lufseite	$c_{i,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{i,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	20.0	12.0	32.5	0.0	0.0	-0.330	0.667	1.0 · 10 <sup>-3</sup>	1.0 · 10 <sup>-3</sup>	10.00	0.00	Kiesauffüllungen

Pos. L-M-I

Schnitt L-L; Bemessung HWS-Mauer nach Innen

Für den Nachweis nach Innen (zur Wasserseite) ist die Belastung aus dem Gelände maßgebend. Auf sicherer Seite liegend wird der Nachweis mit dem Erdruchdruck geführt.

Erddruck binnenseitig:

Mit Erdruchdruck;  $K_{ogh}=0,5$

OK-SPW:  $e_{ogh}=1,78m \cdot 20kN/m^3 \cdot 0,5=17,8kN/m^2$

Geländeauflast:

Mit  $q_v=16,7kN/m^2$ ; Erddruck aus Geländeauflast;  $e_{oph}=0,5 \cdot 16,7kN/m^2=8,35kN/m^2$

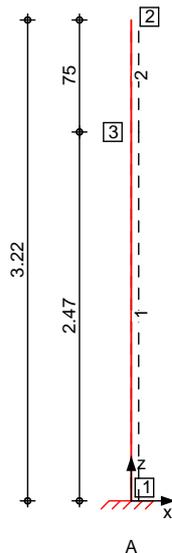
Erddruck wasserseitig:

Wird auf sicherer Seite liegend vernachlässigt;

System

Stabwerk

M 1:50



Knotendefinition	Knoten		x	z
			[m]	[m]
	1		0.00	0.00
	2		0.00	3.22
	3		0.00	2.47

Stabdefinition	Stab von bis		l	Material	Querschnitt
	Kn.	Kn.			
	1	3	2.47	C 25/30 LP	b/h=100/40cm
	2	3	0.75	C 25/30 LP	b/h=100/40cm

Stabendgelenke	Alle Stäbe sind druck-, zug- und biegesteif angeschlossen.
----------------	--

Auflagerdefinition  
global

Lager	Kn.	$K_{T,x}$ [kN/m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]
A	1	fest	fest	fest

Belastungen

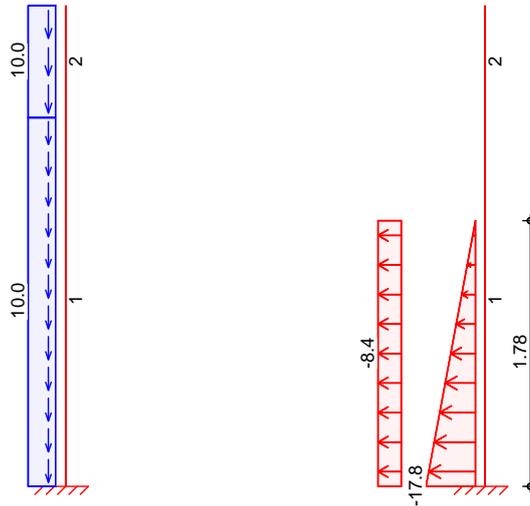
Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk Gk.E



Eigengewicht  
in z-Richtung

Eigengewicht am Stab

Einw. Gk

Stab	Kommentar	$q_z$ [kN/m]
1-2	Eigengew	10.00

Streckenlasten  
in x-Richtung

Streckenlasten am Stab

Einw. Gk.E

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	$q_{x,li}$ [kN/m]	$q_{x,re}$ [kN/m]
1	Erddruck	0.00	1.78	-17.80	
1	Erddruck	0.00	1.78	-8.35	-8.35

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

ständig/vorüberg.

st./vor. Auflagerkr.

Ek	( * *EW)
1	1.35*Gk +1.35*Gk.E
2	1.00*Gk +1.35*Gk.E
6	1.35*Gk +1.35*Gk.E
9	1.00*Gk +1.00*Gk.E

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen Theorie I. Ordnung

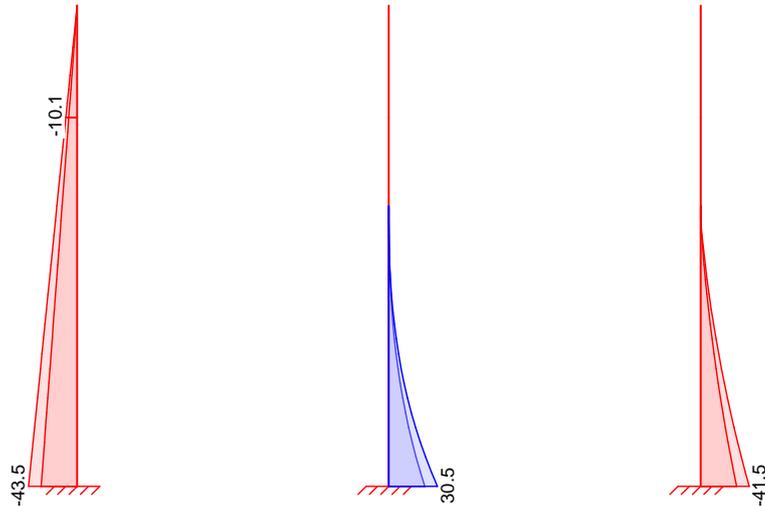
Grafik

Schnittgrößen (Umhüllende)

$N_{x,d}$  [kN]

$M_{y,d}$  [kNm]

$V_{z,d}$  [kN]



Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E$ [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30 LP		25	31000
B 500SA	500		200000

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

	$c_{nom,o}$ [mm]	$d'_{o}$ [mm]	$c_{nom,u}$ [mm]	$d'_{u}$ [mm]
Stab 1	55	60	55	60
Stab 2	55	60	55	60

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung

Bemessung für Biegebeanspruchung

Abs. 6.1

	$x$ [m]	$E_k$	$N_d$ [kN]	$M_{yd,o}$ $M_{yd,u}$ [kNm]	$x/d_o$ $x/d_u$	$A_{s,o}$	$A_{s,o,erf}$
						$A_{s,u}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,u,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]
Stab 1	$(L = 2.47 \text{ m})$						
	0.00	2	-32.20	30.55	0.057	1.39	1.39
	-	-	-	-	-	1.39	1.39
Stab 2	$(L = 0.75 \text{ m})$						
	0.00	1	-10.13	-	-	-	0.02 <sub>M</sub>
	-	-	-	-	-	-	0.02
	0.75	1	-0.01	-	0.002	-	-
	-	-	-	-	-	-	-

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.1.1

Querkraft  
Abs. 6.2

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

	<b>x</b> [m]	<b>Ek</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b> [kN]	<b>[°]</b>	<b>V<sub>Rd,max</sub></b> [kN]	<b>V<sub>Rd,c</sub></b> [kN]	<b>a<sub>sw,erf</sub></b> [cm <sup>2</sup> /m]
Stab 1	(L = 2.47 m)						
	0.00	1	-41.45	18.4	793.69	143.04	8.32 <sub>M</sub>
Stab 2	(L = 0.75 m)						
	0.00	1	-	18.4	793.69	140.79	8.32 <sub>M</sub>

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

Stabilität  
Abs. 5.8

Nachweise der Knicksicherheit nach dem Verfahren mit Nennkrümmung

Für die Stäbe 1 und 2 ist die Berücksichtigung der Stabilität nicht erforderlich.

Schlankheiten

Stab	Ek	c		<b>l<sub>0,z</sub></b>	<b>i<sub>z</sub></b>	<b>z</b>	<b>lim</b>
				<b>l<sub>0,y</sub></b> [m]	<b>i<sub>y</sub></b> [cm]	<b>y</b>	<b>lim</b>
Stab 1	4	10	-	4.94	11.55	42.78	212.25
				4.94	28.87	17.11	212.25
Stab 2	4	10	-	1.50	11.55	12.99	439.80
				1.50	28.87	5.20	439.80

\*\*\*\* HINWEIS \*\*\*\*

Für die Stäbe 1, 2 wurde eine nicht zulässige Bewehrungsanordnung im Zusammenhang mit dem zu führenden Stabilitätsnachweis gewählt. Es wurde eine Eckanordnung durchgeführt.

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.

	<b>Aufl.</b>	<b>F<sub>x,k</sub></b> [kN]	<b>F<sub>z,k</sub></b> [kN]	<b>M<sub>y,k</sub></b> [kNm]
Einw. Gk	A	0.00	32.20	0.00
Einw. Gk.E	A	-30.70	0.00	22.63

Bem.-auflagerkräfte

	<b>Aufl.</b>	<b>F<sub>x,d</sub></b> [kN]	<b>F<sub>z,d</sub></b> [kN]	<b>M<sub>y,d</sub></b> [kNm]
Komb. 6	A	-41.45	43.47	30.55
Komb. 7	A	-41.45	37.03	30.55
Komb. 8	A	-35.31	43.47	26.02
Komb. 9	A	-30.70	32.20	22.63

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

**Nachweis**

	<b>[-]</b>
Querkraft	OK 0.05

Pos. L-M-A

Schnitt L-L; Bemessung HWS-Mauer nach Außen

Für den Nachweis nach Außen (zur Binnenseite) ist die Belastung aus dem Außergewöhnlichen Fall "bordvoll" unter Berücksichtigung von Anprall durch Treibgut maßgebend.

Wasserlast:

Wasserdruck auf Höhe OK SPW;  
 $q_h = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 3,22 \text{ m} = 32,2 \text{ kN/m}^2$

Erddruck binnenseitig:

Als stützender Erddruck; Auf sicherer Seite liegend Erdrückdruck; mit  $K_0 g_h = 0,5$ ;  
 $e_0 g_h = 0,5 \cdot 1,78 \text{ m} \cdot 20 \text{ kN/m}^3 = 17,8 \text{ kN/m}^2$

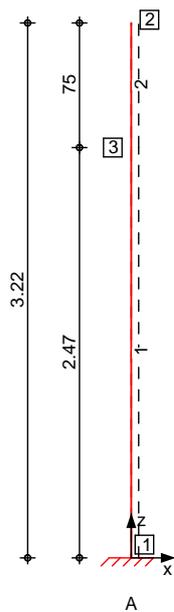
Anpralllast:

Aus Treibgut auf Höhe WSP;  $b_{eff} = 2 \cdot 3,22 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = 6,94 \text{ m}$   
 $q_v = 30 \text{ kN} / 6,94 \text{ m} = 4,35 \text{ kN/m}$

System

Stabwerk

M 1:45



Knotendefinition

Knoten	x [m]	z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	3.22
3	0.00	2.47

Stabdefinition

Stab	von Kn.	bis Kn.	l [m]	Material	Querschnitt
1	1	3	2.47	C 25/30 LP	b/h=100/40cm
2	3	2	0.75	C 25/30 LP	b/h=100/40cm

Stabendgelenke

Alle Stäbe sind druck-, zug- und biegesteif angeschlossen.

Auflagerdefinition  
global

Lager	Kn.	$K_{T,x}$ [kN/m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]
A	1	fest	fest	fest

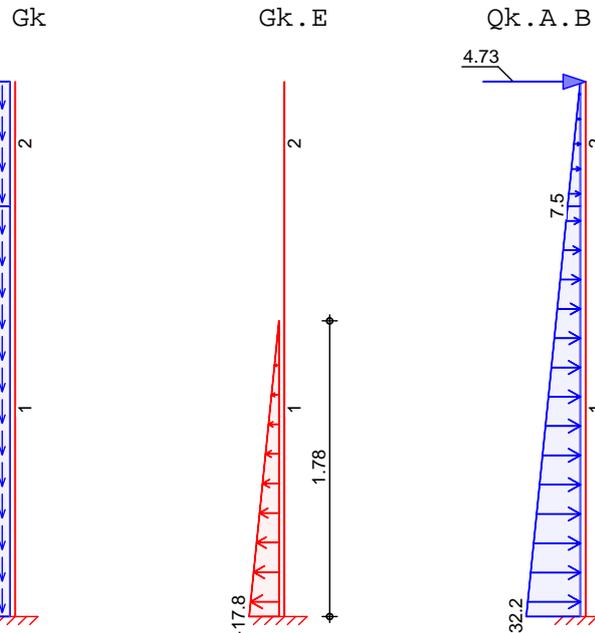
Belastungen

Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen



Eigengewicht  
in z-Richtung

Eigengewicht am Stab

Einw. *Gk*

Stab	Kommentar	$q_z$ [kN/m]
1-2	Eigengew	10.00

Streckenlasten  
in x-Richtung

Streckenlasten am Stab

Einw. *Gk.E*

Einw. *Qk.A.B*

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	$q_{x,li}$ [kN/m]	$q_{x,re}$ [kN/m]
1	Erddruck	0.00	1.78	-17.80	
2	bordvoll	0.00	0.75	7.50	
1	bordvoll	0.00	2.47	32.20	7.50

Punktlasten  
in x-/z-Richtung

Einzellasten am Stab

Einw. *Qk.A.B*

Stab	Kommentar	a [m]	$F_x$ [kN]	$F_z$ [kN]
(a) 2	Anpr	0.75	4.73	

(a)

Anpralllast  $30 / (2.92 \cdot 2 + 0.5) = 4.73$  kN

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

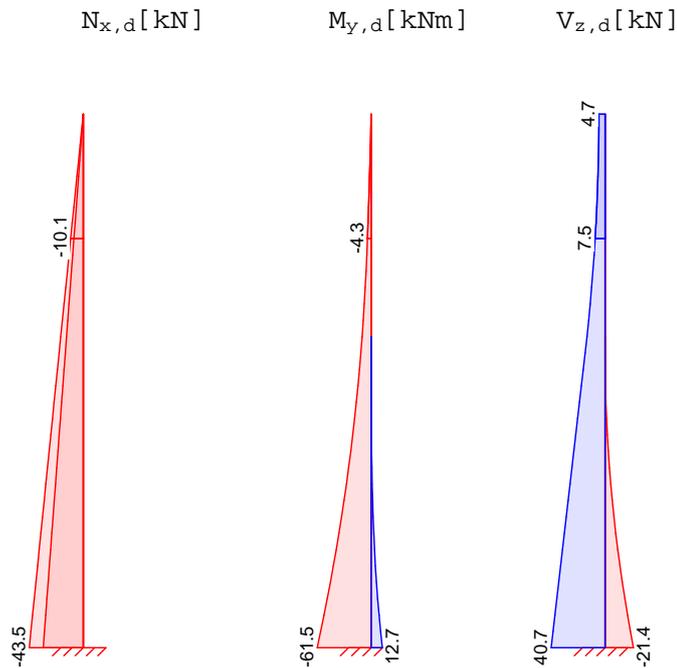
	Ek	( * *EW)		
ständig/vorüberg.	1	1.35 * Gk	+1.35 * Gk.E	
außergewöhnlich	3	1.00 * Gk	+1.00 * Gk.E	+1.00 * Qk.A.B
st./vor. Auflagerkr.	7	1.35 * Gk	+1.35 * Gk.E	
	10	1.00 * Gk	+1.00 * Gk.E	
außerg. Auflagerkr	11	1.00 * Gk	+1.00 * Gk.E	+1.00 * Qk.A.B
	12	0.95 * Gk	+1.00 * Gk.E	+1.00 * Qk.A.B
	13	1.00 * Gk	+0.95 * Gk.E	+1.00 * Qk.A.B

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen Theorie I. Ordnung

Grafik

Schnittgrößen (Umhüllende)



Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E$ [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30 LP		25	31000
B 500SA	500		200000

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

	$c_{nom,o}$ [mm]	$d'_{o}$ [mm]	$c_{nom,u}$ [mm]	$d'_{u}$ [mm]
Stab 1	55	60	55	60
Stab 2	55	60	55	60

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung

Bemessung für Biegebeanspruchung

Abs. 6.1

	$x$ [m]	$E_k$	$N_d$ [kN]	$M_{yd,o}$ $M_{yd,u}$ [kNm]	$x/d_o$ $x/d_u$	$A_{s,o}$ $A_{s,u}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,o,erf}$ $A_{s,u,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]
Stab 1	$(L = 2.47 \text{ m})$						
	0.00	3	-32.20	-61.48	0.035	2.80	2.80
	-	-	-	-	-	2.80	2.80
Stab 2	$(L = 0.75 \text{ m})$						
	0.00	3	-7.50	-4.25	-	0.13	0.13
	-	-	-	-	-	0.13	0.13

Querkraft  
Abs. 6.2

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

	<b>x</b> [m]	<b>Ek</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b> [kN]	<b>V<sub>Rd,max</sub></b> [kN]	<b>V<sub>Rd,c</sub></b> [kN]	<b>a<sub>sw,erf</sub></b> [cm <sup>2</sup> /m]	
Stab 1	(L = 2.47 m)						
	0.00	3	40.73	18.4	915.79	164.54	8.32 <sub>M</sub>
Stab 2	(L = 0.75 m)						
	0.00	3	7.54	18.4	915.79	162.02	8.32 <sub>M</sub>

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

Stabilität  
Abs. 5.8

Nachweise der Knicksicherheit nach dem Verfahren mit Nennkrümmung

Für die Stäbe 1 und 2 ist die Berücksichtigung der Stabilität nicht erforderlich.

Schlankheiten

Stab	Ek	c	l <sub>0,z</sub>		i <sub>z</sub>		z	lim
			l <sub>0,y</sub>	i <sub>y</sub>				
			[m]		[cm]			
Stab 1	5	10	-	4.94	11.55	42.78	212.25	
				4.94	28.87	17.11	212.25	
Stab 2	5	10	-	1.50	11.55	12.99	439.80	
				1.50	28.87	5.20	439.80	

\*\*\*\* HINWEIS \*\*\*\*

Für die Stäbe 1, 2 wurde eine nicht zulässige Bewehrungsanordnung im Zusammenhang mit dem zu führenden Stabilitätsnachweis gewählt. Es wurde eine Eckanordnung durchgeführt.

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	<b>F<sub>x,k</sub></b> [kN]	<b>F<sub>z,k</sub></b> [kN]	<b>M<sub>y,k</sub></b> [kNm]
Einw. Gk	A	0.00	32.20	0.00
Einw. Gk.E	A	-15.84	0.00	9.40
Einw. Qk.A.B	A	56.57	0.00	-70.88

Bem.-auflagerkräfte

	Aufl.	<b>F<sub>x,d</sub></b> [kN]	<b>F<sub>z,d</sub></b> [kN]	<b>M<sub>y,d</sub></b> [kNm]
Komb. 7	A	-21.39	43.47	12.69
Komb. 8	A	-21.39	37.03	12.69
Komb. 9	A	-18.22	43.47	10.81
Komb. 10	A	-15.84	32.20	9.40
Komb. 11	A	40.73	32.20	-61.48
Komb. 12	A	40.73	30.59	-61.48
Komb. 13	A	41.52	32.20	-61.95
Komb. 14	A	41.52	30.59	-61.95

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

**Nachweis**

		<b>[-]</b>
Querkraft	OK	0.04

Pos. L-SPW

Schnitt L-L; Anschluss Spundwand

**Anschluss KB an Spundwand mit Hilfe von Stabstahl:**

Spundwandprofil: TKL604  $t_{Steg} := 9 \text{ mm}$   $t_{flansch} := 10 \text{ mm}$  Doppelbohlenabstand:  $a_1 := 3,0 \text{ m}$

Material:  $b_{Rücken} := 354 \text{ mm}$

Beton:  $bet := \text{"C25/30"}$  (LP)  $f_{ck}(bet) := 25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\alpha_{cc} := 0,85$   $\gamma_c := 1,5$   $E_{cm}(bet) := 31000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   
 $A_{s,Rücken} := t_{flansch} \cdot b_{Rücken} = 35 \text{ cm}^2$   $f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}(bet)}{\gamma_c} = 14,17 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Betonstahl BSt 500:  $f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\gamma_s := 1,15$   $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Schnittgrößen (Kragarm; NW nach Innen):  $d_s := 20 \text{ mm}$  Eisendurchmesser

Auflagerkräfte aus mb: vertikal:  $F_{xd} := 44 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  horizontal:  $F_{zd} := 41 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$   $M_d := 61 \frac{\text{kN m}}{\text{m}}$  Hebelarm:  $a := 0,38 \text{ m} + d_s$

wirkende Zugkraft aus Moment:  $F_z := \frac{M_d}{a} = 152,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$   $F_{zGes} := F_z - \frac{F_{xd}}{2} = 130,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$erfA_s := \frac{F_{zGes} \cdot a_1}{f_{yd}} = 9 \text{ cm}^2$   $d_s := 20 \text{ mm}$   $n := 3$  (Eisen je Spundwandrücken)

$vorhA_s := n \cdot n \cdot \left(\frac{d_s}{2}\right)^2 = 9,42 \text{ cm}^2$   $\eta := \frac{erfA_s}{vorhA_s} = 0,96 \leq 1$

Vergleich der Stahlflächen:  $\eta := \frac{vorhA_s}{A_{s,Rücken}} = 0,27 \leq 1$

Bei Einleitung der Horizontalkräfte  $F_{zd}$  erfolgt über Druck (Teilflächenpressung) in die Spundwand. Dabei wird nur der Mittelsteg mit 2 Teilflächen angesetzt.

Annahme:  $t_{eff} := 2 \cdot t_{Steg} = 1,8 \text{ cm}$

abgerundet:  $t_{eff} := 1,5 \text{ cm}$

Betondeckung:  $c_{nom} := 6 \text{ cm}$

erforderliche Fläche:

$A_{erf,x} := F_{zd} \cdot \frac{a_1}{2 \cdot f_{cd}} = 43,41 \text{ cm}^2$

=> erforderliche Lasteinleitungshöhe h:  $h_A := \frac{A_{erf,x}}{t_{eff}} = 28,94 \text{ cm}$

**Schweißnahtanschluss:**

Material: S235  $f_u := 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\gamma_{M2} := 1,25$   $\beta_w := 0,8$

1.  $w \geq 4 \cdot d_s = 80 \text{ mm}$  a  $\geq 0,3 \cdot d_s = 6 \text{ mm}$  => gew:  $a := 7 \text{ mm}$

$F_{w,Rd} := \frac{f_u \cdot a}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 14,55 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$  =>  $n = 3$  Bewehrungsstäbe je  $d_s = 20 \text{ mm}$

$$erfl_w := \text{Max} \left( \frac{F_{zGes} \cdot a_1}{n \cdot F_{W,Rd}}; 4 \cdot d_s \right) = 89,7 \text{ mm}$$

=> gewählte Schweißnaht:  $a = 7 \text{ mm}$   $l_s := 80 \text{ mm}$  beidseits je Bewehrungsstab  $d_s = 20 \text{ mm}$

**Übergreifungslänge (Winkelhaken):**

Ermittlung der Grundwerte: ( $d_s < 32\text{mm}$ )  $\alpha_1 := 0,7$   $\alpha_5 := 1,0$   $\alpha_6 := 1,4$   $f_{bd} := 14,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Verbund := "gut"

(guter Verbund; mäßig f.bd \*0,7)

Aus Tabelle für Grundwert:  $l_{b,rqd} := 81 \text{ cm}$

$$l_0 := \text{Max} \left( \alpha_1 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \cdot \frac{erfA_s}{vorhA_s}; 15 \cdot d_s; 200 \text{ mm}; 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \right) = 758,4 \text{ mm}$$

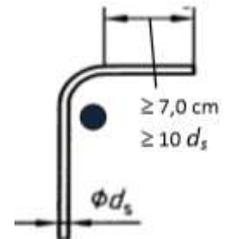
Hakenlänge:  $l_H := \text{Max} (10 \cdot d_s; 70 \text{ mm}) = 200 \text{ mm}$

lichter Abstand zwischen den Übergreifungseisen:

$$s_{max} := \frac{35 \text{ cm}}{3} = 11,67 \text{ cm}$$

$$l_0 = 79,51 \text{ cm}$$

if $s_{max} \leq 4 \cdot d_s$ $l_0 := l_0$ else $l_0 := l_0 + (s_{max} - 4 \cdot d_s)$
---



Pos. M-BS-P

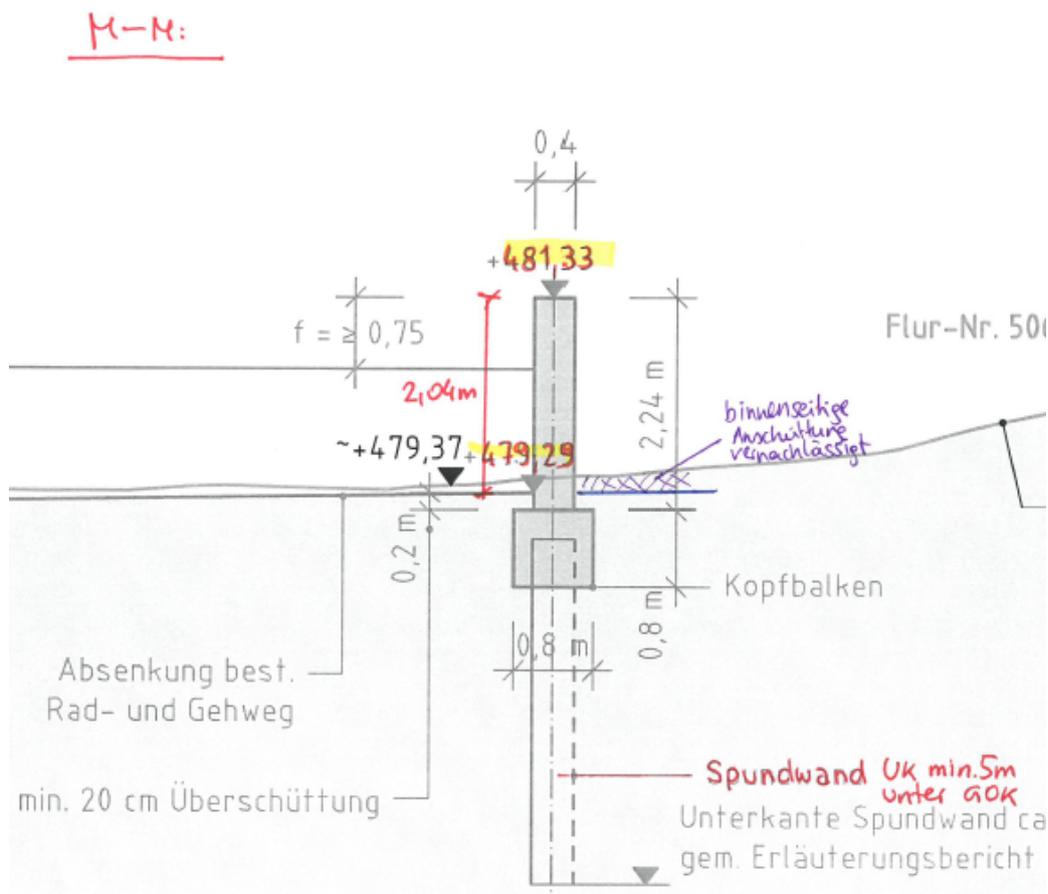
Schnitt M-M; HWS Mauer auf Doppelbohlen

Gültig für Bereich Station: ca.0+140 bis ca.0+205

Im Bereich von Schnitt M-M ist ein maximaler Doppelbohlenabstand von 3,5m zulässig. Aufgrund der fehlenden stützenden Wirkung durch binnenseitige Anschüttung sind bei größeren Abständen große Kopfverformungen und höhere Einbindetiefen erforderlich.

Für das statische Modell für die Gründung der HWS-Wand auf den einzelnen Doppelbohlen wird das System als Trägerbohlwand angesehen. Genaue Beschreibung dazu: Verweis auf *Pos. 102*

Die Anpralllast wird als Linienlast angesetzt. Lastausbreitung 45°; -->  $q_h=30\text{kN}/\text{beff}$  angesetzt



Betrachtete Bemessungssituationen:

BS-P: Nachweis gedeckt durch die Berechnung in *Pos. K-BS-P*; ständige Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Innen (zur Wasserseite) Wasserspiegel wird luft- und erdseitig auf GOK-wasserseite gesetzt;

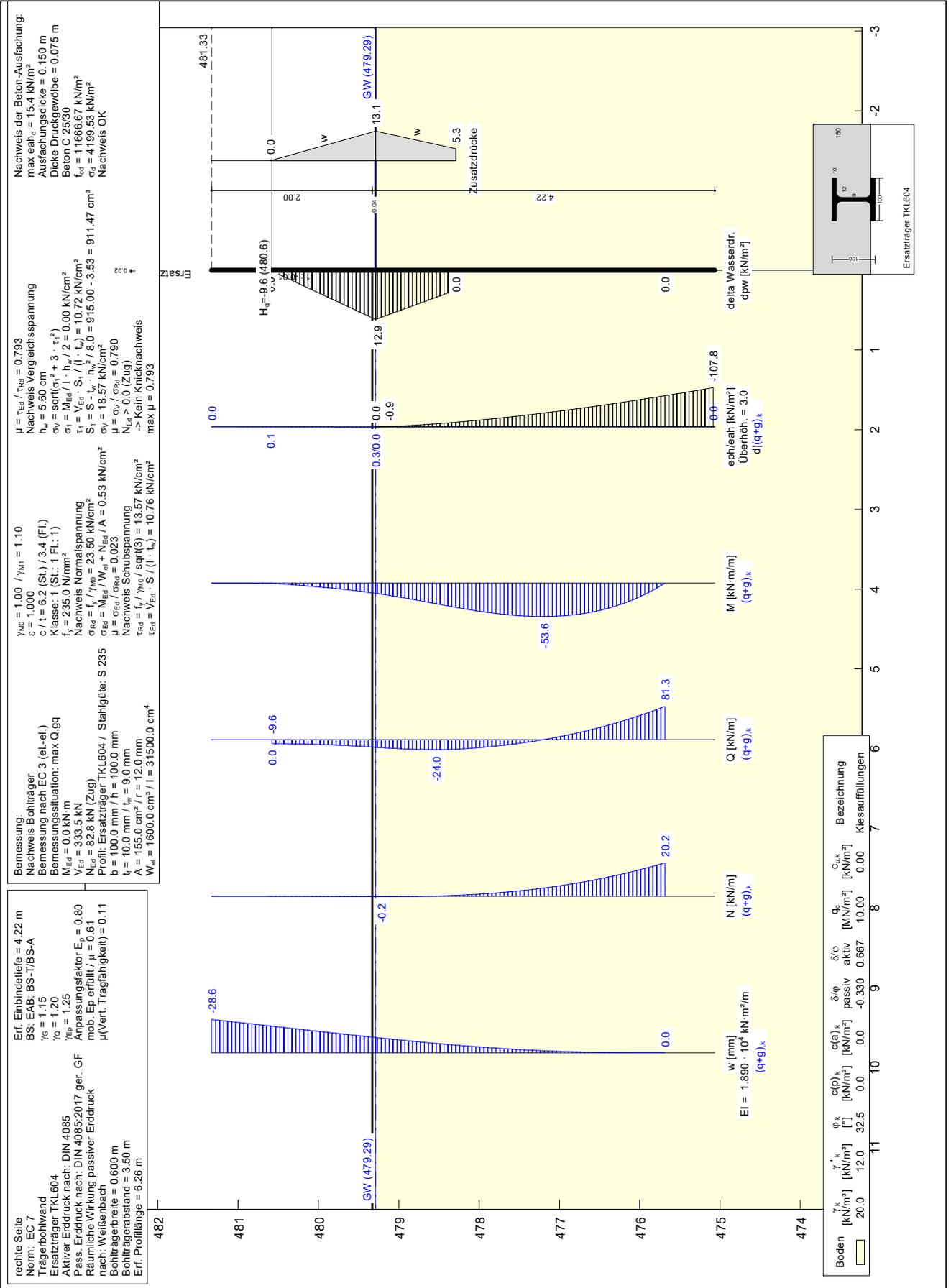
BS-T: Berechnet in *Pos. M-BS-T*; veränderliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); Für Bemessungshochwasser (auf sicherer Seite liegend) mit Anpralllast durch Treibgut;

BS-A: Berechnet in *Pos. M-BS-A*; außergewöhnliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); bordvoll mit Anpralllast durch Treibgut;

Pos. M-BS-T

Schnitt M-M; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-T)

BS-T: veränderliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); Für Bemessungshochwasser (auf sicherer Seite liegend) mit Anpralllast durch Treibgut;  
 $b_{eff}=2*1,30m+0,5m=3,10m$ ;  $q_h=30kN/3,1m=9,6kN/m$

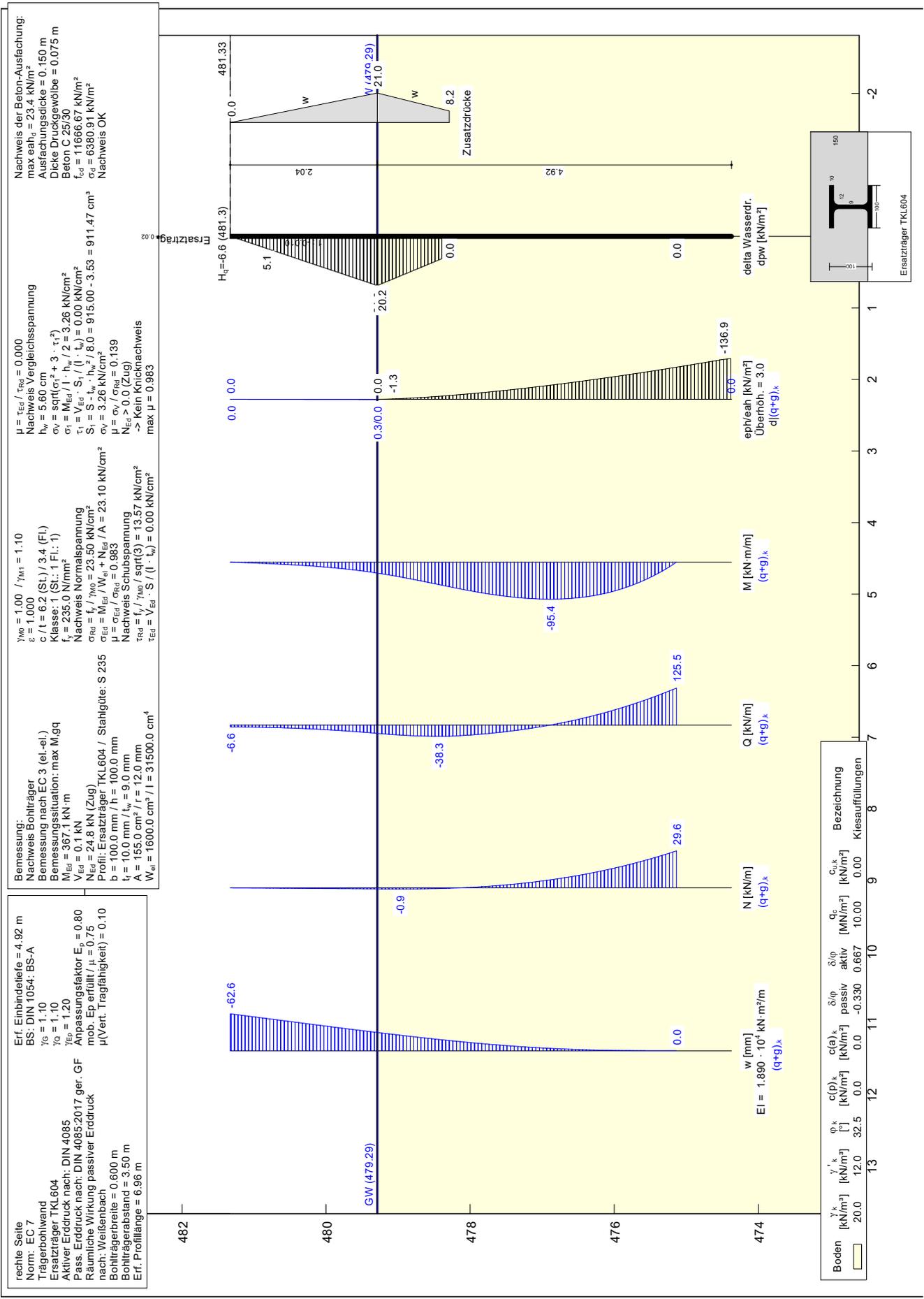


Pos. M-BS-A

Schnitt M-M; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-A)

BS-A: außergewöhnliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite);  
bordvoll mit Anpralllast durch Treibgut;

$b_{eff}=2,04m \cdot 2+0,5=4,58m$ ;  $q_h=30kN/4,58m=6,55kN/m$



Pos. M-M-A

Schnitt M-M; Bemessung HWS-Mauer nach Außen

Für den Nachweis nach Außen (zur Binnenseite) ist die Belastung aus dem Außergewöhnlichen Fall "bordvoll" unter Berücksichtigung von Anprall durch Treibgut maßgebend.

Wasserlast:

Wasserdruck auf Höhe ca. OK SPW;

$$q_h = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,92 \text{ m} = 29,2 \text{ kN/m}^2$$

Erddruck binnenseitig:

Da das Gelände hinter der Mauer sehr niedrig ist, wird kein stützender binnenseitiger Erddruck angesetzt.

Anpralllast:

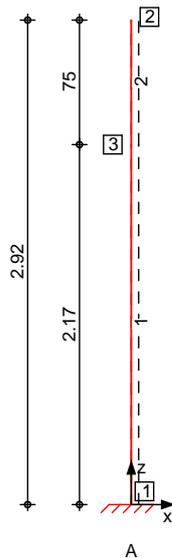
Aus Treibgut auf Höhe WSP;  $b_{eff} = 2 \cdot 2,92 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = 6,34 \text{ m}$

$$q_v = 30 \text{ kN} / 6,34 \text{ m} = 4,75 \text{ kN/m}$$

System

Stabwerk

M 1:45



Knotendefinition	Knoten		x	z	
			[m]	[m]	
	1		0.00	0.00	
	2		0.00	2.92	
	3		0.00	2.17	
Stabdefinition	Stab	von bis	l	Material	Querschnitt
		Kn. Kn.	[m]		
	1	1 3	2.17	C 25/30 LP	b/h=100/40cm
	2	3 2	0.75	C 25/30 LP	b/h=100/40cm
Stabendgelenke	Alle Stäbe sind druck-, zug- und biegesteif angeschlossen.				

Auflagerdefinition  
global

Lager	Kn.	$K_{T,x}$ [kN/m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]
A	1	fest	fest	fest

Belastungen

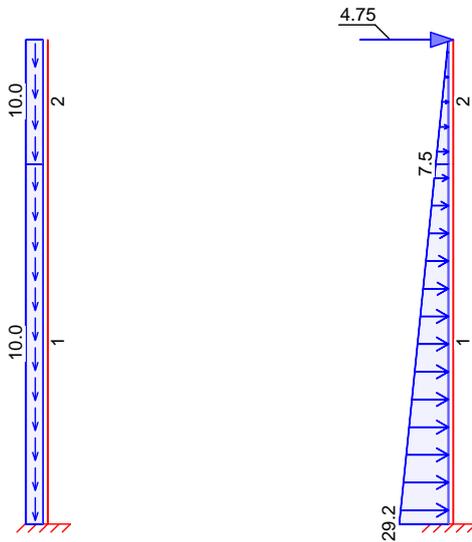
Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk Qk.A.B



Eigengewicht  
in z-Richtung

Stab	Kommentar	$Q_z$ [kN/m]
1-2	Eigengew	10.00

Streckenlasten  
in x-Richtung

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	$Q_{x,li}$ [kN/m]	$Q_{x,re}$ [kN/m]
2	bordvoll	0.00	0.75	7.50	
1	bordvoll	0.00	2.17	29.20	7.50

Punktlasten  
in x-/z-Richtung

Stab	Kommentar	a [m]	$F_x$ [kN]	$F_z$ [kN]
2	Anpr	0.75	4.75	

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

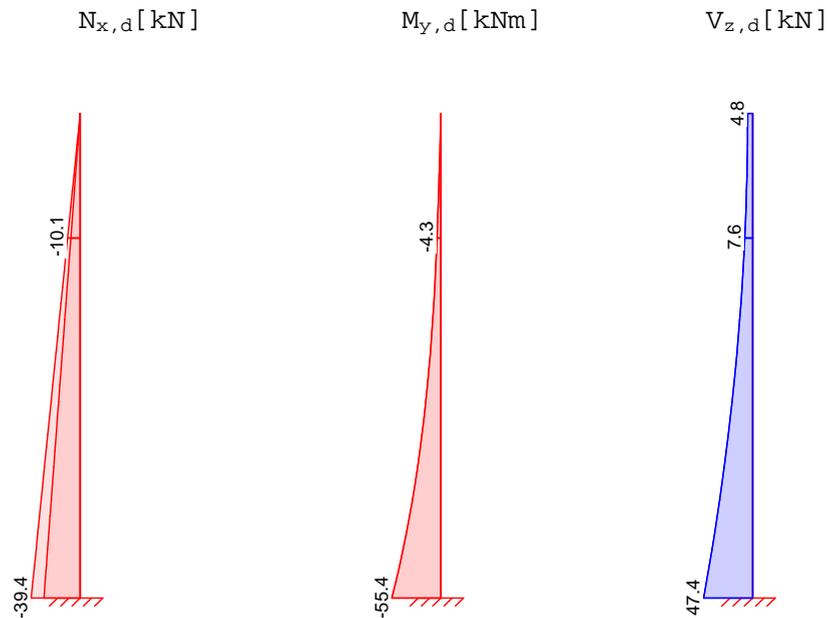
Ek	( * *EW)
1	1.35 * Gk
3	1.00 * Gk + 1.00 * Qk.A.B
5	1.35 * Gk
7	1.00 * Gk
6	1.00 * Gk + 1.00 * Qk.A.B
8	0.95 * Gk + 1.00 * Qk.A.B

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen Theorie I. Ordnung

Grafik

Schnittgrößen (Umhüllende)



Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E$ [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30 LP		25	31000
B 500SA	500		200000

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

	$c_{nom,o}$ [mm]	$d'_{o}$ [mm]	$c_{nom,u}$ [mm]	$d'_{u}$ [mm]
Stab 1	55	60	55	60
Stab 2	55	60	55	60

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung

Bemessung für Biegebeanspruchung

Abs. 6.1

	$x$ [m]	$E_k$	$N_d$ [kN]	$M_{yd,o}$ $M_{yd,u}$ [kNm]	$x/d_o$ $x/d_u$	$A_{s,o}$	$A_{s,o,erf}$
						$A_{s,u}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,u,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]
Stab 1 ( $L = 2.17 m$ )	0.00	3	-29.20	-55.37	-	2.51	2.51
						2.51	2.51
Stab 2 ( $L = 0.75 m$ )	0.00	3	-7.50	-4.27	-	0.13	0.13
						0.13	0.13

Querkraft

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

Abs. 6.2

	$x$ [m]	$E_k$	$V_{Ed}$ [kN]	$\alpha$ [°]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$a_{sw,erf}$
							[cm <sup>2</sup> /m]
Stab 1 ( $L = 2.17 m$ )	0.00	3	47.38	18.4	915.79	164.23	8.32 <sub>M</sub>
Stab 2 ( $L = 0.75 m$ )							

<b>x</b> [m]	<b>Ek</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b> [kN]	<b>[°]</b>	<b>V<sub>Rd,max</sub></b> [kN]	<b>V<sub>Rd,c</sub></b> [kN]	<b>a<sub>sw,erf</sub></b> [cm <sup>2</sup> /m]
0.00	3	7.56	18.4	915.79	162.02	8.32 <sub>M</sub>

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

Stabilität  
Abs. 5.8

Nachweise der Knicksicherheit nach dem Verfahren mit Nennkrümmung

Für die Stäbe 1 und 2 ist die Berücksichtigung der Stabilität nicht erforderlich.

Schlankheiten

<b>Stab</b>	<b>Ek</b>	<b>c</b>	<b>l<sub>0,z</sub></b> <b>l<sub>0,y</sub></b> [m]	<b>i<sub>z</sub></b> <b>i<sub>y</sub></b> [cm]	<b>z</b> <b>y</b>	<b>lim</b> <b>lim</b>
Stab 1	3	10	-	4.34 4.34	11.55 28.87	37.59 15.03 239.42
Stab 2	3	10	-	1.50 1.50	11.55 28.87	12.99 5.20 472.42

\*\*\*\* HINWEIS \*\*\*\*

Für die Stäbe 1, 2 wurde eine nicht zulässige Bewehrungsanordnung im Zusammenhang mit dem zu führenden Stabilitätsnachweis gewählt. Es wurde eine Eckanordnung durchgeführt.

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.

	<b>Aufl.</b>	<b>F<sub>x,k</sub></b> [kN]	<b>F<sub>z,k</sub></b> [kN]	<b>M<sub>y,k</sub></b> [kNm]
Einw. <i>Gk</i>	A	0.00	29.20	0.00
Einw. <i>Qk.A.B</i>	A	47.38	0.00	-55.37

Bem.-auflagerkräfte

	<b>Aufl.</b>	<b>F<sub>x,d</sub></b> [kN]	<b>F<sub>z,d</sub></b> [kN]	<b>M<sub>y,d</sub></b> [kNm]
Komb. 5	A	0.00	39.42	0.00
Komb. 6	A	47.38	29.20	-55.37
Komb. 7	A	0.00	29.20	0.00
Komb. 8	A	47.38	27.74	-55.37

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

**Nachweis**

		<b>[-]</b>
Querkraft	OK	0.05

Pos. M-SPW

Schnitt M-M; Anschluss Spundwand

**Anschluss KB an Spundwand mit Hilfe von Stabstahl:**

Spundwandprofil: TKL604  $t_{Steg} := 9 \text{ mm}$   $t_{flansch} := 10 \text{ mm}$  Doppelbohlenabstand:  $a_1 := 3,5 \text{ m}$

Material:  $b_{Rücken} := 354 \text{ mm}$

Beton:  $bet := \text{"C25/30"}$  (LP)  $f_{ck}(bet) := 25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\alpha_{cc} := 0,85$   $\gamma_c := 1,5$   $E_{cm}(bet) := 31000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   
 $A_{s,Rücken} := t_{flansch} \cdot b_{Rücken} = 35 \text{ cm}^2$   $f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}(bet)}{\gamma_c} = 14,17 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Betonstahl BSt 500:  $f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\gamma_s := 1,15$   $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Schnittgrößen (Kragarm; NW nach Innen):  $d_s := 20 \text{ mm}$  Eisendurchmesser

Auflagerkräfte aus mb: vertikal:  $F_{xd} := 40 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  horizontal:  $F_{zd} := 48 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$   $M_d := 55,37 \frac{\text{kN m}}{\text{m}}$  Hebelarm:  $a := 0,38 \text{ m} + d_s$

wirkende Zugkraft aus Moment:  $F_z := \frac{M_d}{a} = 138,43 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$   $F_{zGes} := F_z - \frac{F_{xd}}{2} = 118,425 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$erfA_s := \frac{F_{zGes} \cdot a_1}{f_{yd}} = 9,53 \text{ cm}^2$   $d_s := 20 \text{ mm}$   $n := 3$  (Eisen je Spundwandrücken)

$vorhA_s := n \cdot n \cdot \left(\frac{d_s}{2}\right)^2 = 9,42 \text{ cm}^2$   $\eta := \frac{erfA_s}{vorhA_s} = 1,01 \leq 1$

Vergleich der Stahlflächen:  $\eta := \frac{vorhA_s}{A_{s,Rücken}} = 0,27 \leq 1$

Bei Einleitung der Horizontalkräfte  $F_{zd}$  erfolgt über Druck (Teilflächenpressung) in die Spundwand. Dabei wird nur der Mittelsteg mit 2 Teilflächen angesetzt.

Annahme:  $t_{eff} := 2 \cdot t_{Steg} = 1,8 \text{ cm}$

abgerundet:  $t_{eff} := 1,5 \text{ cm}$

Betondeckung:  $c_{nom} := 6 \text{ cm}$

erforderliche Fläche:

$A_{erf,x} := F_{zd} \cdot \frac{a_1}{2 \cdot f_{cd}} = 59,29 \text{ cm}^2$

=> erforderliche Lasteinleitungshöhe h:  $h_A := \frac{A_{erf,x}}{t_{eff}} = 39,53 \text{ cm}$

**Schweißnahtanschluss:**

Material: S235  $f_u := 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\gamma_{M2} := 1,25$   $\beta_w := 0,8$

1.  $w \geq 4 \cdot d_s = 80 \text{ mm}$  a  $\geq 0,3 \cdot d_s = 6 \text{ mm}$  => gew:  $a := 7 \text{ mm}$

$F_{w,Rd} := \frac{f_u \cdot a}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 14,55 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$  =>  $n = 3$  Bewehrungsstäbe je  $d_s = 20 \text{ mm}$

$$erfl_w := \text{Max} \left( \frac{F_{zGes} \cdot a_1}{n \cdot F_{W,Rd}}; 4 \cdot d_s \right) = 94,96 \text{ mm}$$

=> gewählte Schweißnaht:  $a = 7 \text{ mm}$   $l_s := 80 \text{ mm}$  beidseits je Bewehrungsstab  $d_s = 20 \text{ mm}$

**Übergreifungslänge (Winkelhaken):**

Ermittlung der Grundwerte: ( $d_s < 32\text{mm}$ )

$\alpha_1 := 0,7$

$\alpha_5 := 1,0$

$\alpha_6 := 1,4$

$f_{bd} := 14,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Verbund := "gut"

(guter Verbund; mäßig f.bd \*0,7)

Aus Tabelle für Grundwert:  $l_{b,rqd} := 81 \text{ cm}$

$$l_0 := \text{Max} \left( \alpha_1 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \cdot \frac{erfA_s}{vorhA_s}; 15 \cdot d_s; 200 \text{ mm}; 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \right) = 802,93 \text{ mm}$$

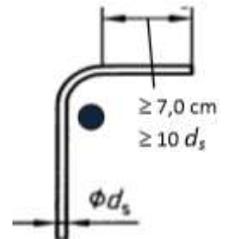
Hakenlänge:  $l_H := \text{Max} (10 \cdot d_s; 70 \text{ mm}) = 200 \text{ mm}$

lichter Abstand zwischen den Übergreifungseisen:

$s_{max} := \frac{35 \text{ cm}}{3} = 11,67 \text{ cm}$

$l_0 = 83,96 \text{ cm}$

<p>if <math>s_{max} \leq 4 \cdot d_s</math>  <math>l_0 := l_0</math>  else  <math>l_0 := l_0 + (s_{max} - 4 \cdot d_s)</math></p>
---



Pos. M-KB

Kopfbalken-Torsionsbemessung

Die Torsionsbemessung für den Kopfbalken wird für den Schnitt M-M durchgeführt; Dort besitzt die HWS-Mauer die höchste freie Auskragung. Dort beträgt der Doppelbohlenabstand maximal  $a=3,5m$ ; Die Torsionsbemessung für den Kopfbalken erfolgt unter der Annahme des außergewöhnlichen Lastfalls "bordvoll" unter Berücksichtigung einer Anpralllast als Linienlast mit  $b_{eff}=4,5m$ ;  $q_h=30kN/4,5m=6,67kN/m \rightarrow$  angesetzt mit  $7kN/m$  und Exzentrizität  $e=2,25m$   
Wasserlast:  
 $Q_h=2,25m \cdot 10kN/m^3 \cdot 2,25/2m=25,32kN/m$  mit  $e=85cm$

Der stützender Erddruck auf den Kopfbalken wird auf sicherer Seite liegend als Erdruhedruck angenommen:  
 $e_0gh=0,5 \cdot 0,8m \cdot 20kN/m^3=8kN/m^2$

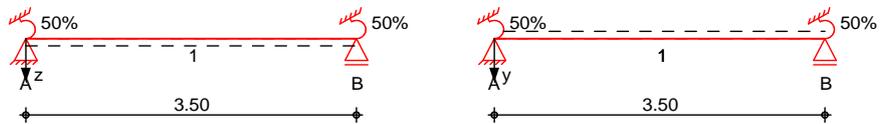
System

Einfeldträger (90.0/70.0/350.0)

M 1:80

System z-Richtung

System y-Richtung



Abmessungen  
Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Material	b/h [cm]
1	3.50	C 25/30 LP	90.0/70.0

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{T,y}$ [kN/m]	Gabell.
A	0.00	100	steif	fest	fest	fest
B	3.50	100	steif	fest	fest	fest

Endeinspannungen

Einspannung links	$E_{li} = 50.00$	%
Ersatzlänge	$l_e = 3.50$	m
Einspannung rechts	$E_{re} = 50.00$	%
Ersatzlänge	$l_e = 3.50$	m

Belastungen

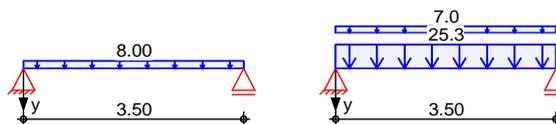
Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk.E Qk.A.B



Streckenlasten  
in y-Richtung

Gleichlasten

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	$q_{li}$ [kN/m]	$q_{re}$ [kN/m]	e [cm]
1		0.00	3.50		8.00	0.0
1	(a)	0.00	3.50		25.31	84.0
1		0.00	3.50		7.00	225.0

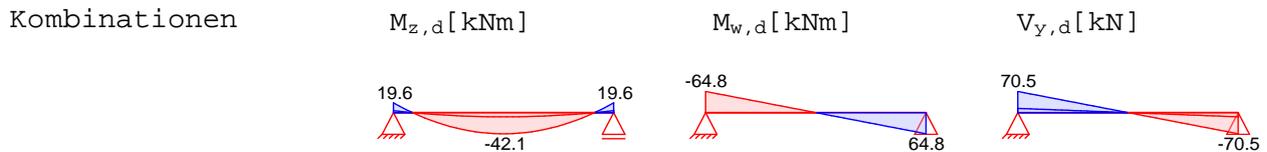
(a) Wasserlast bordvoll  
 $2.25 \cdot 10 \cdot 0.5 \cdot 2.25 = 25.31 \text{ kN/m}$

Kombinationen Kombinationsbildung nach DIN EN 1990

	<b>Ek</b>	( * *EW)
ständig/vorüberg.	1	1.35*Gk.E
	2	1.00*Gk.E
außergewöhnlich	3	1.00*Gk.E +1.00*Qk.A.B

Bem.-schnittgrößen Bemessungsschnittgrößen

Grafik Schnittgrößen (Umhüllende)



Bemessung (GZT) für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung Bemessung für Biege-, Normalkraft- und Torsionsbeanspruchung (je Seite)  
6.1

x	$N_{xd}$	$M_{yd}$	$M_{zd}$	$T_{Ed}$	$A_s$	$A_{s,T}$	$A_s$
[m]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
<i>(L = 3.50 m, b/h = 90.0 / 70.0 cm)</i>							
Feld 1							
0.00	0.0	0.0	19.6	-64.8	3.14	0.00	3.25 <sup>M</sup>
0.50	a	0.0	-10.7	-46.3	2.20	0.00	3.25 <sup>M</sup>
1.75	*	0.0	0.0	0.0	0.47	0.00	3.25 <sup>M</sup>
3.00	a	0.0	-10.7	46.3	2.20	0.00	3.25 <sup>M</sup>
3.50		0.0	19.6	64.8	3.14	0.00	3.25 <sup>M</sup>

Querkraft Bemessung für Querkraft- und Torsionsbeanspruchung  
6.2

x	$V_{Ed,z}$	$T_{Ed}$	erf $a_{sw,z}$	erf $a_{sw,T}$	$a_{sw}$
[m]	$V_{Ed,y}$	[kNm]	erf $a_{sw,y}$	[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]
[m]	[kN]	[kNm]	[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]
<i>(L = 3.50 m, b/h = 90.0 / 70.0 cm)</i>					
Feld 1					
0.00	0.0	-64.8	7.49 <sup>M</sup>	1.43	16.18 <sup>M</sup>
	70.5		5.82 <sup>M</sup>		
0.30	0.0	-53.5	7.49 <sup>M</sup>	1.18	15.68 <sup>M</sup>
	58.3		5.82 <sup>M</sup>		
0.50	a	-46.3	7.49 <sup>M</sup>	1.02	15.36 <sup>M</sup>
	50.4		5.82 <sup>M</sup>		
3.00	a	46.3	7.49 <sup>M</sup>	1.02	15.36 <sup>M</sup>
	-50.4		5.82 <sup>M</sup>		
3.20	0.0	53.5	7.49 <sup>M</sup>	1.18	15.68 <sup>M</sup>
	-58.3		5.82 <sup>M</sup>		
3.50	0.0	64.8	7.49 <sup>M</sup>	1.43	16.18 <sup>M</sup>
	-70.5		5.82 <sup>M</sup>		

Nachweise (GZT) im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Druckstreben  
6.3.2

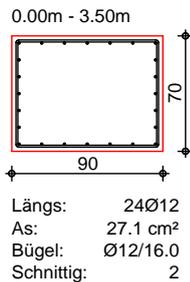
Nachweis der Druckstreben­tragfähigkeit

x [m]	V <sub>Ed,z</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	z [°]	V <sub>Ed,max,z</sub> [kN]	T <sub>Ed,max</sub> [kNm]	[-]
	V <sub>Ed,y</sub> [kN]		y	V <sub>Ed,max,y</sub> [kN]		
(L = 3.50 m, b/h = 90.0 / 70.0 cm)						
Feld 1						
0.00	0.0	64.8	--	3061.8	465.9	0.06
	70.5		18.4	1943.8	279.5	
0.30	0.0	53.5	--	3061.8	465.9	0.04
	58.3		18.4	1943.8	279.5	
0.50	0.0	46.3	--	3061.8	465.9	0.03
	50.4		18.4	1943.8	279.5	
3.00	0.0	46.3	--	3061.8	465.9	0.03
	50.4		18.4	1943.8	279.5	
3.20	0.0	53.5	--	3061.8	465.9	0.04
	58.3		18.4	1943.8	279.5	
3.50	0.0	64.8	--	3061.8	465.9	0.06
	70.5		18.4	1943.8	279.5	

Bewehrungswahl

x [m]	Anz.	d <sub>S,L</sub> [mm]	A <sub>S,ges</sub> [cm <sup>2</sup> ]	d <sub>S,B</sub> [mm]	s [cm]	n	a <sub>aw</sub> [cm <sup>2</sup> /m]
(L = 3.50 m, b/h = 90.0 / 70.0 cm)							
Feld 1							
0.00	24	Ø12	27.14	Ø12	16	2	14.14

Feld 1  
M 1:45



Auflagerkräfte

Charakteristische Auflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

Aufl.	M <sub>x,k,min</sub> [kNm]	F <sub>z,k,min</sub> [kN]	F <sub>y,k,min</sub> [kN]	M <sub>z,k,min</sub> [kNm]
	M <sub>x,k,max</sub> [kNm]	F <sub>z,k,max</sub> [kN]	F <sub>y,k,max</sub> [kN]	M <sub>z,k,max</sub> [kNm]
Einw. Gk.E	A	0.00	0.00	3.89
		0.00	0.00	3.89
	B	0.00	0.00	-3.89
		0.00	0.00	-3.89
Einw. Qk.A.B	A	-64.77	0.00	15.69
		-64.77	0.00	15.69
	B	-64.77	0.00	-15.69
		-64.77	0.00	-15.69

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

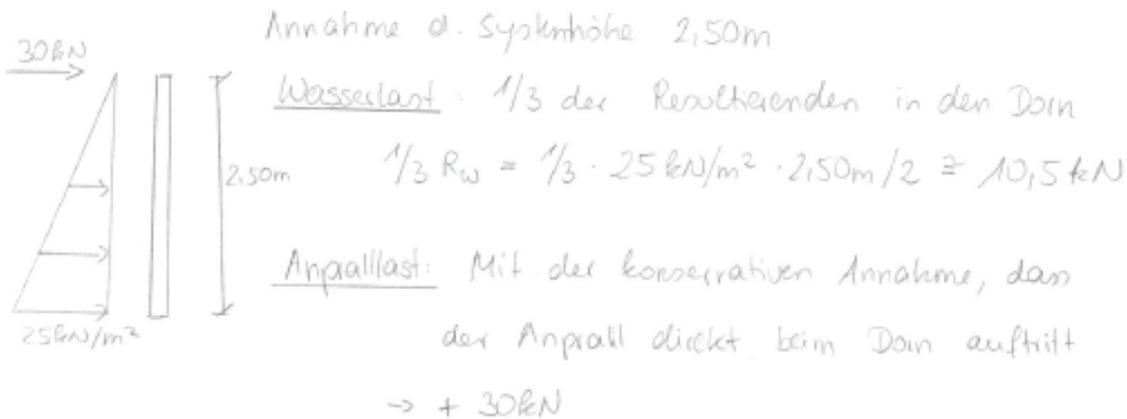
Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

<b>Nachweis</b>	<b>Ort</b>	<b>[ - ]</b>
Biegung	OK	
Querkraft	OK	
Druckstreben	OK	
Bewehrungswahl	OK	

Um den Horizontalschub zwischen den Wandelementen gleichmäßig verteilen zu können, werden zwischen den abgefugten Wandelementen Schubdorne 20cm unter OK-Mauer angeordnet.

Schubdorn 20cm unter Ok - Trauer

Beanspruchung:



Gesamte Querbeanspruchung:

$$V_{Ed} = 30 \text{ kN} + 10,5 \text{ kN} = \underline{\underline{40,5 \text{ kN}}}$$

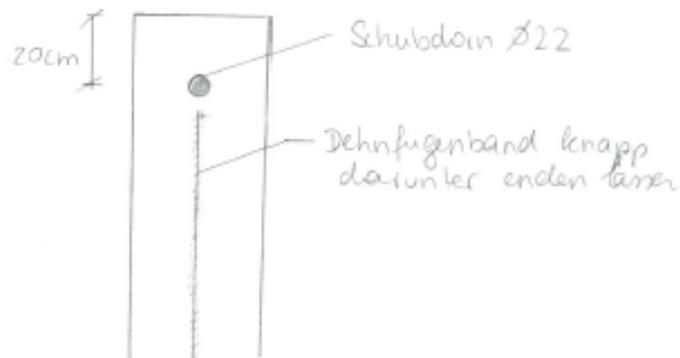
Da beides außergewöhnliche Lastfälle → keine weiteren Sicherheitsbeiwerte angesetzt

Mit einer Fugenbreite von 20mm

gewählt: Schöck-Dorn Typ LD Ø22

$$V_{rd} = 42,6 \text{ kN}$$

Anordnung:



Pos. KLMO

Bewehrungsskizze und SPW-Anschluss

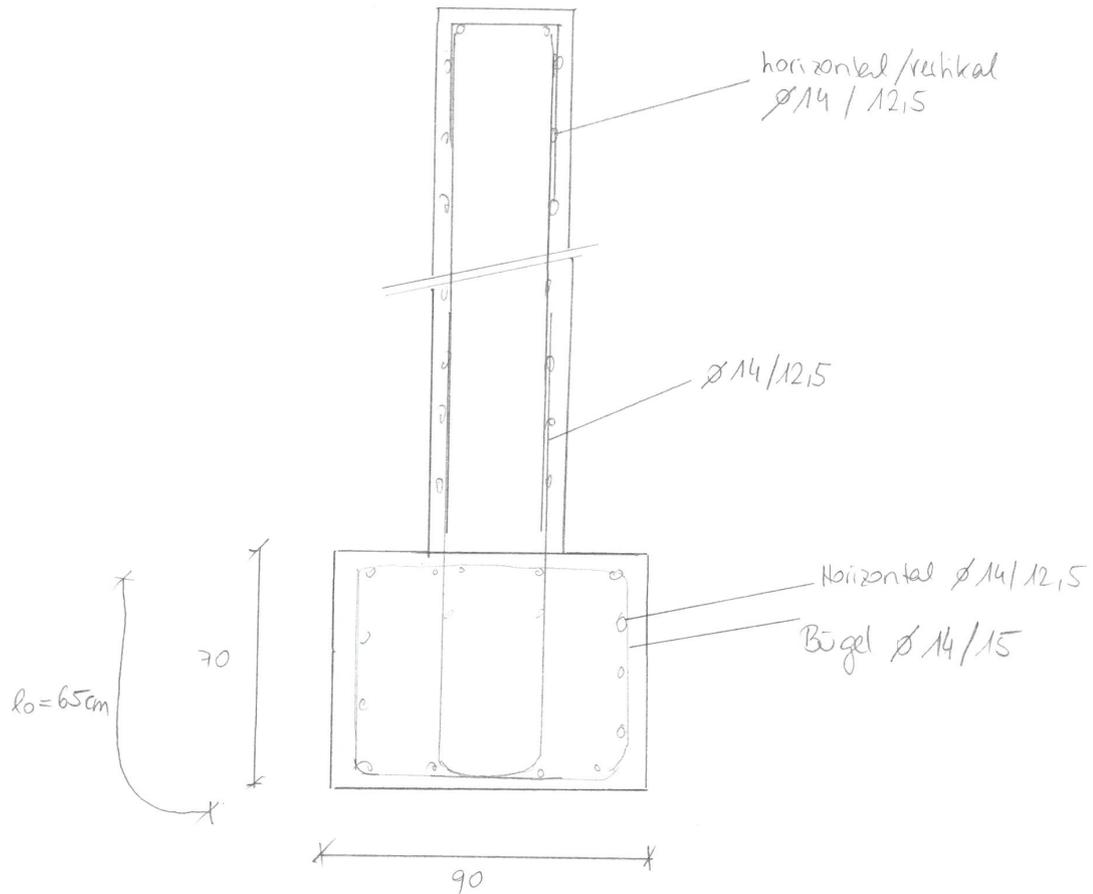
PROJEKT:

POSITION:

SEITE:

SKIZZE SCHNITTE K/L/M/O:

Wand/Kopfbalken zwischen Doppelbohlen:



Sämtliche Rechte, auch urheberrechtlicher Art, bleiben vorbehalten

**m4 Ingenieure GmbH**

Büro München • Augustenstraße 10 • D-80333 München • Tel 089 99 01 691-0 • Fax -20  
Büro Rosenheim • Münchner Straße 35 • D-83022 Rosenheim • Tel 08031 90 88 04-0 • Fax -9

• Konstruktiver Ingenieurbau  
• Bauwerkserhaltung  
• Gutachten

**m4**  
INGENIEURE

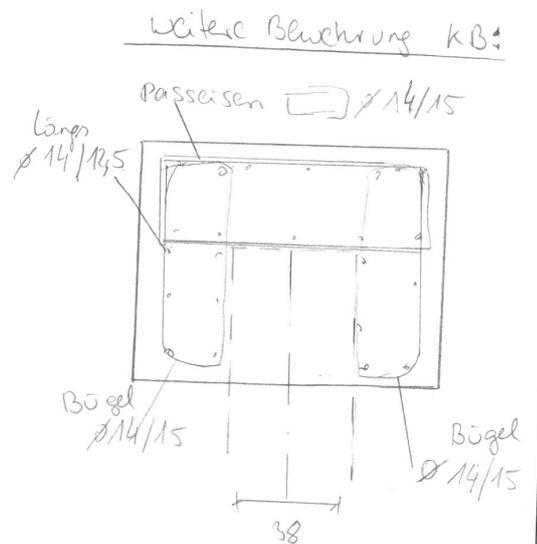
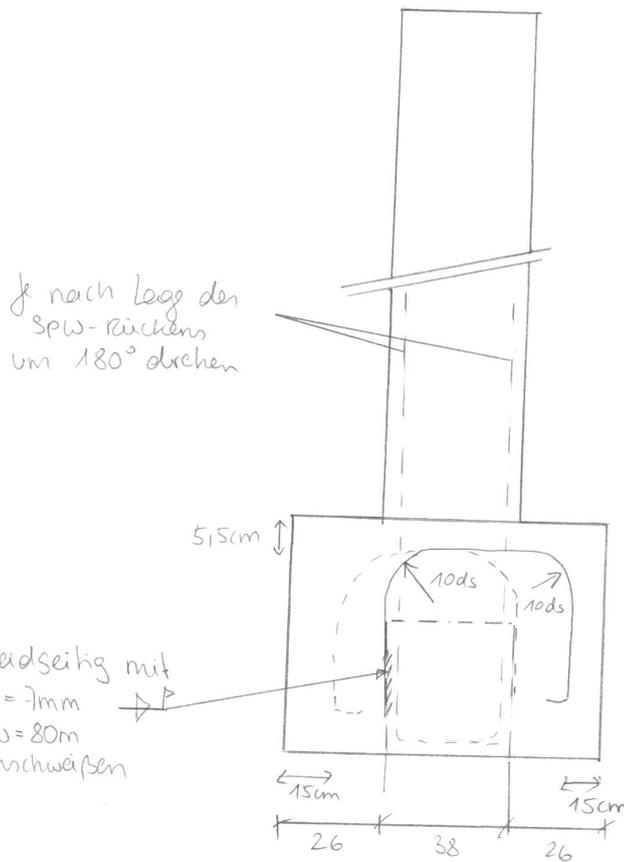
PROJEKT:

POSITION:

SEITE:

Wand/Kopfbalken im Bereich der Doppelbohlen

mit Annahme einer Toleranz d. Spundbohlen ca. 9-10cm



Verankerungslänge  
lo ref ca. 60/70/80/84 cm für angeschweißte  $\varnothing 20$  Eisen.

3  $\varnothing 20$  Eisen an SPW-Rücken anschweißen.



Sämtliche Rechte, auch urheberrechtlicher Art, bleiben vorbehalten

**m4 Ingenieure GmbH**

Büro München • Augustenstraße 10 • D-80333 München • Tel 089 99 01 691-0 • Fax -20  
Büro Rosenheim • Münchner Straße 35 • D-83022 Rosenheim • Tel 08031 90 88 04-0 • Fax -9

• Konstruktiver Ingenieurbau  
• Bauwerkserhaltung  
• Gutachten

**m4**  
INGENIEURE

Pos. N-BS-A

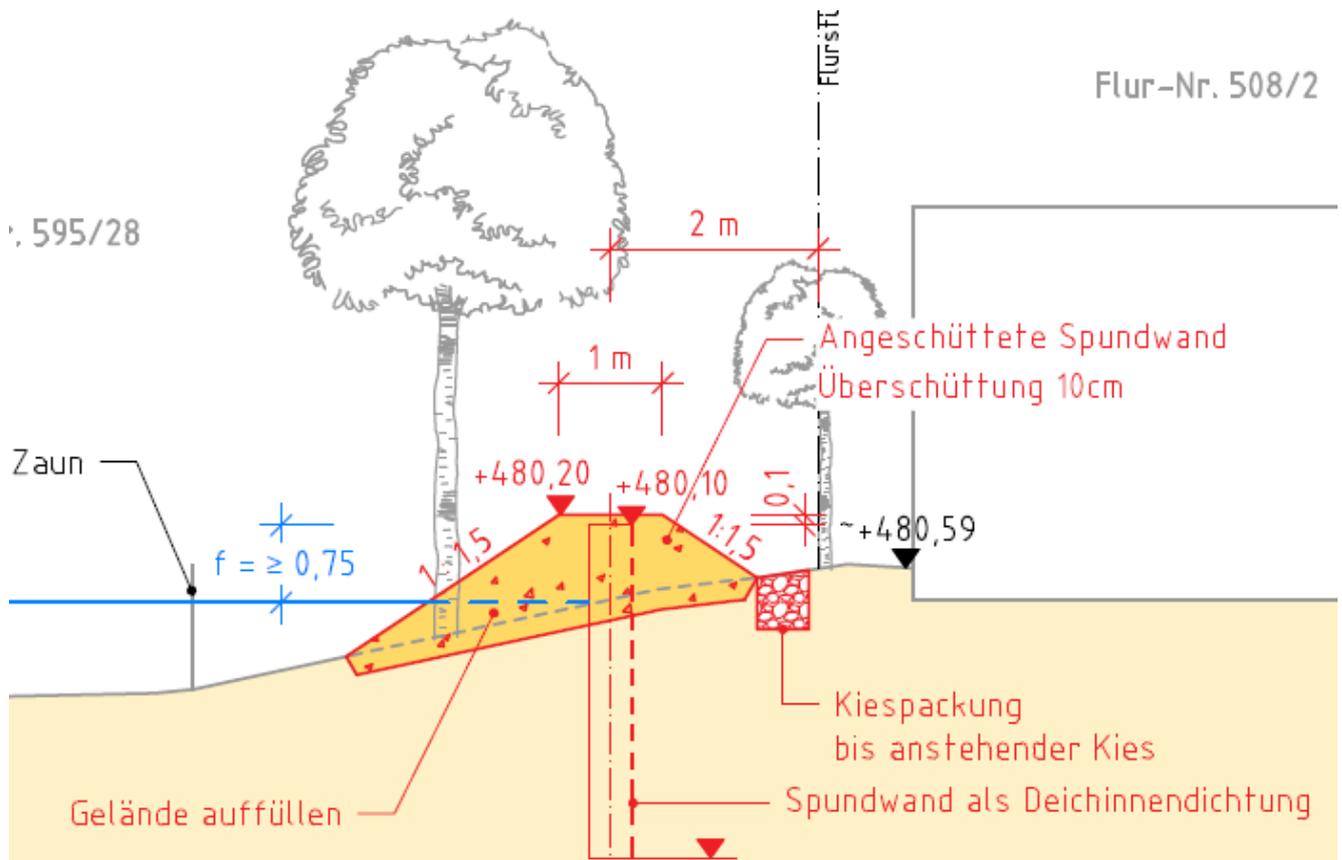
Schnitt N-N; Angeschüttete Spundwand (BS-A)

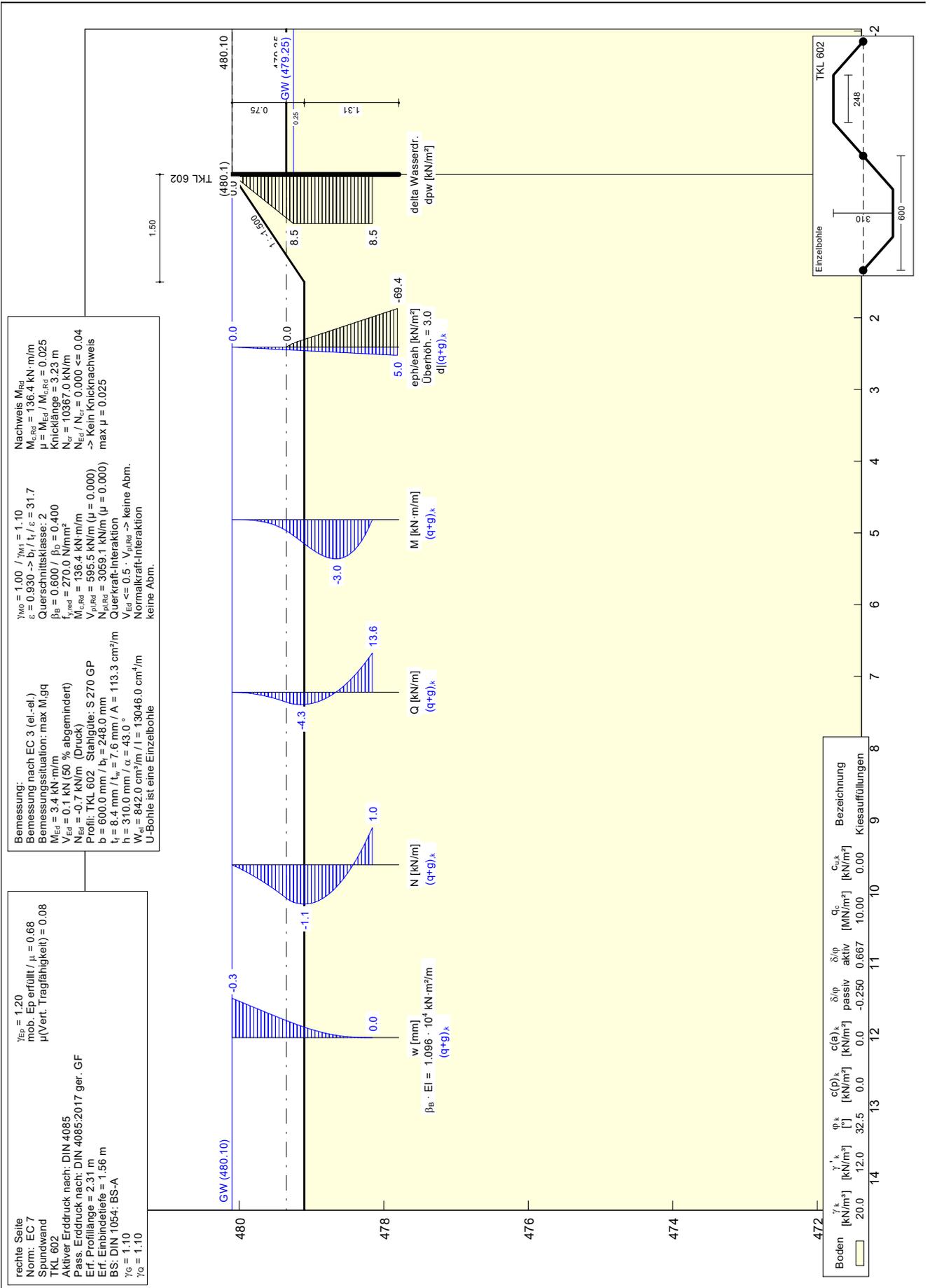
Gültig für Bereich Station: ca.0+210 bis ca.0+270

Für die angeschüttete Spundwand ist im Schnitt N-N die außergewöhnliche Bemessungssituation (bordvoll+Anpralllast) maßgebend. Auf sicherer Seite liegend wird die Stützwirkung durch die binnenseitige Anschüttung vernachlässigt.

Einbindetiefe: 2,50m unter GOK

**BS-A:** außergewöhnliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); Aufgrund der geringen Wassertiefe und weil etwaiges größeres Treibgut zunächst auf den Erdkörper und nicht gegen die Spundwand prallen würde, kann auf den Ansatz einer Anpralllast verzichtet werden.



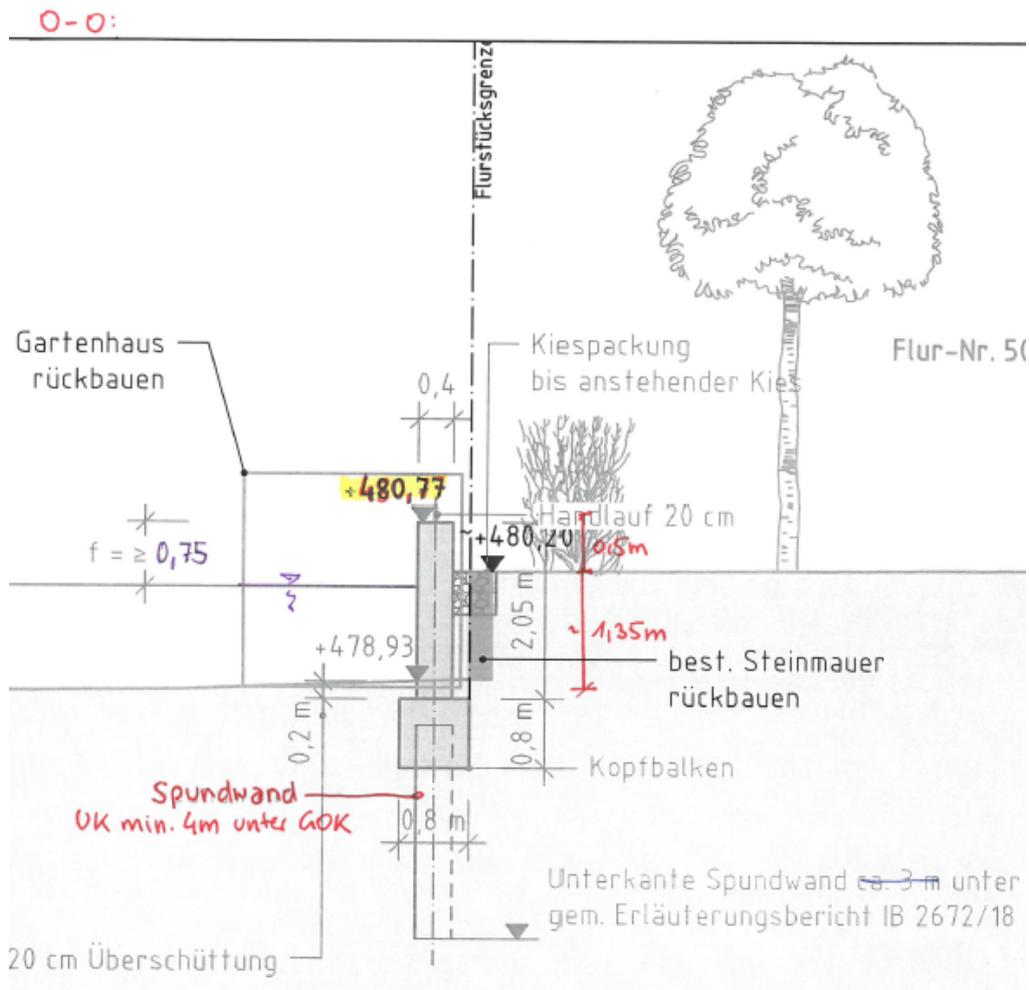


Pos. O-BS-P

Schnitt O-O; HWS-Mauer auf Doppelbohlen (BS-P)

Gültig für Bereich Station: ca.0+270 bis ca.0+390

Im Bereich des Schnittes O-O ist ein maximaler Abstand von 4m zwischen den Trägerbohlenpärchen zulässig. Auf den Doppelbohlen soll mittels einem Kopfbalken die HWS-Wand gegründet werden. Für das statische Modell für die Gründung der HWS-Wand auf den einzelnen Doppelbohlen wird das System als Trägerbohlwand angesehen. Genaue Beschreibung dazu: Verweis auf *Pos. V02*



Betrachtete Bemessungssituationen:

**BS-P:** Berechnet in *Pos. O-BS-P*; ständige Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Innen (zur Wasserseite) Wasserspiegel wird luft- und erdseitig auf GOK-wasserseite gesetzt;

**BS-T:** Nachweis gedeckt durch den Nachweis *Pos. L-BS-T*; veränderliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); Für Bemessungshochwasser (auf sicherer Seite liegend) mit Anpralllast durch Treibgut;

**BS-A:** Nachweis gedeckt durch den Nachweis *Pos. L-BS-T*; außergewöhnliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); bordvoll mit Anpralllast durch Treibgut;

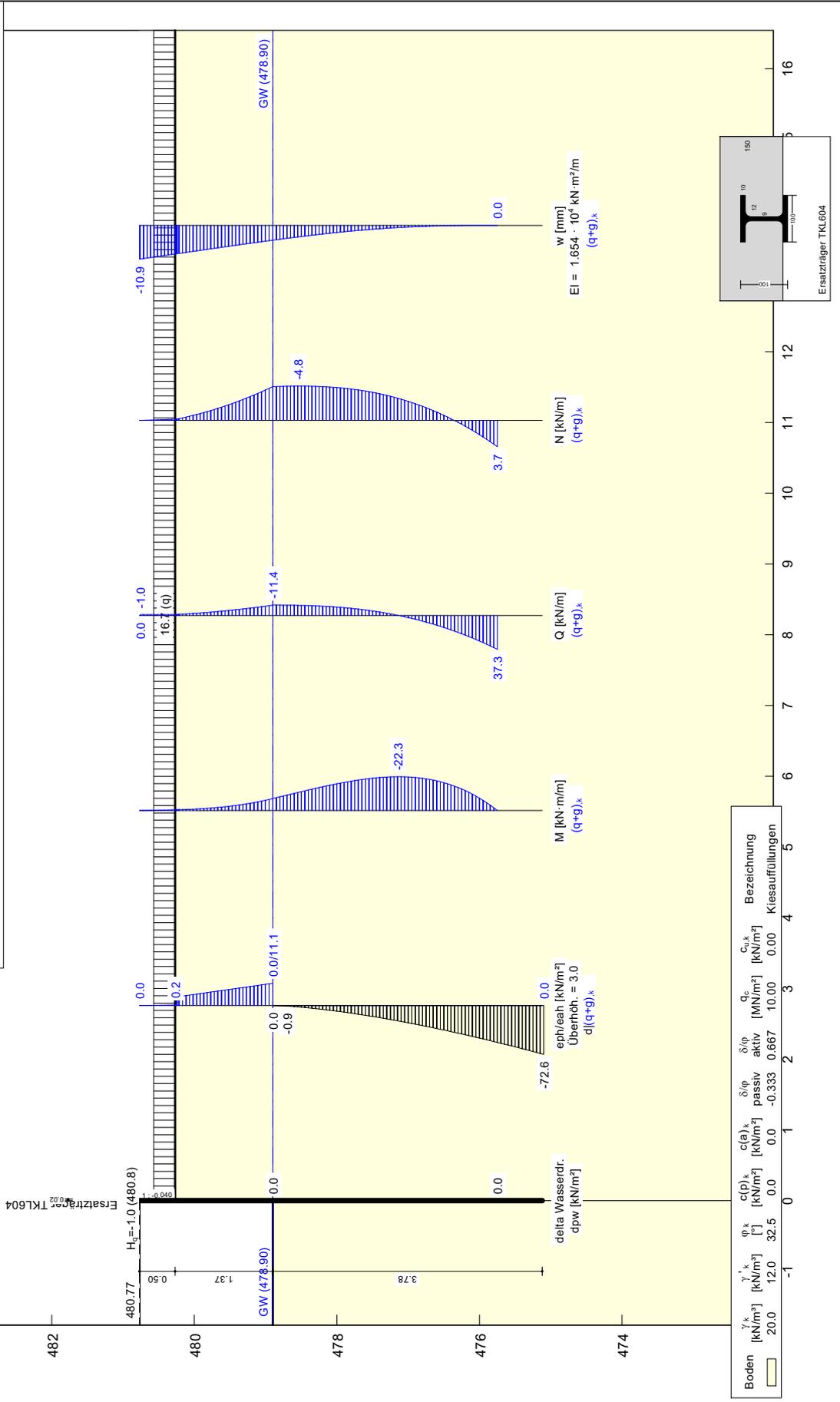
**rechte Seite**  
Norm: EC7  
Trägerbohrwand  
Ersatzträger TKL604  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: Weißenbach  
Bohrträgerbreite = 0,600 m  
Bohrträgerabstand = 4,00 m

**Bemessung:**  
Nachweis Bohrräger  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max Q,gq  
 $M_{Ed} = 0,0 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $V_{Ed} = 215,3 \text{ kN}$   
 $N_{Ed} = 21,8 \text{ kN (Zug)}$   
Profil: Ersatzträger TKL604 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 100,0 \text{ mm} / h = 100,0 \text{ mm}$   
 $t_f = 10,0 \text{ mm} / t_w = 9,0 \text{ mm}$   
 $A = 155,0 \text{ cm}^2 / I = 12,0 \text{ mm}^4$   
 $W_{el} = 1600,0 \text{ cm}^3 / I = 31500,0 \text{ cm}^4$

$\gamma_{MO} = 1,00 / \gamma_{M1} = 1,10$   
 $\xi = 1,000$   
 $c / t = 6,2 \text{ (St.)} / 3,4 \text{ (Fl.)}$   
Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_y = 235,0 \text{ N/mm}^2$   
Nachweis Normalspannung  
 $\sigma_{Ed} = M_{Ed} / W_{el} = 23,50 \text{ kN/cm}^2$   
 $\sigma_{Ed} = f_y / \gamma_{MO} = 23,50 \text{ kN/cm}^2$   
 $N_{Ed} / A = 0,14 \text{ kN/cm}^2$   
 $\mu = \sigma_{Ed} / \sigma_{Ed} = 0,006$   
Nachweis Schubspannung  
 $\tau_{Ed} = f_y / \gamma_{MO} / \sqrt{3} = 13,57 \text{ kN/cm}^2$   
 $\tau_{Ed} = V_{Ed} / (I \cdot t_w) = 6,95 \text{ kN/cm}^2$

$\mu = \tau_{Ed} / \tau_{Ed} = 0,512$   
Nachweis Vergleichsspannung  
 $h_w = 5,60 \text{ cm}$   
 $\sigma_v = \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau_1^2}$   
 $\sigma_1 = M_{Ed} / I \cdot h_w / 2 = 0,00 \text{ kN/cm}^2$   
 $\tau_1 = V_{Ed} / S_1 / (I \cdot t_w) = 6,92 \text{ kN/cm}^2$   
 $S_1 = S_1 \cdot h_w / 2 \cdot t_w / 8,0 = 915,00 - 3,53 = 911,47 \text{ cm}^3$   
 $\sigma_v = 11,99 \text{ kN/cm}^2$   
 $\mu = \sigma_v / \sigma_{Ed} = 0,510$   
 $N_{Ed} > 0,0 \text{ (Zug)}$   
Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0,512$

**Nachweis der Beton-Ausfuchung:**  
max  $e_{ah,d} = 15,5 \text{ kN/m}^2$   
Ausfuchungsdicke = 0,150 m  
Dicke Druckgewölbe = 0,075 m  
Beton C 25/30  
 $f_{cd} = 11666,67 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma_{id} = 5528,30 \text{ kN/m}^2$   
Nachweis OK



Pos. O-M-I

Schnitt O-O; Bemessung HWS-Mauer nach Innen

Für den Nachweis nach Innen (zur Wasserseite) ist die Belastung aus dem Gelände maßgebend. Auf sicherer Seite liegend wird der Nachweis mit dem Erdruchdruck geführt.

Erddruck binnenseitig:

Mit Erdruchdruck;  $K_{oh}=0,5$

ca-OK SPW:  $e_{ogh}=1,80m \cdot 20kN/m^3 \cdot 0,5=18kN/m^2$

Geländeauflast:

Mit  $q_v=16,7kN/m^2$ ; Erddruck aus Geländeauflast;  $e_{oph}=0,5 \cdot 16,7kN/m^2=8,35kN/m^2$

Holmlast:

$q_h=1kN/m$

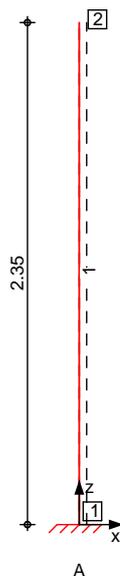
Erddruck wasserseitig:

Wird auf sicherer Seite liegend vernachlässigt;

System

Stabwerk

M 1:35



Knotendefinition

Knoten	x [m]	z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	2.35

Stabdefinition

Stab	von Kn.	bis Kn.	l [m]	Material	Querschnitt
1	1	2	2.35	C 25/30 LP	<b>b/h=100/40cm</b>

Stabendgelenke

Alle Stäbe sind druck-, zug- und biegesteif angeschlossen.

Schnitt O-O; Bemessung HWS-Mauer nach Innen

Auflagerdefinition  
global

Lager	Kn.	$K_{T,x}$ [kN/m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]
A	1	fest	fest	fest

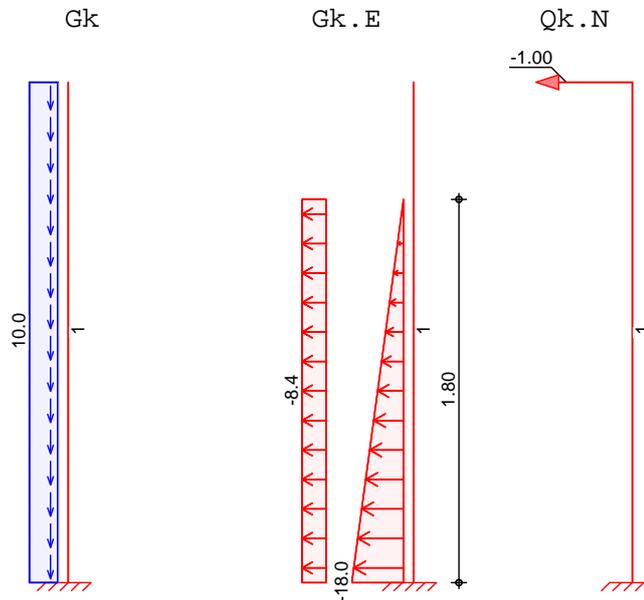
Belastungen

Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen



Eigengewicht  
in z-Richtung

Eigengewicht am Stab

Einw.  $G_k$

Stab	Kommentar	$q_z$ [kN/m]
1	Eigengew	10.00

Streckenlasten  
in x-Richtung

Streckenlasten am Stab

Einw.  $G_k.E$

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	$q_{x,li}$ [kN/m]	$q_{x,re}$ [kN/m]
1	Erddruck	0.00	1.80	-18.00	
1	Erddruck	0.00	1.80	-8.35	-8.35

Punktlasten  
in x-/z-Richtung

Einzellasten am Stab

Einw.  $Q_k.N$

Stab	Kommentar	a [m]	$F_x$ [kN]	$F_z$ [kN]
1	Holm	2.35	-1.00	

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

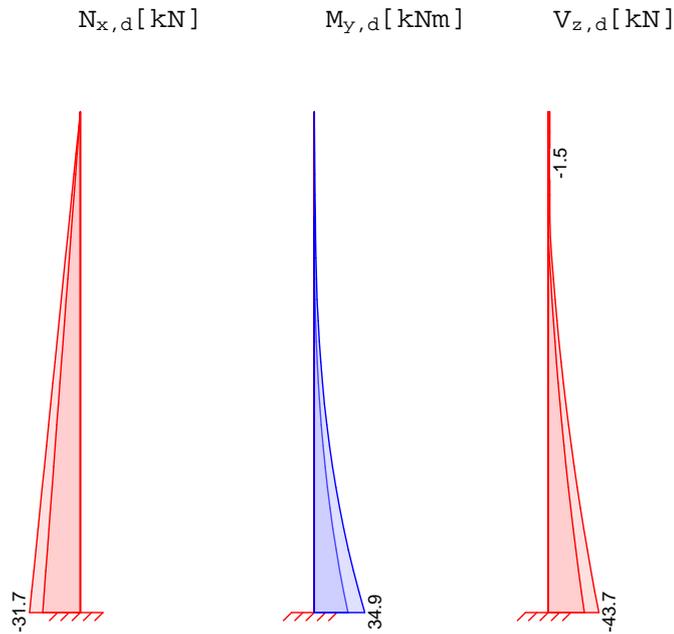
	Ek	( * *EW)		
ständig/vorüberg.	1	1.35*Gk	+1.35*Gk.E	
	4	1.00*Gk	+1.35*Gk.E	+1.50*Qk.N (1)
st./vor. Auflagerkr.	11	1.35*Gk	+1.35*Gk.E	
	12	1.35*Gk	+1.35*Gk.E	+1.50*Qk.N (1)
	16	1.00*Gk	+1.00*Gk.E	

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen Theorie I. Ordnung

Grafik

Schnittgrößen (Umhüllende)



Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E$ [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30 LP		25	31000
B 500SA	500		200000

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

	$c_{nom,o}$ [mm]	$d'_o$ [mm]	$c_{nom,u}$ [mm]	$d'_u$ [mm]
Stab 1	55	60	55	60

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung

Bemessung für Biegebeanspruchung

Abs. 6.1

x [m]	E <sub>k</sub>	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>yd,o</sub> M <sub>yd,u</sub> [kNm]	x/d <sub>o</sub> x/d <sub>u</sub>	A <sub>s,o</sub>	A <sub>s,o,erf</sub>
					A <sub>s,u</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,u,erf</sub> [cm <sup>2</sup> ]
(L = 2.35 m)						
0.00	4	-23.50	34.91	0.062	1.74	1.74
	-	-	-	-	1.74	1.74

Querkraft

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

Abs. 6.2

x [m]	E <sub>k</sub>	V <sub>Ed</sub> [kN]	θ [°]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	a <sub>sw,erf</sub> [cm <sup>2</sup> /m]
(L = 2.35 m)						
0.00	2	-43.66	18.4	793.69	142.15	8.32 <sub>M</sub>

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

Stabilität  
Abs. 5.8

Nachweise der Knicksicherheit nach dem Verfahren mit Nennkrümmung

Für den Stab 1 ist die Berücksichtigung der Stabilität nicht erforderlich.

Schlankheiten

Stab	Ek	c		$l_{0,z}$	$i_z$	z	lim
				$l_{0,y}$	$i_y$		
				[m]	[cm]		
Stab 1	8	10	-	4.70	11.55	40.70	248.46
				4.70	28.87	16.28	248.46

\*\*\*\* HINWEIS \*\*\*\*

Für den Stab 1 wurde eine nicht zulässige Bewehrungsanordnung im Zusammenhang mit dem zu führenden Stabilitätsnachweis gewählt. Es wurde eine Eckanordnung durchgeführt.

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	$F_{x,k,min}$	$F_{z,k,min}$	$M_{y,k,min}$
		$F_{x,k,max}$	$F_{z,k,max}$	$M_{y,k,max}$
		[kN]	[kN]	[kNm]
Einw. Gk	A	0.00	23.50	0.00
		0.00	23.50	0.00
Einw. Gk.E	A	-31.23	0.00	23.25
		-31.23	0.00	23.25
Einw. Qk.N	A	-1.00	0.00	2.35
		-1.00	0.00	2.35

Bem.-auflagerkräfte

	Aufl.	$F_{x,d}$	$F_{z,d}$	$M_{y,d}$
		[kN]	[kN]	[kNm]
Komb. 11	A	-42.16	31.73	31.38
Komb. 12	A	-43.66	31.73	34.91
Komb. 13	A	-43.66	27.03	34.91
Komb. 14	A	-35.91	31.73	26.73
Komb. 15	A	-37.41	31.73	30.26
Komb. 16	A	-31.23	23.50	23.25
Komb. 17	A	-32.73	23.50	26.77

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

**Nachweis**

		[-]
Querkraft	OK	0.06

Pos. O-M-A

Schnitt O-O; Bemessung HWS-Mauer nach Außen

Für den Nachweis nach Außen (zur Binnenseite) ist die Belastung aus dem Außergewöhnlichen Fall "bordvoll" unter Berücksichtigung von Anprall durch Treibgut maßgebend.

Wasserlast:

Wasserdruck auf Höhe OK SPW;  
 $q_h = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,45 \text{ m} = 24,5 \text{ kN/m}^2$

Erddruck binnenseitig:

Mit Erdruhedruck;  $K_{ogh} = 0,5$   
 OK-Kopfbalken:  $e_{ogh} = 1,80 \text{ m} \cdot 20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,5 = 18 \text{ kN/m}^2$

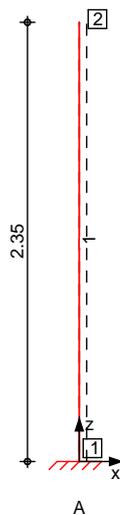
Anpralllast:

Aus Treibgut auf Höhe WSP;  $b_{eff} = 2 \cdot 2,05 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = 4,6 \text{ m}$   
 $q_v = 30 \text{ kN} / 4,6 \text{ m} = 6,52 \text{ kN/m}$

System

Stabwerk

M 1:40



Knotendefinition	Knoten		x	z
			[m]	[m]
	1		0.00	0.00
	2		0.00	2.35

Stabdefinition	Stab von bis		l	Material	Querschnitt
	Kn.	Kn.			
	1	2	2.35	C 25/30 LP	<b>b/h=100/40cm</b>

Stabendgelenke: Alle Stäbe sind druck-, zug- und biegesteif angeschlossen.

Auflagerdefinition  
global

Schnitt O-O; Bemessung HWS-Mauer nach Außen

Lager	Kn.	$K_{T,x}$ [kN/m]	$K_{T,z}$ [kN/m]	$K_{R,y}$ [kNm/rad]
A	1	fest	fest	fest

Belastungen

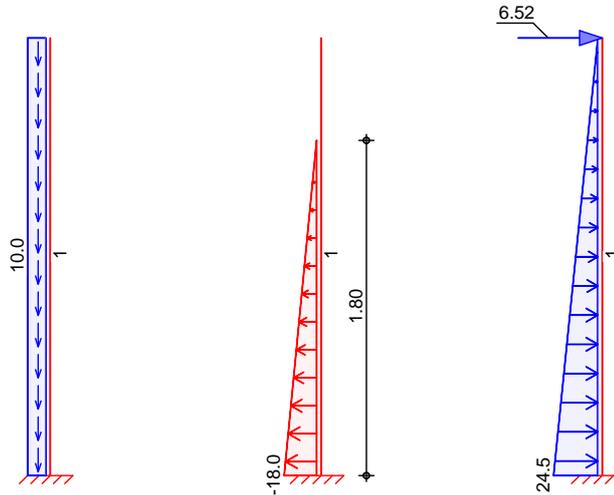
Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk Gk.E Qk.A.B



Eigengewicht  
in z-Richtung

Eigengewicht am Stab

Einw. Gk

Stab	Kommentar	$q_z$ [kN/m]
1	Eigengew	10.00

Streckenlasten  
in x-Richtung

Streckenlasten am Stab

Einw. Gk.E  
Einw. Qk.A.B

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	$q_{x,li}$ [kN/m]	$q_{x,re}$ [kN/m]
1	Erddruck	0.00	1.80	-18.00	
1	bordvoll	0.00	2.35	24.50	

Punktlasten  
in x-/z-Richtung

Einzellasten am Stab

Einw. Qk.A.B

Stab	Kommentar	a [m]	$F_x$ [kN]	$F_z$ [kN]
1	anpr	2.35	6.52	

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

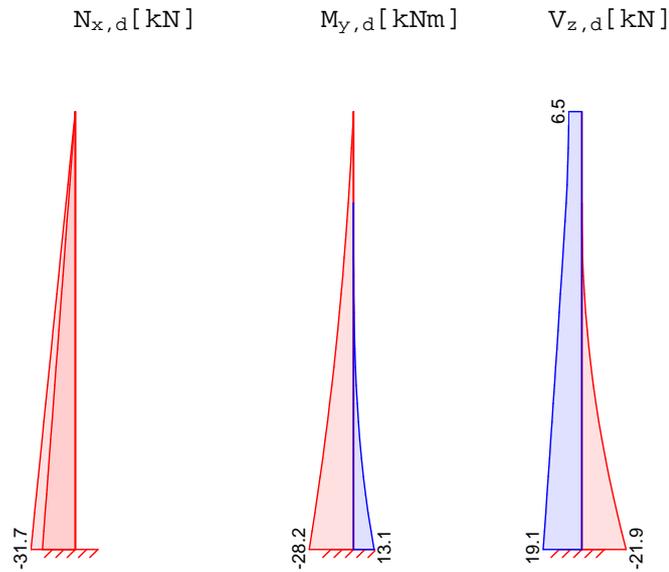
	Ek	( * *EW)		
ständig/vorüberg.	1	1.35*Gk	+1.35*Gk.E	
außergewöhnlich	3	1.00*Gk	+1.00*Gk.E	+1.00*Qk.A.B
st./vor. Auflagerkr.	7	1.35*Gk	+1.35*Gk.E	
	10	1.00*Gk	+1.00*Gk.E	
außerg. Auflagerkr	11	1.00*Gk	+1.00*Gk.E	+1.00*Qk.A.B
	12	0.95*Gk	+1.00*Gk.E	+1.00*Qk.A.B
	13	1.00*Gk	+0.95*Gk.E	+1.00*Qk.A.B

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen Theorie I. Ordnung

Grafik

Schnittgrößen (Umhüllende)



Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30 LP		25	31000
B 500SA	500		200000

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

	$c_{nom,o}$ [mm]	$d'_{o}$ [mm]	$c_{nom,u}$ [mm]	$d'_{u}$ [mm]
Stab 1	55	60	55	60

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung

Bemessung für Biegebeanspruchung

Abs. 6.1

x [m]	Ek	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>yd,o</sub> [kNm]	M <sub>yd,u</sub> [kNm]	x/d <sub>o</sub> x/d <sub>u</sub>	A <sub>s,o</sub> A <sub>s,u</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,o,erf</sub> A <sub>s,u,erf</sub> [cm <sup>2</sup> ]
(L = 2.35 m)							
0.00	3	-23.50	-28.15		0.035	1.17	1.17
	-	-	-		-	1.17	1.17

Querkraft

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

Abs. 6.2

x [m]	Ek	V <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [°]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	a <sub>sw,erf</sub> [cm <sup>2</sup> /m]
(L = 2.35 m)						
0.00	1	-21.87	18.4	793.69	142.15	8.32 <sub>M</sub>

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

Stabilität

Nachweise der Knicksicherheit nach dem Verfahren mit Nennkrümmung

Abs. 5.8

Für den Stab 1 ist die Berücksichtigung der Stabilität nicht erforderlich.

Schnitt O-O; Bemessung HWS-Mauer nach Außen

Schlankheiten	Stab	Ek	c		$l_{0,z}$	$i_z$	$z$	$l_{im}$
					$l_{0,y}$	$i_y$	$y$	$l_{im}$
					[m]	[cm]		
	Stab 1	5	10	-	4.70	11.55	40.70	248.46
					4.70	28.87	16.28	248.46

\*\*\*\* HINWEIS \*\*\*\*

Für den Stab 1 wurde eine nicht zulässige Bewehrungsanordnung im Zusammenhang mit dem zu führenden Stabilitätsnachweis gewählt. Es wurde eine Eckanordnung durchgeführt.

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	$F_{x,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]
Einw. Gk	A	0.00	23.50	0.00
Einw. Gk.E	A	-16.20	0.00	9.72
Einw. Qk.A.B	A	35.31	0.00	-37.87

Bem.-auflagerkräfte

	Aufl.	$F_{x,d}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]
Komb. 7	A	-21.87	31.73	13.12
Komb. 8	A	-21.87	27.03	13.12
Komb. 9	A	-18.63	31.73	11.18
Komb. 10	A	-16.20	23.50	9.72
Komb. 11	A	19.11	23.50	-28.15
Komb. 12	A	19.11	22.33	-28.15
Komb. 13	A	19.92	23.50	-28.64
Komb. 14	A	19.92	22.33	-28.64

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

**Nachweis**

		[-]
Querkraft	OK	0.03

Pos. O-SPW

Schnitt O-O; Anschluss Spundwand

**Anschluss KB an Spundwand mit Hilfe von Stabstahl:**

Spundwandprofil: TKL604  $t_{Steg} := 9 \text{ mm}$   $t_{flansch} := 10 \text{ mm}$  Doppelbohlenabstand:  $a_1 := 4 \text{ m}$

Material:  $b_{Rücken} := 354 \text{ mm}$

Beton:  $bet := \text{"C25/30"}$  (LP)  $f_{ck}(bet) := 25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\alpha_{cc} := 0,85$   $\gamma_c := 1,5$   $E_{cm}(bet) := 31000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   
 $A_{s,Rücken} := t_{flansch} \cdot b_{Rücken} = 35 \text{ cm}^2$   $f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}(bet)}{\gamma_c} = 14,17 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Betonstahl BSt 500:  $f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\gamma_s := 1,15$   $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Schnittgrößen (Kragarm; NW nach Innen):  $d_s := 20 \text{ mm}$  Eisendurchmesser

Auflagerkräfte aus mb: vertikal:  $F_{xd} := 32 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  horizontal:  $F_{zd} := 44 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$   $M_d := 35 \frac{\text{kN m}}{\text{m}}$  Hebelarm:  $a := 0,38 \text{ m} + d_s$

wirkende Zugkraft aus Moment:  $F_z := \frac{M_d}{a} = 87,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$   $F_{zGes} := F_z - \frac{F_{xd}}{2} = 71,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$erfA_s := \frac{F_{zGes} \cdot a_1}{f_{yd}} = 6,58 \text{ cm}^2$   $d_s := 20 \text{ mm}$   $n := 3$  (Eisen je Spundwandrücken)

$vorhA_s := n \cdot n \cdot \left(\frac{d_s}{2}\right)^2 = 9,42 \text{ cm}^2$   $\eta := \frac{erfA_s}{vorhA_s} = 0,7 \leq 1$

Vergleich der Stahlflächen:  $\eta := \frac{vorhA_s}{A_{s,Rücken}} = 0,27 \leq 1$

Bei Einleitung der Horizontalkräfte  $F_{zd}$  erfolgt über Druck (Teilflächenpressung) in die Spundwand. Dabei wird nur der Mittelsteg mit 2 Teilflächen angesetzt.

Annahme:  $t_{eff} := 2 \cdot t_{Steg} = 1,8 \text{ cm}$

abgerundet:  $t_{eff} := 1,5 \text{ cm}$

Betondeckung:  $c_{nom} := 6 \text{ cm}$

erforderliche Fläche:

$A_{erf,x} := F_{zd} \cdot \frac{a_1}{2 \cdot f_{cd}} = 62,12 \text{ cm}^2$

=> erforderliche Lasteinleitungshöhe h:  $h_A := \frac{A_{erf,x}}{t_{eff}} = 41,41 \text{ cm}$

**Schweißnahtanschluss:**

Material: S235  $f_u := 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\gamma_{M2} := 1,25$   $\beta_w := 0,8$

1.  $w \geq 4 \cdot d_s = 80 \text{ mm}$   $a \geq 0,3 \cdot d_s = 6 \text{ mm}$  => gew:  $a := 7 \text{ mm}$

$F_{w,Rd} := \frac{f_u \cdot a}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 14,55 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$  =>  $n = 3$  Bewehrungsstäbe je  $d_s = 20 \text{ mm}$

$$erfl_w := \text{Max} \left( \frac{F_{zGes} \cdot a_1}{n \cdot F_{W,Rd}}; 4 \cdot d_s \right) = 80 \text{ mm}$$

=> gewählte Schweißnaht:  $a = 7 \text{ mm}$   $l_s := 80 \text{ mm}$  beidseits je Bewehrungsstab  $d_s = 20 \text{ mm}$

**Übergreifungslänge (Winkelhaken):**

Ermittlung der Grundwerte: ( $d_s < 32\text{mm}$ )  $\alpha_1 := 0,7$   $\alpha_5 := 1,0$   $\alpha_6 := 1,4$   $f_{bd} := 14,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Verbund := "gut"

(guter Verbund; mäßig f.bd \*0,7)

Aus Tabelle für Grundwert:  $l_{b,rqd} := 81 \text{ cm}$

$$l_0 := \text{Max} \left( \alpha_1 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \cdot \frac{erfA_s}{vorhA_s}; 15 \cdot d_s; 200 \text{ mm}; 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \right) = 554,03 \text{ mm}$$

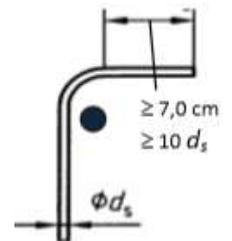
Hakenlänge:  $l_H := \text{Max} (10 \cdot d_s; 70 \text{ mm}) = 200 \text{ mm}$

lichter Abstand zwischen den Übergreifungseisen:

$$s_{max} := \frac{35 \text{ cm}}{3} = 11,67 \text{ cm}$$

$$l_0 = 59,07 \text{ cm}$$

if $s_{max} \leq 4 \cdot d_s$ $l_0 := l_0$ else $l_0 := l_0 + (s_{max} - 4 \cdot d_s)$
---

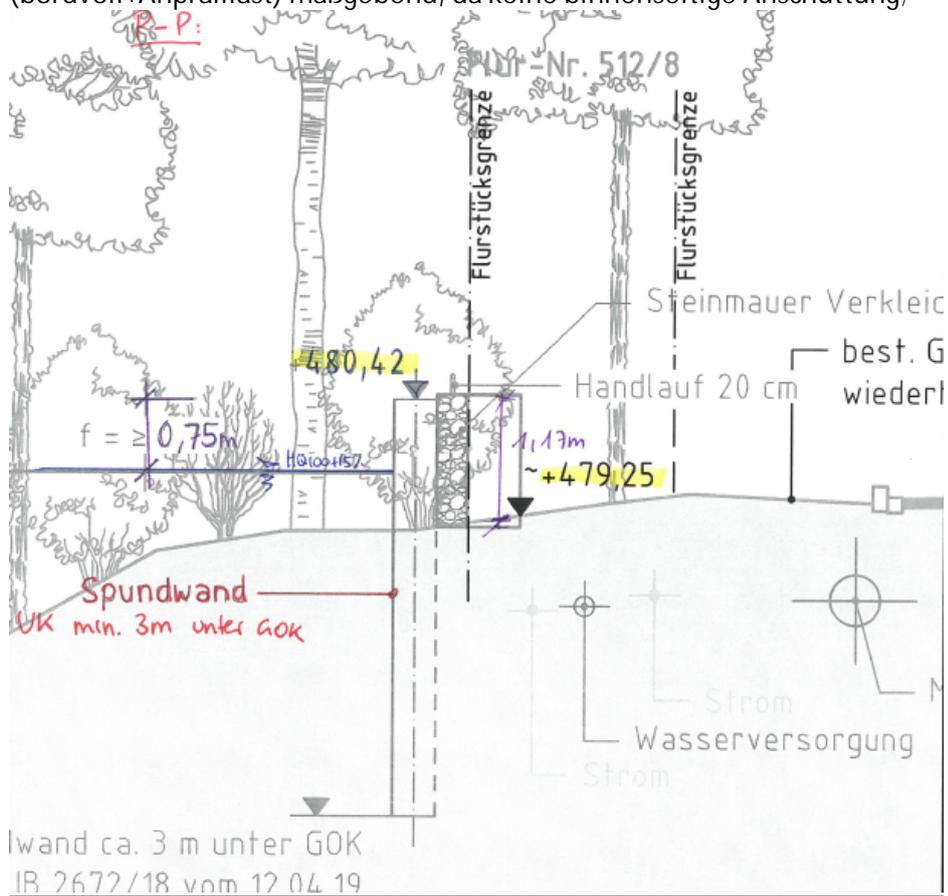


Pos. P-BS-A

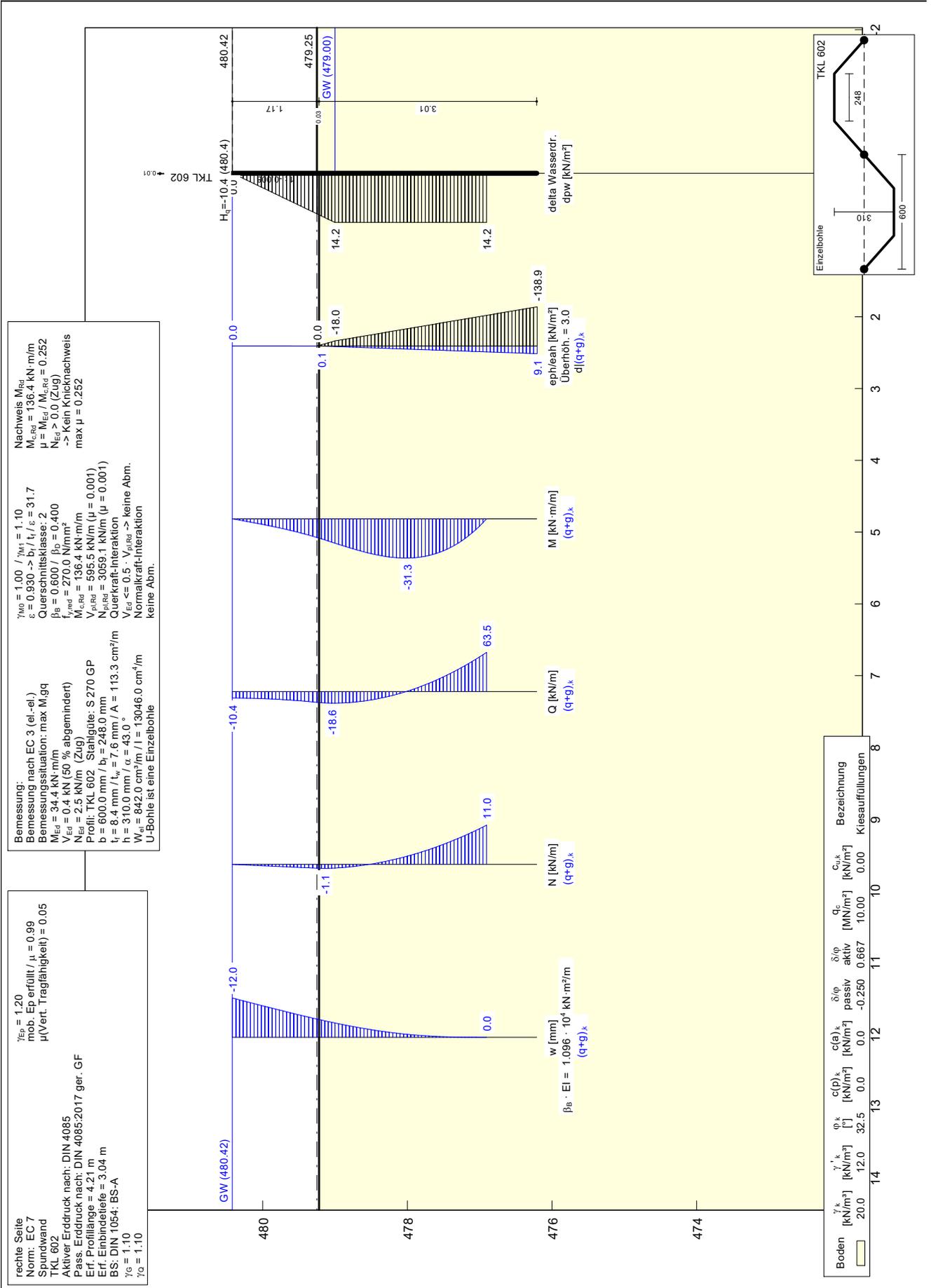
Schnitt P-P; Verkleidete Spundwand (BS-A)

Gültig für Bereich Station: ca.0+390 bis ca.0+580

Für die verkleidete Spundwand ist im Schnitt P-P die außergewöhnliche Bemessungssituation (bordvoll+Anpralllast) maßgebend, da keine binnenseitige Anschüttung;



**BS-A:** außergewöhnliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); bordvoll mit Anpralllast durch Treibgut; Lastausbreitung unter 45°; beff=1,2m\*2+0,5m=2,9m;qh=30kN/2,9m=10,40kN/m

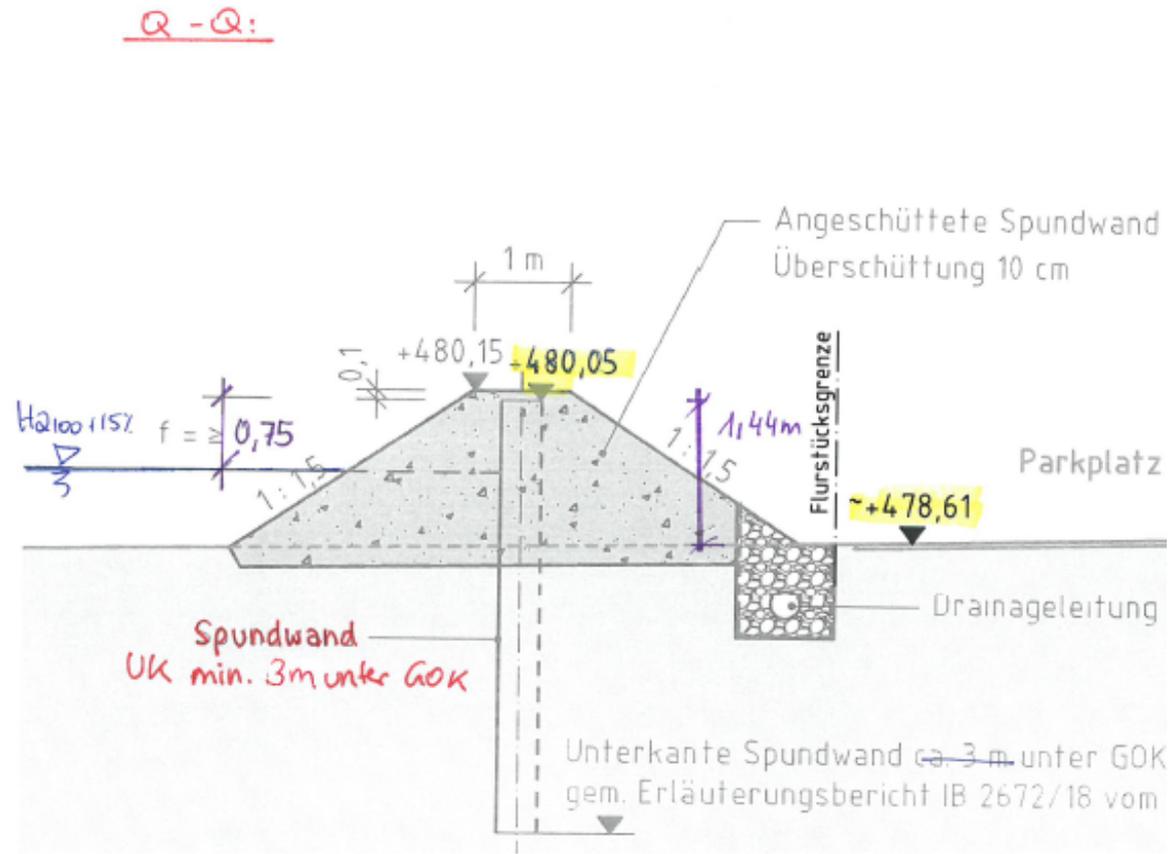


Pos. Q-BS-A

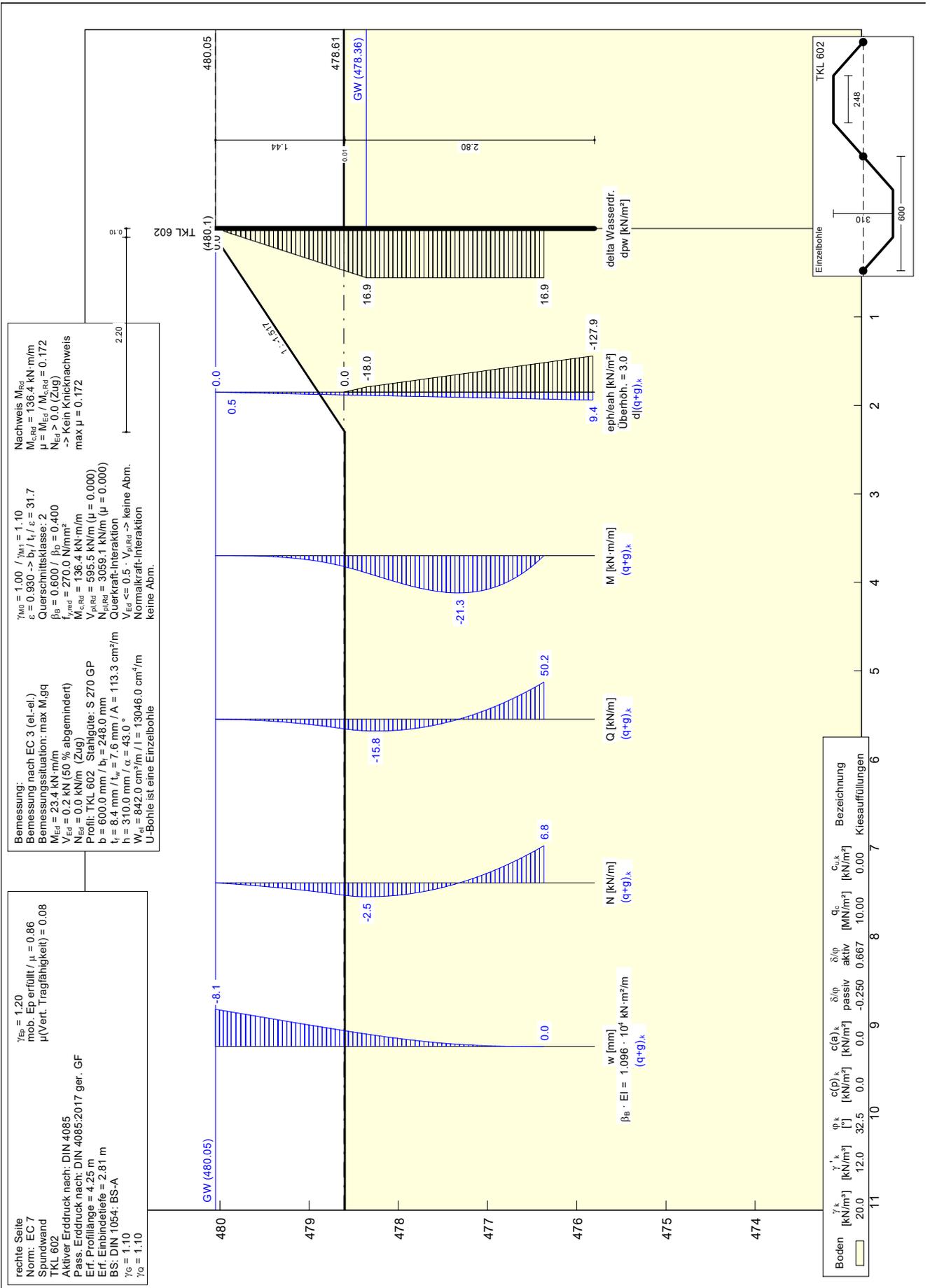
Schnitt Q-Q; Angeschüttete Spundwand (BS-A)

Gültig für Bereich Station: ca.0+580 bis ca.0+690

Für die angeschüttete Spundwand ist im Schnitt Q-Q die außergewöhnliche Bemessungssituation (bordvoll+Anpralllast) maßgebend. Auf sicherer Seite liegend wird die Stützwirkung durch die binnenseitige Anschüttung vernachlässigt.



**BS-A:** außergewöhnliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); da die Anpralllast auf den Erdkörper prallt und nicht direkt die Spundwand trifft, wird gleichzeitig keine Anpralllast angesetzt.



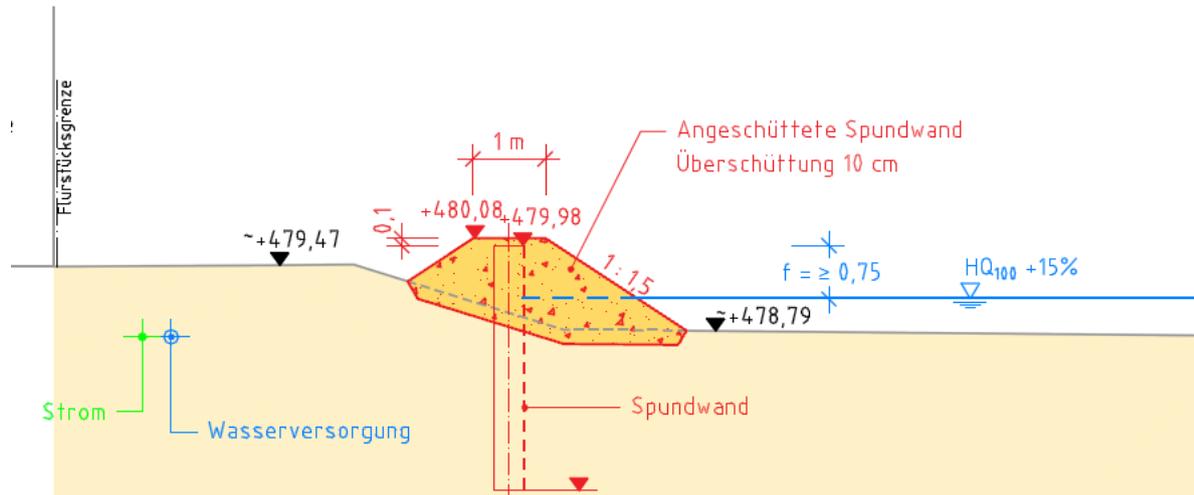
Pos. R

Schnitt R-R; Angeschüttete Spundwand

Gültig für Bereich Station: ca.0+690 bis ca.0+790 (Ende)

Die Nachweise für den Bereich Schnitt R-R sind durch den Nachweis in *Pos. N-BS* abgedeckt. Somit erfolgt hier kein weiterer Nachweis.

Einbindetiefe: 2,50m unter GOK



*HWS-Tore*

mb-Viewer Version 2019 - Copyright 2018 - mb-AEC Software GmbH

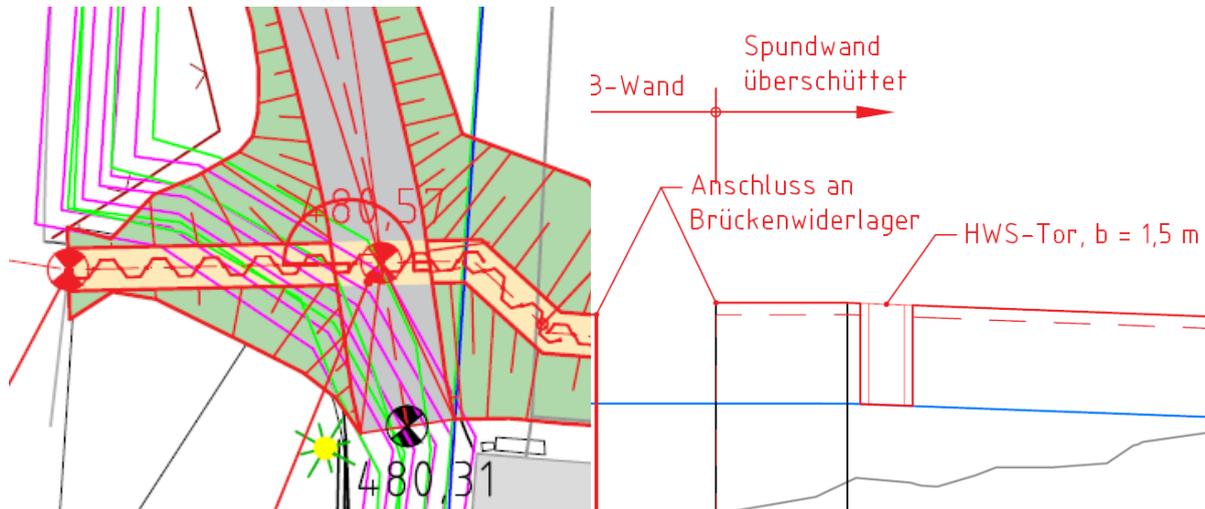
Pos. Tore 1/2/3

Allgemeines zu HWS-Tore 1,2 und 3

Tor1:

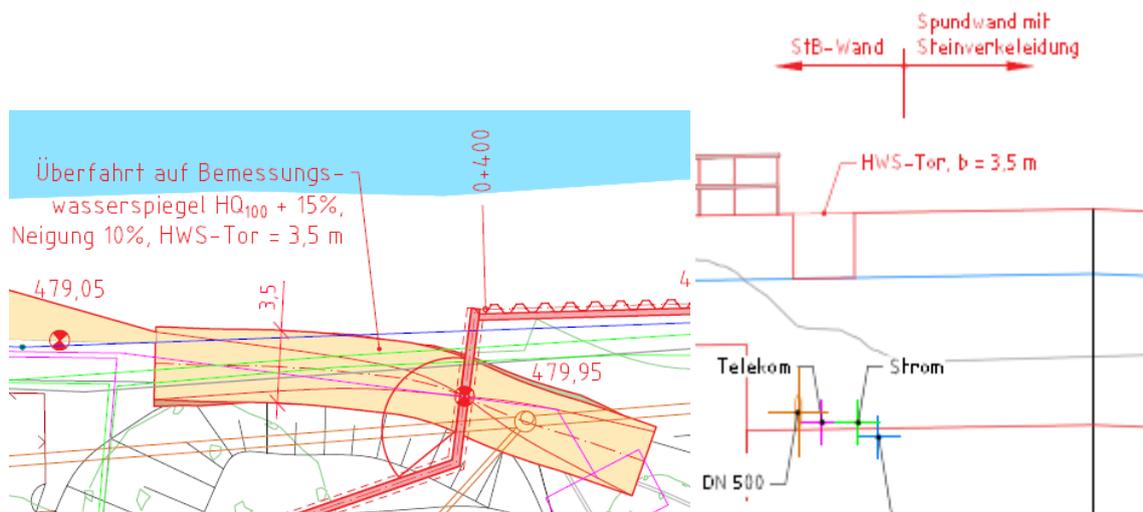
Das erste Tor liegt unterwasserseitig der Bahnbrücke auf der rechten Uferseite. Im dortigen Bereich ist eine angeschüttete Spundwand vorgesehen. Das Tor befindet sich im Freibordbereich und seine lichten Abmessungen betragen  $b=1,5\text{m}$  und  $h=0,75\text{m}$

Für das Anbringen des Tors ist ein Betonrahmen in der Spundwandaussparung vorgesehen. Die Torkonstruktion selbst wird vom Fachplaner für den Stahlwasserbau geplant (gesonderte Nachweise)



Tor 2:

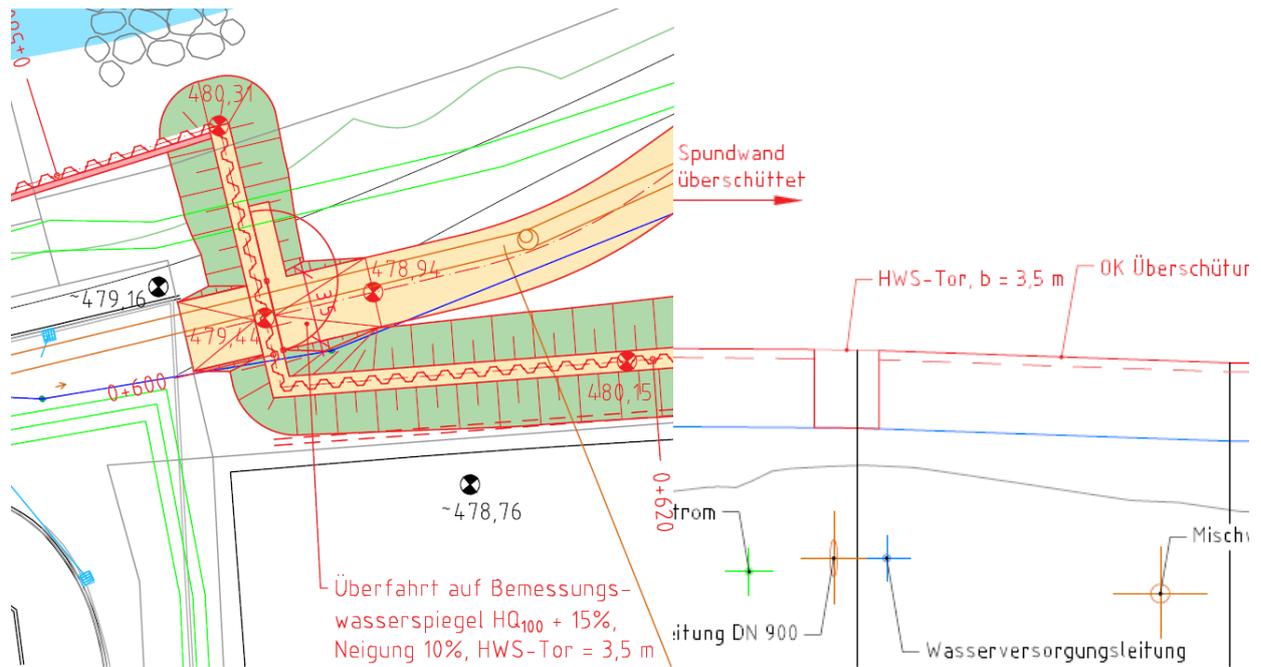
Das zweite HWS-Tor liegt am Ende der Schrebergärten am nördlichen Ende des Parkplatzes. Im dortigen Bereich ist eine HWS-Mauer auf Doppelbohlen vorgesehen. Das Tor befindet sich im Freibordbereich und seine lichten Abmessungen betragen  $b=3,5\text{m}$  und  $h=0,75\text{m}$ . Die Planung des HWS-Tors und seine Anschluss an den Betonbau hat gemäß Stahlwasserbau zu erfolgen.



Tor 3:

Das dritte Tor liegt am Ende der Saliteraustraße, im Bereich des LKW-Parkplatzes auf der rechten Uferseite. Im dortigen Bereich ist eine angeschüttete Spundwand vorgesehen. Das Tor befindet sich im Freibordbereich und seine lichten Abmessungen betragen  $b=3,5\text{m}$  und  $h=0,75\text{m}$

Für das Anbringen des Tors ist ein Betonrahmen in der Spundwandaussparung vorgesehen. Die weitere Planung hat gemäß Stahlwasserbau zu erfolgen.



Maßgebende Bemessungssituation für alle HWS-Tore: außergewöhnliche Bemessungssituation; Bordvoll + Anprall; --> Die Bemessung erfolgt im Rahmen der HWS-Tore 2 und 3, da diese maßgebend sind.

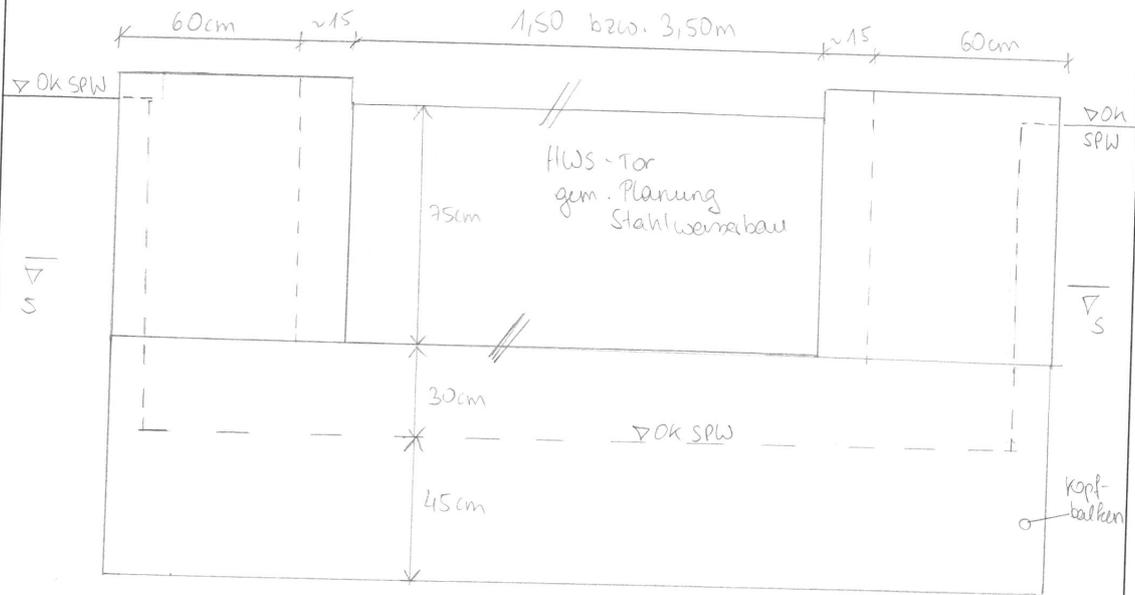
PROJEKT:

POSITION:

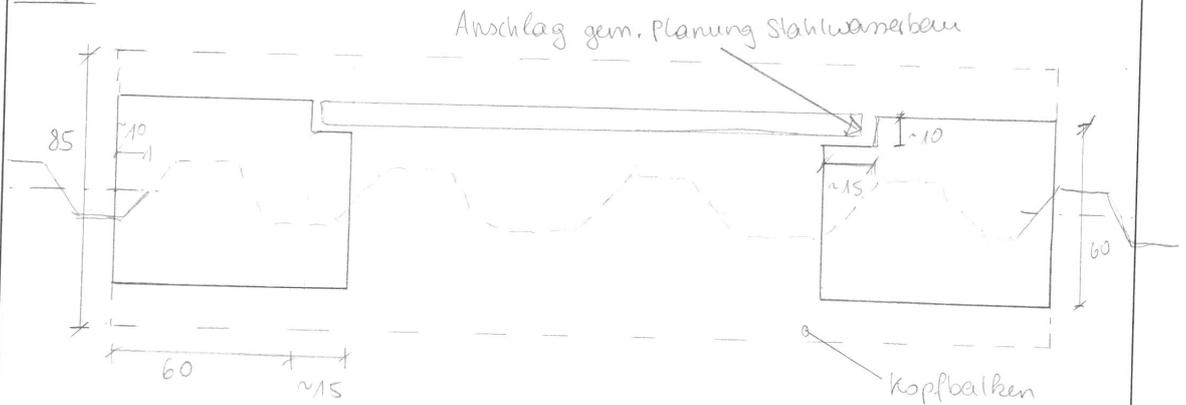
SEITE:

SKIZZE HWS-Tore 1 & 3 (im Bereich der angeschütteten SPW)

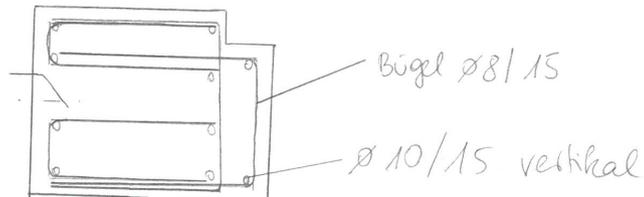
Ansicht:



S-S:



Bewehrungsskizze:



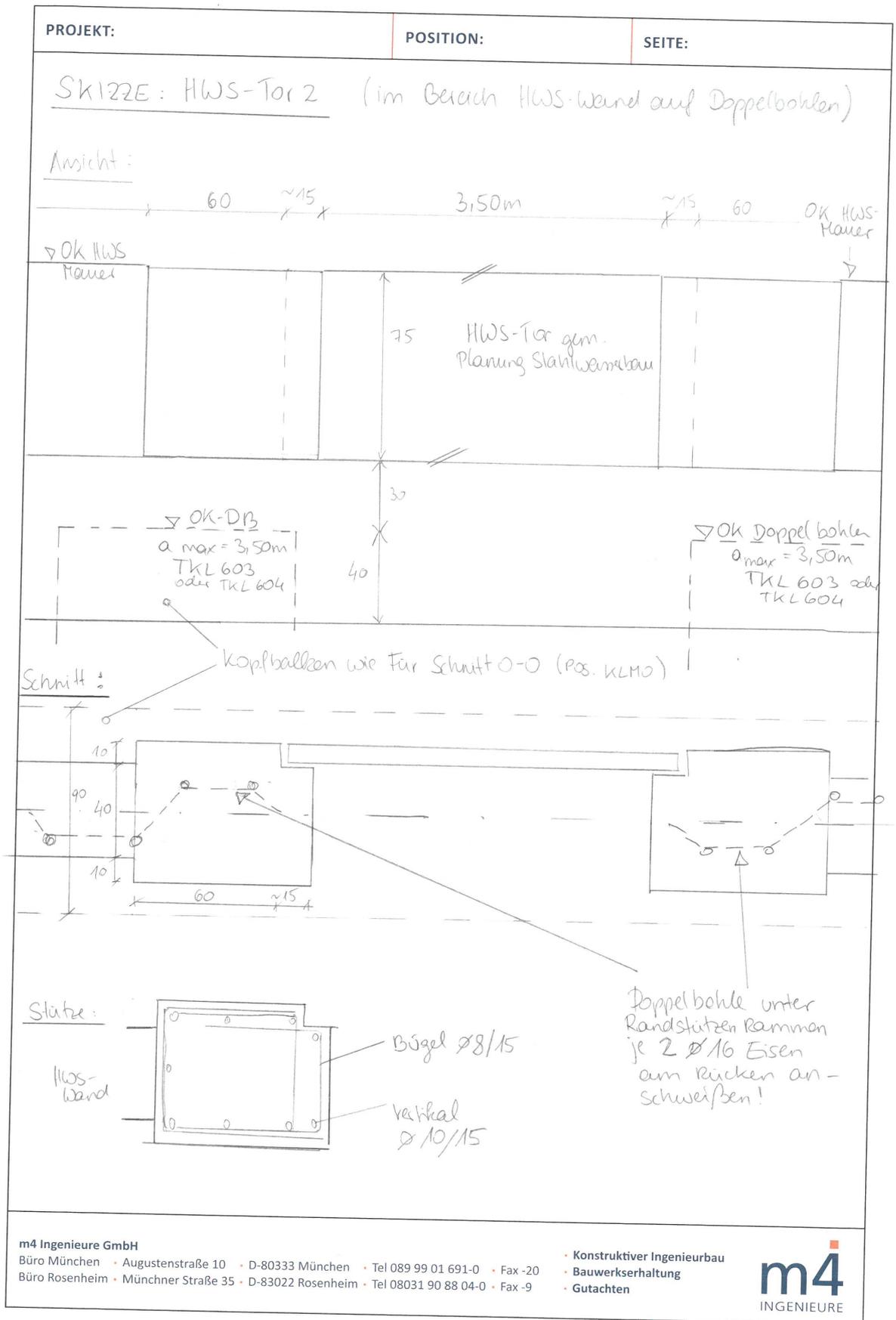
Sämtliche Rechte, auch urheberrechtlicher Art, bleiben vorbehalten

**m4 Ingenieure GmbH**

Büro München • Augustenstraße 10 • D-80333 München • Tel 089 99 01 691-0 • Fax -20  
Büro Rosenheim • Münchner Straße 35 • D-83022 Rosenheim • Tel 08031 90 88 04-0 • Fax -9

• Konstruktiver Ingenieurbau  
• Bauwerkserhaltung  
• Gutachten

**m4**  
INGENIEURE



Sämtliche Rechte, auch urheberrechtlicher Art, bleiben vorbehalten

mb-Viewer, Version 2019 - Copyright 2018 - mb AEC Software GmbH

Pos. RS Randstütze HWS-Tor

In dieser Position wird die Randstütze für die HWS-Tore 1,2 und 3 bemessen.

**Wasserlast:**

Wasserdruck auf Halbe Torbreite + Stützenbreite+ 0,5m aus angrenzender SPW;  
auf UK Pfeiler:  $qh=10\text{kN/m}^3 \cdot (1,75\text{m}+0,75\text{m}+0,5\text{m}) \cdot 1,10\text{m}=33\text{kN/m}^2$

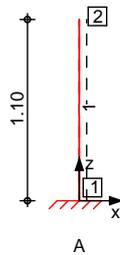
**Anpralllast:**

Aus Treibgut auf Höhe WSP;  $beff=3\text{m}$   
 $qv=30\text{kN}/3\text{m}=10\text{kN/m}$  auf 0,6m Pfeiler:  $qv=16,6\text{kN}$

Die Beanspruchung ist so gering, dass im Vergleich zur üblichen Wandbewehrung keine besondere Bewehrung erforderlich ist. Die Randstützen sind für alle Tore gleich auszuführen.

System Stabwerk

M 1:45



Knotendefinition	Knoten			x	z
				[m]	[m]
	1			0.00	0.00
	2			0.00	1.10

Stabdefinition	Stab	von	bis	l	Material	Querschnitt
		Kn.	Kn.	[m]		
	1	1	2	1.10	C 25/30 LP	b/h=60/60cm

Stabendgelenke Alle Stäbe sind druck-, zug- und biegesteif angeschlossen.

Auflagerdefinition	Lager	Kn.	K <sub>T,x</sub>	K <sub>T,z</sub>	K <sub>R,y</sub>
			[kN/m]	[kN/m]	[kNm/rad]
global	A	1	fest	fest	fest

mb-Viewer, Version 2019 - Copyright 2018 - mb-AEC Software GmbH

Belastungen

Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk

Qk.A.B



Eigengewicht  
in z-Richtung

Eigengewicht am Stab

Einw. Gk

Stab	Kommentar	Q <sub>z</sub> [kN/m]
1	Eigengew	9.00

Streckenlasten  
in x-Richtung

Streckenlasten am Stab

Einw. Qk.A.B

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	Q <sub>x,li</sub> [kN/m]	Q <sub>x,re</sub> [kN/m]
(a) 1	bordvoll	0.00	1.10	33.00	

(a)

Wasserlast aus HWSTor+Stütze  
(3.5/2+0.75+0.5)\*10\*1.1 = 33.00 kN/m

Punktlasten  
in x-/z-Richtung

Einzellasten am Stab

Einw. Qk.A.B

Stab	Kommentar	a [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]
(a) 1	Anpr	1.10	16.67	

(a)

Anprall 10/0.6 = 16.67 kN

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	( * *EW)
ständig/vorüberg.	1	1.35*Gk
außergewöhnlich	3	1.00*Gk +1.00*Qk.A.B
st./vor. Auflagerkr.	5	1.35*Gk
	7	1.00*Gk
außerg. Auflagerkr	6	1.00*Gk +1.00*Qk.A.B
	8	0.95*Gk +1.00*Qk.A.B

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen Theorie I. Ordnung

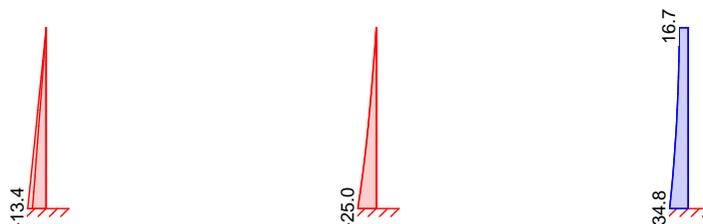
Grafik

Schnittgrößen (Umhüllende)

N<sub>x,d</sub>[kN]

M<sub>y,d</sub>[kNm]

V<sub>z,d</sub>[kN]



Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E$ [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30 LP		25	31000
B 500SA	500		200000

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

	$c_{nom,o}$ [mm]	$d'_o$ [mm]	$c_{nom,u}$ [mm]	$d'_u$ [mm]
Stab 1	55	60	55	60

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung

Bemessung für Biegebeanspruchung

Abs. 6.1

	$x$ [m]	$E_k$	$N_d$ [kN]	$M_{yd,o}$ $M_{yd,u}$ [kNm]	$x/d_o$ $x/d_u$	$A_{s,o}$ $A_{s,u}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,o,erf}$ $A_{s,u,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]
Stab 1	<i>(L = 1.10 m)</i>						
	0.00	3	-9.90	-24.99	-	0.37	0.37
			-	-	-		je Ecke

Querkraft

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

Abs. 6.2

	$x$ [m]	$E_k$	$V_{Ed}$ [kN]	$[\circ]$	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$a_{sw,erf}$ [cm <sup>2</sup> /m]
Stab 1	<i>(L = 1.10 m)</i>						
	0.00	3	34.82	18.4	990.82	134.54	4.99 <sub>M</sub>

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

Stabilität

Nachweise der Knicksicherheit nach dem Verfahren mit Nennkrümmung

Abs. 5.8

Für den Stab 1 ist die Berücksichtigung der Stabilität nicht erforderlich.

Schlankheiten

Stab	$E_k$	$c$	$l_{0,z}$ $l_{0,y}$ [m]	$i_z$ $i_y$ [cm]	$z$ $y$	$lim$ $lim$	
Stab 1	3	10	-	2.20 2.20	17.32 17.32	12.70 12.70	390.09 390.09

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.

Aufl.	$F_{x,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]
Einw. Gk	A	0.00	9.90
Einw. Qk.A.B	A	34.82	0.00
			-24.99

Bem.-auflagerkräfte

Aufl.	$F_{x,d}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]
Komb. 5	A	0.00	13.37
Komb. 6	A	34.82	9.90
Komb. 7	A	0.00	9.90
			0.00

Randstütze HWS-Tor

	<b>Aufl.</b>	<b>F<sub>x,d</sub></b> <b>[kN]</b>	<b>F<sub>z,d</sub></b> <b>[kN]</b>	<b>M<sub>y,d</sub></b> <b>[kNm]</b>
Komb. 8	A	34.82	9.41	-24.99

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

**Nachweis**

		<b>[-]</b>
Querkraft	OK	0.04

## Pos. KB-Tor1/3 Kopfbalken-HWS-Tore 1 und 3

Zur Ermittlung der Kopfbalkenabmessung unter dem HWS-Tor wird dieser für den außergewöhnlichen Fall "bordvoll" unter Berücksichtigung von Anprall durch Treibgut untersucht.

Der Kopfbalken muss die Kräfte aus den Randstützen auf die darunterliegende Spundwand abtragen. Die Randstützen sind ca. 60cm breit; Die Lastverteilungsbreite aus der Stütze in den Kopfbalken wird mit 1m angenommen.

Kopfbalkenbreite  $B=85\text{cm}$ ; KB-Höhe:  $75\text{cm}$  gem. nachfolgender Skizze. Für die Bewehrungsskizze wird auf Pos. KLMO verwiesen.

Wasserlast:

Auf OK-Kopfbalken (aus Randstütze) :

$$q_h = 22,5\text{kN/m} \cdot 0,6\text{m}/1\text{m} = 14\text{kN/m}$$

Auf UK Kopfbalken:

$$q_h = 14\text{kN/m} + 0,75\text{m} \cdot 10\text{kN/m}^3 \cdot 1\text{m} = 21,5\text{kN/m}$$

Erddruck:

Wird wasser- und binnenseitig vernachlässigt;

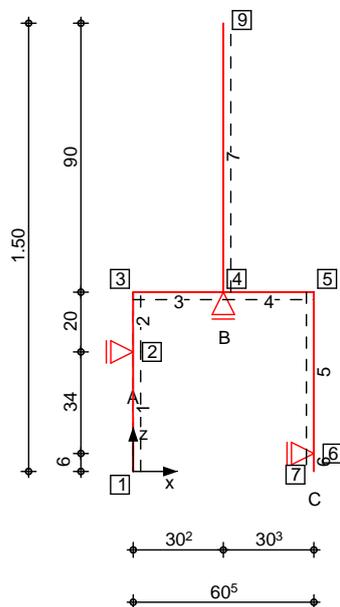
Anpralllast:

Aus Treibgut auf Höhe WSP;  $q_h = 10\text{kN/m}$

System

Stabwerk

M 1:25



Knotendefinition

**Knoten**

**x**  
[m]

**z**  
[m]

Knoten	x [m]	z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.40
3	0.00	0.60
4	0.30	0.60
5	0.61	0.60
6	0.61	0.06
7	0.61	0.00

Knoten	x		z	
	[m]		[m]	
9	0.30		1.50	

Stabdefinition	Stab	von	bis	l	Material	Querschnitt
		Kn.	Kn.	[m]		
	1	1	2	0.40	C 25/30 LP	b/h=100/27cm
	2	2	3	0.20	C 25/30 LP	b/h=100/27cm
	3	3	4	0.30	C 25/30 LP	b/h=100/30cm
	4	4	5	0.30	C 25/30 LP	b/h=100/30cm
	5	5	6	0.54	C 25/30 LP	b/h=100/27cm
	6	6	7	0.06	C 25/30 LP	b/h=100/27cm
	7	4	9	0.90	C 25/30 LP	b/h=100/60cm

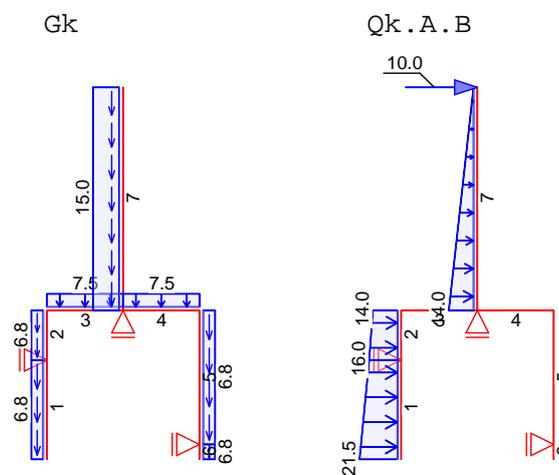
Stabendgelenke: Alle Stäbe sind druck-, zug- und biegesteif angeschlossen.

Auflagerdefinition	Lager	Kn.	$K_{T,x}$	$K_{T,z}$	$K_{R,y}$
global			[kN/m]	[kN/m]	[kNm/rad]
	A	2	fest	frei	frei
	B	4	frei	fest	frei
	C	6	fest	frei	frei

Belastungen: Belastungen auf das System

Grafik: Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen



Eigengewicht	Stab	Kommentar	$q_z$
in z-Richtung			[kN/m]
Einw. Gk	1-2	Eigengew	6.75
	3-4	Eigengew	7.50
	5-6	Eigengew	6.75
	7	Eigengew	15.00

Streckenlasten	Stab	Kommentar	a	s	$q_{x,li}$	$q_{x,re}$
in x-Richtung			[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
Einw. Qk.A.B	7	bordvoll	0.00	0.90	14.00	
	2	bordvoll	0.00	0.20	16.00	14.00
	1	bordvoll	0.00	0.40	21.50	16.00

Kopfbalken-HWS-Tore 1 und 3

Punktlasten  
in x-/z-Richtung

Einzellasten am Stab

Stab	Kommentar	a [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]
Einw. Qk.A.B	(a) 7 Anpr	0.90	10.00	
(a)	Anpralllast als Linienlast		10 =	10.00 kN

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

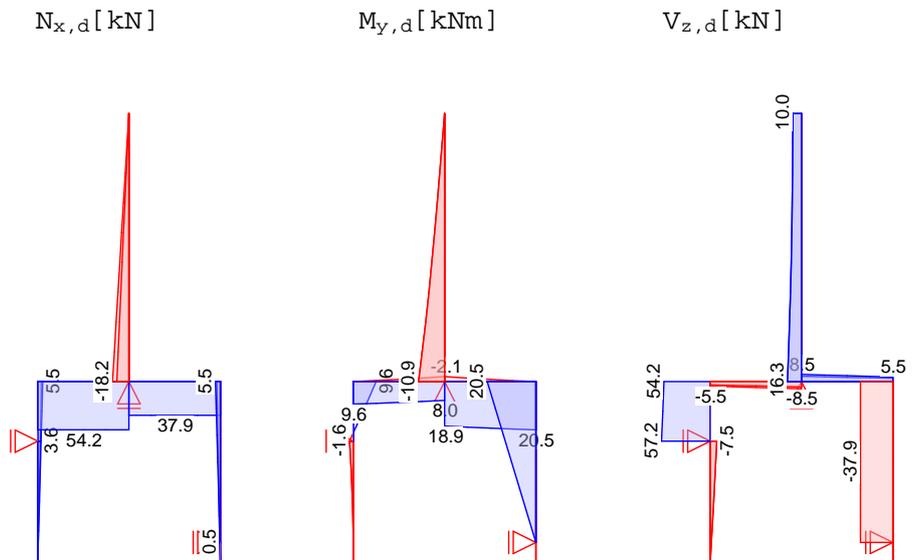
	Ek	( * *EW)
ständig/vorüberg.	1	1.35*Gk
außergewöhnlich	3	1.00*Gk +1.00*Qk.A.B
st./vor. Auflagerkr.	5	1.35*Gk
	6	1.00*Gk
außerg. Auflagerkr	7	1.00*Gk +1.00*Qk.A.B
	8	0.95*Gk +1.00*Qk.A.B

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen Theorie I. Ordnung

Grafik

Schnittgrößen (Umhüllende)



Tabelle

Schnittgrößen (Umhüllende)

	x [m]	$N_{x,d}$ [kN]		$M_{y,d}$ [kNm]		$V_{z,d}$ [kN]	
		min	Ek	min	Ek	min	Ek
Stab 1	0.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1
		0.00	1	0.00	1	0.00	1
	0.40	2.70	2	-1.57	3	-7.50	3
Stab 2		3.65	1	0.00	1	0.00	1
	0.00	2.70	2	-1.57	3	0.02	2
		3.65	1	0.00	1	57.17	3
Stab 3	0.20	4.05	2	0.00	2	0.02	2
		5.47	1	9.55	3	54.17	3
	0.00	0.02	2	0.00	2	-5.47	1
Stab 4		54.17	3	9.55	3	-4.05	2
	0.30	0.02	2	-2.11	1	-8.53	1
		54.17	3	7.99	3	-6.32	2
Stab 4	0.00	0.02	2	-2.11	1	6.32	2

	x [m]	N <sub>x,d,min</sub>	Ek	M <sub>y,d,min</sub>	Ek	V <sub>z,d,min</sub>	Ek
		N <sub>x,d,max</sub> [kN]		M <sub>y,d,max</sub> [kNm]		V <sub>z,d,max</sub> [kN]	
Stab 5	0.30	37.87	3	18.88	3	8.54	1
		0.02	2	0.01	2	4.05	2
		37.87	3	20.45	3	5.47	1
	0.00	4.05	2	0.01	2	-37.87	3
		5.47	1	20.45	3	-0.02	2
Stab 6	0.54	0.41	2	0.00	1	-37.87	3
		0.55	1	0.00	1	-0.02	2
	0.00	0.41	2	0.00	1	0.00	1
		0.55	1	0.00	1	0.00	1
Stab 7	0.06	0.00	1	0.00	1	0.00	1
		0.00	1	0.00	1	0.00	1
	0.00	-18.23	1	-10.89	3	0.00	1
		-13.50	2	0.00	1	16.30	3
0.90	0.00	1	0.00	1	0.00	1	
	0.00	1	0.00	1	10.00	3	

Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material	Material	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>ck</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
	C 25/30 LP		25	31000
	B 500SA	500		200000

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

	c <sub>nom,o</sub> [mm]	d' <sub>o</sub> [mm]	c <sub>nom,u</sub> [mm]	d' <sub>u</sub> [mm]
Stab 1	55	60	55	60
Stab 2	55	60	55	60
Stab 3	55	60	55	60
Stab 4	55	60	55	60
Stab 5	55	60	55	60
Stab 6	55	60	55	60
Stab 7	55	60	55	60

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung

Bemessung für Biegebeanspruchung

Abs. 6.1

	x [m]	Ek	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>yd,o</sub>	x/d <sub>o</sub>	A <sub>s,o</sub>	A <sub>s,o,erf</sub>	
				M <sub>yd,u</sub> [kNm]	x/d <sub>u</sub>	A <sub>s,u</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,u,erf</sub> [cm <sup>2</sup> ]	
Stab 1	(L = 0.40 m)							
	0.00	1	-	-	0.001	-	-	
	0.40	3	2.70	-1.57	0.001	0.14	0.14	
Stab 2	(L = 0.20 m)							
	0.00	3	2.70	-1.57	0.001	0.14	0.14	
	0.20	3	4.05	9.55	0.045	0.74	0.74	
Stab 3	(L = 0.30 m)							

Kopfbalken-HWS-Tore 1 und 3

	<b>x</b>	<b>Ek</b>	<b>N<sub>d</sub></b>	<b>M<sub>yd,o</sub></b> <b>M<sub>yd,u</sub></b>	<b>x/d<sub>o</sub></b> <b>x/d<sub>u</sub></b>	<b>A<sub>s,o</sub></b> <b>A<sub>s,u</sub></b>	<b>A<sub>s,o,erf</sub></b> <b>A<sub>s,u,erf</sub></b>
	[m]		[kN]	[kNm]		[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
	0.00	3	54.17	9.55	0.039	1.15	1.15
		-	-	-	-	1.15	1.15
Stab 4	<i>(L = 0.30 m)</i>						
	0.00	3	37.87	18.88	0.057	1.61	1.61
		-	-	-	-	1.61	1.61
	0.30	3	37.87	20.45	0.060	1.72	1.72
		-	-	-	-	1.72	1.72
Stab 5	<i>(L = 0.54 m)</i>						
	0.00	3	4.05	20.45	0.070	1.56	1.56
		-	-	-	-	1.56	1.56
Stab 6	<i>(L = 0.06 m)</i>						
	0.00	1	0.55	-	0.001	0.01	0.01
		-	-	-	-	0.01	0.01
Stab 7	<i>(L = 0.90 m)</i>						
	0.00	3	-13.50	-10.89	-	0.22	0.22
		-	-	-	-	0.22	0.22

Querkraft  
Abs. 6.2

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

	<b>x</b>	<b>Ek</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b>	<b>α</b>	<b>V<sub>Rd,max</sub></b>	<b>V<sub>Rd,c</sub></b>	<b>a<sub>sw,erf</sub></b>
	[m]		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[cm <sup>2</sup> /m]
Stab 1	<i>(L = 0.40 m)</i>						
	0.40	3	-7.50	18.4	437.67	117.52	8.32 <sub>M</sub>
Stab 2	<i>(L = 0.20 m)</i>						
	0.00	3	57.17	18.4	437.67	117.52	8.32 <sub>M</sub>
Stab 3	<i>(L = 0.30 m)</i>						
	0.30	1	-8.53	18.4	474.94	111.11	8.32 <sub>M</sub>
Stab 4	<i>(L = 0.30 m)</i>						
	0.00	1	8.54	18.4	474.94	111.11	8.32 <sub>M</sub>
Stab 5	<i>(L = 0.54 m)</i>						
	0.00	3	-37.87	18.4	437.67	117.40	8.32 <sub>M</sub>
Stab 6	<i>(L = 0.06 m)</i>						
	0.00	1	-	18.4	379.31	102.02	8.32 <sub>M</sub>
Stab 7	<i>(L = 0.90 m)</i>						
	0.00	3	16.30	18.4	1651.37	223.91	8.32 <sub>M</sub>

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

Stabilität  
Abs. 5.8

Nachweise der Knicksicherheit nach dem Verfahren mit Nennkrümmung

Für die Stäbe 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7 ist die Berücksichtigung der Stabilität nicht erforderlich.

Schlankheiten

Stab	Ek	c		<b>l<sub>0,z</sub></b>	<b>i<sub>z</sub></b>	z	lim
				<b>l<sub>0,y</sub></b>	<b>i<sub>y</sub></b>		
				[m]	[cm]		
Stab 1	3	10	-	0.80	7.79	10.26	1000.00
				0.80	28.87	2.77	1000.00
Stab 2	3	10	-	0.40	7.79	5.13	-
				0.40	28.87	1.39	-
Stab 3	3	10	-	0.60	8.66	6.97	-
				0.60	28.87	2.09	-
Stab 4	3	10	-	0.61	8.66	7.00	-
				0.61	28.87	2.10	-

Kopfbalken-HWS-Tore 1 und 3

Stab	Ek	c		$l_{0,z}$	$i_z$	$z$	$lim$
				$l_{0,y}$ [m]	$i_y$ [cm]	$y$	$lim$
Stab 5	3	10	-	1.08	7.79	13.86	-
				1.08	28.87	3.74	-
Stab 6	3	10	-	0.12	7.79	1.54	1000.00
				0.12	28.87	0.42	1000.00
Stab 7	3	10	-	1.80	17.32	10.39	431.26
				1.80	28.87	6.24	431.26

\*\*\*\* HINWEIS \*\*\*\*

Für die Stäbe 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 wurde eine nicht zulässige Bewehrungsanordnung im Zusammenhang mit dem zu führenden Stabilitätsnachweis gewählt. Es wurde eine Eckanordnung durchgeführt.

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	$F_{x,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
Einw. $G_k$	A	0.02	0.00
	B	0.00	26.14
	C	-0.02	0.00
Einw. $Q_{k.A.B}$	A	64.65	0.00
	B	0.00	0.00
	C	-37.85	0.00

Bem.-auflagerkräfte

	Aufl.	$F_{x,d}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]
Komb. 5	A	0.03	0.00
	B	0.00	35.29
	C	-0.03	0.00
Komb. 6	A	0.02	0.00
	B	0.00	26.14
	C	-0.02	0.00
Komb. 7	A	64.67	0.00
	B	0.00	26.14
	C	-37.87	0.00
Komb. 8	A	64.67	0.00
	B	0.00	24.83
	C	-37.87	0.00

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

**Nachweis**

		[-]
Querkraft	OK	0.13

Anschluss KB an Spundwand: LF nach Außen

Spundwandprofil: TKL602

$$t_{Steg} := 8,0 \text{ mm}$$

Doppelbohle:  $a := 1,2 \text{ m}$

Beton:  $f_{ctk} := "C25/30"$   
(LP)

$$f_{ctk} (bet) = 25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\alpha_{cc} := 0,85 \quad \gamma_c := 1,5$$

$$E_{cm} (bet) = 31000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ctk} (bet)}{\gamma_c} = 14,17 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Expositionsklassen: XC4 / XD1 / XF2/ WF

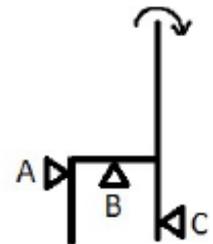
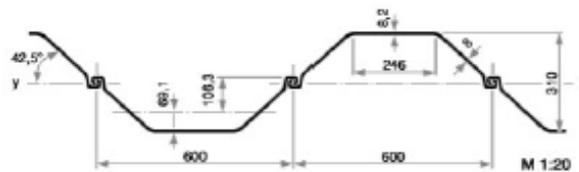
Aufgrund der Steifigkeitsverhältnisse ist anzunehmen, dass die Druckkräfte über Teilflächenpressung direkt in die Stege der Spundwand eingeleitet werden.

Annahme:  $t_{eff} := 4 \cdot t_{Steg} = 3,2 \text{ cm}$

aufgerundet:  $t_{eff} := 3,5 \text{ cm}$

Betondeckung:

$$c_{nom} := 5,5 \text{ cm}$$



$$A := 65 \text{ kN}$$

$$C := 38 \text{ kN}$$

erforderliche Fläche:  $A_{erf,A} := A \cdot \frac{a}{2 \cdot f_{cd}} = 27,53 \text{ cm}^2$

=> erforderliche Lasteinleitungshöhe h:  $h_A := \frac{A_{erf,A}}{t_{eff}} = 7,87 \text{ cm}$

=> Lage Auflager A (z = 0 in Achse bei Auflager B):

$$x_A := \frac{KB_{dicke}}{2} + \frac{h_A}{2} = 19 \text{ cm} \quad \leftarrow \text{Eingabe Stabwerk-Berechnung}$$

erforderliche Fläche:  $A_{erf,C} := C \cdot \frac{a}{2 \cdot f_{cd}} = 16,09 \text{ cm}^2$

=> erforderliche Lasteinleitungshöhe h:  $h_C := \frac{A_{erf,C}}{t_{eff}} = 4,6 \text{ cm}$

=> Lage Auflager C (z = 0 in Achse bei Auflager B):

$$x_C := z_u - c_{nom} - \frac{d_{br}}{2} - \frac{h_C}{2} = 52 \text{ cm} \quad \rightarrow \text{Eingabe Stabwerk-Berechnung}$$

Bügelbewehrung KB:

$$d_{br} := 10 \text{ mm}$$

$$KB_{dicke} := 30 \text{ cm}$$

$$z_u := 60 \text{ cm}$$

Durch die Teilflächenpressung entstehende Spaltzugkräfte werden konstruktiv durch die Bewehrung in der HWS-Wand aufgenommen.

Pos. KB-Tor2

Kopfbalken-HWS-Tor2

**Anschluss KB an Spundwand mit Hilfe von Stabstahl:**

Spundwandprofil: TKL603

$$t_{Steg} := 8,2 \text{ mm}$$

$$t_{flansch} := 9,7 \text{ mm}$$

Material:

$$b_{Rücken} := 377 \text{ mm}$$

Beton: **bet := "C25/30"**  
(LP)

$$f_{ck}(bet) := 25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\alpha_{cc} := 0,85$$

$$\gamma_c := 1,5$$

$$E_{cm}(bet) := 31000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_{s,Rücken} := t_{flansch} \cdot b_{Rücken} = 37 \text{ cm}^2$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}(bet)}{\gamma_c} = 14,17 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Betonstahl BSt 500:

$$f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_s := 1,15$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Schnittgrößen (Kragarm; NW nach Innen):

$$d_s := 16 \text{ mm} \text{ Eisendurchmesser}$$

Auflagerkräfte aus mb:  
(aus mb Pos.RS)

vertikal:  
 $F_{xd} := 15 \text{ kN}$

horizontal:  
 $F_{zd} := 35 \text{ kN}$

$$M_d := 25 \text{ kN m}$$

Hebelarm:  $a := 0,31 \text{ m} + d_s$

wirkende Zugkraft aus Moment:

$$F_z := \frac{M_d}{a} = 76,69 \text{ m} \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{zGes} := F_z - \frac{F_{xd}}{2}$$

$$erfA_s := \frac{F_{zGes}}{f_{yd}} = 1,59 \text{ cm}^2$$

$$d_s := 16 \text{ mm}$$

$$n := 2 \text{ (Eisen je Spundwandrücken)}$$

$$vorhA_s := n \cdot n \cdot \left(\frac{d_s}{2}\right)^2 = 4,02 \text{ cm}^2$$

$$\eta := \frac{erfA_s}{vorhA_s} = 0,4 \leq 1$$

Vergleich der Stahlflächen:

$$\eta := \frac{vorhA_s}{A_{s,Rücken}} = 0,11 \leq 1$$

Bei Einleitung der Horizontalkräfte  $F_{zd}$  erfolgt über Druck (Teilflächenpressung) in die Spundwand. Dabei wird nur der Mittelsteg mit 2 Teilflächen angesetzt.

Annahme:  $t_{eff} := 2 \cdot t_{Steg} = 1,64 \text{ cm}$

abgerundet:  $t_{eff} := 1,5 \text{ cm}$

Betondeckung:  $c_{nom} := 6 \text{ cm}$

erforderliche Fläche:

$$A_{erf,x} := \frac{F_{zd}}{2 \cdot f_{cd}} = 12,35 \text{ cm}^2$$

=> erforderliche Lasteinleitungshöhe h:  $h_A := \frac{A_{erf,x}}{t_{eff}} = 8,24 \text{ cm}$

**Schweißnahtanschluss:**

Material: S235

$$f_u := 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M2} := 1,25$$

$$\beta_w := 0,8$$

$$l_w \geq 4 \cdot d_s = 64 \text{ mm}$$

$$a \geq 0,3 \cdot d_s = 4,8 \text{ mm}$$

=> gew:  $a := 5 \text{ mm}$

$$F_{w,Rd} := \frac{f_u \cdot a}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 10,39 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$

=>  $n = 2$  Bewehrungsstäbe je  $d_s = 16 \text{ mm}$

$$erfl_w := \text{Max} \left( \frac{F_{zGes}}{n \cdot F_{w,Rd}} ; 4 \cdot d_s \right) = 64 \text{ mm}$$

=> gewählte Schweißnaht:  $a = 5 \text{ mm}$   $l_s := 60 \text{ mm}$  beidseits je Bewehrungsstab  $d_s = 16 \text{ mm}$

**Übergreifungslänge (Winkelhaken):**

Ermittlung der Grundwerte: ( $d_s < 32\text{mm}$ )  $\alpha_1 := 0,7$   $\alpha_5 := 1,0$   $\alpha_6 := 1,4$   $f_{bd} := 14,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Verbund := "gut"

(guter Verbund; mäßig f.bd \*0,7)

Aus Tabelle für Grundwert:  $l_{b,rqd} := 65 \text{ cm}$

$$l_0 := \text{Max} \left( \alpha_1 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \cdot \frac{erfA_s}{vorhA_s} ; 15 \cdot d_s ; 200 \text{ mm} ; 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \right) = 252,08 \text{ mm}$$

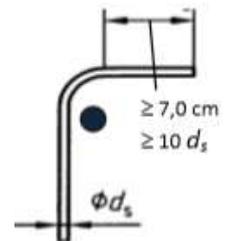
Hakenlänge:  $l_H := \text{Max} (10 \cdot d_s ; 70 \text{ mm}) = 160 \text{ mm}$

lichter Abstand zwischen den Übergreifungseisen:

$$s_{max} := \frac{37 \text{ cm}}{2} = 18,5 \text{ cm}$$

$$l_0 = 37,31 \text{ cm}$$

$$\begin{cases} \text{if } s_{max} \leq 4 \cdot d_s \\ l_0 := l_0 \\ \text{else} \\ l_0 := l_0 + (s_{max} - 4 \cdot d_s) \end{cases}$$



*linke Seite (Pechlerau)*







Pos. B-BS-P

Schnitt B-B; HWS Wand (BS-P)

Der Schnitt B-B gilt für folgende Bereiche:

- \* bei denen es nur um den Einhalt des Freibords geht; GOK liegt etwa auf Höhe Bemessungswasserspiegel oder höher
  - \* bei denen auf der HWS-Wand ein Geländer vorgesehen ist und GOK etwa auf Höhe Bemessungswasserspiegel oder höher liegt
- \*(Gültig für Bereich Station: ca.0+00 bis ca.0+020 und ca.0+110 bis 0+136 und 0+145 bis ca.0+210)

Für die HWS Mauer auf Doppelbohlen:

Maximaler zulässiger Abstand der Doppelbohlen  $a=4\text{m}$ ; Einbindetiefe ca.  $4\text{m}$ ; TKL603 o.glw.;

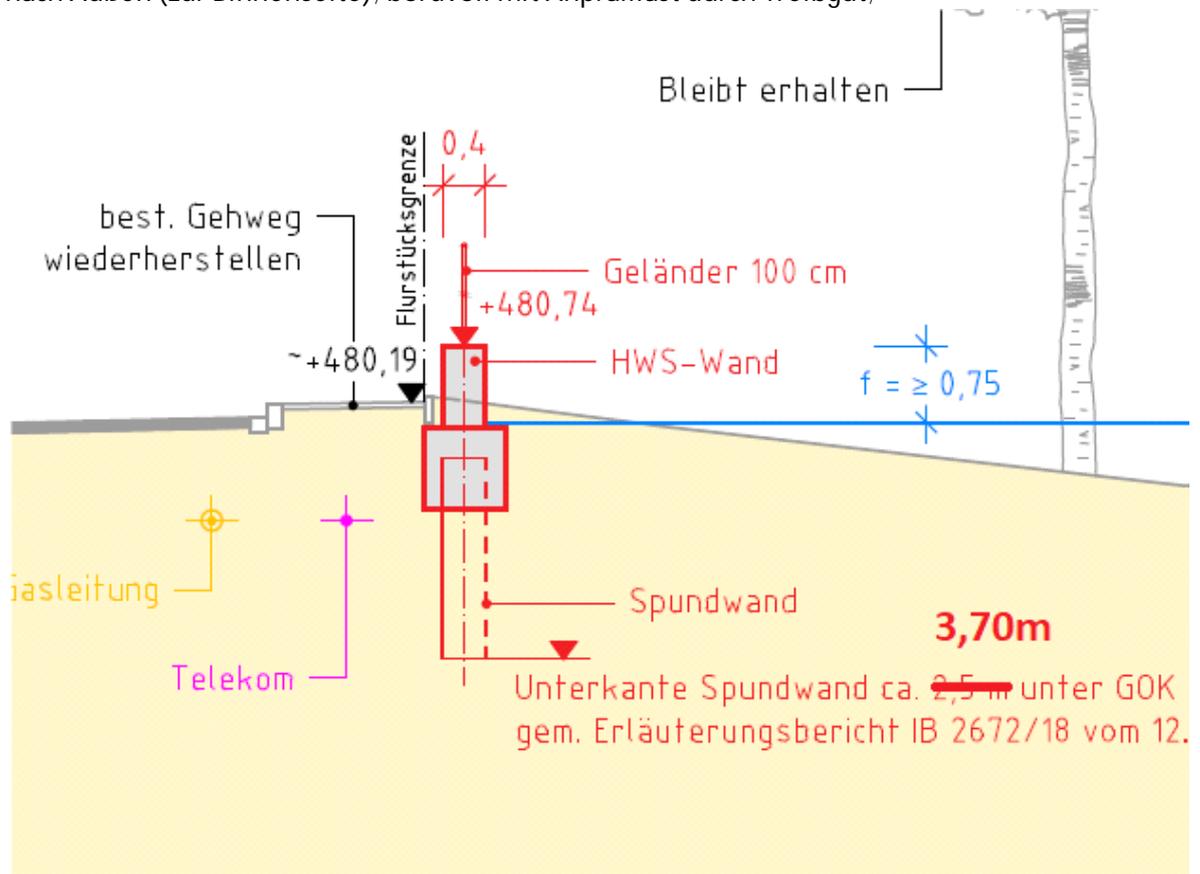
Für das statische Modell für die Gründung der HWS-Wand auf den einzelnen Doppelbohlen wird das System als Trägerbohlwand angesehen. Genaue Beschreibung dazu: Verweis auf *Pos. V02*

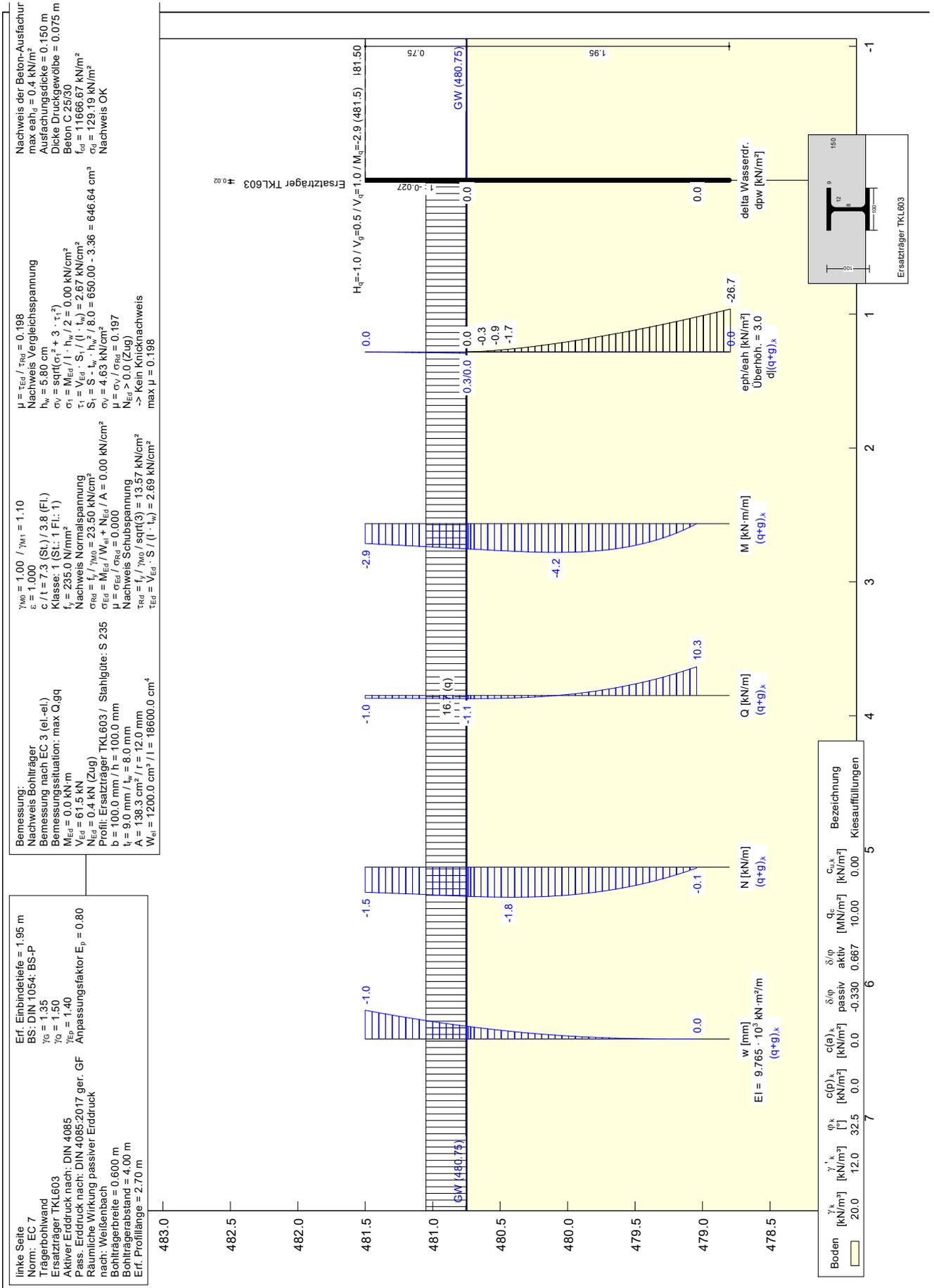
Betrachtete Bemessungssituationen:

**BS-P:** Berechnet in *Pos.B-BS-P*; ständige Bemessungssituation (nicht maßgebend); Nachweis des Systems nach Innen (zur Wasserseite) Wasserspiegel wird luft- und erdseitig auf GOK-wasserseite gesetzt; Ansetzen von Geländerlasten und Verkehrslast auf das Gelände; Berechnung als Variante für HWS-Wand auf Doppelbohlen;

**BS-T:** Da in diesen Bereichen der Bemessungswasserspiegel ca. auf GOK liegt ist dieser Nachweis nicht maßgebend und wird nicht weiter betrachtet;

**BS-A:** Berechnet in *Pos.B-BS-A* (HWS Wand auf Doppelbohlen) und in *Pos.B-BS-A-SPW* (HWS Wand auf durchgehender Spundwand); außergewöhnliche Bemessungssituation (maßgebend); Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite); bordvoll mit Anpralllast durch Treibgut;



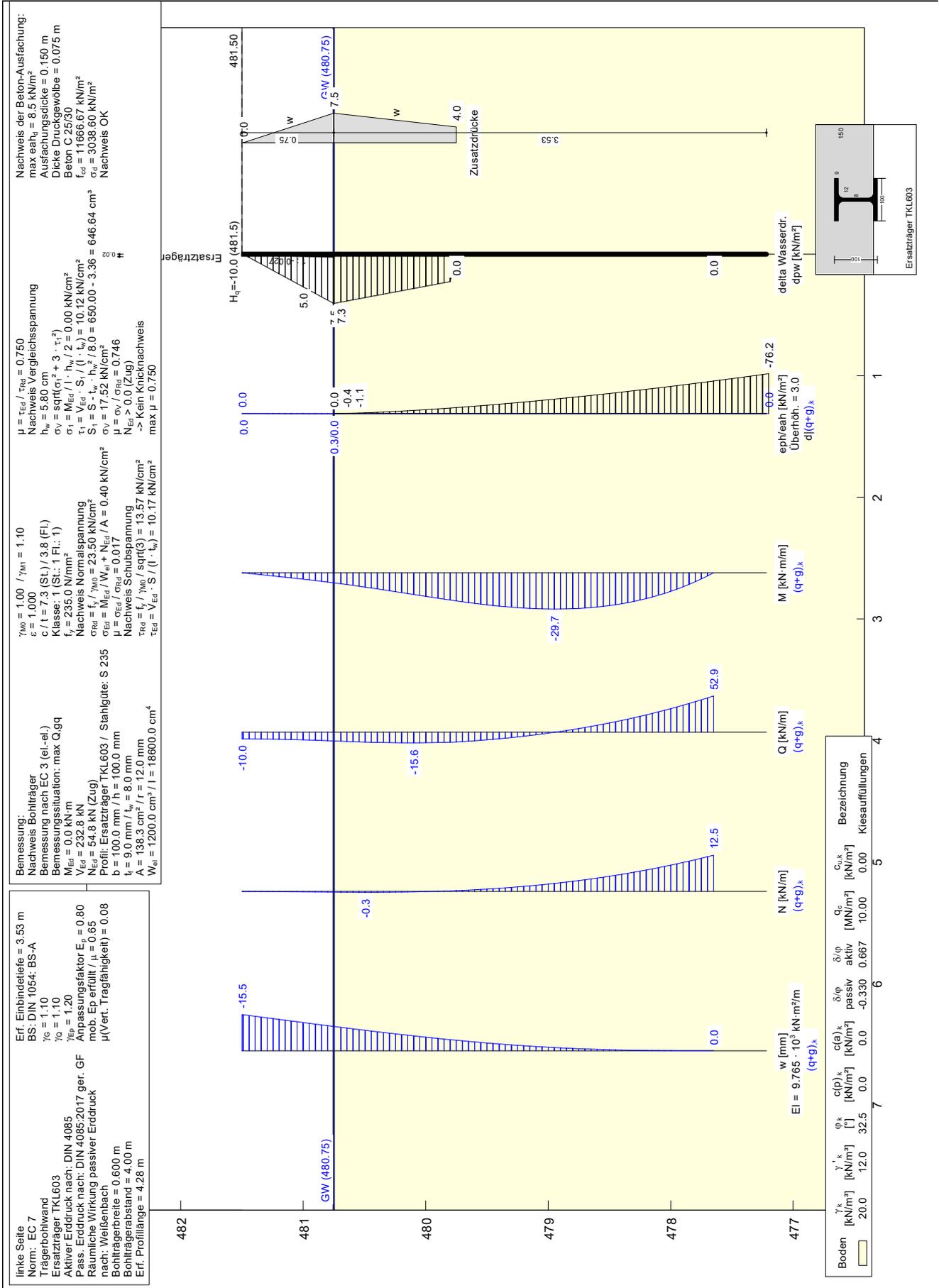


Pos. B-BS-A

Schnitt B-B; HWS Wand auf Doppelbohlen (BS-A)

BS-A: außergewöhnliche Bemessungssituation; Nachweis des Systems nach Außen (zur Binnenseite);  
bordvoll mit Anpralllast durch Treibgut;

Hier: HWS Wand auf Doppelbohlen im maximalen Abstand von 4m;



Pos. B-M-A

Schnitt B-B; Bemessung HWS-Mauer nach Außen

Für die Ermittlung der zu übertragenden Kräfte auf die Doppelbohlen:

Für den Nachweis nach Außen (zur Binnenseite) ist die Belastung aus dem Außergewöhnlichen Fall "bordvoll" unter Berücksichtigung von Anprall durch Treibgut maßgebend.

Wasserlast:

Wasserdruck auf Höhe OK SPW;

$$q_h = 10 \text{ kN/m}^3 * 1,10 \text{ m} = 11 \text{ kN/m}^2$$

Erddruck binnenseitig:

Da das Gelände hinter der Mauer sehr niedrig ist, wird kein stützender binnenseitiger Erddruck angesetzt.

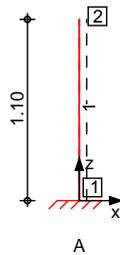
Anpralllast:

Aus Treibgut auf Höhe WSP;  $q_v = 10 \text{ kN/m}$

System

Stabwerk

M 1:45



Knotendefinition	Knoten		x	z
			[m]	[m]
	1		0.00	0.00
	2		0.00	1.10

Stabdefinition	Stab	von	bis	l	Material	Querschnitt
	Kn.	Kn.	Kn.	[m]		
	1	1	2	1.10	C 25/30 LP	b/h=100/40cm

Stabendgelenke: Alle Stäbe sind druck-, zug- und biegesteif angeschlossen.

Auflagerdefinition	Lager	Kn.	$K_{T,x}$	$K_{T,z}$	$K_{R,y}$
global			[kN/m]	[kN/m]	[kNm/rad]
	A	1	fest	fest	fest

Belastungen

Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk

Qk.A.B



Eigengewicht  
in z-Richtung

Eigengewicht am Stab

Einw. Gk

Stab	Kommentar	Qz [kN/m]
1	Eigengew	10.00

Streckenlasten  
in x-Richtung

Streckenlasten am Stab

Einw. Qk.A.B

Stab	Kommentar	a [m]	s [m]	qx,li [kN/m]	qx,re [kN/m]
1	bordvoll	0.00	1.10	11.00	

Punktlasten  
in x-/z-Richtung

Einzellasten am Stab

Einw. Qk.A.B

Stab	Kommentar	a [m]	Fx [kN]	Fz [kN]
1	Anpr	1.10	10.00	

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

ständig/vorüberg.  
außergewöhnlich  
st./vor. Auflagerkr.  
  
außerg. Auflagerkr

Ek	( * *EW)
1	1.35 * Gk
3	1.00 * Gk + 1.00 * Qk.A.B
5	1.35 * Gk
7	1.00 * Gk
6	1.00 * Gk + 1.00 * Qk.A.B
8	0.95 * Gk + 1.00 * Qk.A.B

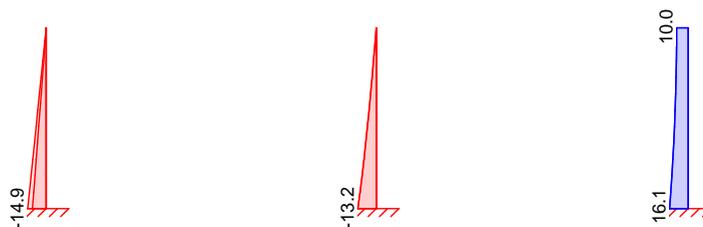
Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen Theorie I. Ordnung

Grafik

Schnittgrößen (Umhüllende)

Nx,d [kN]                      My,d [kNm]                      Vz,d [kN]



Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Material	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E$ [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30 LP		25	31000
B 500SA	500		200000

Bewehrungsanordnung

Achsabstände, Betondeckungen

	$c_{nom,o}$ [mm]	$d'_o$ [mm]	$c_{nom,u}$ [mm]	$d'_u$ [mm]
Stab 1	55	60	55	60

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Biegung

Bemessung für Biegebeanspruchung

Abs. 6.1

	$x$ [m]	$E_k$	$N_d$ [kN]	$M_{yd,o}$ $M_{yd,u}$ [kNm]	$x/d_o$ $x/d_u$	$A_{s,o}$	$A_{s,o,erf}$
						$A_{s,u}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,u,erf}$ [cm <sup>2</sup> ]
Stab 1	<i>(L = 1.10 m)</i>						
	0.00	3	-11.00	-13.22	-	0.54	0.54
		-	-	-	-	0.54	0.54

Querkraft

Bemessung für Querkraftbeanspruchung

Abs. 6.2

	$x$ [m]	$E_k$	$V_{Ed}$ [kN]	$[\circ]$	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$a_{sw,erf}$
							[cm <sup>2</sup> /m]
Stab 1	<i>(L = 1.10 m)</i>						
	0.00	3	16.05	18.4	915.79	162.37	8.32 <sub>M</sub>

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

Stabilität

Nachweise der Knicksicherheit nach dem Verfahren mit Nennkrümmung

Abs. 5.8

Für den Stab 1 ist die Berücksichtigung der Stabilität nicht erforderlich.

Schlankheiten

Stab	$E_k$	$c$		$l_{0,z}$	$i_z$	$z$	$l_{im}$
				$l_{0,y}$ [m]	$i_y$ [cm]		
Stab 1	3	10	-	2.20	11.55	19.05	390.09
				2.20	28.87	7.62	390.09

\*\*\*\* HINWEIS \*\*\*\*

Für den Stab 1 wurde eine nicht zulässige Bewehrungsanordnung im Zusammenhang mit dem zu führenden Stabilitätsnachweis gewählt. Es wurde eine Eckanordnung durchgeführt.

Auflagerkräfte

Charakteristische und Bemessungsaflagerkräfte (global)

Char. Auflagerkr.

Aufl.	$F_{x,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]
Einw. $G_k$	A	0.00	11.00
Einw. $Q_k.A.B$	A	16.05	0.00
			-13.22

Bem.-auflagerkräfte

	<b>Aufl.</b>	<b>F<sub>x,d</sub></b> <b>[kN]</b>	<b>F<sub>z,d</sub></b> <b>[kN]</b>	<b>M<sub>y,d</sub></b> <b>[kNm]</b>
Komb. 5	A	0.00	14.85	0.00
Komb. 6	A	16.05	11.00	-13.22
Komb. 7	A	0.00	11.00	0.00
Komb. 8	A	16.05	10.45	-13.22

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

**Nachweis**

	<b>[-]</b>
Querkraft	OK 0.02

Pos. B-SPW

Schnitt B-B; Anschluss Spundwand

**Anschluss KB an Spundwand mit Hilfe von Stabstahl:**

Spundwandprofil: TKL603  $t_{Steg} := 8,2 \text{ mm}$   $t_{flansch} := 9,7 \text{ mm}$  Doppelbohlenabstand:  $a_1 := 4 \text{ m}$

Material:  $b_{Rücken} := 377 \text{ mm}$

Beton:  $bet := \text{"C25/30"}$  (LP)  $f_{ck}(bet) := 25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\alpha_{cc} := 0,85$   $\gamma_c := 1,5$   $E_{cm}(bet) := 31000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   
 $A_{s,Rücken} := t_{flansch} \cdot b_{Rücken} = 37 \text{ cm}^2$   $f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}(bet)}{\gamma_c} = 14,17 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Betonstahl BSt 500:  $f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\gamma_s := 1,15$   $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Schnittgrößen (Kragarm; NW nach Innen):  $d_s := 16 \text{ mm}$  Eisendurchmesser

Auflagerkräfte aus mb: vertikal:  $F_{xd} := 15 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  horizontal:  $F_{zd} := 17 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$   $M_d := 15 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$  Hebelarm:  $a := 0,31 \text{ m} + d_s$

wirkende Zugkraft aus Moment:  $F_z := \frac{M_d}{a} = 46,01 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$   $F_{zGes} := F_z - \frac{F_{xd}}{2} = 38,5123 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$erfA_s := \frac{F_{zGes} \cdot a_1}{f_{yd}} = 3,54 \text{ cm}^2$   $d_s := 16 \text{ mm}$   $n := 2$  (Eisen je Spundwandrücken)

$vorhA_s := n \cdot n \cdot \left(\frac{d_s}{2}\right)^2 = 4,02 \text{ cm}^2$   $\eta := \frac{erfA_s}{vorhA_s} = 0,88 \leq 1$

Vergleich der Stahlflächen:  $\eta := \frac{vorhA_s}{A_{s,Rücken}} = 0,11 \leq 1$

Bei Einleitung der Horizontalkräfte  $F_{zd}$  erfolgt über Druck (Teilflächenpressung) in die Spundwand. Dabei wird nur der Mittelsteg mit 2 Teilflächen angesetzt.

Annahme:  $t_{eff} := 2 \cdot t_{Steg} = 1,64 \text{ cm}$

abgerundet:  $t_{eff} := 1,5 \text{ cm}$

Betondeckung:  $c_{nom} := 6 \text{ cm}$

erforderliche Fläche:

$A_{erf,x} := F_{zd} \cdot \frac{a_1}{2 \cdot f_{cd}} = 24 \text{ cm}^2$

=> erforderliche Lasteinleitungshöhe h:  $h_A := \frac{A_{erf,x}}{t_{eff}} = 16 \text{ cm}$

**Schweißnahtanschluss:**

Material: S235  $f_u := 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$   $\gamma_{M2} := 1,25$   $\beta_w := 0,8$

1.  $w \geq 4 \cdot d_s = 64 \text{ mm}$   $a \geq 0,3 \cdot d_s = 4,8 \text{ mm}$  => gew:  $a := 5 \text{ mm}$

$F_{w,Rd} := \frac{f_u \cdot a}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 10,39 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$  =>  $n = 2$  Bewehrungsstäbe je  $d_s = 16 \text{ mm}$

$$erfl_w := \text{Max} \left( \frac{F_{zGes} \cdot a_1}{n \cdot F_{W,Rd}}; 4 \cdot d_s \right) = 74,12 \text{ mm}$$

=> gewählte Schweißnaht:  $a = 5 \text{ mm}$   $l_s := 60 \text{ mm}$  beidseits je Bewehrungsstab  $d_s = 16 \text{ mm}$

**Übergreifungslänge (Winkelhaken):**

Ermittlung der Grundwerte: ( $d_s < 32\text{mm}$ )  $\alpha_1 := 0,7$   $\alpha_5 := 1,0$   $\alpha_6 := 1,4$   $f_{bd} := 14,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Verbund := "gut"

(guter Verbund; mäßig f.bd \*0,7)

Aus Tabelle für Grundwert:  $l_{b,rqd} := 65 \text{ cm}$

$$l_0 := \text{Max} \left( \alpha_1 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \cdot \frac{erfA_s}{vorhA_s}; 15 \cdot d_s; 200 \text{ mm}; 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \right) = 561,26 \text{ mm}$$

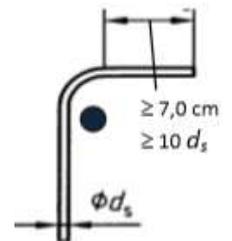
Hakenlänge:  $l_H := \text{Max} (10 \cdot d_s; 70 \text{ mm}) = 160 \text{ mm}$

lichter Abstand zwischen den Übergreifungseisen:

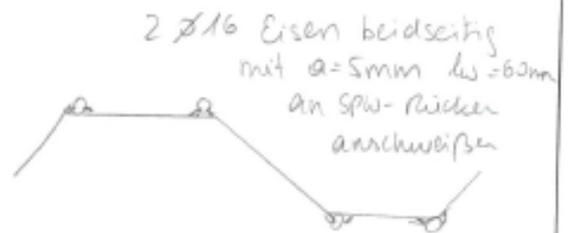
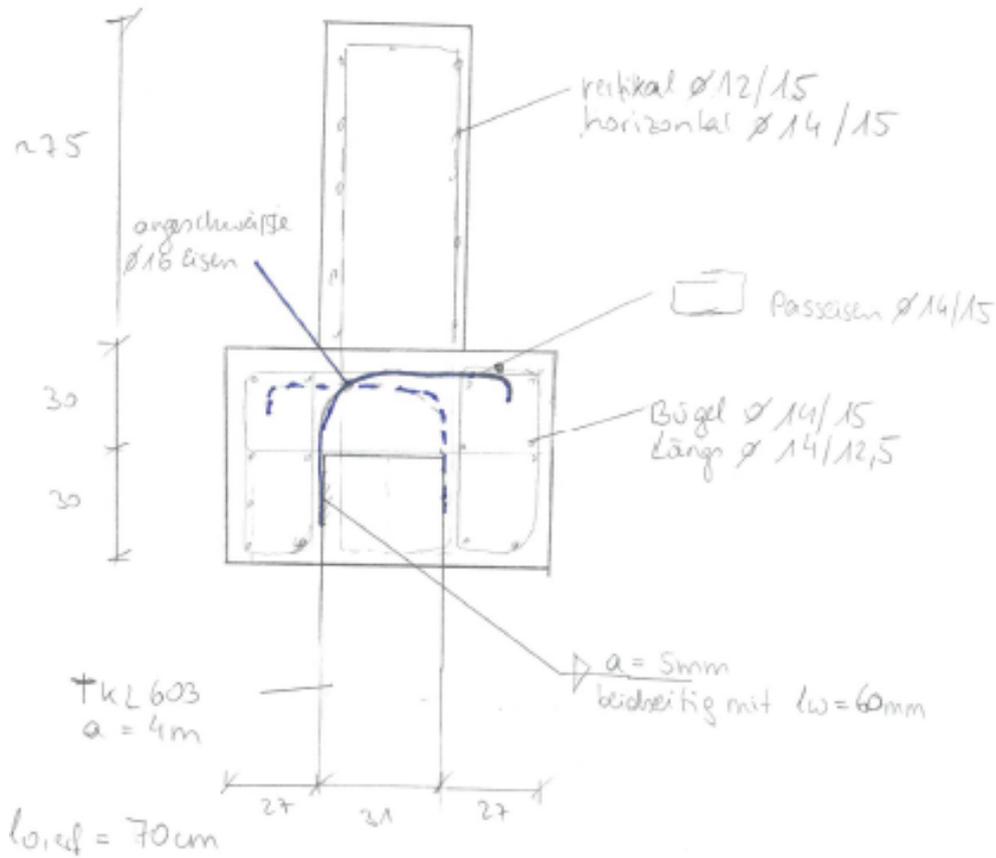
$$s_{max} := \frac{37 \text{ cm}}{2} = 18,5 \text{ cm}$$

$$l_0 = 68,23 \text{ cm}$$

if $s_{max} \leq 4 \cdot d_s$ $l_0 := l_0$ else $l_0 := l_0 + (s_{max} - 4 \cdot d_s)$
---



SPW-Anschluss Schnitt B-B



Pos. CDE-BS-A

Schnitte C-C,D-D,E-E; Angeschüttete Spundwand

Gültig für Bereich Station: ca.0+210 bis Ende

**Schnitte C;D;E: Angeschüttete Spundwand;**

In den Abschnitten ca.0+210 bis zum Ende (ca.0+515) sind im Bereich des Auenwald angeschüttete Spundwände vorgesehen.

Maßgebend ist der Nachweis nach Außen (BS-A): bordvoll mit Anprall durch Treibgut; Die Nachweise für diese Bemessungssituation sind durch den Nachweis in Schnitt Q,Q von der rechten Uferseite (Pos. Q-BS-A) abgedeckt; Somit erfolgen hier für die Schnitte C,D,E keine weiteren Nachweise.

