



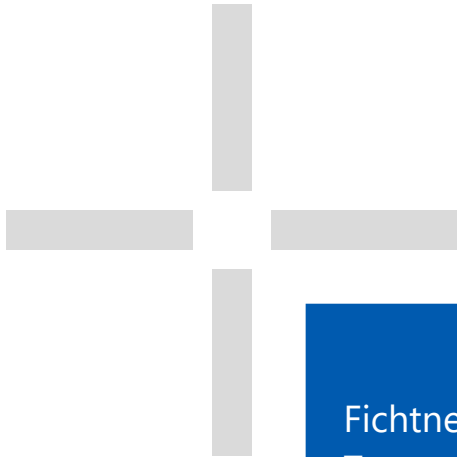
Hochwasserschutz Stadt Bayreuth – Planung

Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Bauernhöfen in Bayreuth-Aichig

„Spundwand-temporäre Umverlegung Roter Main am Bahndamm“

Wasserwirtschaftsamt Hof

Kontakt



Fichtner Water &
Transportation GmbH
Frankenstraße 7,
20097 Hamburg
Germany
www.fwt.fichtner.de



Tätje Ommen
Ingenieurbau
Tel: +49-40/300673-252
Fax: +49-40/300673-110
Mail: taetje.ommen@fwt.fichtner.de
Web: www.fwt.fichtner.de

Freigabevermerk

	Name	Unterschrift	Funktion	Datum
Erstellt:	H. Kramer		Projektbearbeitung	24.07.2024
Geprüft:	T. Ommen		Projektleitung	24.07.2024
Freigegeben:	C. Kirchmann		Projektleitung	24.07.2024

Revisionsverzeichnis

Rev.	Datum	Änderungsstand	Fichtner Dok.-Nr.	Erstellt	Geprüft
00	24.07.2024	Erstellung	619-1106	Kramer	Ommen

Disclaimer

Der Inhalt dieses Dokumentes ist ausschließlich für den Auftraggeber von Fichtner und andere vertraglich vereinbarte Empfänger bestimmt. Er darf nur mit Zustimmung des Auftraggebers ganz oder auszugsweise und ohne Gewähr Dritten zugänglich gemacht werden. Fichtner haftet gegenüber Dritten nicht für die Vollständigkeit und Richtigkeit der enthaltenen Informationen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1-6
1.1	Allgemein	1-6
1.2	Normen, Vorschriften und Literatur	1-6
1.3	Verwendete Programme	1-7
2	Bemessungsgrundlagen	2-8
2.1	Koordinatensystem	2-8
2.2	Baustoffe	2-8
2.3	Geometrie	2-8
2.3.1	Besonderheit	2-10
2.4	Baugrund	2-11
2.4.1	Geologie	2-11
2.4.2	Wasserstände	2-13
3	Charakteristische Lastannahmen	3-15
3.1	Ständige Lasten	3-15
3.1.1	Eigengewicht	3-15
3.1.2	Bauwerkslasten aus Nachbarbebauung	3-15
3.2	Veränderliche Lasten	3-15
3.3	Sicherheitskonzept / Teilsicherheitsbeiwerte	3-15
3.3.1	Teilsicherheitsbeiwerte für die Begrenzung von Verformungen	3-15
4	Bemessung Stahlspundwand	4-16
4.1	Vorbemerkung	4-16
4.1.1	Allgemeine Annahmen	4-16
4.1.2	Annahmen zur geometrischen Besonderheit im Bereich Schnitt 1	4-16
4.1.3	Bauablauf	4-17
4.2	Ergebnisse	4-19
4.2.1	Schnitt 1	4-19
4.2.2	Schnitt 5	4-21
5	Zusammenfassung	5-22

Anhang A.....	5-23
Anhang B.....	5-24

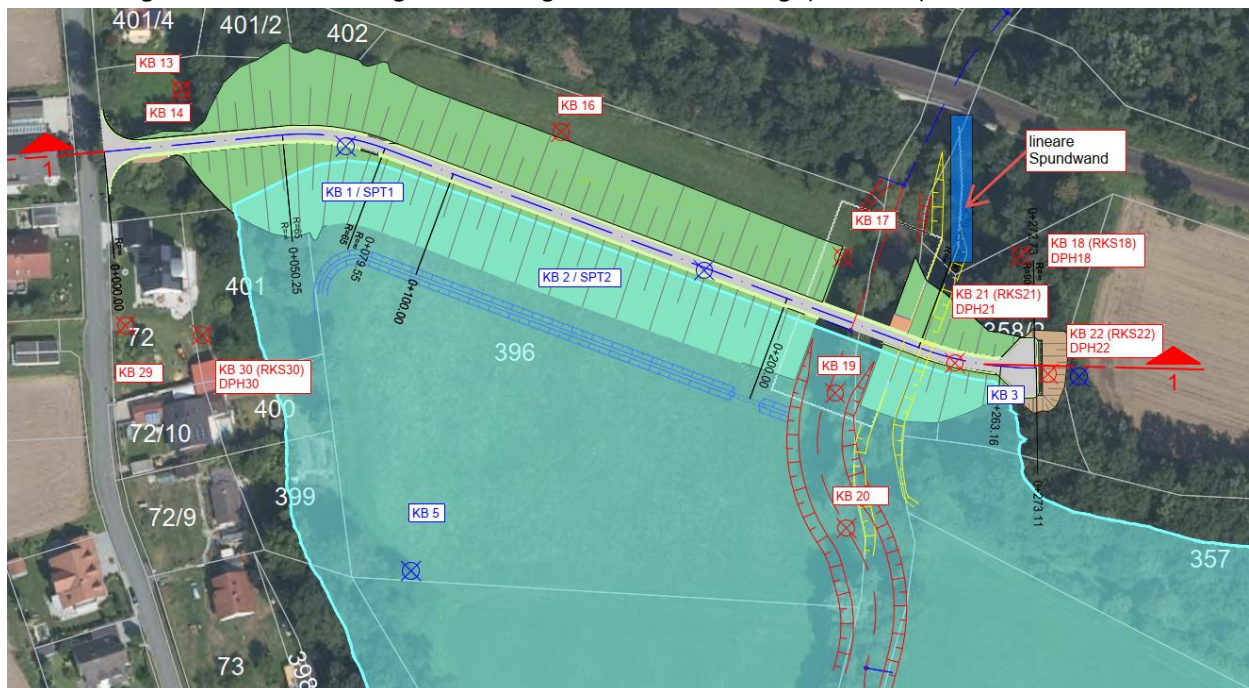
1 Einleitung

1.1 Allgemein

In der Planung des Projekts „HRB Bauernhöfen in Bayreuth-Aichig“ ist eine temporäre Umverlegung des „Roter Main“ an einem Bahndamm vorgesehen.

Das vorliegende Dokument beinhaltet die Vorbemessung der linear verlaufenden Spundwand für die temporäre Umleitung eines Gewässers (Roter Main). Die vorliegende Statik befindet sich auf Vorplanungsniveau. Auf Grundlage von Bestandsplänen werden Annahmen für den Bauablauf getroffen, um so überschlägige Berechnungen durchzuführen.

Die nachfolgende 3D-Ansicht zeigt den umliegenden Bereich der geplanten Spundwand (blau)



1.2 Normen, Vorschriften und Literatur

Der Berechnung liegen die gültigen Normen und ergänzende Bestimmungen in der neusten, gültigen Fassung zugrunde, sowie bauaufsichtliche Zulassungen ebenfalls in der neusten gültigen Fassung.

- [N 1] DIN EN 1990:2010-12, Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
- [N 2] DIN EN 1990/NA:2010-12, Nationaler Anhang, Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
- [N 3] DIN EN 1991-1-1:2010-12, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1: Grundlagen, Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
- [N 4] DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12, Nationaler Anhang, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1: Grundlagen, Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
- [N 5] DIN EN 1997-1 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln

- [N 6] DIN 1054: 2021-04: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [N 7] Schneider Bautabellen
- [N 8] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V. (Hrsg.) (2012): Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB), 5. Auflage, Wilhelm Ernst & Sohn Verlag
- [N 9] DIN 4085: 2017-08: Baugrund - Berechnung des Erddrucks

1.3 Verwendete Programme

- GGU-Software

2 Bemessungsgrundlagen

2.1 Koordinatensystem

In der bestehenden Anlage wird das Haupthöhennetzes DHHN 2016 (NHN) verwendet.

2.2 Baustoffe

- Stahlspundbohlen S 355 GP

2.3 Geometrie

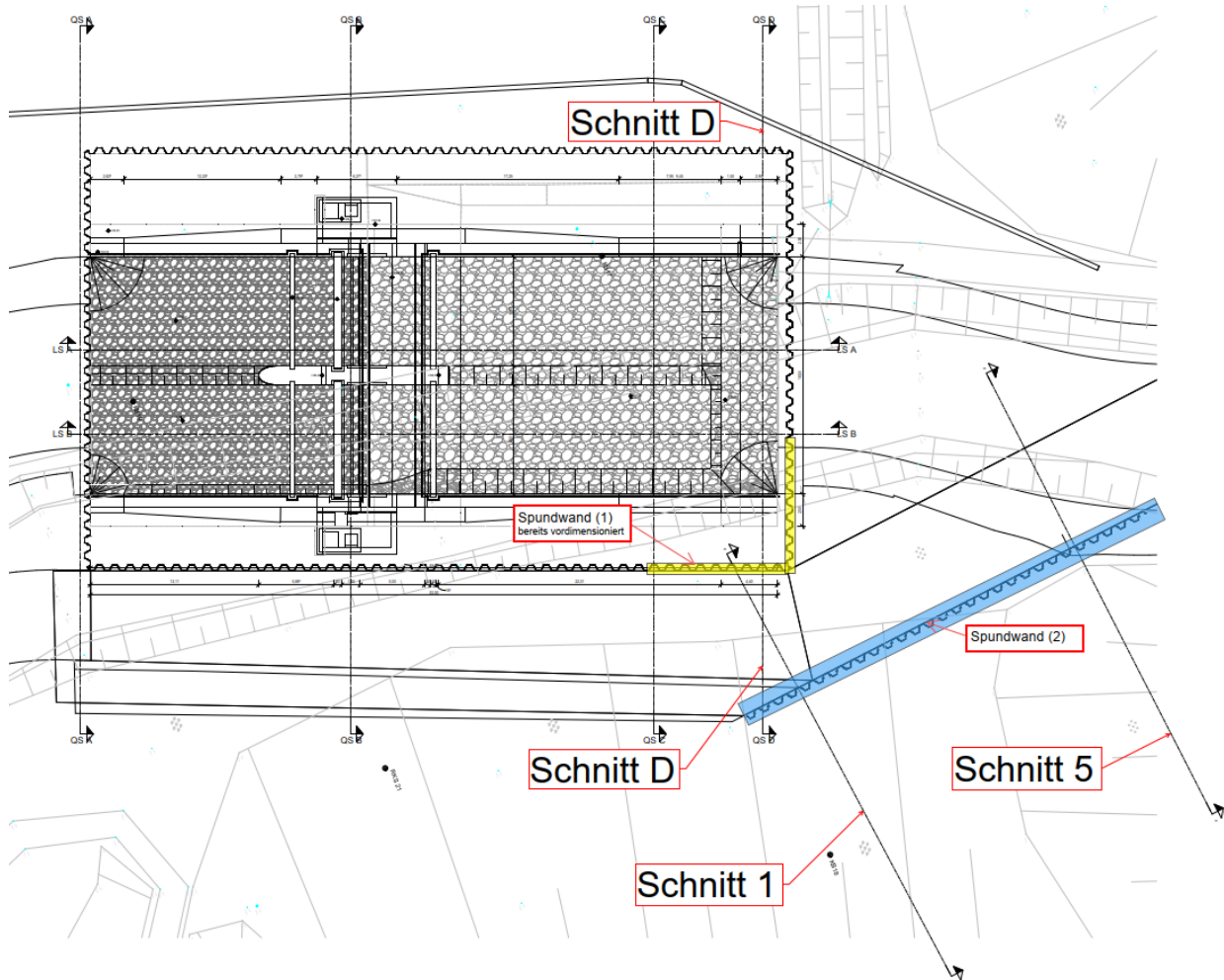
Länge Spundwand	~ 35,0 m
OK-Spundwand	= + 353,00 m NHN
Baugrubensohle (=Gewässersohle)	= + 349,50 m NHN

In den nachfolgenden Abbildungen wird die zu bemessende Spundwand (blaue Farbmarkierung) zwischen den Punkten E und F im Lageplan, Grundriss und zugehörigen Querschnitten dargestellt.

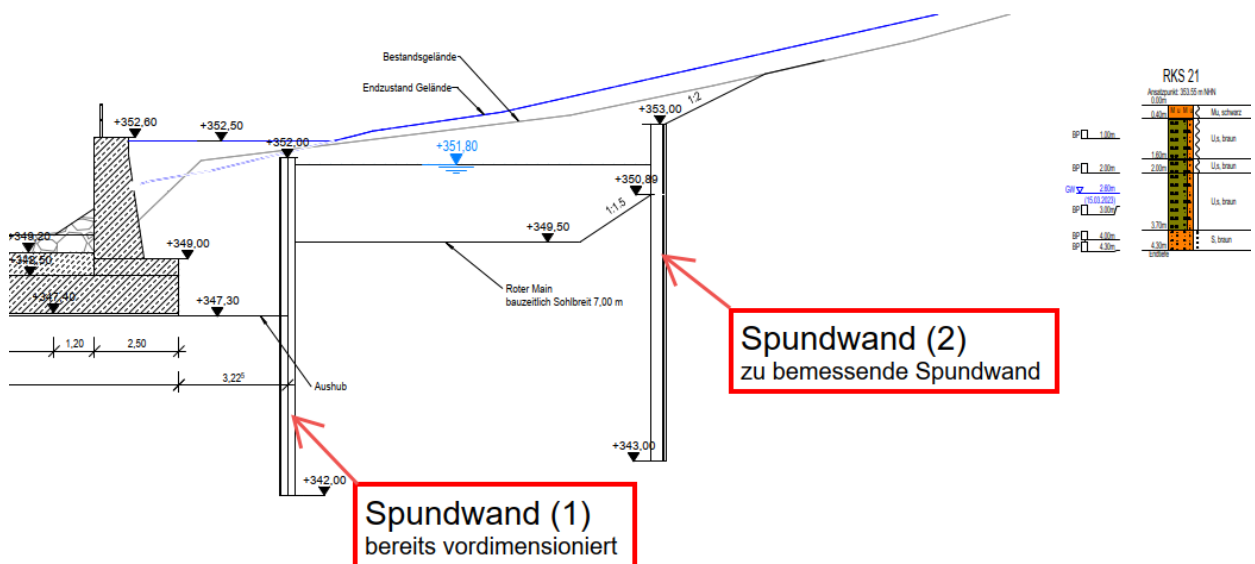
Lageplan_Durchlassbauwerk_Bauernhoefen (Ausschnitt Lageplan, Plan Nr. 3-33, Stand: 29.03.22)



Grundriss_Durchlassbauwerk_Bauernhoeften (Ausschnitt Lageplan, Plan Nr. 62, Stand: 29.03.22)



Schnitt D_Durchlassbauwerk_Bauernhoeften (Ausschnitt Lageplan, Plan Nr. 63, Stand: 29.03.22)



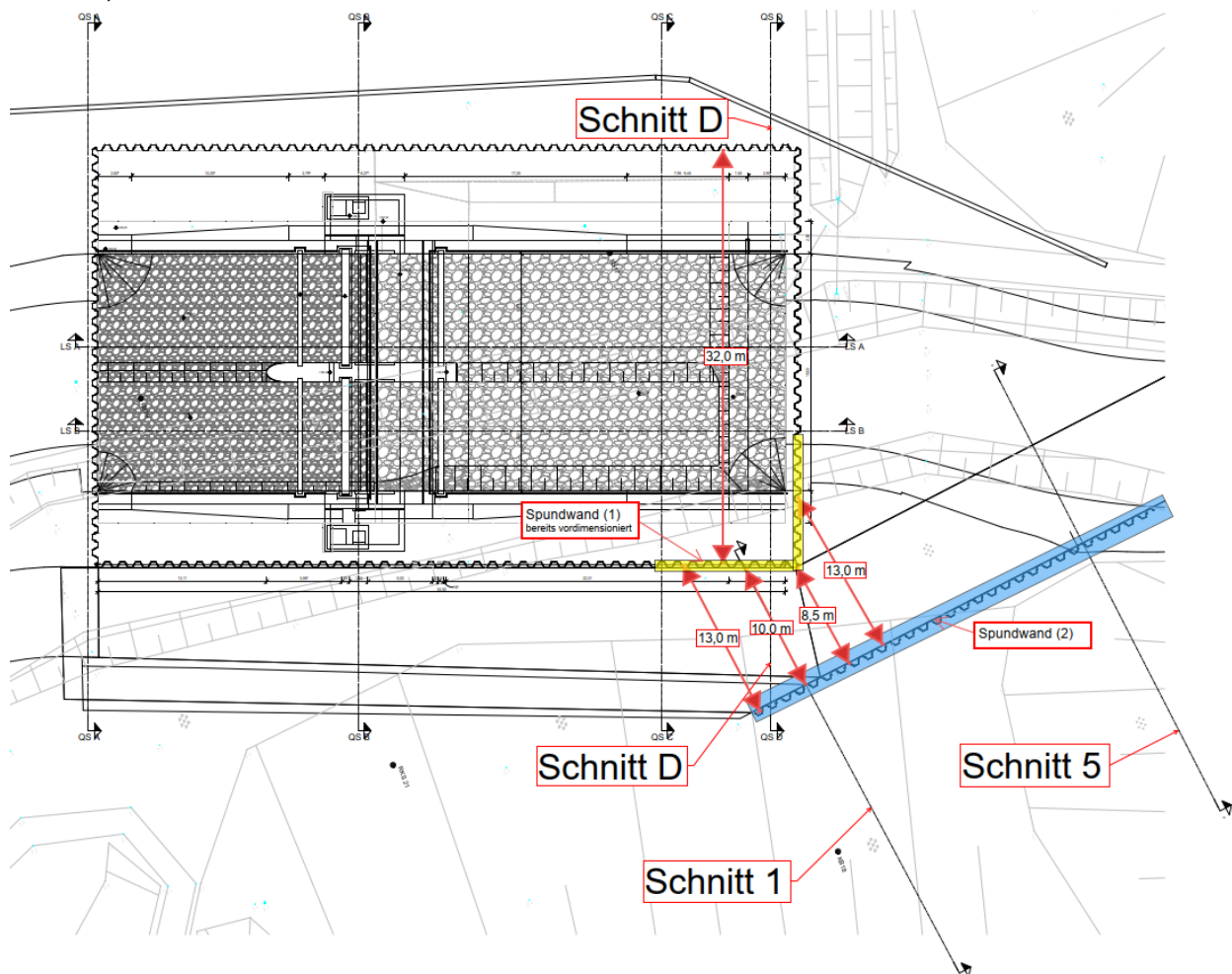
2.3.1 Besonderheit

Die folgenden Abbildungen zeigen die geometrische Besonderheit im Bereich Schnitt 1.

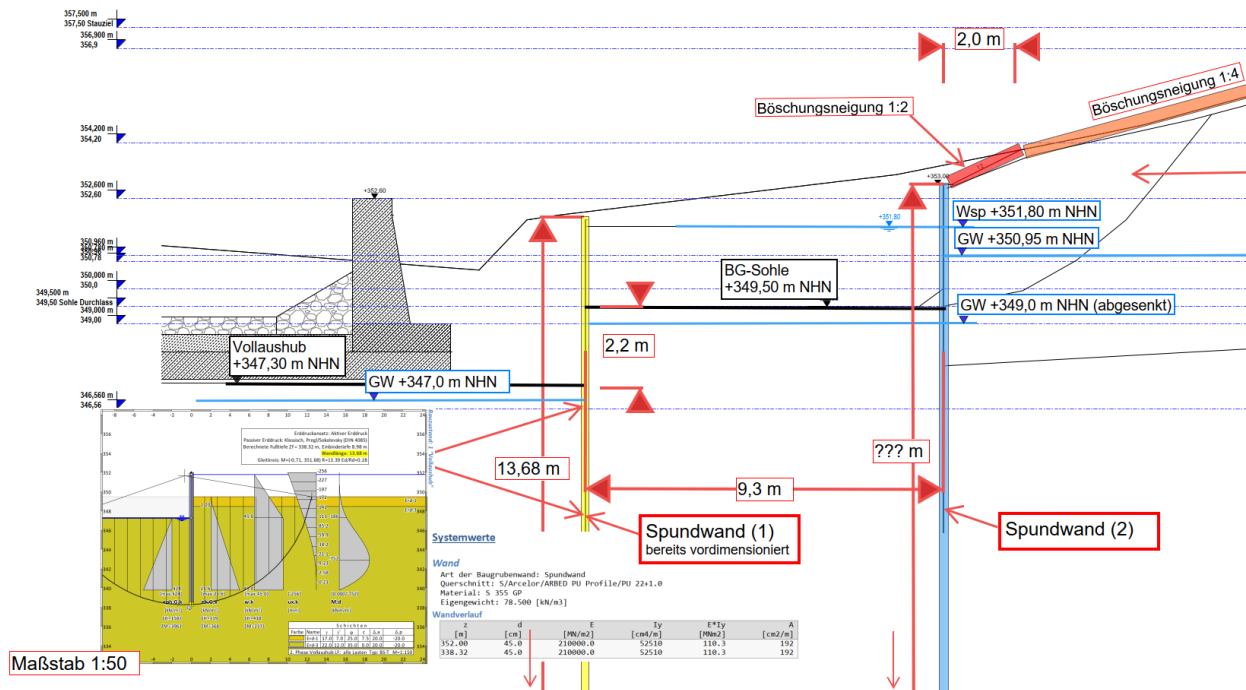
Hinter der gepl. Spundwand (2) befindet sich die Baugrube für das Durchlassbauwerk, die ebenfalls mit einer Spundwand (1) gesichert wird. Der gemittelte Abstand beträgt auf der sicheren Seite liegend etwa 9,3 m.

Die gelb markierten Spundwände im Bereich QS C u. D wurden bereits vordimensioniert.

Grundriss_Durchlassbauwerk_Bauernhoefen_mit Abständen (Ausschnitt Lageplan, Plan Nr. 62, Stand: 29.03.22)



Schnitt 1_HRB_Bauernhoefen_mit bereits vordimensionierte Spundwand (1)

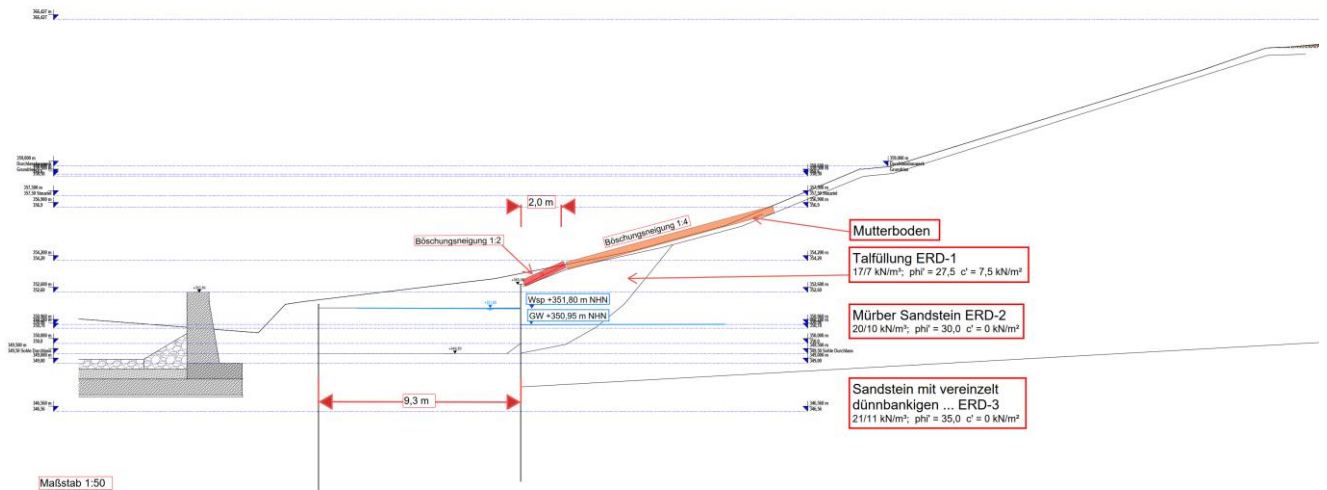


2.4 Baugrund

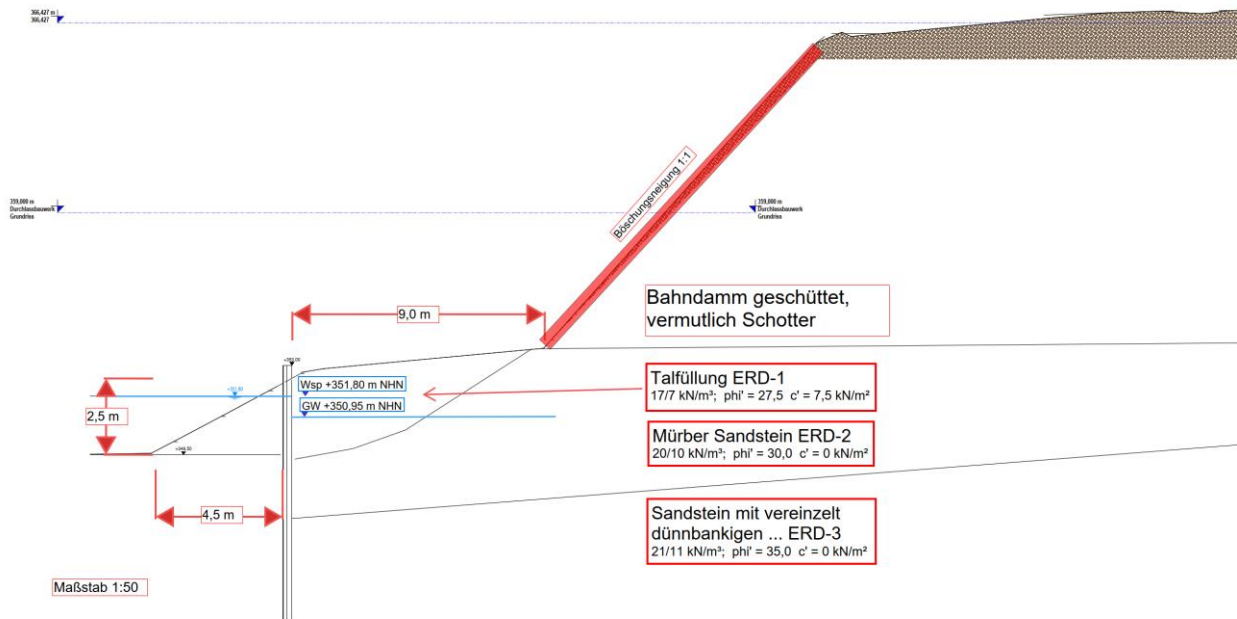
In den nachfolgenden Kapiteln wird die Geologie in den Bereichen Schnitt 1 und Schnitt 5 dargestellt und beschrieben sowie Wasserstände eingezeichnet.

2.4.1 Geologie

Schnitt 1_HRB_Bauernhoefen_mit Geologie



Schnitt 5_HRB_Bauernhoefen_mit Geologie



In den nachfolgenden Tabellen werden die Homogenbereiche mit den zugehörigen Bodenkennwerten, auf die die statischen Berechnungen basieren, dargestellt (Auszug aus 230711_Geot_Unters_Bericht_HU_HRB_Bauernhöfen_Rev00)

Tab. 4-1: Homogenbereiche

Homogenbereich	Baugrundhorizont
ERD-1	Talfüllung
ERD-2	Mürber Sandstein (teils Felsersatz, stark verwittert)
ERD-3	Sandstein mit vereinzelt dünnbankigen Ton-/Tonsteinlagen sowie Sand-/Tonstein Wechsellagerung

Tab. 4-2: Charakteristische geotechnische Kennwerte

Homogenbereich Erdarbeiten			ERD-1	ERD-2	ERD-3
Zusammensetzung			Talfüllung (Sand, Schluff, Ton in wechselnden Bestandteilen)	Mürber Sandstein (teils "Felsersatz", stark verwittert, sandig, schluffig)	Sandstein mit vereinzelten dünnbankigen Ton-/Tonsteinlagen sowie Sand-/Tonstein Wechsellagerung
Bodengruppe nach DIN 18196			SU*, ST, TA, OT, TL, TM	SU *1	-
	Wert	Einheit			
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2	[-]	[M.-%]	< 5	-	-
Wichte	erdfeucht	[γ]	16-18	20,0-22,0	21-24
	unter Auftrieb	[γ']	7-9	9-12	11-13
Lagerungs-dichte bzw. Konsistenz	[-]		steif-weich	mitteldicht - dicht *1	halbfest-steif *2
Wassergehalt nach DIN 18121	[w]	[M.-%]	10-40	-	-
organischer Anteil nach DIN 18121	[c _{org}]	[M.-%]	≤ 5	-	-
wirksame Scherparameter	φ'	[°]	20-30	30-40	35-50 (30-35 *2)
	c'	[kN/m ²]	0-20	<2	<5 (50-70 *2)
undrainede Scherfestigkeit	c _{u,k}	[kN/m ²]	0-20	-	-
Steifemodul	E _{s,k}	[MN/m ²]	8 - 20	100-120	≤ 150
Frostempfindlichkeit	[-]		F 3	F1-F2 *1	F3 *2

*1 gilt für "Felsersatz" mit bodenähnlichen Charakter

*2 gilt für die tonigen Lagen

2.4.2 Wasserstände

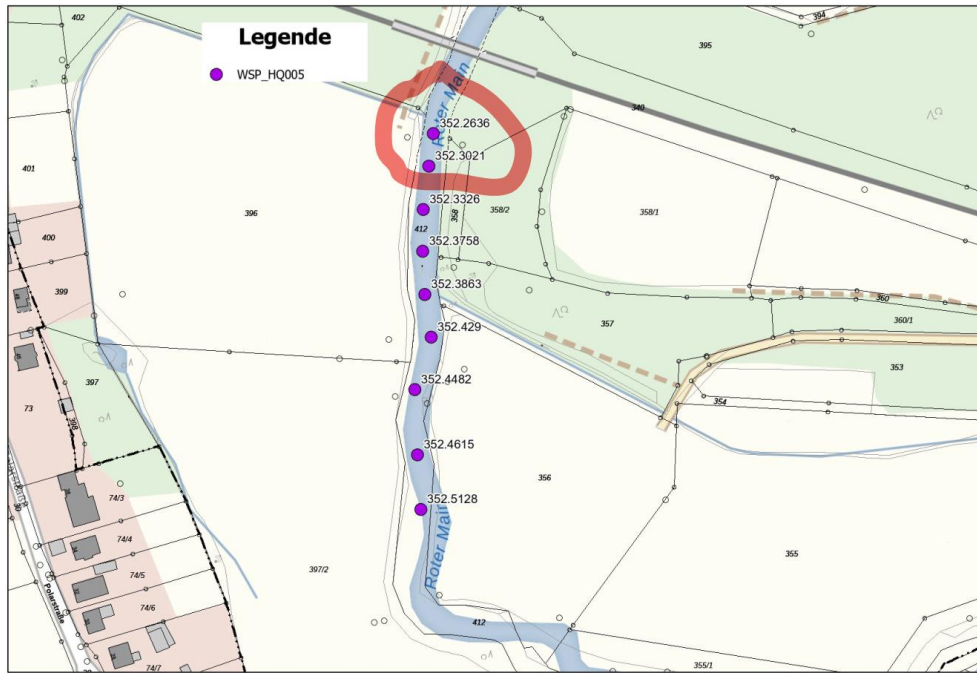
Bemessungs-Stauwasserstand + 353,00 m NHN (OK-Spundwandkante)

Bemessungs-Grundwasserstand: + 350,95 m NHN

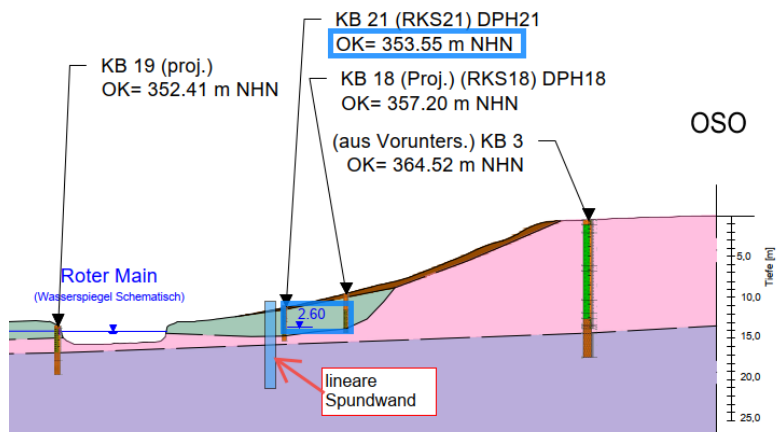
Wasserspiegel Roter Main: + 351,80 m NHN

Wasserspiegel Roter Main, HQ5: + 352,30 m NHN

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Wasserspiegel (Wsp) am Roten Main beim HQ5



Die nachfolgende Abbildung zeigt den Grundwasserspiegel (GW) im Bereich der Spundwand (Auszug aus 230711_Geot_Unters_Bericht_HU_HRB_Bauernhöfen_Rev00)



Legende :

- = Mutterboden / Organische Auflage
- = Anschüttung
- = Verwitterungshorizont (ERD-2)
- = Talfüllung (ERD-1)
- = Mürber Sandstein (teils Felsersatz) (ERD-2)
- = Sandstein mit vereinzelt dünnbankigen Ton-/Steineinlagen sowie Sand-/Tonstein Wechsellagerungen (ERD-3)
- GW = Grundwasserspiegel

3 Charakteristische Lastannahmen

3.1 Ständige Lasten

3.1.1 Eigengewicht

Die Eigenlast ist eine ständig vorhandene und in der Regel unveränderliche Einwirkung.

Es werden folgende Wichten gemäß DIN EN 1991-1-1 [N 3] und DIN EN 1991-1-1/NA [N 4] angesetzt.

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{Stahl}} &= 78,5 \text{ kN/m}^3 \\ \gamma_{\text{Beton}} &= 23,0 \text{ kN/m}^3 \text{ (unter Auftrieb)}\end{aligned}$$

Das Eigengewicht der Spundwandbohlen wird programmintern ermittelt.

3.1.2 Bauwerkslasten aus Nachbarbebauung

Es werden keine Horizontallasten (H-Lasten) aus der Nachbarbebauung angenommen.

Dazu zählen folgende Bauwerke:

- Bahndamm
- Bahnbrücke

3.2 Veränderliche Lasten

Es werden weder „Nutzlasten aus Baustellenverkehr und Baubetrieb (EB 56)“ noch „Nutzlasten aus Baggern und Hebezeugen (EB 57)“ nach EAB berücksichtigt [N8].

3.3 Sicherheitskonzept / Teilsicherheitsbeiwerte

Es wird der Regelfall angenommen, dass die Baugrube der Bemessungssituation BS-T entspricht. Die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte sind den Berechnungsschnitten zu entnehmen.

Die Teilsicherheitsbeiwerte entsprechen der aktuellen EAB 2012 [N8].

3.3.1 Teilsicherheitsbeiwerte für die Begrenzung von Verformungen

Das Nachweiskonzept für Verformungen wird nach dem Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) geführt.

Die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit werden mit den charakteristischen Einwirkungen und Widerständen geführt.

Einwirkungen und Widerstände: $\gamma = 1,00$

4 Bemessung Stahlspundwand

4.1 Vorbemerkung

4.1.1 Allgemeine Annahmen

Die Bemessung erfolgt unter Einfluss des aktiven Erddrucks.

Keine Berücksichtigung von H-Lasten aus Bestandsbauwerken.

Es werden keine Vorbauzustände berücksichtigt.

Der Fußpunkt der Spundwand wird bei einem freikragenden System als voll eingespannt betrachtet.

Es werden beispielhaft die Stahlspundprofile der Firma *ArcelorMittal* verwendet, es können auch andere Profile mit vergleichbaren geometrischen Abmessungen verwendet werden.

Die Wasserstände von Schnitt 1 und Schnitt 5 sind identisch.

Der abgesenkte Wasserstand innerhalb der Baugrube für das Durchlassbauwerk wird mit +347,00 m NHN angenommen.

Der Wasserstand HQ5 von +352,3 m NHN wird auf +352,0 m NHN reduziert, da dies die Spundwandoberkante der Baugrube für das Durchlassbauwerk entspricht.

Lastfallkombinationen mit dem Wasserstand HQ5 werden der Bemessungssituation BS-A zugeordnet.

Laut Aufgabenstellung bestehen keine Vorgaben zur Verformungsbegrenzung.

4.1.2 Annahmen zur geometrischen Besonderheit im Bereich Schnitt 1

Dadurch, dass im Schnitt 1 zwei Spundwandreihen hintereinander liegen, befindet sich die Spundwand (1) im Einflussbereich des passiven Gleitflächenwinkel ϑ_p von Spundwand (2).

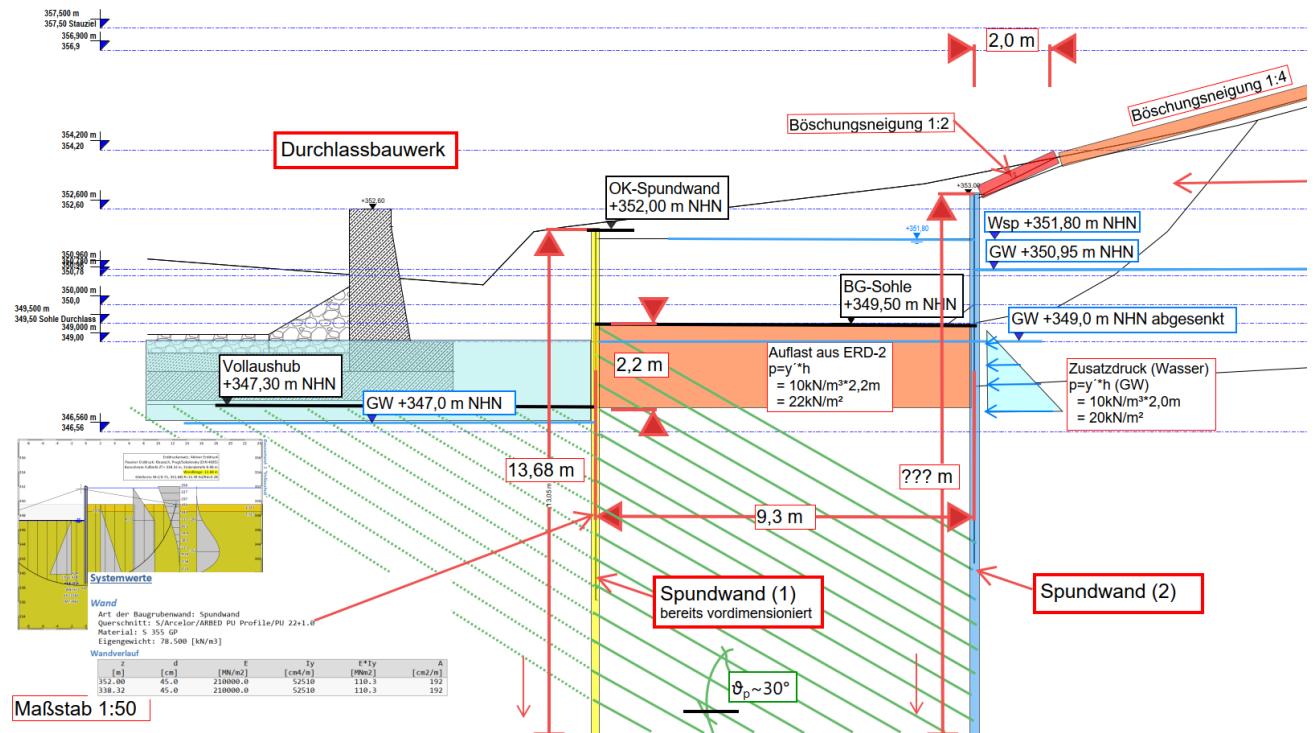
Das statische Modell in GGU wird den geometrischen Besonderheiten so angepasst, dass die Spundwand (2) keinen Einfluss auf die bereits vordimensionierte Spundwand (1) hat. Dafür wird:

1. der Erdbereich zwischen den beiden Spundwänden (1 u. 2) nur als Auflast unter Auftrieb berücksichtigt. Es werden auf der sicheren Seite liegend Bodenkennwerte, wie Reibungswinkel o.ä. vernachlässigt.
2. die aus Wasserdruck resultierende Kraft innerhalb der Baugrube des Durchlassbauwerks wird zusätzlich auf die lineare Spundwand (2) angesetzt

Es wird ein passiver Gleitflächenwinkel ϑ_p für den vorliegenden Sand von 30° angenommen.

Die statische Bemessung der bereits vordimensionierten Spundwand (1) befindet sich im Anhang A.

Nachfolgend werden die zuvor beschriebenen Annahmen im Schnitt 1 skizziert.



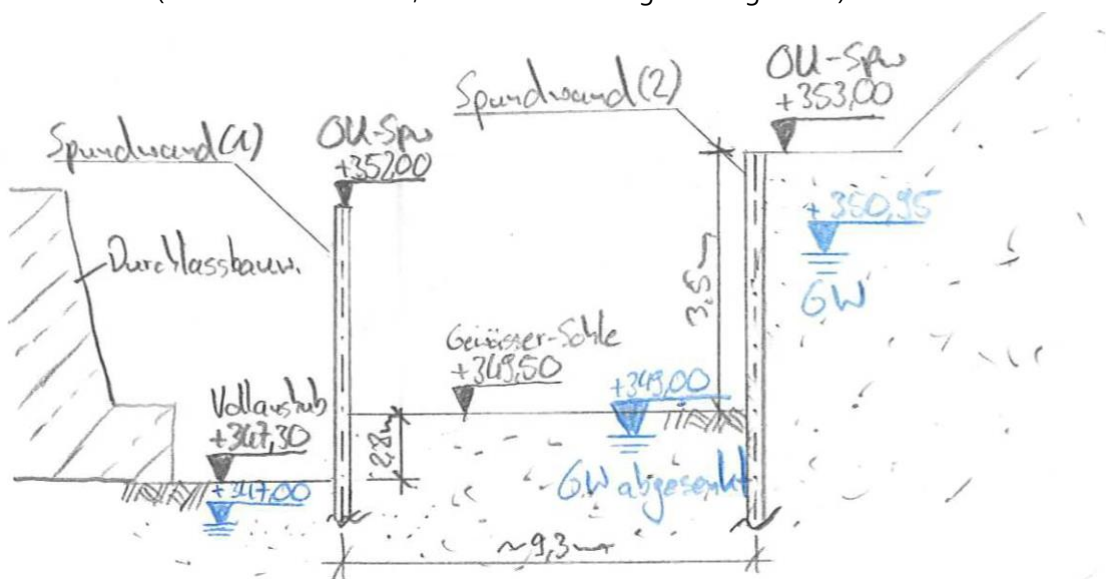
4.1.3 Bauablauf

In diesem Kapitel werden kurz die möglichen Bauzustände mit Skizzen beschrieben, um darauf aufbauend die statischen Berechnungen zu entwickeln.

Es handelt sich hierbei ausdrücklich nur um Annahmen. Die einzelnen Bauzustände können sich in der weiteren Planung ändern.

Die Bauzustände werden für den Schnitt 1 skizziert, dabei ist Spundwand (2) die zu bemessende Spundwand. Die Bauzustände für Schnitt 5 sind analog zu betrachten.

Bauzustand 1 (Aushub Zwischenlauf, GW innerhalb Baugrube abgesenkt)



Hand-drawn cross-section diagram of a retaining wall structure. The diagram shows a wall with a top width of 3.3m and a base width of 3.3m. The wall is labeled "Spundwand (1)" and "Durchlassbauwerk". The water level on the left is marked "Vollanstieg +347.20" and "OK-Spu +352.00". The water level on the right is marked "OK-Spu. +353.00". The bottom of the wall is marked "Gewässer-Sohle +343.50". The wall is shown with a vertical section and a horizontal section. The water level on the right is marked "Usp Roterdein +351.80" and "Usp +350.95".

Hand-drawn cross-section diagram of a bridge structure. The diagram shows two piers and two abutments. Key features and labels include:

- Spundwand (1)**: The left abutment wall.
- Durchlassbauw.**: A structure below the left abutment.
- Vollaustrub**: A structure below the left abutment.
- OK-Spw. +356,00**: Elevation of the top of the left pier.
- Spundwand (2)**: The right abutment wall.
- OK-Spw. +353,00 +353,00**: Elevation of the top of the right pier.
- Wsp. HQS**: Water level elevation.
- Gewässer-Sohle +349,50**: Elevation of the riverbed.
- 3 Stauwasserst. hoch**: Three water levels high.
- GW abgesenkt**: Groundwater lowered.
- Dimensions**: Vertical dimensions of 12,2m and 3,5m, and a horizontal dimension of 1,3m.

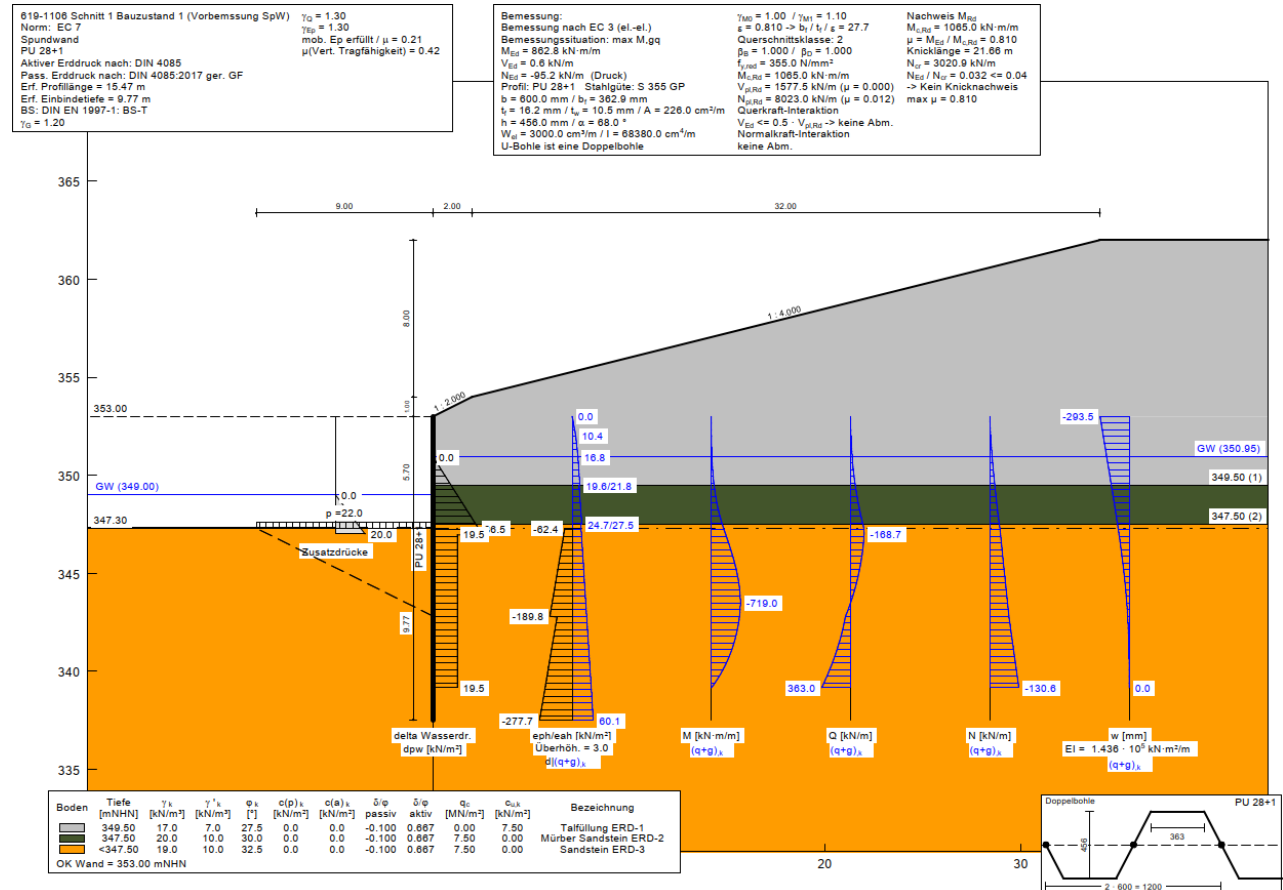
4.2 Ergebnisse

Die nachfolgenden Berechnungen wurden mit dem Programm GGU-RETAIN Version 10.62 durchgeführt.

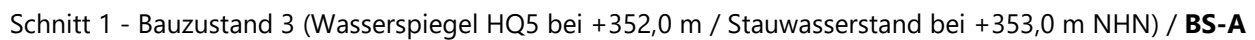
Die statische Bemessung der Spundwand (2) befindet sich im Anhang B.

4.2.1 Schnitt 1

Schnitt 1 - Bauzustand 1 (Aushub Zwischenlauf) / BS-T

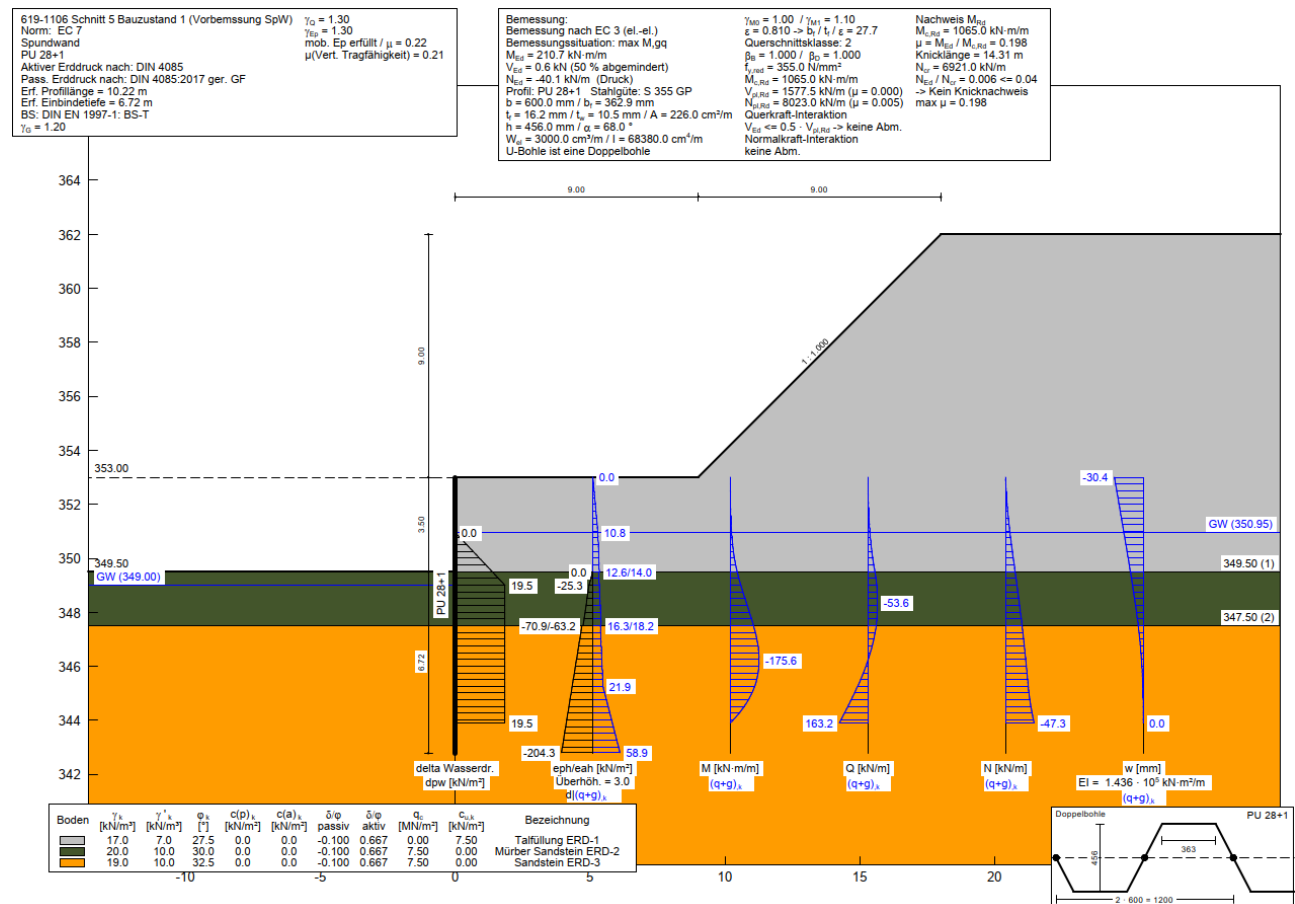


619-1106 Schnitt 1 Bauzustand 2 (Vorbemessung SpW) Norm: EC 7 Spundwand PU 28+1 Aktiver Erdruck nach: DIN 4085 Pass. Erdruck nach: DIN 4085-2017: gr. GF Erf. Profilänge = 14,87 m Einbauliefe = 9,00 m BS: DIN EN 1997-1: BS-T $\gamma_0 = 1,20$	$\gamma_0 = 1,30$ $\gamma_{w0} = 1,0$ mob. Ep erfüllt / $\mu = 0,19$ μ (vert. Tragfähigkeit) = 0,42	Bemessung: Bemessung nach EC 3 (el-el) Bemessungssituation: max. M,q $N_{Ed} = 580,1 \text{ kN/mm}$ $V_{Ed} = 1,1 \text{ kN (50 \% abgemindert)}$ $N_{Ed} = -91,9 \text{ kN (Druck)}$ Profil: PU 28+1 Stahlgüte: S 355 GP $t_w = 8,00 \text{ mm} / A = 352,9 \text{ cm}^2$ $t_f = 10,2 \text{ mm} / A_f = 10,5 \text{ mm}^2 / A = 226,0 \text{ cm}^2$ $t_w = 450,0 \text{ mm} / i_y = 68,0 \text{ cm}$
--	--	---



4.2.2 Schnitt 5

Schnitt 5 - Bauzustand 1 (Aushub Zwischenlauf) / BS-T



Die Ausnutzung mit der gleichen Stahlspundbohle ist im Schnitt 5 Bauzustand 1 ($\mu=0,198$) geringer als im Schnitt 1 Bauzustand 1 ($\mu=0,810$), da im Schnitt 5 keine Zusatzdrücke wie im Schnitt 1 auftreten. Außerdem besitzt die Böschung einen größeren Abstand zur Spundwandkante als im Schnitt 1.

Auf die Berechnung weiterer Bauzustände wird im Schnitt 5 verzichtet, weil die Randbedingungen im Schnitt 1 maßgebend sind.

5 Zusammenfassung

Aufgrund der hintereinander liegenden Spundwände im Schnitt 1 ergeben erhöhte Abmessungen der Spundwandprofile. Dadurch ist gewährleistet, dass sich die beiden Spundwände nicht gegeneinander beeinflussen. Die Verwendung der gleichen Spundwandprofile auf der gesamten zu herzustellenden Länge ist zweckmäßig. Folgende Abmessungen werden gewählt:

Spundwandprofil	PU 28+1 in S 355 GP (Ausnutzung ca. 99 %, s. Schnitt 1 Bauzustand 3)
Profillänge	16,00 m (erf. Länge = 15,47 m, s. Schnitt 1 Bauzustand 1)
Gurtung / Verankerung	<u>keine</u> Verwendung

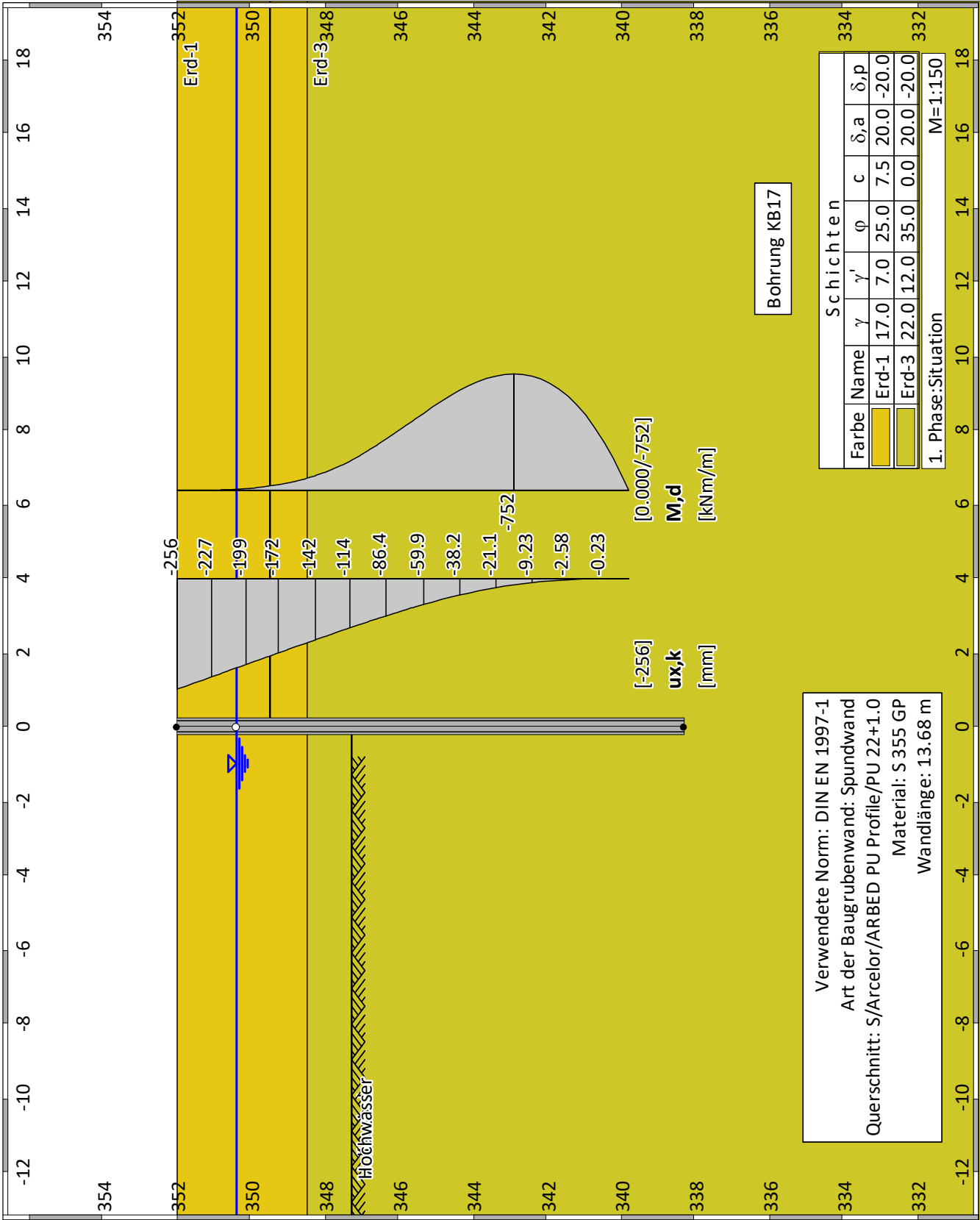
Gemäß Aufgabenstellung werden keine Anforderungen zur Verformungsbegrenzung gestellt. Sollte eine geringere Kopfverformung der Spundwand erzielt werden, ist eine höhere Steifigkeit (E^*I) der Spundwandprofile zu wählen.

max. Verformung	35,55 cm (s. Schnitt 1 - Bauzustand 3)
-----------------	--

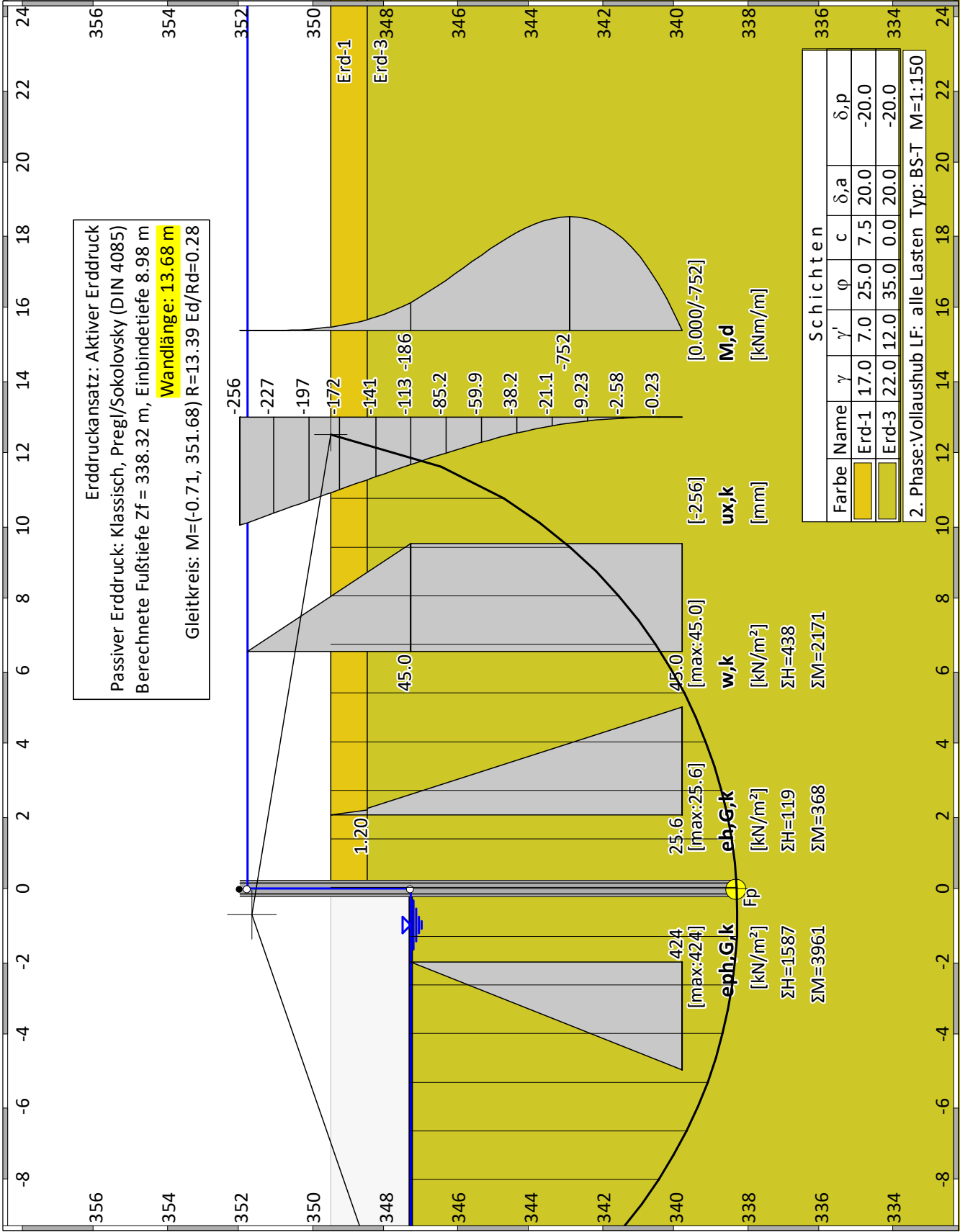
Anhang A

Übersicht der Bauphasen

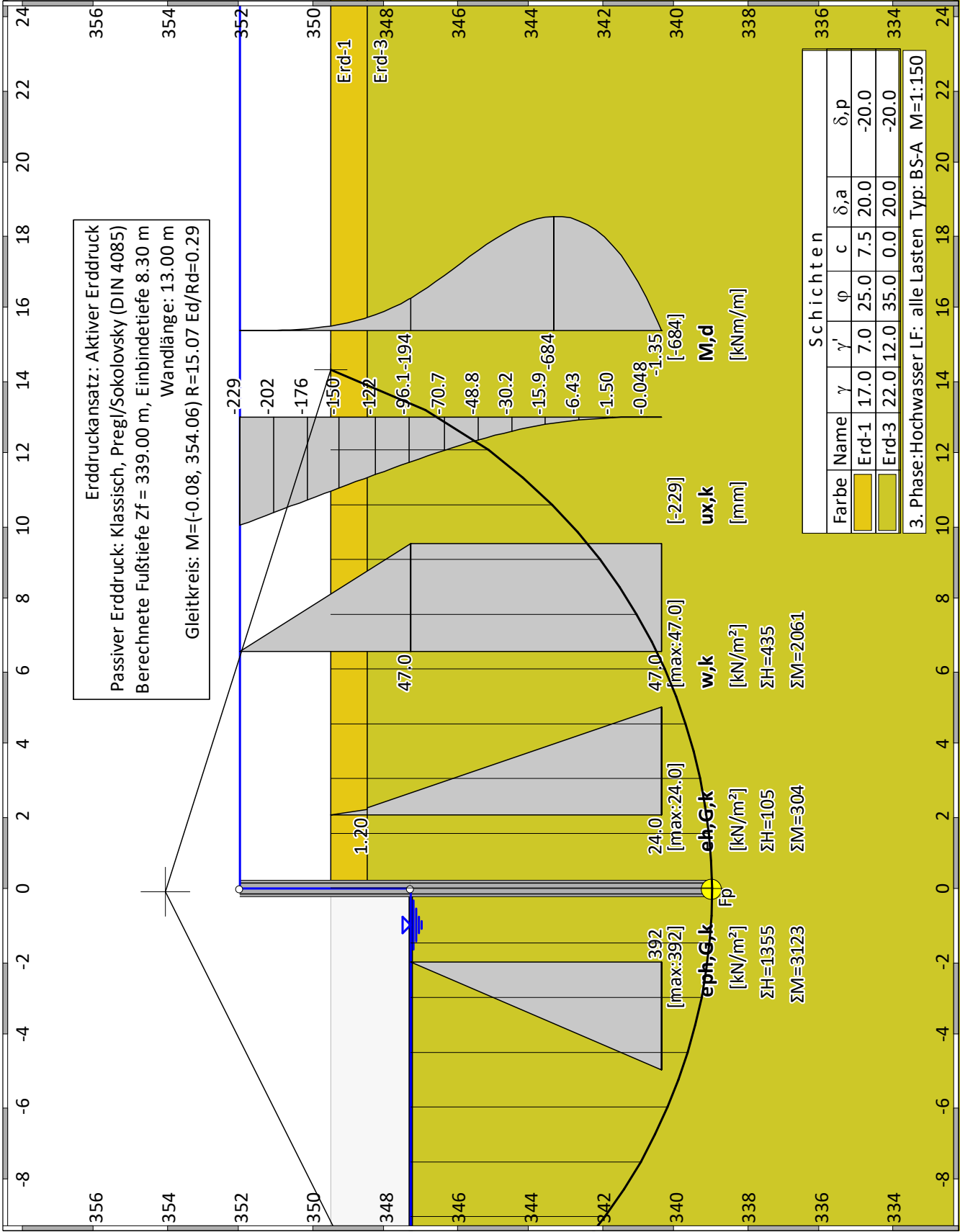
Bauzustand: 0 "Situation"



Bauzustand: 1 "Vollaushub"



Bauzustand: 2 "Hochwasser"



Normen

Stahlbetonbemessung : DIN EN 1992-1-1
 Geotechnische Nachweise : DIN EN 1997 (rev.14)
 Nationales Anwendungsdokument: DIN EN 1997-1

Sicherheitsbeiwerte:**Erddruck auf die Wand: [GEO] A1+M1+R2**

γ -	G,dst	E0G	G,stb	Q,dst	Q,stb	phi	coe	cu	g
BS-P	1.350	1.200	1	1.500	0	1	1	1	1
BS-T	1.200	1.100	1	1.300	0	1	1	1	1
BS-A	1.100	1	1	1.100	0	1	1	1	1

KE-Mechanismus: [GEO] A2+M2+R3

γ -	G,dst	G,stb	W	Q,dst	Q,stb	phi	coe	cu
g	g	a,t	a,p	Gt	N	Stbl		
BS-P	1	1	1	1.300	0	1.250	1.250	1.250
	1	1.100	1.100	1.400	1.400	1		
BS-T	1	1	1	1.200	0	1.150	1.150	1.150
	1	1.100	1.100	1.300	1.300	1		
BS-A	1	1	1	1	0	1.100	1.100	1.100
	1	1.100	1.100	1.200	1.200	1		

Schnittgrößen: [GEO] A1+M1+R2

γ -	G,dst	E0G	W	G,stb	Q,dst	Q,stb	phi	coe
cu	g	g	Re	P				
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.400	1.400				
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.300	1.400				
BS-A	1.100	1	1.100	1	1.100	0	1	1
	1	1	1.200	1.400				

Gleiten: [GEO] A1+M1+R2

γ -	G,dst	E0G	W	G,stb	Q,dst	Q,stb	phi	coe
cu	g	g	Rh					
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.100					
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.100					
BS-A	1.100	1	1.100	1	1.100	0	1	1
	1	1	1.100					

Grundbruch: [GEO] A1+M1+R2

γ -	G,dst	E0G	W	G,stb	Q,dst	Q,stb	phi	coe
cu	g	g	Rv					
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.400					
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.300					
BS-A	1.100	1	1.100	1	1.100	0	1	1
	1	1	1.200					

Gleitkreis: [GEO] A2+M2+R3

γ -	G,dst g	G,stb Re	Q,dst a,t	Q,stb a,p	W Gt	phi N	coe Stbl	cu
BS-P	1	1	1.300	0	1	1.250	1.250	1.250
	1	1	1.100	1.100	1.400	1.400	1	
BS-T	1	1	1.200	0	1	1.150	1.150	1.150
	1	1	1.100	1.100	1.300	1.300	1	
BS-A	1	1	1	0	1	1.100	1.100	1.100
	1	1	1.100	1.100	1.200	1.200	1	

Hydraulischer Grundbruch: [HYD] A1+M1+R1

γ -	G,dst	G,stb	Q,dst	H
BS-P	1.050	0.950	1.500	1.900
BS-T	1.050	0.950	1.300	1.900
BS-A	1.050	0.950	1	1.450

Versagen von Bauteilen: [STR] A1+M1+R2

γ -	M	Gtf	cd	N
BS-P	1.150	1.400	1.400	1.150
BS-T	1.150	1.300	1.300	1.150
BS-A	1.150	1.200	1.200	1.150

Stabilität: [EQU] A1+M1+R1

γ -	G,dst	G,stb	Q,dst	Q,stb	phi	coe	cu	g
BS-P	1.100	0.900	1.500	0	1	1	1	1
BS-T	1.050	0.900	1.250	0	1	1	1	1
BS-A	1	0.950	1	0	1.250	1.250	1.400	1

 $\gamma_{Re,red}$ (EAB EB14-3): Ja, $\eta=0.80$ $\gamma_{Re,red}$ (EAB EB22-6): Ja, $E_{0h} > 0\%$: $\eta = 0.60 / 0.80$ **Systemwerte****Wand**

Art der Baugrubenwand: Spundwand

Querschnitt: S/Arcelor/ARBED PU Profile/PU 22+1.0

Material: S 355 GP

Eigengewicht: 78.500 [kN/m3]

Wandverlauf

z [m]	d [cm]	E [MN/m2]	Iy [cm4/m]	E*Iy [MNm2]	A [cm2/m]
352.00	45.0	210000.0	52510	110.3	192
338.32	45.0	210000.0	52510	110.3	192

Bauzustand: 1 "[1] Vollaushub"

LF: alle Lasten Typ: BS-T

[GEO] A1+M1+R2, BS-T

γ, G_{dst}	γ, EOG	γ, W	γ, G_{stb}	γ, Q_{dst}	γ, Q_{stb}	γ, ϕ	γ, coe	γ, cu
γ, g	γ, Rv	γ, Rh	γ, Re	γ, a_t	γ, a_p	γ, N	γ, Gt	γ, P
γ, Gap	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

Schichtsystem mit 2 Schichten

Name		Erd-1	Erd-3
γ	[kN/m ³]	17	22
γ'	[kN/m ³]	7	12
γ, R	[kN/m ³]	17	22
γ, p	[kN/m ³]	17	22
γ', p	[kN/m ³]	7	12
$\gamma, R, passiv$	[kN/m ³]	17	22
φ	[°]	25	35
c	[kN/m ²]	7.5	0
c, u	[kN/m ²]	10	10
$c, passiv$	[kN/m ²]	7.5	0
δ, a	[°]	20	20
δ, p	[°]	-6.25	-8.75
δ, c	[°]	10	10
τ, gr	[kN/m ²]	110	110
q, s, k	[kN/m ²]	50	50
q, b, k	[kN/m ²]	5625	5625
ψ, A, max	[°]	90	90
k	[cm/s]	10e-06	10e-06

Geländeverlauf:

x [m]	0.00	0.00
z [m]	347.30	349.50

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Erd-3:

x [m]	0.00	0.00
z [m]	347.30	348.50

Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m]	0.00	0.00
z [m]	347.30	351.80

Die Wandreibungswinkel δ, p wurden auf $-0.208 * \varphi$ begrenzt.**Statik****Erddruck, horizontal**

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand

z	$e_{ph, G, k}$	$e_{ah, G, k}$	$e_{ah, d}$
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
339.81	0.00	0.00	0.00

$E_{ph, G, k}$: -1587.47, $E_{ph, PG, k}$: 0.00 [kN/m]
 $E_{ah, G, k}$: 118.82, $E_{ah, PG, k}$: 0.00, $E_{ah, PQ, k}$: 0.00, $E_{ah, d}$: 142.59

Verfasser: Fichtner Water and Transportation GmbH, Bothestraße 13, 81675 München

Programm: WALLS-Verbau. Version 2022.185

Durchlassbauwerk Bauernhöfen

Datum 29.04.2024

H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad: $E_{p,gk}$ 64, $E_{p,qk}$ -0, $E_{p,d}$ 100 [%]

z [m]	PH,gk [kN/m ²]	PH,d [kN/m ²]
347.30	49.93	59.91
339.81	-201.21	-241.45

Schnittgrößen: Design

z [m]	H,d [kN/m]	M,d [kNm/m]	V,d [kN/m]	N,d [kN/m]	u,g+q,k [mm]
352.00		-0.00	0.00	0.00	-256.10
347.30	59.91	-185.70	-126.93	-9.70	-112.78
346.57	30.54	-291.94	-159.92	-11.26	-91.85
345.84	1.17	-414.40	-171.39	-10.48	-72.12
342.91	-116.72	-751.75	-2.09	16.00	-14.46
339.81	-241.45	0.00	552.53	84.77	0.00

Erdstatische Nachweise

Ersatzsystem nach Blum

$B_{h,gk} = -1017.36$; $Ch_{gk} = 460.44$ [kN/m]

$B_{h,qk} = 0.00$; $Ch_{qk} = 0.00$ [kN/m]

$B_{h,d} = -1220.84$; $Ch_{d} = 552.53$ [kN/m]

Nachweis der C-Kraft (Fußauflager)

$E_d = Ch_d = 552.53$ [kN/m]

$\delta_{t,EAU(100.0\%)} = E_d / (2 \cdot e_{ph,C,d}) = 1.45$ [m]

$\delta_{t,EAB} = 0.20 \cdot t = 1.50$ [m]

$\delta_t = \delta_{t,EAB} = 1.50$ [m]

$R_d = 2 \cdot \delta_t \cdot e_{ph,C,gk} / \gamma_{Re} = 568.78$ [kN/m]

$E_d / R_d = 0.971$ [-]. Nachweis erfüllt

Nachweis des Erdauflegers

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdauflegerkraft.

z: 342.31 m

$R_d = E_{ph,k} / \gamma_{Re} = 1587.47 / 1.300 = 1221.13$ [kN/m]

$E_d(B_{h,d}) / R_d = 1220.84 / 1221.13 = 1.000$ [-]. Nachweis erfüllt

Summe der H- und V-Kräfte, (G)

$\Sigma H: -0.000$ V: 12.725 kN/m

Einfacher Nachweis, EAB EB 9-3a

$V_k \geq B_{vk}: 142.90 \geq 130.18$ Nachweis erfüllt

Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

$\Sigma H: -0.000$ V: 12.725 kN/m

Einfacher Nachweis, EAB EB 9-3a

$V_k \geq B_{vk}: 142.90 \geq 130.18$ Nachweis erfüllt

Gleitkreisnachweis

LF: alle Lasten Typ: BS-T (Kombination: [GEO] A2+M2+R3, BS-T)

$\gamma_{G,dst}$	γ_{E0G}	γ_w	$\gamma_{G,stb}$	$\gamma_{Q,dst}$	$\gamma_{Q,stb}$	γ_{ϕ}	γ_{coe}	γ_{cu}
γ_g	γ_{Rv}	γ_{Rh}	γ_{Re}	$\gamma_{a,t}$	$\gamma_{a,p}$	γ_N	γ_{Gt}	γ_P
γ_{Gap}	γ_{Tilt}	γ_{Stbl}						
1.000	1.000	1.000	1.000	1.200	0.000	1.150	1.150	1.150
1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.100	1.300	1.300	1.000
1.000	1.000	1.000						

Verfasser: Fichtner Water and Transportation GmbH, Bothestraße 13, 81675 München	
Programm: WALLS-Verbau. Version 2022.185	
Durchlassbauwerk Bauernhöfen	Datum 29.04.2024
Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m]) Mittelpunkt = (-0.71,351.68), Radius = 13.39 Startpunkt = (-13.37,347.30), Endpunkt = (12.50,349.50) <i>GLEITKREIS $\mu = Ed/Rd = 0.28 < 1.0$: Nachweis erbracht.</i>	
Dateiname: QS Cu. D.rtain	Anlage
Seite 8	

Bauzustand: 2 "[2] Hochwasser"

LF: alle Lasten Typ: BS-A

[GEO] A1+M1+R2, BS-A

γ, G_{dst}	$\gamma, E0G$	γ, W	γ, G_{stb}	γ, Q_{dst}	γ, Q_{stb}	γ, ϕ	γ, coe	γ, cu
γ, g	γ, Rv	γ, Rh	γ, Re	γ, a_t	γ, a_p	γ, N	γ, Gt	γ, P
γ, Gap	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.100	1.000	1.100	1.000	1.100	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.200	1.100	1.200	1.100	1.100	1.200	1.200	1.400
1.000	1.000	1.000						

Schichtsystem mit 2 Schichten

Name		Erd-1	Erd-3
γ	[kN/m ³]	17	22
γ'	[kN/m ³]	7	12
γ, R	[kN/m ³]	17	22
γ, p	[kN/m ³]	17	22
γ', p	[kN/m ³]	7	12
$\gamma, R, passiv$	[kN/m ³]	17	22
φ	[°]	25	35
c	[kN/m ²]	7.5	0
c, u	[kN/m ²]	10	10
$c, passiv$	[kN/m ²]	7.5	0
δ, a	[°]	20	20
δ, p	[°]	-6.25	-8.75
δ, c	[°]	10	10
τ, gr	[kN/m ²]	110	110
q, s, k	[kN/m ²]	50	50
q, b, k	[kN/m ²]	5625	5625
ψ, A, max	[°]	90	90
k	[cm/s]	10e-06	10e-06

Geländeverlauf:

x [m]	0.00	0.00
z [m]	347.30	349.50

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Erd-3:

x [m]	0.00	0.00
z [m]	347.30	348.50

Verlauf des Grundwasserspiegels:

x [m]	0.00	0.00
z [m]	347.30	352.00

Die Wandreibungswinkel δ, p wurden auf $-0.208 * \varphi$ begrenzt.**Statik****Erddruck, horizontal**

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand

z	$e_{ph, G, k}$	$e_{ah, G, k}$	$e_{ah, d}$
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
340.38	0.00	0.00	0.00

$E_{ph, G, k}$: -1354.70, $E_{ph, PG, k}$: 0.00 [kN/m]
 $E_{ah, G, k}$: 104.66, $E_{ah, PG, k}$: 0.00, $E_{ah, PQ, k}$: 0.00, $E_{ah, d}$: 115.13

Verfasser: Fichtner Water and Transportation GmbH, Bothestraße 13, 81675 München

Programm: WALLS-Verbau. Version 2022.185

Durchlassbauwerk Bauernhöfen

Datum 29.04.2024

H-Druck auf statisches System

Mobilisierungsgrad: $E_{p,gk}$ 76, $E_{p,qk}$ -0, $E_{p,d}$ 100 [%]

z [m]	PH,gk [kN/m ²]	PH,d [kN/m ²]
347.30	51.93	57.12
340.38	-226.77	-248.09

Schnittgrößen: Design

z [m]	H,d [kN/m]	M,d [kNm/m]	V,d [kN/m]	N,d [kN/m]	u,g+q,k [mm]
352.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-229.34
347.30	57.12	-193.51	-126.47	-8.87	-95.03
346.60	26.25	-293.08	-155.45	-10.05	-76.60
345.91	-4.19	-405.31	-163.00	-8.83	-59.36
343.35	-117.09	-683.68	-7.26	16.13	-13.11
340.38	-248.09	-1.35	533.80	85.35	0.00

Erdstatische Nachweise

Ersatzsystem nach Blum

$B_{h,gk} = -1024.50$; $Ch_{gk} = 484.38$ [kN/m]

$B_{h,qk} = 0.00$; $Ch_{qk} = 0.00$ [kN/m]

$B_{h,d} = -1126.95$; $Ch_{d} = 532.82$ [kN/m]

Nachweis der C-Kraft (Fußauflager)

$E_d = Ch_d = 532.82$ [kN/m]

$\delta_{t,EAU(100.0\%)} = E_d / (2 \cdot e_{ph,C,d}) = 1.38$ [m]

$\delta_{t,EAB} = 0.20 \cdot t = 1.38$ [m]

$\delta_t = \delta_{t,EAB} = 1.38$ [m]

$R_d = 2 \cdot \delta_t \cdot e_{ph,C,gk} / \gamma_{Re} = 534.17$ [kN/m]

$E_d / R_d = 0.997$ [-]. Nachweis erfüllt

Nachweis des Erdauflegers

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdauflegerkraft.

z: 342.69 m

$R_d = E_{ph,k} / \gamma_{Re} = 1354.70 / 1.200 = 1128.91$ [kN/m]

$E_d(B_{h,d}) / R_d = 1126.95 / 1128.91 = 0.998$ [-]. Nachweis erfüllt

Summe der H- und V-Kräfte, (G)

$\Sigma H: -0.000$ V: 9.959 kN/m

Einfacher Nachweis, EAB EB 9-3a

$V_k \geq B_{vk}: 141.05 \geq 131.09$ Nachweis erfüllt

Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

$\Sigma H: -0.000$ V: 9.959 kN/m

Einfacher Nachweis, EAB EB 9-3a

$V_k \geq B_{vk}: 141.05 \geq 131.09$ Nachweis erfüllt

Gleitkreisnachweis

LF: alle Lasten Typ: BS-A (Kombination: [GEO] A2+M2+R3, BS-A)

$\gamma_{G,dst}$	γ_{E0G}	γ_w	$\gamma_{G,stb}$	$\gamma_{Q,dst}$	$\gamma_{Q,stb}$	γ_{ϕ}	γ_{coe}	γ_{cu}
γ_g	γ_{Rv}	γ_{Rh}	γ_{Re}	$\gamma_{a,t}$	$\gamma_{a,p}$	γ_N	γ_{Gt}	γ_P
γ_{Gap}	γ_{Tilt}	γ_{Stbl}						
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.100	1.100	1.100
1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.100	1.200	1.200	1.000
1.000	1.000	1.000						

Verfasser: Fichtner Water and Transportation GmbH, Bothestraße 13, 81675 München Programm: WALLS-Verbau. Version 2022.185	
Durchlassbauwerk Bauernhöfen	Datum 29.04.2024
Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m]) Mittelpunkt = (-0.08,354.06), Radius = 15.07 Startpunkt = (-13.55,347.30), Endpunkt = (14.28,349.50) GLEITKREIS $\mu = Ed/Rd = 0.29 < 1.0$: Nachweis erbracht.	
Dateiname: QS Cu. D.rtain Seite 11	Anlage

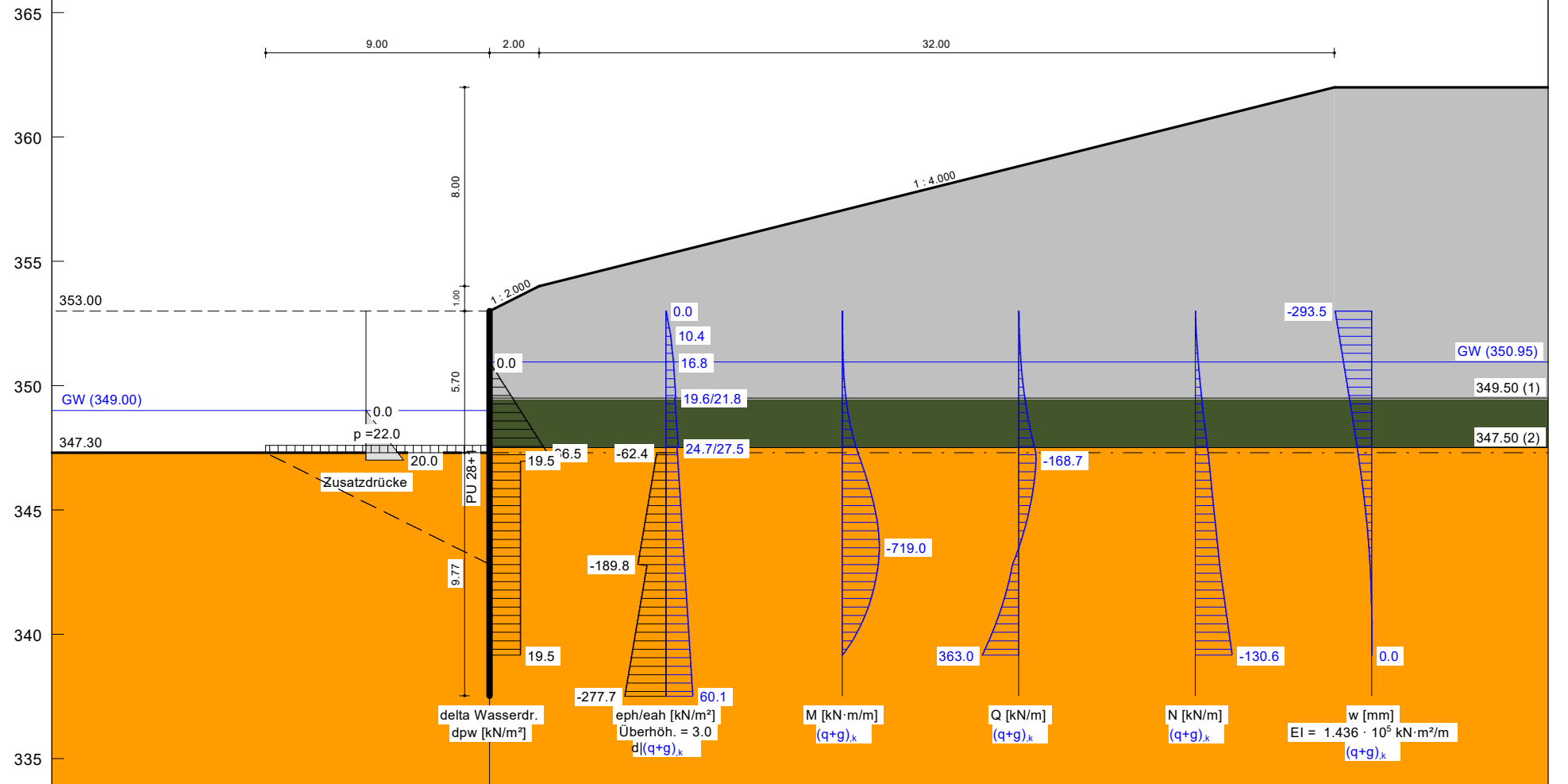
Anhang B

619-1106 Schnitt 1 Bauzustand 1 (Vorbemssung SpW) $\gamma_Q = 1.30$
Norm: EC 7 $\gamma_{Ep} = 1.30$
Spundwand mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.21$
PU 28+1 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.42$
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF
Erf. Profillänge = 15.47 m
Erf. Einbindetiefe = 9.77 m
BS: DIN EN 1997-1: BS-T
 $\gamma_G = 1.20$

Bemessung:
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
Bemessungssituation: max M,gq
 $M_{Ed} = 862.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{Ed} = 0.6 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} = -95.2 \text{ kN/m}$ (Druck)
Profil: PU 28+1 Stahlgüte: S 355 GP
 $b = 600.0 \text{ mm}$ / $b_f = 362.9 \text{ mm}$
 $t_f = 16.2 \text{ mm}$ / $t_w = 10.5 \text{ mm}$ / $A = 226.0 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $h = 456.0 \text{ mm}$ / $\alpha = 68.0^\circ$
 $W_{pl} = 3000.0 \text{ cm}^3/\text{m}$ / $I = 68380.0 \text{ cm}^4/\text{m}$
U-Bohle ist eine Doppelbohle

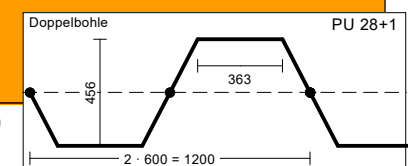
$\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.810 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 27.7$
Querschnittsklasse: 2
 $\beta_B = 1.000$ / $\beta_D = 1.000$
 $f_{y,red} = 355.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{c,Rd} = 1065.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{pl,Rd} = 1577.5 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.000$)
 $N_{pl,Rd} = 8023.0 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.012$)
Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.

Nachweis M_{Rd}
 $M_{c,Rd} = 1065.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.810$
Knicklänge = 21.66 m
 $N_{cr} = 3020.9 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.032 \leq 0.04$
 $\rightarrow$ Kein Knicknachweis
max $\mu = 0.810$



Boden	Tiefe [mNHN]	γ_k [kN/m³]	$\gamma'_{k,k}$ [kN/m³]	φ_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	q_c [MN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	349.50	17.0	7.0	27.5	0.0	0.0	-0.100	0.667	0.00	7.50	Talfüllung ERD-1
	347.50	20.0	10.0	30.0	0.0	0.0	-0.100	0.667	7.50	0.00	Mürber Sandstein ERD-2
	<347.50	19.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.100	0.667	7.50	0.00	Sandstein ERD-3

OK Wand = 353.00 mNHN

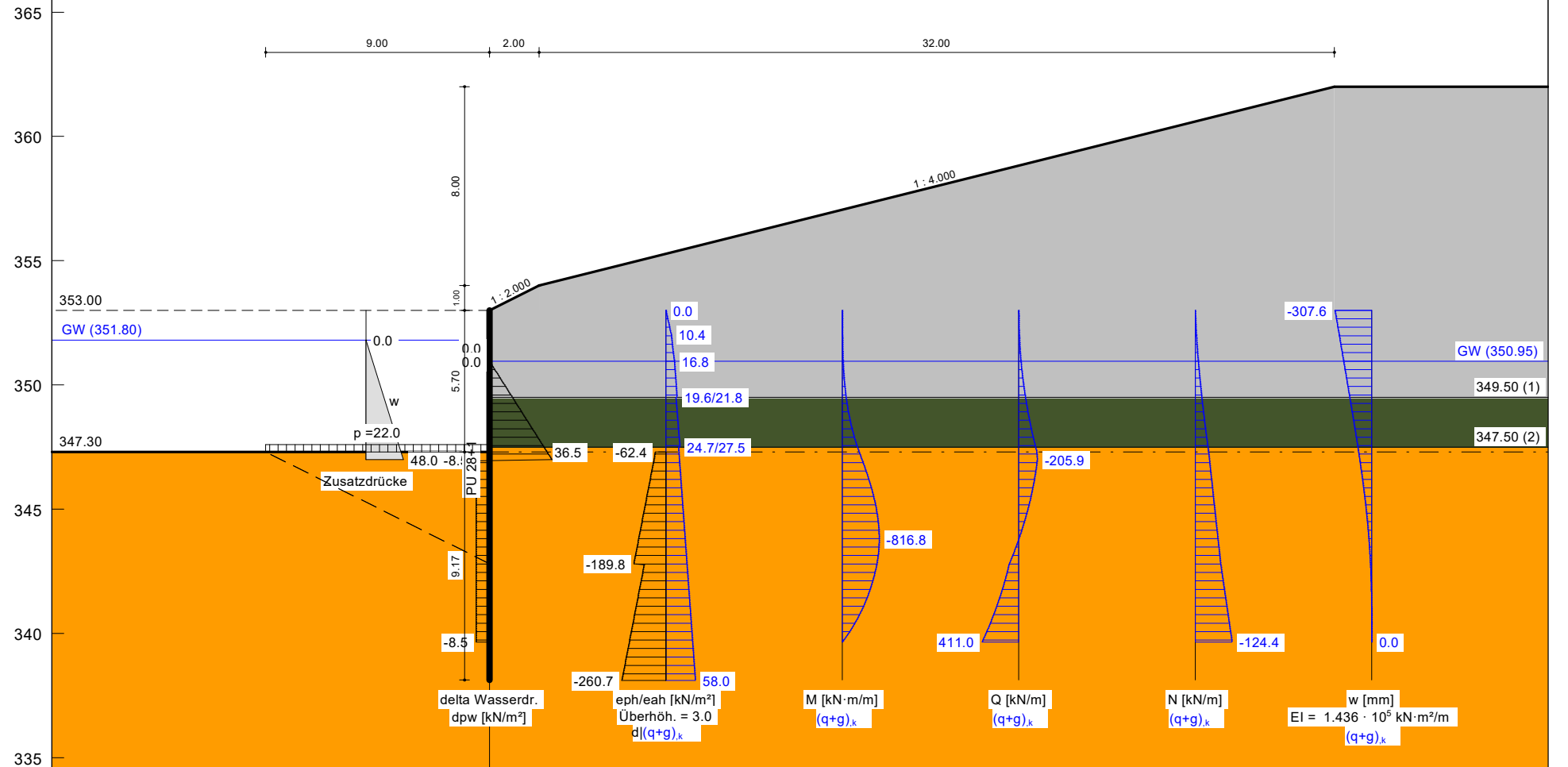


619-1106 Schnitt 1 Bauzustand 2 (Vorbemssung SpW) $\gamma_Q = 1.30$
Norm: EC 7 $\gamma_{Ep} = 1.30$
Spundwand mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.19$
PU 28+1 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.42$
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF
Erf. Profillänge = 14.87 m
Erf. Einbindetiefe = 9.17 m
BS: DIN EN 1997-1: BS-T
 $\gamma_G = 1.20$

Bemessung:
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
Bemessungssituation: max M,gq
 $M_{Ed} = 980.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{Ed} = 0.1 \text{ kN}$ (50 % abgemindert)
 $N_{Ed} = -91.9 \text{ kN/m}$ (Druck)
Profil: PU 28+1 Stahlgüte: S 355 GP
 $b = 600.0 \text{ mm}$ / $b_f = 362.9 \text{ mm}$
 $t_f = 16.2 \text{ mm}$ / $t_w = 10.5 \text{ mm}$ / $A = 226.0 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $h = 456.0 \text{ mm}$ / $\alpha = 68.0^\circ$
 $W_{el} = 3000.0 \text{ cm}^3/\text{m}$ / $I = 68380.0 \text{ cm}^4/\text{m}$
U-Bohle ist eine Doppelbohle

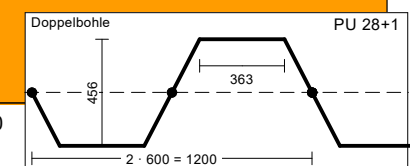
$\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.810 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 27.7$
Querschnittsklasse: 2
 $\beta_B = 1.000$ / $\beta_D = 1.000$
 $f_{y,red} = 355.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{c,Rd} = 1065.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{pl,Rd} = 1577.5 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.000$)
 $N_{pl,Rd} = 8023.0 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.011$)
Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.

Nachweis M_{Rd}
 $M_{c,Rd} = 1065.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.920$
Knicklänge = 20.82 m
 $N_{cr} = 3269.5 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.028 \leq 0.04$
 $\rightarrow$ Kein Knicknachweis
max $\mu = 0.920$



Boden	Tiefe [mNHN]	γ_k [kN/m³]	γ'_{k1} [kN/m³]	φ_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	q_c [MN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	349.50	17.0	7.0	27.5	0.0	0.0	-0.100	0.667	0.00	7.50	Talfüllung ERD-1
	347.50	20.0	10.0	30.0	0.0	0.0	-0.100	0.667	7.50	0.00	Mürber Sandstein ERD-2
	<347.50	19.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.100	0.667	7.50	0.00	Sandstein ERD-3

OK Wand = 353.00 mNHN

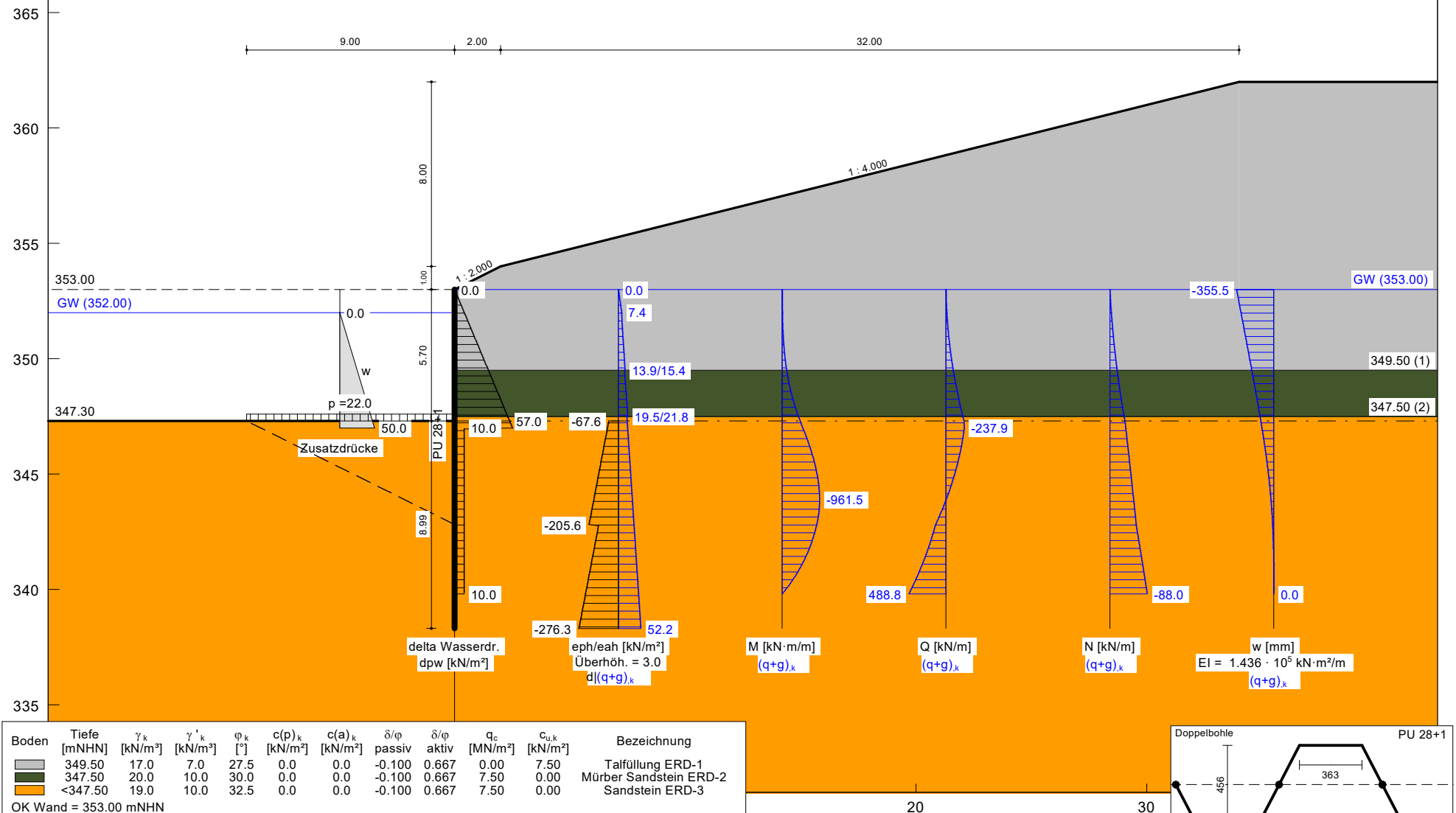


619-1106 Schnitt 1 Bauzustand 3 (Vorbemssung SpW) $\gamma_Q = 1.10$
Norm: EC 7 $\gamma_{Ep} = 1.20$
Spundwand mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.24$
PU 28+1 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.32$
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF
Erf. Profillänge = 14.69 m
Erf. Einbindetiefe = 8.99 m
BS: DIN EN 1997-1: BS-A
 $\gamma_G = 1.10$

Bemessung:
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
Bemessungssituation: max M,gq
 $M_{Ed} = 1057.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{Ed} = 1.6 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} = -61.2 \text{ kN/m}$ (Druck)
Profil: PU 28+1 Stahlgüte: S 355 GP
 $b = 600.0 \text{ mm} / b_f = 362.9 \text{ mm}$
 $t_f = 16.2 \text{ mm} / t_w = 10.5 \text{ mm} / A = 226.0 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $h = 456.0 \text{ mm} / \alpha = 68.0^\circ$
 $W_{el} = 3000.0 \text{ cm}^3/\text{m} / I = 68380.0 \text{ cm}^4/\text{m}$
U-Bohle ist eine Doppelbohle

$\gamma_{M0} = 1.00 / \gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.810 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 27.7$
Querschnittsklasse: 2
 $\beta_B = 1.000 / \beta_D = 1.000$
 $f_{y,red} = 355.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{c,Rd} = 1065.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{pl,Rd} = 1577.5 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.001$)
 $N_{pl,Rd} = 8023.0 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.008$)
Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.

Nachweis M_{Rd}
 $M_{c,Rd} = 1065.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.993$
Knicklänge = 20.57 m
 $N_{cr} = 3349.5 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.018 \leq 0.04$
 $\rightarrow$ Kein Knicknachweis
max $\mu = 0.993$



619-1106 Schnitt 5 Bauzustand 1 (Vorbemssung SpW) $\gamma_Q = 1.30$
 Norm: EC 7 $\gamma_{Ep} = 1.30$
 Spundwand
 PU 28+1
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF
 Erf. Profillänge = 10.22 m
 Erf. Einbindetiefe = 6.72 m
 BS: DIN EN 1997-1: BS-T
 $\gamma_G = 1.20$

Bemessung:
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
 Bemessungssituation: max M,gq
 $M_{Ed} = 210.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{Ed} = 0.6 \text{ kN}$ (50 % abgemindert)
 $N_{Ed} = -40.1 \text{ kN/m}$ (Druck)
 Profil: PU 28+1 Stahlgüte: S 355 GP
 $b = 600.0 \text{ mm}$ / $b_f = 362.9 \text{ mm}$
 $t_f = 16.2 \text{ mm}$ / $t_w = 10.5 \text{ mm}$ / $A = 226.0 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $h = 456.0 \text{ mm}$ / $\alpha = 68.0^\circ$
 $W_{pl} = 3000.0 \text{ cm}^3/\text{m}$ / $I = 68380.0 \text{ cm}^4/\text{m}$
 U-Bohle ist eine Doppelbohle

$\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.810 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 27.7$
 Querschnittsklasse: 2
 $\beta_B = 1.000$ / $\beta_D = 1.000$
 $f_{y,red} = 355.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{c,Rd} = 1065.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{pl,Rd} = 1577.5 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.000$)
 $N_{pl,Rd} = 8023.0 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.005$)
 Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.

Nachweis M_{Rd}
 $M_{c,Rd} = 1065.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.198$
 Knicklänge = 14.31 m
 $N_{cr} = 6921.0 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.006 \leq 0.04$
 $\rightarrow$ Kein Knicknachweis
 max $\mu = 0.198$

