

Entwurfsstatik

Bauvorhaben: **HRB Westerheim**
Baugrubenverbau

Projektnummer: **23_219**

Bauherr: **Wasserwirtschaftsamt Kempten**
Rottachstr. 15
87439 Kempten

Aufsteller: **IGR Ingenieure GmbH**
Rosenbergstr. 50/1
70176 Stuttgart
Tel.: 0711/65 66 079-0
e-mail: info@igr-ing.de

Bearbeitung: Daniela Merkle
e-mail: d.merkle@igr-ing.de

i. V. D. Merkle

Datum: 06. November 2024

Verfasser:	igr INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 23_219
Bauwerk:	HRB Westerheim Baugrubenverbau	ASB-Nr.:	Datum: 11/2024

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines.....	1-1
1.1.	Beschreibung	1-1
1.2.	Baustoffe	1-1
1.3.	Baugrund- und Grundwasserverhältnisse	1-2
1.3.1	Maßgebende Baugrundaufschlüsse	1-2
1.3.2	Bodenmechanische Kennwerte	1-3
1.3.3	Wasserstände	1-3
1.3.4	Tragfähigkeit Anker	1-3
1.4.	Vorschriften und verwendete Unterlagen.....	1-4
1.4.1	Technische Vorschriften	1-4
1.4.2	Literatur	1-5
1.4.3	Planungsgrundlagen	1-5
1.4.4	EDV-Programme.....	1-5
2.	Grundlagen und System	2-1
2.1.	Einwirkungen.....	2-1
2.1.1	Lastansatz.....	2-1
2.1.2	Wasserdruck	2-1
2.2.	Sicherheitsbeiwerte	2-1
2.3.	Erddruckansatz und Wandreibungswinkel.....	2-1
3.	Statische Berechnungen.....	3-1
3.1.	Baugrubenverbau	3-1
3.1.1	Situation 1 (Schnitt A-A)	3-1
3.1.2	Situation 2 (Schnitt B-B)	3-2
4.	Ergebnisse	4-1
4.1.	Bemessungsergebnis	4-1

Bauteil:	HRB Westerheim – Spundwand	Seite:	1	Archiv-Nr.:
Kapitel:	Inhaltsverzeichnis			
Position:				

1. Allgemeines

1.1. Beschreibung

Das Durchlassbauwerk gründet auf einer Höhe von 602,25 mNN. Die Gründung erfolgt auf einer Bodenplatte. Das Gründungsniveau liegt in steifen bis halbfesten Schluffen bzw. in dicht gelagerten Sanden. Hinsichtlich der Baugrubensohle wird im geotechnischen Bericht ein Bodenaustausch von 0,5 – 1,0 m unter der Bodenplatte empfohlen, so dass die Baugrubensohle auf einem Niveau von 601,25 mNN zu liegen kommt. Die Wasserhaltung und Entwässerung der Baugrube kann gemäß den Angaben im geotechnischen Bericht nur im Schutze eines Spundwandverbaus erfolgen.

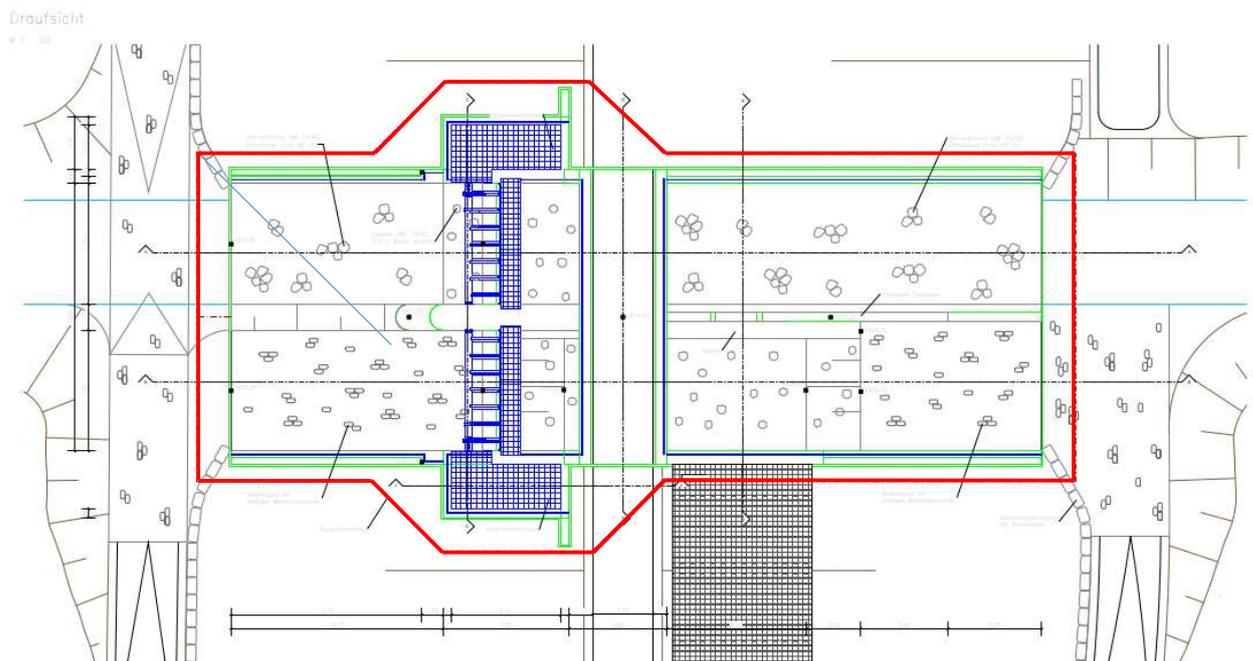


Abbildung 1: Draufsicht Durchlassbauwerk, welches zur Herstellung mit einem Baugrubenverbau umschlossen werden muss (Verbau rot skizziert).

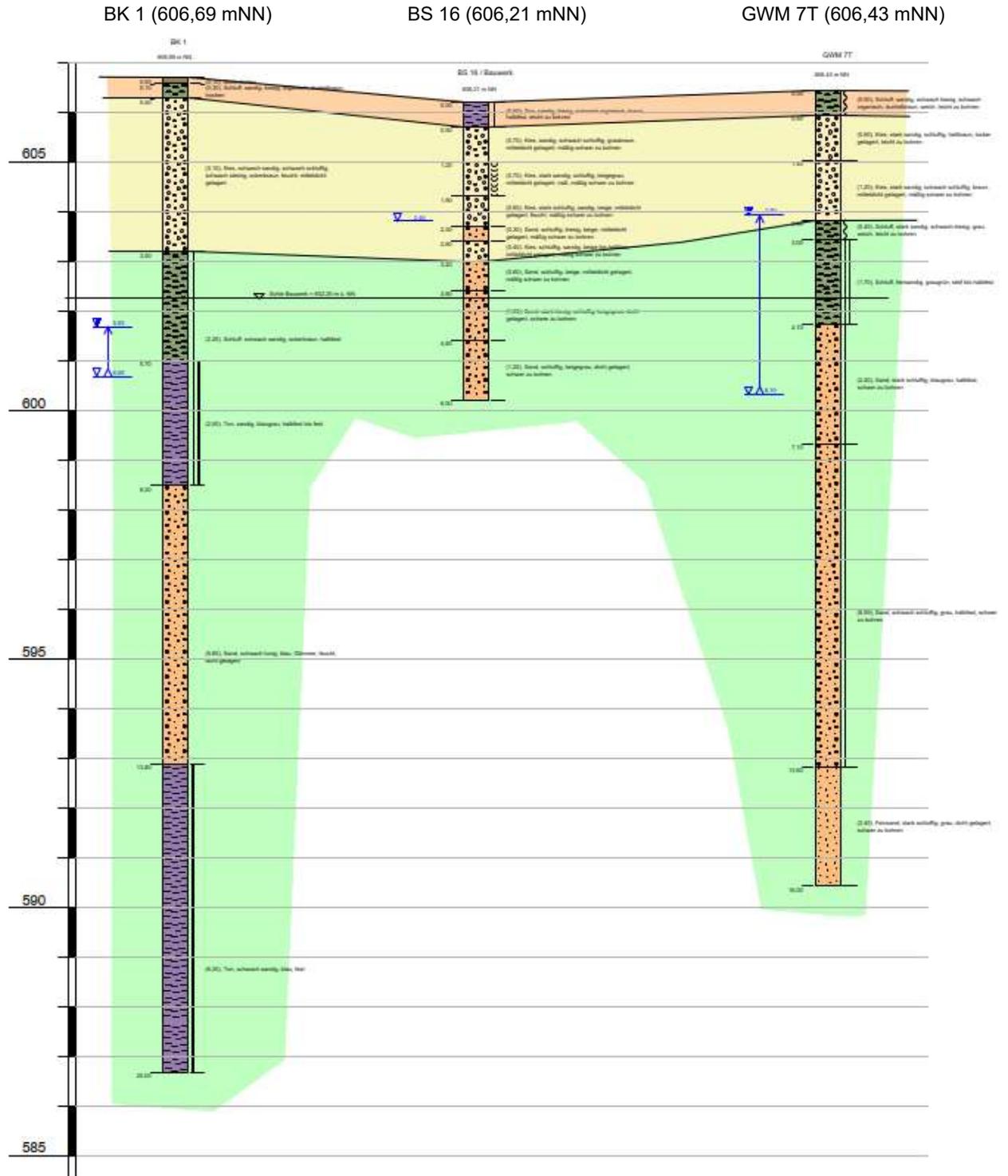
1.2. Baustoffe

Bauteile	Baustoffe
Spundwand ARBED PU Profile/PU 18	S 240GP
Anker/Litzenanker	St 1570/1770
Gurtung 2xU350	S 235 JR

1.3. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Zum Vorhaben liegt ein Geotechnischer Bericht der Ingenieurgesellschaft Augsburg mbH, Gubener Str 11, 88156 Augsburg vor.

1.3.1 Maßgebende Baugrundaufschlüsse



Verfasser:	igr INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 23_219
Bauwerk:	HRB Westerheim Baugrubenverbau	ASB-Nr.:	Datum: 11/2024

1.3.2 Bodenmechanische Kennwerte

Für erdstatische Berechnungen können gemäß Tabelle 5 des Geotechnischen Berichts folgende bodenmechanische Kennwerte angesetzt werden:

Boden			Wichte erdfeucht cal γ [kN/m ³]	Wichte un- ter Auftrieb cal γ' [kN/m ³]	Reibungs- winkel ϕ [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Kohäsion c_u [kN/m ²]	Steifemodul cal E_s [MN/m ²]
Auffüllungen	[GU]	mitteldicht	21	11	32,5	--	--	35 - 55
Quartäre Deckschichten	TA	weich - steif	17,5 - 18,5	7,5 - 8,5	15,0	5 - 10	15 - 35	5 - 15
	TA	halbfest	19,5	9,5	15,0	15	75	15 - 25
Niederterrassenschotter	GU / GU*	locker	20 - 21	10 - 11	32,5	--	--	45 - 55
	GU / GU*	mitteldicht - dicht	21 - 22	11 - 12	32,5 - 35	--	--	65 - 95
	SU	mitteldicht	19	9	30,0	--	--	25 - 45
Obere Süßwassermolasse	SU / SU*	mitteldicht - dicht	20 - 21	10 - 11	30,0 - 32,5	--	--	35 - 55
	TA	steif	18,5	8,5	15,0	10	35	15
	TA	halbfest - fest	19,5 - 20	9,5 - 10	15,0	15	75	15 - 30

1.3.3 Wasserstände

Im Zuge der Baugrunderkundung wurde Grundwasser aufgeschlossen. Es steht in Tiefen zw. 0,8 und 2,4 unter GOK an.

Der HQ10-Wasserstand für das Bauhochwasser im Projekt wird mit 606,91 mNHN angegeben.

Für den Baugrubenverbau wurde eine Oberkante von 607,00 mNN vorgesehen und berücksichtigt.

Die Baugrubensohle (BGS) liegt bei 601,25 mNN und der Wasserstand in der Baugrube wird mit 0,50 m unter Baugrubensohle mit 600,75 mNN angesetzt.

1.3.4 Tragfähigkeit Anker

Von der Geotechnischen Sachverständigen wurde mit E-Mail vom 23. Oktober 2024 für die Abschätzung der bodenmechanischen Tragfähigkeit der Grenzlaster für das Einbringen von Anker in die anstehenden dicht gelagerten tertiären Sande auf das Ostermayer-Diagramm verwiesen, Das Diagramm ist beispielsweise dem Grundbau-Taschenbuch, 7. Auflage, Abschnitt 2.6, Kap. 7.2.3, Bild 34 zu entnehmen.

Bauteil:	HRB Westerheim – Spundwand	Archiv-Nr.:
Kapitel:	1. Allgemeines	Seite:
Position:		1-3

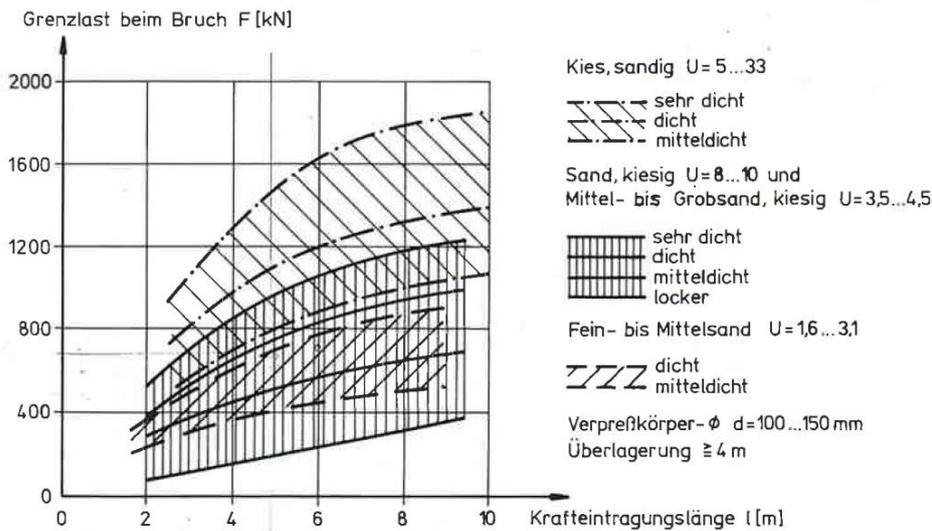


Bild 34. Grenzlast von Ankern in nichtbindigen Böden (nach Ostermayer [16])

Aus dem Diagramm können wir bei einer Krafteinleitungslänge $l = 5,0$ m eine Grenzkraft beim Bruch von F_{grenz} von 600 – 650 kN für die anstehenden dicht gelagerten tertiären Sande ablesen. Generell wird bei den Ankern von mehrfacher Nachverpressung (mind. 2-fach) ausgegangen.

1.4. Vorschriften und verwendete Unterlagen

1.4.1 Technische Vorschriften

Nr.	Beschreibung	Ausgabe
1	DIN EN 1990 + NA	EC0: Grundlagen der Tragwerksplanung 2010-12 2012-08
2	DIN EN 1991-1-1 + NA	EC1: Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht... 2010-12
3	DIN EN 1997-1 + NA	EC7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln 2013-04 2010-12
4	DIN 1054	Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1 2010-12
5	DIN 4085	Baugrund – Berechnung des Erddrucks 2011-05
6	DIN EN 1992-1-1 + NA	EC2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau 2011-01 2013-04
7	EAB, 5. Auflage	Empfehlungen Arbeitskreis „Baugruben“ 2012

Verfasser:	igr INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 23_219
Bauwerk:	HRB Westerheim Baugrubenverbau	ASB-Nr.:	Datum: 11/2024

1.4.2 Literatur

Nr.	Beschreibung
50	Schneider, Bautabellen für Ingenieure, 23. Auflage, Bundesanzeiger Verlag
51	Grundbau-Taschenbuch, Teil 2: Geotechnische Verfahren, 7. Auflage, Ernst & Sohn

1.4.3 Planungsgrundlagen

Nr.	Beschreibung
[1]	Objektplanung Stand September 2024, Büro Winkler und Partner
[2]	Geotechnischer Bericht vom 21.08.2024 der Ingenieurgesellschaft Augsburg mbH, Gubener Str 11, 88156 Augsburg

1.4.4 EDV-Programme

FIDES Verbau Version 2021.027-U
 FIDES Walls-Bemessung Version 2020.335-U
 FRILO Software Version 4.2021.1.1
 Microsoft Excel; Microsoft Word

Bauteil:	HRB Westerheim – Spundwand	Seite:	1-5	Archiv-Nr.:
Kapitel:	1. Allgemeines			
Position:				

Verfasser:		Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 23_219
Bauwerk:	HRB Westerheim Baugrubenverbau	ASB-Nr.:	Datum: 11/2024
<p>2. <u>Grundlagen und System</u></p> <p>Als Baugrubensicherung ist ein einfach rückverhängter Spundwandverbau vorgesehen.</p> <p>2.1. Einwirkungen</p> <p>2.1.1 Lastansatz</p> <p>Auflast auf OK Gelände hinter der Verbauwand</p> <ul style="list-style-type: none"> Lastansatz nach EAB EB 55 großflächige Gleichlast von $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$ (Baustellenverkehr) unter Berücksichtigung von EAB EB 57: <p>Einzuhaltender Abstand von Baggern und Hebezeugen vom Verbau (aus EAB [EB57]):</p> <p>Bei Ansatz einer großflächigen Gleichlast $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.50 m bei einem Gesamtgewicht von 10 t bzw. einer Gesamtlast von 100 kN, 2.50 m bei einem Gesamtgewicht von 30 t bzw. einer Gesamtlast von 300 kN, 3.50 m bei einem Gesamtgewicht von 50 t bzw. einer Gesamtlast von 500 kN, 4.50 m bei einem Gesamtgewicht von 70 t bzw. einer Gesamtlast von 700 kN. <p>2.1.2 Wasserdruck</p> <p>Maßgebende ist die Situation unmittelbar nach dem Hochwasserereignis, wenn das Wasser wasserseitig abgeflossen ist und erdseitig der Boden noch wassergesättigt ist.</p> <p>Ansatz Wasserstand erdseitig 606,91 mNN (HQ10) und Wasserstand in der Baugrube 0,50 m unter Baugrubensohle 600,75 mNN, d.h. die Differenz beträgt 6,16 m.</p> <p>2.2. Sicherheitsbeiwerte</p> <p>Die Bemessung erfolgt nach EC 7 in Verbindung mit DIN 1054:2010-12 und EAB 2012. Als temporäres Bauwerk werden die Verbauwände in der Bemessungssituation BS-T bemessen.</p> <p>2.3. Erddruckansatz und Wandreibungswinkel</p> <p>Der Wandreibungswinkel wird gemäß EAB EB 89 mit $\delta = 2/3 \varphi$ angesetzt.</p> <p>Die Verbauwand wird mit aktiven Erddruck bemessen.</p>			
Bauteil:	HRB Westerheim – Spundwand		Archiv-Nr.:
Kapitel:	2. Grundlagen und System	Seite: 2-1	
Position:			

3. Statische Berechnungen

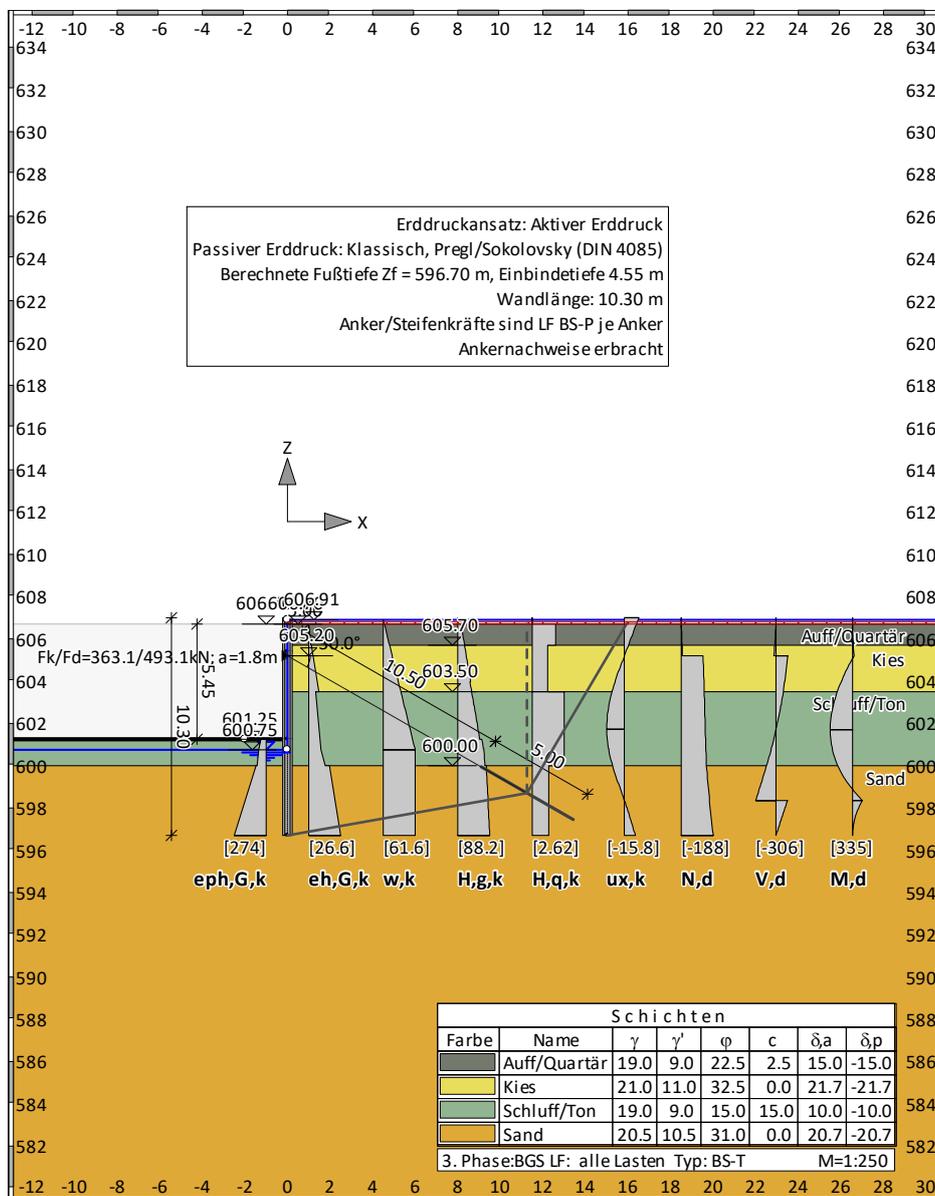
3.1. Baugrubenverbau

Verbauhöhe von 5,45 m; OK-Spundwand 607,00 mNN; OK-Gelände 606,70 mNN

3.1.1 Situation 1 (Schnitt A-A)

Berechnet wird folgender Zustand:

- Bauzustand, Spundwand hergestellt; Aushub bis BGS einfach rückverhängt
- Wasserstand erdseitig HQ10 = 606,91 mNN und Wasserstand in der Baugrube 0,50 m unter Baugrubensohle 600,75 mNN; d.h. die Differenz beträgt 6,15 m.
- Lastansatz nach Verkehrslast von $p_k = 5 \text{ kN/m}^2$ für gelagertes Material

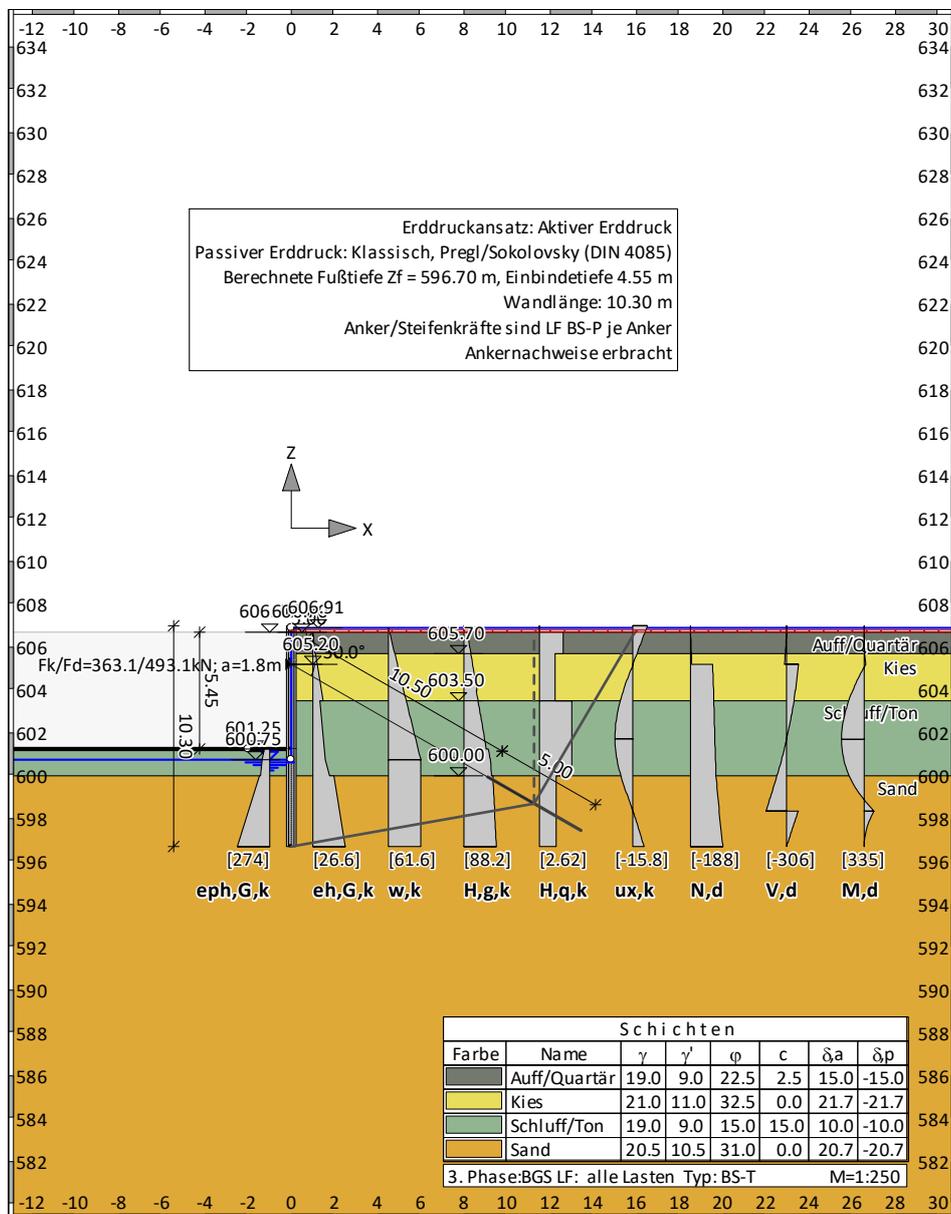


3.1.2 Situation 2 (Schnitt B-B)

- Bauzustand, Spundwand hergestellt; Aushub bis BGS einfach rückverhängt
- Wasserstand erdseitig GOK = 606,70 mNN und Wasserstand in der Baugrube 0,50 m unter Baugrubensohle 600,75 mNN; d.h. die Differenz beträgt 5,95 m.
- Lastansatz nach EAB EB 55 großflächige Gleichlast von $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$ (Baustellenverkehr) unter Berücksichtigung von EAB EB 57:

Einzuhaltender Abstand von Baggern und Hebezeugen vom Verbau (aus EAB [EB57]):

Bei Ansatz einer großflächigen Gleichlast $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$
 1.50 m bei einem Gesamtgewicht von 10 t bzw. einer Gesamtlast von 100 kN,
 2.50 m bei einem Gesamtgewicht von 30 t bzw. einer Gesamtlast von 300 kN,
 3.50 m bei einem Gesamtgewicht von 50 t bzw. einer Gesamtlast von 500 kN,
 4.50 m bei einem Gesamtgewicht von 70 t bzw. einer Gesamtlast von 700 kN.



Verfasser:	igr INGENIEURE	Rosenbergstr. 50/1 70176 Stuttgart FON: 0711/6566079-0, FAX 0711/6566079-20	Projekt Nr. 23_219
Bauwerk:	HRB Westerheim Baugrubenverbau	ASB-Nr.:	Datum: 11/2024

4. Ergebnisse

4.1. Bemessungsergebnis

Situation Schnitt	Baugrubenhöhe Wasserdruckdifferenz [m]	SPW PU 18 (Doppelbohle) S 240GP Länge [m]	Anker (Litzenanker) St 1570/1770	Ankerlage [mNN]	Ankerkraft A_k [kN]	Ankerkraft A_d [kN]	Ankerlänge [m]	Gurtung S 235 JR
Situation 1 Schnitt A-A	5,45 6,16	10,30 inkl. Überstand von 0,30 m	4x0,6"	605,2	363,1 a= 1,80 m	493,1 a= 1,80 m	min 15,5	2xU300
Situation 2 Schnitt B-B	5,45 5,95	10,30 inkl. Überstand von 0,30 m	4x0,6"	605,2	364,3 a= 1,80 m	491,8 a= 1,80 m	min 15,5	2xU300

Beide Situationen, beide statischen Schnitte, liefern ähnliche Ergebnisse.

Bauteil:	HRB Westerheim – Spundwand	Seite:	4-1	Archiv-Nr.:
Kapitel:	4. Ergebnisse			
Position:				