

12.12.2024

## Erweiterung und Instandsetzung Hochwasserrückhaltebecken Straußfurt

Teil B:  
Abschlussbauwerk (TO11)  
Unterlage 5.3 – Entwurfsstatik Baugrube

Entwurfs- und Genehmigungsplanung



Blick vom Tosbecken auf das Abschlussbauwerk

**Ingenieurgesellschaft HRB Straußfurt**  
c/o Tractebel Hydroprojekt GmbH  
Rießnerstraße 18  
99427 Weimar

**TRACTEBEL**  


 **INROS LACKNER**

**Ingenieurgemeinschaft HRB Straußfurt**

c/o Tractebel Hydroprojekt GmbH  
Rießnerstraße 18 | 99427 Weimar  
Tel: +49 3643 746-400 | Fax: +49 3643 746-405  
hydroprojekt-DE@tractebel.engie.com  
www.hydroprojekt.de

**Unterschriftenblatt**

Projekt **Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt**  
**Teil B:**  
**Abschlussbauwerk (TO11)**  
Unterlage 5.3 – Entwurfsstatik Baugrube

Projektnummer 100 3492 (Tractebel Hydroprojekt GmbH)  
2022-0617 (Inros Lackner SE)

Auftraggeber **Thüringer Fernwasserversorgung**  
Anstalt des öffentlichen Rechts  
Haarbergstr. 37  
99097 Erfurt

Freigabe:

  
i. V. Dr. Michael Sabrowski  
Leiter Stauanlagenmanagement  
Erfurt, den 12.12.2024

  
i. V. Detlef Hogg  
Projektingenieur

Auftragnehmer **Ingenieurgemeinschaft HRB Straußfurt**  
c/o Tractebel Hydroprojekt GmbH  
Rießnerstraße 18  
99427 Weimar

Projektleitung Dipl.-Ing. Lars Schaarschmidt

Fachliche Qualitätssicherung Dipl.-Ing. Holger Rosenkranz

Bearbeitung M. Sc. Christian Glockann

Dresden, 12.12.2024

Ingenieurgemeinschaft HRB Straußfurt

  
Lars Schaarschmidt  
Projektleiter

  
Christian Glockann  
Projektingenieur

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>GRUNDLAGEN .....</b>	<b>1</b>
1	Baumaßnahme .....	1
2	Beschreibung der Baugrubenumschließung .....	2
3	Verwendete Unterlagen .....	7
3.1	Vorschriften, Normen, Literatur .....	7
3.2	Gutachten.....	7
3.3	Planungsgrundlagen .....	8
3.4	EDV-Programme .....	8
4	Baugrund .....	9
4.1	Baugrundverhältnisse .....	9
4.2	Bodenkennwerte.....	10
4.3	Mantelreibung und Spitzenwiderstände.....	11
4.3.1	Spundwand .....	11
4.3.2	Mikropfähle.....	11
4.3.3	Drucksteifen bzw. VM-Pfähle .....	11
4.4	Hydrologische Verhältnisse.....	12
4.4.1	Bemessungswasserstand für HWS-Wand bzw. Baugrube.....	12
4.4.2	Grundwasser Baugrube .....	13
4.5	Angaben zum Nachweis der Erdbebensicherheit .....	13
5	Materialangaben .....	13
6	Lastannahmen .....	14
1	Zusammenfassung der Vorbemessung.....	15
<b>II</b>	<b>BEMESSUNG .....</b>	<b>17</b>
1	Bemessungsquerschnitte & stat. Systeme.....	17
2	Ermittlung Federsteifigkeit des Aussteifungssystems .....	19
3	Bemessung der Spundwand .....	22
4	Nachweis der Gurtung.....	26
4.1	Schnitt I-I .....	26
4.2	Schnitt II-II .....	26
4.3	Schnitt III-III .....	26
4.4	Schnitt IV-IV .....	27
4.5	Schnitt V-V – Pfahl 5.....	27

Bauteil:	- -	Seite: I
Kapitel:	- Inhaltsverzeichnis	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
4.6	Schnitt VI-VI .....	27
4.7	Schnitt V-V – Pfahl 6 + Pfahl 7 .....	27
<b>5</b>	<b>Nachweis des Ankers – Innere Tragfähigkeit .....</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>Nachweis der horizontalen Aussteifungssysteme .....</b>	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>Äußere Standsicherheit der Druckpfähle .....</b>	<b>31</b>
7.1	Allgemeines .....	31
7.2	Schnitt IV-IV .....	33
7.3	Schnitt V-V (Pfahl 5) .....	34
7.4	Schnitt V-V (Pfahl 6) .....	35
7.5	Schnitt V-V (Pfahl 7) .....	36
<b>8</b>	<b>Nachweis der Mikropfähle und der dazugehörigen Gurtung .....</b>	<b>37</b>
8.1	Allgemeines .....	37
8.2	Schnitt IV-IV – Gurtung Mikropfahl .....	39
8.3	Schnitt V-V (Pfahl 5) - Gurtung Mikropfahl .....	39
8.4	Schnitt V-V (Pfahl 6) - Gurtung Mikropfahl .....	40
8.5	Schnitt V-V (Pfahl 7) – Gurtung Mikropfahl .....	40
8.6	Schnitt IV-IV – Einbindetiefe Mikropfahl .....	41
8.7	Schnitt V-V (Pfahl 5) - Einbindetiefe Mikropfahl .....	41
8.8	Schnitt V-V (Pfahl 6) - Einbindetiefe Mikropfahl .....	42
8.9	Schnitt V-V (Pfahl 7) - Einbindetiefe Mikropfahl .....	42
<b>9</b>	<b>Nachweis des Fangedamms .....</b>	<b>43</b>
9.1	Nachweis gegen Kippen .....	43
9.2	Nachweis gegen Gleiten .....	43
9.3	Nachweis gegen Grundbruch .....	43
9.4	Nachweis der tiefen Gleitfuge .....	44
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>45</b>
10.1	Schnitt I-I .....	45
10.2	Schnitt II-II .....	45
10.3	Schnitt III-III .....	45
10.4	Schnitt IV-IV .....	45
10.5	Schnitt V-V – Pfahl 5 .....	45
10.6	Schnitt V-V – Pfahl 6 .....	46
10.7	Schnitt V-V – Pfahl 7 .....	46
10.8	Schnitt VI-VI .....	46
<b>SCHLUSSBLATT .....</b>		<b>47</b>
Bauteil:	- -	Seite: II
Kapitel:	- Inhaltsverzeichnis	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

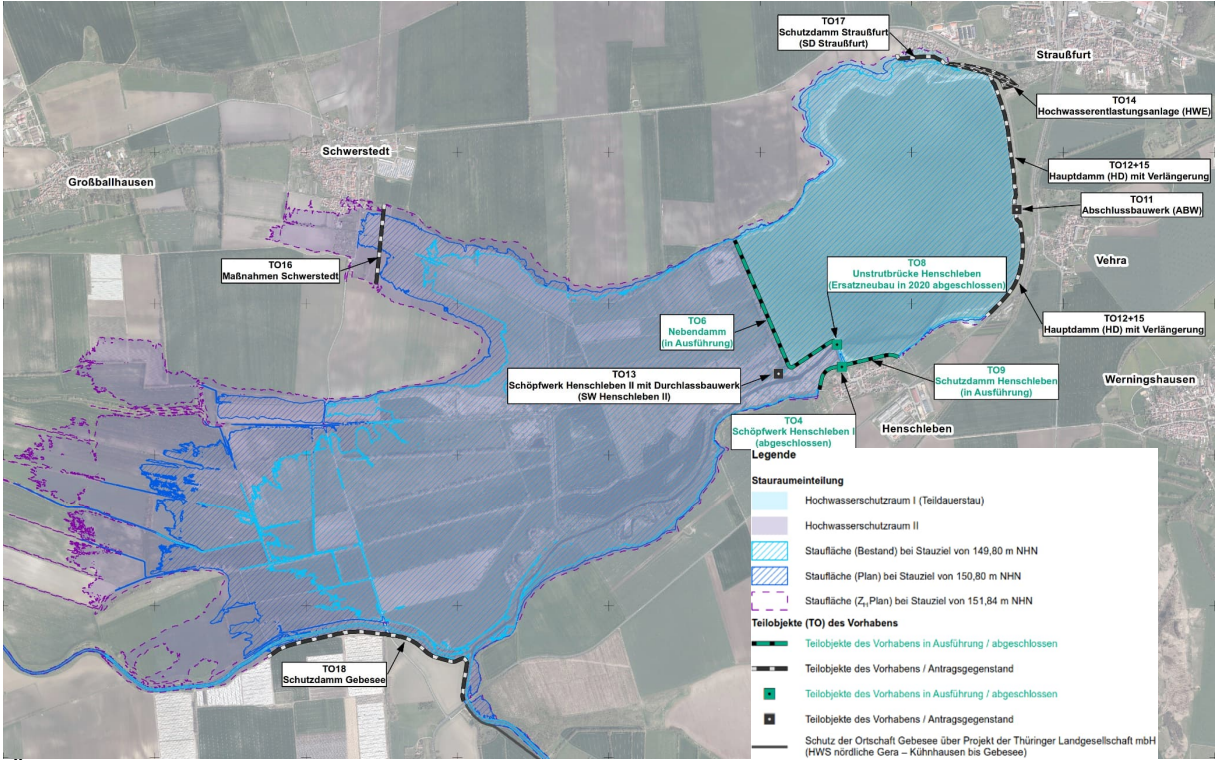
Baumaßnahme: Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt		Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber: Thüringer Fernwasserversorger		-
Verfasser: INROS LACKNER SE, NL Cottbus		Datum: 30.09.2024
<p><b><u>Anlagen</u></b></p> <p><b>Anlage A</b> EDV-Ausgaben Bemessungsschnitte Spundwand – GGU-RETAIN</p> <p><b>Anlage B</b> Nachweis der tiefen Gleitfuge – MathCAD15</p>		
Bauteil: - -		Seite: III
Kapitel: - Inhaltsverzeichnis		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

# I Grundlagen

## 1 Baumaßnahme

In diesem Dokument wird ausschließlich die Baugrube zur Herstellung des TO 11 (Abschlussbauwerk) betrachtet. Grundlage bilden hier das Lastenheft [3.6] sowie die unter Abschnitt 2.3 aufgeführten Unterlagen.



Übersicht Teilobjekte des Vorhabens

Bauteil:	I Grundlagen	Seite: 1
Kapitel:	1 Baumaßnahme	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617



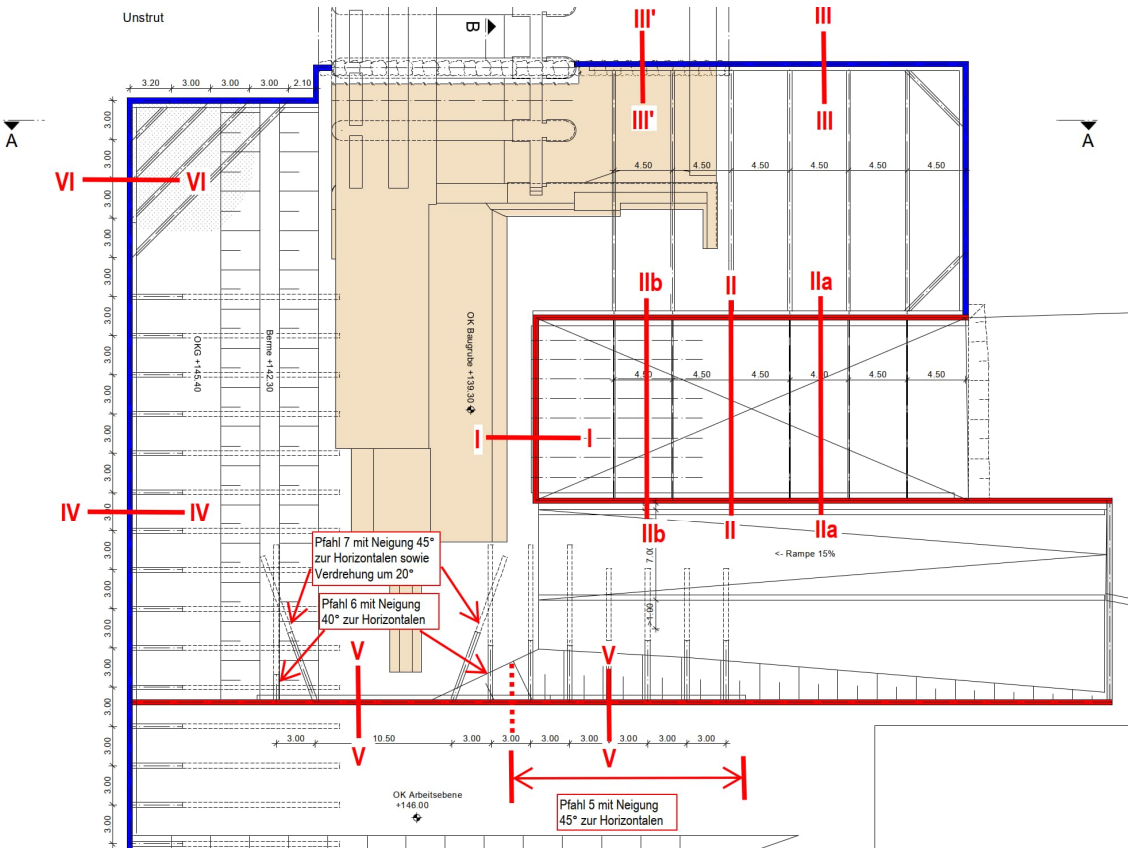
Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 2 Beschreibung der Baugrubenumschließung

Das Bauwerk soll unter Aufrechterhaltung der Funktion des HRB erfolgen, so dass das neue Bauwerk in 2 Teilabschnitten (Bauabschnitt 1: Süd, Bauabschnitt 2: Nord) und somit 2 getrennten Baugrubenumschließungen erfolgt.

Bei der Baugrubenumschließung wird zwischen Hochwasserschutzkonstruktion bzw. Baugrubenverbau unterschieden.

### 1. Bauabschnitt (Nord: Übersicht)



#### Bemessungsschnitte

##### Schnitt III, IV, VI – HWS-Wand

*Schnitt III ... im Flussbett UW*

*Schnitt III' ... im Tosbecken UW*

*Schnitt IV ... an OKG Ufer*

*Schnitt VI ... im Flussbett OW*

##### Schnitt I, II, V – Baugrubenverbau

*Schnitt I ... OKG an BE (zurückverankert)*

*Schnitt II ... OKG an BE (Fangedamm)*

*Schnitt IIa/b... an gleicher Position wie Schnitt II, aber anstatt einer Aussteifung werden Einwirkung der Aussteifung aus Schnitt III bzw. III' berücksichtigt.*

*Schnitt V ... OKG an BE + Böschung Damm*

Die obige Darstellung dient nur der schematischen Übersicht, welche Berechnungsschnitte untersucht werden. Der nördliche Teil des Bauwerks erfolgt in geometrisch affiner Gestaltung und Abmessung. Genauere Angaben können den Unterlagen der Entwurfsplanung entnommen werden.

Bauteil:	I	Grundlagen	Seite: 2
Kapitel:	2	Beschreibung der Baugrubenumschließung	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube		Projekt-Nr.: 2022-0617

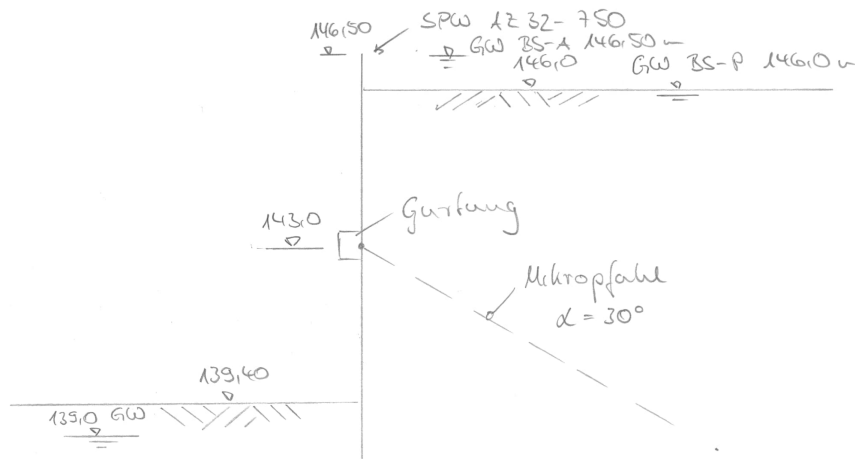




Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

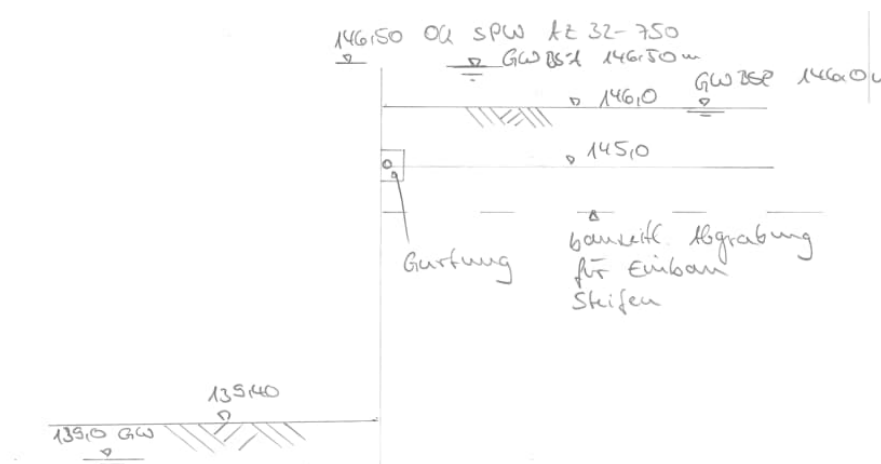
#### [a] ... Schnitt I-I

Der Bemessungsschnitt I-I untersucht die Stirnseite des Fangedamms. Die Spundwand wird inklusive einer Rückverankerung in Form von Mikropfählen ausgeführt. Die Herstellung der Gurtung erfolgt auf der Baugrubenseite. Es wird vorwiegend ein zusammengesetzter Doppelträger verwendet. Die Mikropfähle werden in einem Abstand von 1,50 m an den verbau angeschlossen.



#### [b] ... Schnitt II-II

Der Bemessungsschnitt II-II betrachtet den Fangedamm parallel zur Rampe der Baugrube. Dieser dient sowohl für die Zuwegung zur Baugrube als Abstützung als auch für die parallel verlaufende HWS-Konstruktion im Schnitt III-III zwischen den Bauabschnitten. Um die nach außen wirkenden Wandbewegungen kurzzuschließen, wird der Fangedamm inklusive Zugbändern ( $a = 4,50\text{m}$ ) hergestellt. Für den Anschluss des Zugbandes wird eine innenliegende Gurtung verbaut. Dazu wird das Gelände kurzzeitig abgegraben und anschließend wieder verfüllt.

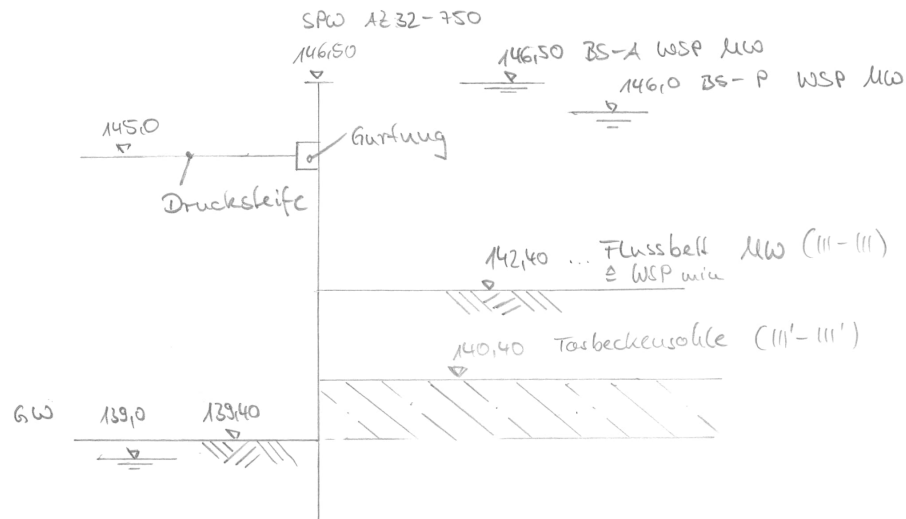


Bauteil:	I	Grundlagen	Seite: 4
Kapitel:	2	Beschreibung der Baugrubenumschließung	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

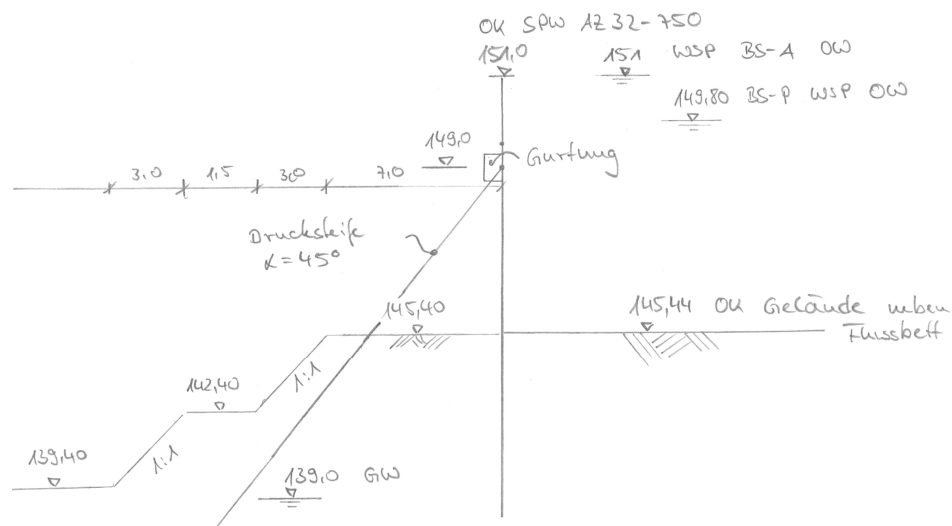
[c] ... Schnitt III-III bzw. Schnitt III'-III'

Der Bemessungsschnitt III-III untersucht die HWS-Konstruktion in Flussachse im Unterwasser. Die Spundwand wird über Drucksteifen (a = 4,50m) an dem parallel verlaufenden Fangedamm abstützt. Als Anschluss für die Drucksteifen wird eine baugrubenseitige Gurtung verwendet.



[d] ... Schnitt IV-IV

Der Bemessungsschnitt IV-IV untersucht die HWS-Konstruktion am Oberwasser im Uferbereich neben dem Flussbett. Zur Reduzierung der freien Länge der Spundwand und zu deren Entlastung, wird das baugrubenseitige Gelände direkt an der Spundwand nicht abgegraben bzw. teilweise bis ~145,40 m aufgefüllt. Es bleibt infolgedessen ein ca. 7,0 m breiter, abgestufter Erdwall erhalten.

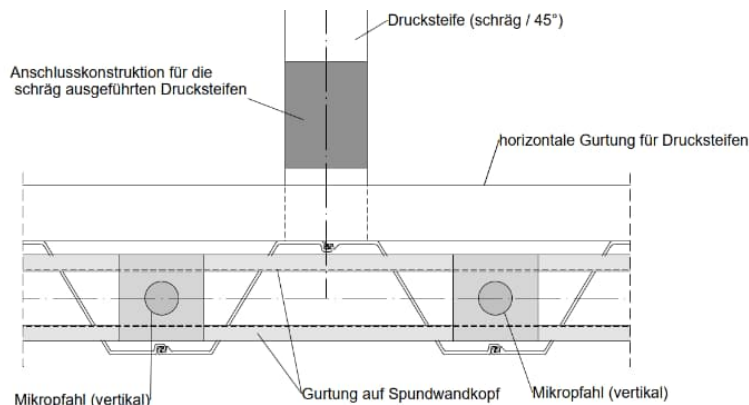


Um den Hochwasserschutz zu gewährleisten, wird die HWS-Konstruktion mit einer Aussteifung ausgeführt. Da die HWS-Konstruktion parallel zum Bestandsbauwerk verläuft, kommen als Aussteifung schräge Drucksteifen in einem Abstand von 3,00 m zur Verwendung. Diese werden unter einen Winkel von 45° unter Verwendung einer Gurtung baugrubenseitig angeschlossen. Um die nach oben wirkenden Reaktionskräfte abzufangen, welche aus den schräg angeschlossenen Drucksteifen resultieren, werden zusätzlich verpresste Mikropfähle an die HWS-Konstruktion angeschlossen. Die Mikro-

Bauteil:	I Grundlagen	Seite: 5
Kapitel:	2 Beschreibung der Baugrubenumschließung	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

pfähle verlaufen in den Spundwandtälern. Je Drucksteife kommen vorzugsweise zwei Mikropfähle zur Verwendung. Diese werden über eine auf dem Spundwandkopf angeordnete Gurtung mit dem Gesamtsystem gekoppelt.



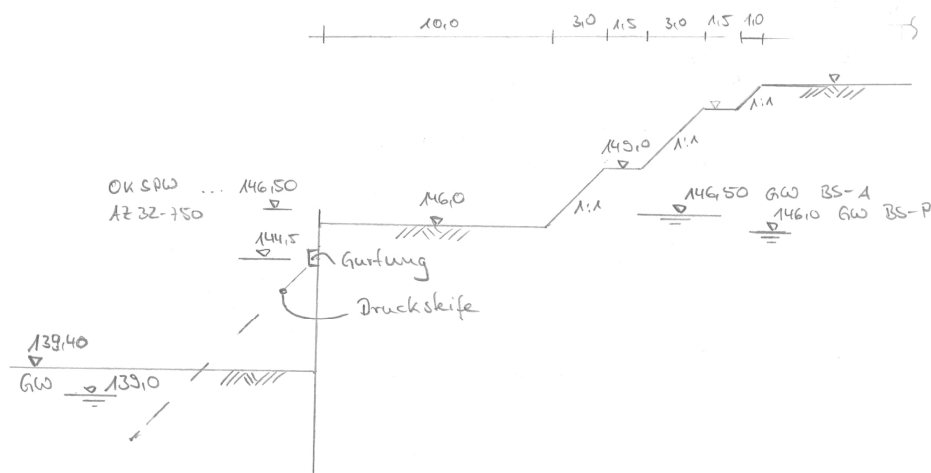
Bevorzugt wird eine Konstruktion mit aufgeschweißten Laschen, um auf Herstellungstoleranzen infolge des Einbringens der Drucksteifen und Spundwände reagieren zu können.

Die genaue Durchbildung des Knoten erfolgt im Zuge der weiteren Planung.

[e] ... Schnitt V-V

Der Staudamm wird in diesen Bereich auf einer Breite von ca. 10,0 m hinter der Spundwand bis zur Höhenkote +146,0 m technologiebedingt abgegraben, um den zum Einbringen der SPW sowie Schrägsteifen erforderlichen Platzbedarf bereitzustellen. Der Übergang zwischen Abgrabung und Staudamm erfolgt geböschst. Der oberwasserseitige Hochwasserschutz im Bereich der Abgrabung wird durch die HWS-Konstruktion im Schnitt IV-IV bauzeitlich gewährleistet.

Zur Begrenzung der Verformung der Spundwand im Schnitt V-V wird eine identische Aussteifung wie im Schnitt IV-IV genutzt.



[f] ... Schnitt VI-VI

Der Bemessungsschnitt VI-VI betrachtet den oberwasserseitigen Hochwasserschutz im Bereich des Flussbetts. Hinsichtlich der Abmessungen, Wasserstände, Baugrundaufschlüsse ist der Schnitt identisch zum Schnitt IV-IV. Die Aussteifung erfolgt in diesen Bereich diagonal über den Eckbereich.

Bauteil:	I	Grundlagen	Seite: 6
Kapitel:	2	Beschreibung der Baugrubenumschließung	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube		Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme: Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt		Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber: Thüringer Fernwasserversorger		-
Verfasser: INROS LACKNER SE, NL Cottbus		Datum: 30.09.2024
<p><b>3            Verwendete Unterlagen</b></p> <p><b>3.1        Vorschriften, Normen, Literatur</b></p> <p>[1.1]    EC 0 – Grundlagen der Tragwerksplanung, DIN EN 1990:2010-12 + NA:2010-12 + NA A1:2012-08</p> <p>[1.2]    EC 1 – Einwirkungen auf Tragwerke, DIN EN 1991:2010-12 + nationale Anhänge</p> <p>[1.3]    EC 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, DIN EN 1993</p> <p>[1.4]    EC 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, DIN EN 1997-1:2009 + NA:2010-12</p> <p>[1.5]    EC 8 – Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben, DIN EN 1998:2010-12 + nationale Anhänge</p> <p>[1.6]    Handbuch Eurocode 7, 1. Auflage 2011</p> <p>[1.7]    Kommentar zum Handbuch Eurocode 7, 1. Auflage 2012</p> <p>[1.8]    DIN 4085; Baugrund – Berechnung des Erddruckes, 2017</p> <p>[1.9]    DIN 1054:2010-12; Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, mit Änderung A1:2012-08</p> <p>[1.10]   EAB 2012, Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, 5. Auflage</p> <p>[1.11]   DIN 19700; Stauanlagen</p> <p>[1.12]   ZTV-W; Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen - Wasserbau</p> <p>[1.13]   ZTV-ING; Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten</p> <p>[1.14]   DIN1072 – Straßen- und Wegbrücken: Lastannahmen, Dezember 1985</p> <p>[1.15]   Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/ Allgemeine Bauartgenehmigung: Ischebeck Titan Mikropfähle, Z-34.14-209, gültig bis 3.04.2026</p> <p><b>3.2        Gutachten</b></p> <p>[2.1]    Geotechnischer Bericht nach DIN EN 1997-2 und DIN 4020“ für das Projekt „Hochwasserrückhaltebecken Straußfurt, Abschlussbauwerk, Zuverlässigkeitsnachweis Teil 2 – Geotechnische Untersuchungen 2014 vom 30.06.2015 aufgestellt durch Ingenieurbüro Geotechnik Umweltschutz Hauck</p> <p>[2.2]    Geotechnischer Bericht nach DIN EN 1997-2 und DIN 4020“ für das Projekt „Hochwasserrückhaltebecken Straußfurt, Teilobjekt11 - Abschlussbauwerk vom 24.04.2024 aufgestellt durch Ingenieurbüro Geotechnik Umweltschutz Hauck</p>		
Bauteil:	I            Grundlagen	Seite: 7
Kapitel:	3            Verwendete Unterlagen	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	
Projekt-Nr.: 2022-0617		

Baumaßnahme: Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt		Bauwerksnummer (ASB):																																		
Auftraggeber: Thüringer Fernwasserversorger		-																																		
Verfasser: INROS LACKNER SE, NL Cottbus		Datum: 30.09.2024																																		
<div>3.3 Planungsgrundlagen</div> <div>Unterlagen zur Entwurfsplanung</div> <table><tr><td>[3.1]</td><td>TO 11 – Abschlussbauwerk, Draufsicht und Ansicht</td><td>Stand 08/2024</td></tr><tr><td>[3.2]</td><td>TO 11 – Abschlussbauwerk, Schnitte</td><td>Stand 08/2024</td></tr><tr><td></td><td>TO 11 – Abschlussbauwerk, Baugrube 1. BA - Grundriss</td><td>Stand 08/2024</td></tr><tr><td>[3.3]</td><td>TO 11 – Abschlussbauwerk, Baugrube 1. BA - Schnitte</td><td>Stand 08/2024</td></tr><tr><td>[3.4]</td><td>TO 11 – Abschlussbauwerk, Baugrube 2. BA – Grundriss</td><td>Stand 08/2024</td></tr><tr><td>[3.5]</td><td>TO 11 – Abschlussbauwerk, Baugrube 2. BA – Schnitte</td><td>Stand 08/2024</td></tr><tr><td>[3.6]</td><td>Lastenheft, INROS LACKNER SE</td><td>Stand 08/2024</td></tr><tr><td>[3.7]</td><td>HRB Straußfurt – Teil B – Abschlussbauwerk (Teilobjekt 11), Entwurfs- und Genehmigungsplanung - Erläuterungsbericht, INROS LACKNER SE, Dresden</td><td>Stand 08/2024</td></tr></table> <div>3.4 EDV-Programme</div> <table><thead><tr><th colspan="2">Bezeichnung</th></tr></thead><tbody><tr><td>[4.1]</td><td>MathCAD, Programmversion 15.0, 2010 Parametric Technology Corporation.</td></tr><tr><td>[4.2]</td><td>Dlubal Software GmbH, RSTAB 8.33 (diverse Module).</td></tr><tr><td>[4.3]</td><td>GGU-RETAIN, Programmversion 11.21, 21.03.2023, Prof. Dr.-Ing. Johann Buß.</td></tr><tr><td>[4.4]</td><td>FRILO, R-2024-1/P06, FRILO Software GmbH (diverse Module).</td></tr></tbody></table>			[3.1]	TO 11 – Abschlussbauwerk, Draufsicht und Ansicht	Stand 08/2024	[3.2]	TO 11 – Abschlussbauwerk, Schnitte	Stand 08/2024		TO 11 – Abschlussbauwerk, Baugrube 1. BA - Grundriss	Stand 08/2024	[3.3]	TO 11 – Abschlussbauwerk, Baugrube 1. BA - Schnitte	Stand 08/2024	[3.4]	TO 11 – Abschlussbauwerk, Baugrube 2. BA – Grundriss	Stand 08/2024	[3.5]	TO 11 – Abschlussbauwerk, Baugrube 2. BA – Schnitte	Stand 08/2024	[3.6]	Lastenheft, INROS LACKNER SE	Stand 08/2024	[3.7]	HRB Straußfurt – Teil B – Abschlussbauwerk (Teilobjekt 11), Entwurfs- und Genehmigungsplanung - Erläuterungsbericht, INROS LACKNER SE, Dresden	Stand 08/2024	Bezeichnung		[4.1]	MathCAD, Programmversion 15.0, 2010 Parametric Technology Corporation.	[4.2]	Dlubal Software GmbH, RSTAB 8.33 (diverse Module).	[4.3]	GGU-RETAIN, Programmversion 11.21, 21.03.2023, Prof. Dr.-Ing. Johann Buß.	[4.4]	FRILO, R-2024-1/P06, FRILO Software GmbH (diverse Module).
[3.1]	TO 11 – Abschlussbauwerk, Draufsicht und Ansicht	Stand 08/2024																																		
[3.2]	TO 11 – Abschlussbauwerk, Schnitte	Stand 08/2024																																		
	TO 11 – Abschlussbauwerk, Baugrube 1. BA - Grundriss	Stand 08/2024																																		
[3.3]	TO 11 – Abschlussbauwerk, Baugrube 1. BA - Schnitte	Stand 08/2024																																		
[3.4]	TO 11 – Abschlussbauwerk, Baugrube 2. BA – Grundriss	Stand 08/2024																																		
[3.5]	TO 11 – Abschlussbauwerk, Baugrube 2. BA – Schnitte	Stand 08/2024																																		
[3.6]	Lastenheft, INROS LACKNER SE	Stand 08/2024																																		
[3.7]	HRB Straußfurt – Teil B – Abschlussbauwerk (Teilobjekt 11), Entwurfs- und Genehmigungsplanung - Erläuterungsbericht, INROS LACKNER SE, Dresden	Stand 08/2024																																		
Bezeichnung																																				
[4.1]	MathCAD, Programmversion 15.0, 2010 Parametric Technology Corporation.																																			
[4.2]	Dlubal Software GmbH, RSTAB 8.33 (diverse Module).																																			
[4.3]	GGU-RETAIN, Programmversion 11.21, 21.03.2023, Prof. Dr.-Ing. Johann Buß.																																			
[4.4]	FRILO, R-2024-1/P06, FRILO Software GmbH (diverse Module).																																			
Bauteil: I Grundlagen		Seite: 8																																		
Kapitel: 3 Verwendete Unterlagen		Archiv Nr.:																																		
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube																																				
Projekt-Nr.: 2022-0617																																				



Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 4 Baugrund

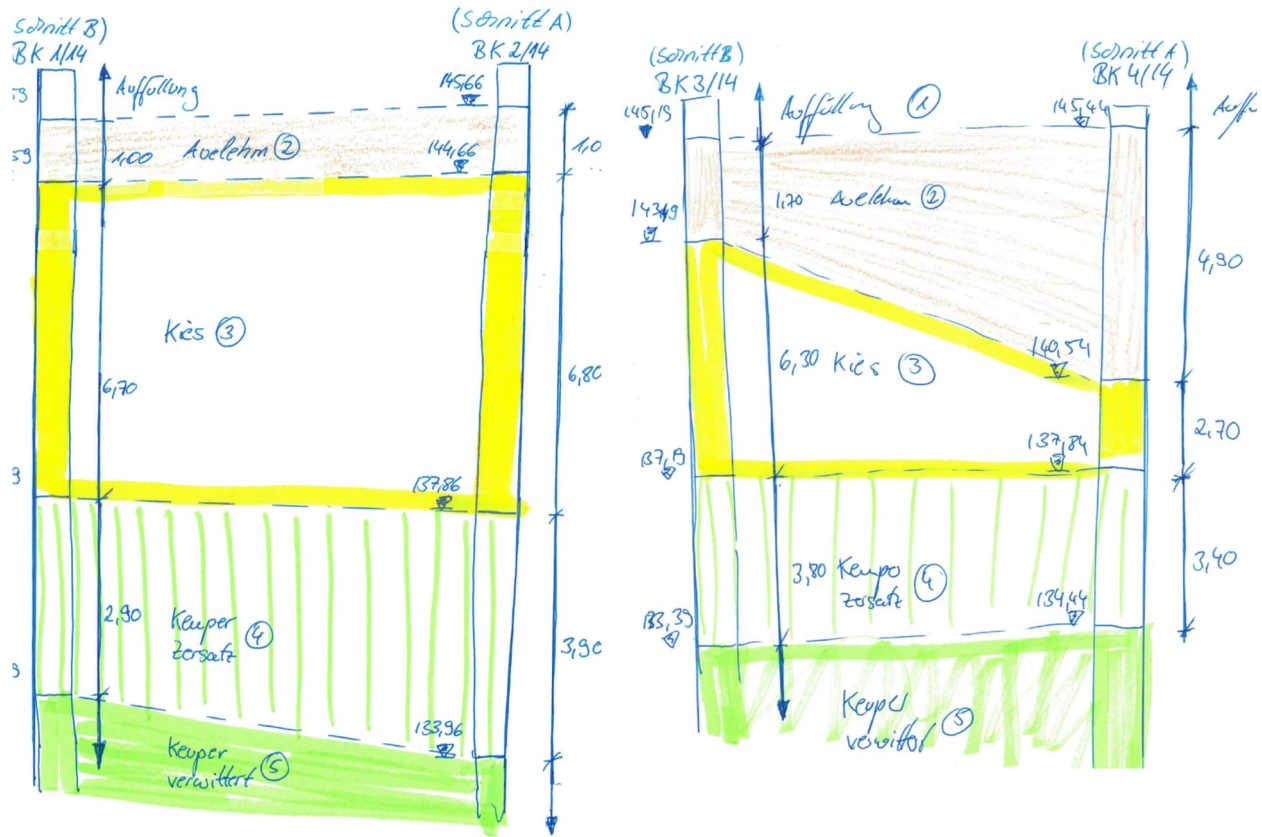
Die Einschätzung der Baugrundverhältnisse erfolgt auf der Grundlage des geotechnische Berichts vom Ingenieurbüro Geotechnik – Umweltschutz Hauck aus dem Jahr 2024.

### 4.1 Baugrundverhältnisse

Die Baugrundverhältnisse und nähere Erläuterungen sind im Lastenheft beschrieben bzw. dem geotechnischen Bericht zu entnehmen. Im Folgenden werden lediglich die maßgebenden Baugrundaufschlüsse sowie die Kennwerte als Übersicht dargestellt.

#### Baugrund für Baugrubenverbau

#### Baugrund Hochwasserschutzkonstruktion



Skizze Baugrundmodell (unmaßstäblich)

Bauteil:	I Grundlagen	Seite: 9
Kapitel:	4 Baugrund	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 4.2 Bodenkennwerte

Die charakteristischen Bodenkennwerte werden der Tabelle 2 des Baugrundgutachtens [2.2] entnommen.

Schicht	Feuchtwichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	Durchlässigkeitsbeiwert
	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma_k'$ [kN/m³]	$\Phi_k'$ [°]	$c_k'$ [kN/m²]	$E_{s,k}$ [MN/m²]	$k_f$ [m/s]
Oberboden Schicht 1a	nicht relevant					
Wasserbausteine Schicht 1b	wie Beton					
Tragschicht Schicht 1c	21,0	11,0	32,5	0,0	30	$1 \cdot 10^{-6}$
Sediment Schicht 1d	16,0...18,0	6,0...8,0	20,0	10,0	1	$1 \cdot 10^{-7}$
Stützkörper Schicht 1e	20,0...21,0 (21,0)	10,0...11,0 (11,0)	27,5...30,0 (30,0)	0...5,0 (0)	12,5...17,5 (15)	$1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-8}$
Dichtungskörper Schicht 1f	20,0...21,0 (21,0)	10,0...11,0 (11,0)	25,0...30,0 (27,5)	5...15 (10,0)	10...20 (15)	$3 \cdot 10^{-6}$ – $1 \cdot 10^{-7}$
Filterkörper (DFE) Schicht 1g	24,0	14,0	34,0	0	10	$8 \cdot 10^{-4}$
Auelehm Schicht 2	17,0...20,0 (19,0)	7,0...10,0 (9,0)	22,5...25,0 (25,0)	0...15,0 (5)	5,0...15,0 (5,0)	$1 \cdot 10^{-10}$ – $1 \cdot 10^{-6}$
Kies Schicht 3	19,0...21,0 (20,0)	9,0...11,0 (10,0)	27,5...32,5 (30,0)	0,0	40,0...80,0 (40,0)	$1 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 10^{-6}$
Keuperzersatz Schicht 4	20,0...21,0 (21,0)	10,0...11,0 (11,0)	22,5...30,0 (25,0)	10,0...30,0 (20,0)	20,0...40,0 (20,0)	$1 \cdot 10^{-7}$ – $1 \cdot 10^{-11}$
Keuper, verwittert Schicht 5	21,0	11,0	35,0	30,0	60,0	$1 \cdot 10^{-9}$ – $1 \cdot 10^{-11}$

Tabelle 2 Charakteristische Bodenkennwerte

Gemäß Baugrundgutachten [2.2] wird aus rammtechnischen Erwägungen für das Einrammen ein Profil mit einem Widerstandsmoment von  $\geq 3200 \text{ cm}^3/\text{m}$  Wand gewählt. Es wird ein Profil AZ 32-750 favorisiert. Zum Einbringen der Spundwandbohlen in die Schicht 5 – Keuper, verwittert werden Einbringhilfen erforderlich.

Um eine wasserdichte Einbindung der Spundwand in die Schicht 5 – Keuper, verwittert zu gewährleisten, ist die Spundwand  $\geq 0,50 \text{ m}$  in Schicht 5 – Keuper, verwittert bis zum Festgehen einzurammen.

Die Bemessung Baugrubenverbaus erfolgt mit dem Bettungsmodulverfahren. Als Bettung wird der halbe Betrag des Steifemoduls berücksichtigt.

Bauteil:	I	Grundlagen	Seite: 10
Kapitel:	4	Baugrund	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube		Projekt-Nr.: 2022-0617

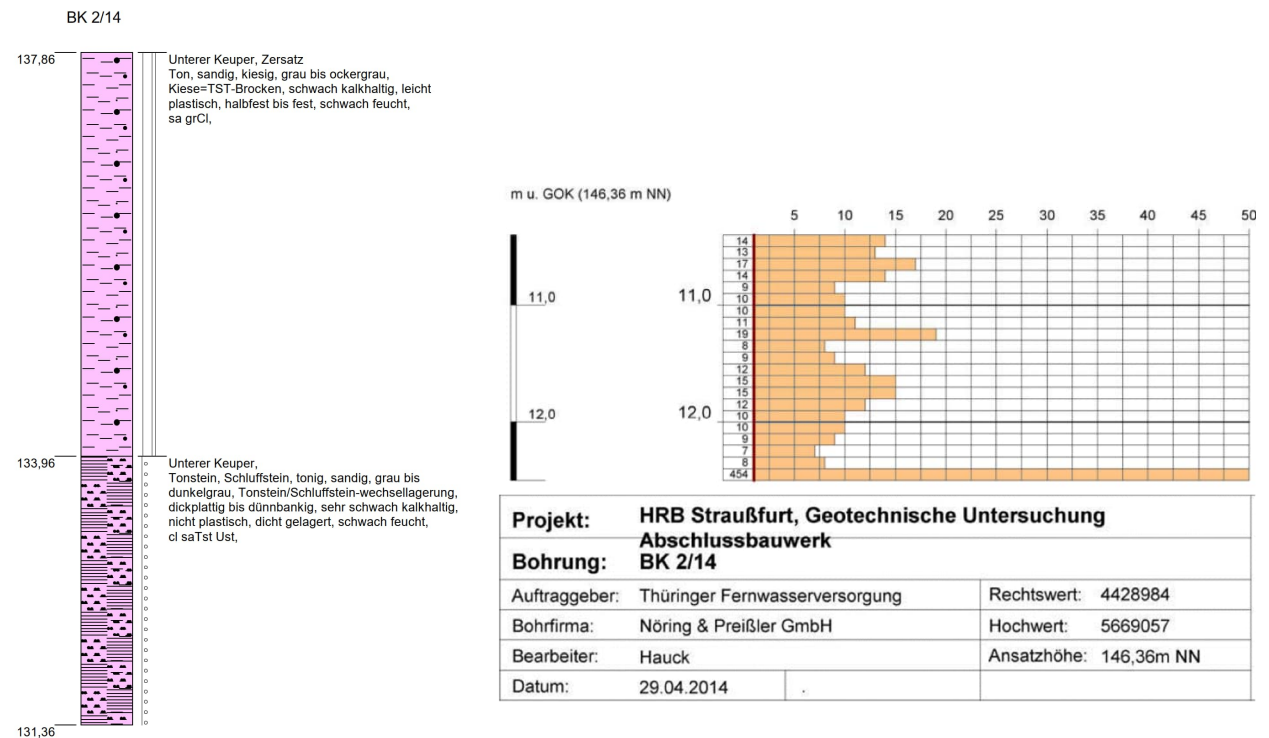
Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<p><b>4.3 Mantelreibung und Spitzenwiderstände</b></p> <p>Die Angaben für Spundwände bzw. Mikropfähle können dem Baugrundgutachten [2.2] entnommen werden.</p> <p><b>4.3.1 Spundwand</b></p> <p>Der <u>Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit</u> im natürlichen Baugrund und bei rammenden Einbringverfahren erfolgt mit den folgenden charakteristischen Werte:</p> <p><math>q_{b,k} = 20 \text{ MN/m}^2</math> ... <i>unterhalb <math>\leq 136,50 \text{ m NHN}</math> ... in Schicht 5 – Keuper, verwittert.</i></p> <p><math>q_{s,k} = 50 \text{ kN/m}^2</math> ... <i>unterhalb <math>\leq 137,50 \text{ m NHN}</math>.</i></p> <p>Die Anwendung der angegebenen Erfahrungswerte setzt ein Einrammen der Profile. Infolgedessen wird die Mantelreibung vernachlässigt, da zum Einbringen der Spundwandbohlen Lockerungs- bzw. Austauschbohrungen erforderlich werden.</p> <p>Da das Einbringen durch Rammung (ohne Vorbohren) mind. 0,5 m tiefer als die vorlaufende Bohrungen in Schicht 5 Keuper, verwittert zur Vermeidung einer Umspülung des Spundwandfußes zu erfolgen hat, wird entsprechend dem Baugrundgutachten [2.2] der charakteristische Spitzendruck nur mit 75% des oben angegebenen Wertes in den Berechnungen berücksichtigt.</p> <p><b>4.3.2 Mikropfähle</b></p> <p>Für den <u>Nachweis der Rückverankerung der Spundwand</u> gegen Herausziehen erfolgt gemäß Baugrundgutachten [2.2] die Krafteinleitung im Bereich des ungestörten Keuperzersatzes (Schicht 4) bzw. Keuper, verwittert (Schicht 5) unter Berücksichtigung einer charakteristischen Mantelreibung von <math>q_{s,k} = 160 \text{ kN/m}^2</math>.</p> <p>Für den Ansatz der charakteristischen Werte ist eine Mindestkrafteintragungslänge von 5,0 m, ein Verpresskörperdurchmesser <math>\geq 0,1 \text{ m}</math> sowie ein 2-fachen Nachverpressen erforderlich.</p> <p>Im Bereich der Spundwand, wo der Baugrund durch Einbringhilfen aufgelockert ist, wird für die <u>vertikalen Rückverankerungen</u> in der Achse der Spundwand eine charakteristische Mantelreibung von <math>q_{s,k} = 50 \text{ kN/m}^2</math> berücksichtigt. Die charakteristische Mantelreibung kann für die Schichten 3 Kies, 4 Keuperzersatz sowie 5 Keuper, verwittert gemäß Baugrundgutachten [2.2] unter Voraussetzung eines Verpressens angesetzt werden.</p> <p><b>4.3.3 Drucksteifen bzw. VM-Pfähle</b></p> <p>Für den <u>Nachweis von Abstützungen über schräge Stahlrammpfähle</u> mittels Verpressmörtelpfählen können entsprechend EA-Pfähle folgende Bruchwerte der Pfahlmantelreibung berücksichtigt werden:</p> <p><math>q_{b,k} = 5,0 \text{ MN/m}^2</math>      <math>q_{s,k} = 105 \text{ kN/m}^2</math>      ... <i>Schicht 3 – Kies,</i></p> <p><math>q_{b,k} = 0,35 \text{ MN/m}^2</math>      <math>q_{s,k} = 40 \text{ kN/m}^2</math>      ... <i>Schicht 4 – Keuperzersatz.</i></p> <p>Sollte es erforderlich werden die Schrägpfähle auf bzw. in der Schicht 5 – Keuper, verwittert abzusetzen, wird entsprechend der Tabelle 10 des Baugrundgutachtens [2.2] ein <math>q_{b,k} = 25 \text{ MN/m}^2</math> angesetzt.</p>		
Bauteil:	I Grundlagen	Seite: 11
Kapitel:	4 Baugrund	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

Parameter	5
Bezeichnung	Keuper, verwittert
Benennung	Mergelstein, Tonstein, Schluffstein
Verwitterung nach DIN EN ISO 14689	
Bodenklassen DIN 18300:2012-09	5-6
Homogenbereich 18304	R-B
	Keuper, verwittert
Benennung	Mergelstein, Tonstein, Schluffstein
Druckfestigkeit	$\sigma_u \approx 5$ bis $150 \text{ MN/m}^2$

*Tabelle 10 [2.2] Homogenbereiche nach DIN 18304:2019-09 Ramm- und Rüttelarbeiten, Fels*

Dieser Ansatz wird als gerechtfertigt angesehen, da die Schlagzahlen am Übergang von der Schicht 4 – Keuper, Zersatz zu Schicht 5 – Keuper, verwittert um ein Vielfaches zunimmt.



## 4.4 Hydrologische Verhältnisse

### 4.4.1 Bemessungswasserstand für HWS-Wand bzw. Baugrube

Es werden nachfolgende Wasserstände für den Baugrubenverbau bzw. der Hochwasserschutzkonstruktion berücksichtigt:

[a] ... BS-P (Vollstau  $Z_v$ )

#### HWS-Wand

Oberwasser	+149,81 m NHN
Unterwasser (max.)	+146,00 m NHN
Unterwasser (min.)	+142,40 m NHN

#### Baugrubenwand

max. GW (aktive Seite)	+146,00 m NHN
Baugrube (min / passive Seite)	+139,00 m NHN

Bauteil:	I Grundlagen	Seite: 12
Kapitel:	4 Baugrund	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

[b] ... BS-T (Hochwasserstauziel  $Z_{H1}$ )

Im BS-T steigt das Unterwasser bis zu einer Höhe von +147,40 m an. Infolgedessen wird die Baugrube im BS-T geflutet, da die OK Baugrubenwand im Unterwasser bei +146,50 m liegt. Infolgedessen gleicht sich im Unterwasser der Wasserdruck aus. Im Oberwasser steht der Wasserspiegel bei 150,57 m, woraus ein Wasserüberdruck von 3,17 m an der HWS-Konstruktion in der temporären Bemessungssituation resultiert. In der permanenten Bemessungssituation ergibt sich ein Wasserüberdruck von 10,40 m.

→ **nicht bemessungsmaßgebend**, da in der permanenten Bemessungssituation ein betragsmäßig größerer Wasserüberdruck vorliegt und der bordvolle Einstau in der außergewöhnlichen Bemessungssituation untersucht wird.

[c] ... BS-A

<u>HWS-Wand</u>		
OK Spundwand	Oberwasser	+151,00 m NHN
	Unterwasser	+147,40 m NHN
<u>Baugrubenwand</u>		
OK Spundwand	max. GW	+146,50 m NHN
	in Baugrube (min)	+139,00 m NHN

Folgerung:

Im Bauzustand steigt das Unterwasser bis zu einer Höhe von 147,40 m an. Die Oberkante der Spundwand liegt im Unterwasser bei +146,50 m. Im BS-A wird infolgedessen lediglich der Anstau bis zur OK Spundwand untersucht.

#### 4.4.2 Grundwasser Baugrube

Der abgesenkte Grundwasserstand innerhalb der Baugrube wird ca. 40 cm unter OK Baugrubensole bei 139,40 m angesetzt.

#### 4.5 Angaben zum Nachweis der Erdbebensicherheit

Das Baugelände befindet sich nach DIN EN 1998-1/NA in keiner ausgewiesenen Erdbebenzone. Demnach sind keine besonderen Nachweise oder Betrachtungen zur Erdbebensicherheit zu führen.

### 5 Materialangaben

Spundwände	Oberwasser	S 320 GP	Unterwasser	S 240 GP
Gurtung / Steifen / Rammpfähle		S 355 J2		

Bauteil: I Grundlagen	Seite: 13
Kapitel: 5 Materialangaben	Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617



Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 6 Lastannahmen

Im Rahmen der Entwurfsplanung werden folgende Lastansätze untersucht:

### Erddruck

Um die Verformungen auf ein Minimum zu begrenzen, erfolgt die Bemessung auf Basis des erhöhten aktiven Erddrucks ( $f = 0,25$ ) gemäß DIN 4085. Dieser Ansatz wird so lange verfolgt, bis die Verformungen des Verbaus so groß werden, dass der Ansatz des aktiven Erddrucks gemäß DIN 4085:2017-08 Anhang C.1 gerechtfertigt ist. Der Ermittlung der bezogenen Wandbewegung wird die lockere Lagerung der auf der aktiven Seite oberhalb der Baugrubensohle anstehenden Kiese zu Grunde gelegt. Die Erddruckumlagerung wird nach EAB berücksichtigt.

### Wasserdruck auf Hochwasserschutzkonstruktion

Es wird der Vollstau  $Z_v$  im BS-P sowie das Anstauen des Wasserspiegels bis zur OK SPW im Ober- sowie Unterwasser im BS-A gemäß Abschnitt untersucht.

Baugrubenseitig wird der gelenzte Zustand betrachtet, d. h. der abgesenkte GW-Spiegel innerhalb der Baugrube wird 40 cm unter OK geplante Baugrubensohle angesetzt.

### Anprall aus Treibgut auf Hochwasserschutzkonstruktion

Einwirkungen aus Treibgutprall werden im Rahmen dieser Entwurfsplanung nicht genauer betrachtet, da diese oberhalb der Aussteifungsebene wirken und auf die Einbindetiefe und Schnittgrößen der Spundwände günstig wirken.

Im Zuge der Entwurfsplanung findet dieser Lastfall bei der Auslegung der Verankerungskonstruktion insofern Beachtung, dass die Konstruktionselemente mit einer maximalen Auslastung von 70%-90% für mögliche Reserven hinsichtlich Treibgutstoß auslegt werden.

### Verkehrslasten aus Baustellenverkehr auf Baugrubenverbau

Während der Herstellung des Bauwerks ist ein „lastfreier“ Streifen ( $q_k \leq 10 \text{ kN/m}^2$ ) einzuhalten. Der „lastfreie“ Streifen definiert sich entsprechend EAB EB 57 Abs. 1, so dass die eingesetzten Lasten aus Bagger und Hebezeugen mit der großflächigen Gleichlast von  $10 \text{ kN/m}^2$  abgedeckt werden:

- 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.

Auf den Bermen wird auf der Belastungsseite auf Grund der beengten Platzverhältnisse ausschließlich eine Verkehrslast von  $5 \text{ kN/m}^2$  berücksichtigt.

Daher werden keine darüberhinausgehenden Verkehrslasten für die Berechnung der Uferwand berücksichtigt.

Ausschließlich für den Nachweis des Fangedamms gegen Gleiten wird auf der Rampe (Zuwegung zur Baugrube) das SLW60 entsprechend DIN1072 entsprechend der Ersatzflächenlast auf einer Fläche von  $B \times L = 3,00 \text{ m} \times 6,00 \text{ m}$  berücksichtigt. Die Ersatzflächenlast beträgt  $p = 33,3 \text{ kN/m}^2$ .

### Verformungsbegrenzung

Die elastischen Verformungen der Wand werden in der ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation auf ein verträgliches Maß von  $\sim 50 \text{ mm}$  begrenzt. In der außergewöhnlichen Bemessungssituation werden größere Verformungen zugelassen, da zu diesem Zeitpunkt die Baugrube bereits geräumt und lediglich die Standsicherheit zu gewährleisten ist.

Bauteil:	I Grundlagen	Seite: 14
Kapitel:	6 Lastannahmen	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<p><b>1 Zusammenfassung der Vorbemessung</b></p> <p>Im Zuge der vorstatischen Betrachtungen wurde zunächst das mindestens erforderliche Wandprofil – infolge Anforderungen Einbringverfahren – nachgewiesen.</p> <p>Dabei wurde von einem Spundwandprofil mit einer Steifigkeit von mindestens einer AZ 32-750 (<math>W_y \geq 3200 \text{ cm}^3/\text{m}</math>) ausgegangen, bei dem der Einbau hinsichtlich des anstehenden Bodens und der Mindeststeifigkeit für die Einbringtechnologie gemäß Baugrundgutachten [2.2] gesichert erscheint.</p> <p>Im Anschluss an die Berechnung der Bemessungsschnitte und der Ermittlung der resultierenden erforderlichen Mindesteinbindetiefe je Lastfall wurden die Ergebnisse in Abhängigkeit der elastischen Wandverformungen ausgewertet und ggf. die erforderlichen Wandsteifigkeit oder die Einbindetiefe erhöht.</p> <p>Untersucht wurden im Rahmen der vorstatischen Betrachtungen zwei Bemessungssituationen.</p> <p>Zuerst wurde der in der ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation (BS-P) der Vollstau <math>Z_v</math> untersucht. Dabei staut das Oberwasser bei +149,81 m und das Unterwasser bei +146,0 m an. In der Baugrube wird das Grundwasser bei 139,40 m berücksichtigt.</p> <p>Eine Untersuchung in der temporären Bemessungssituation (BS-T) erfolgte nicht, da die vorhergehenden hydraulischen Untersuchungen ergaben, dass bei einem Anstau des Oberwassers bei +150,57 m infolge des Hochwasserstauziels <math>Z_{H1}</math> das Unterwasser bis 147,40 m ansteigen lässt. Da die Oberkante der Spundwand im Unterwasserbereich bei 146,50 liegt, würde die Baugrube infolge des Hochwasserstauziels geflutet werden. Vor diesen Hintergrund und der anschließenden Betrachtung in der außergewöhnlichen Bemessungssituation wurde die temporäre Bemessungssituation nicht weiter untersucht. Stattdessen wurde in der außergewöhnlichen Bemessungssituation der bordvolle Anstau des Oberwasser- sowie Unterwasserbereichs bis OK Spundwand betrachtet.</p> <p>Nachdem die Wandverformungen auf ein verträgliches Maß begrenzt wurden, erfolgte im Zuge der vorstatischen Betrachtungen die Auslegung der erforderlichen Aussteifungssysteme.</p> <p>Im Folgenden werden die im Zuge der vorstatischen Betrachtungen ermittelten, erforderlichen Einbindetiefen ausgewiesen. Einzelne Ergebnisse sowie Ansätze können der Anlage A entnommen werden.</p> <p>Zudem werden die angesetzten Aussteifungssysteme ausgewiesen, um die den Bemessungsschnitten zu Grunde gelegten Steifigkeiten reell abzubilden zu können.</p>		
Bauteil:	I Grundlagen	Seite: 15
Kapitel:	1 Zusammenfassung der Vorbemessung	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617



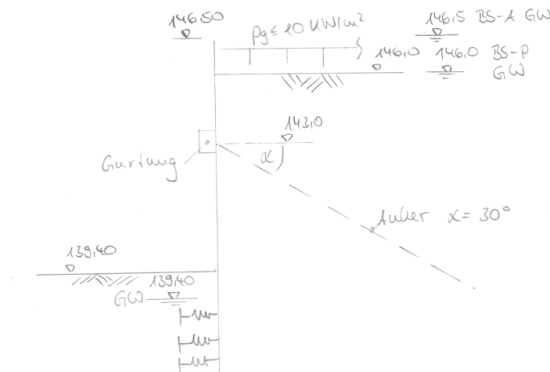
Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## II Bemessung

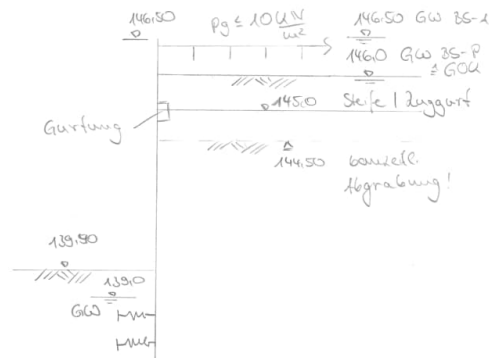
### 1 Bemessungsquerschnitte & stat. Systeme

Die HWS-Konstruktionen bzw. Baugrubenwände werden in den folgend abgebildeten Schnitten mit den dargestellten statischen Systemen untersucht. In den folgenden Bemessungsschnitten werden auch bereits die einwirkenden Lasten mit dargestellt. Als statisches System wird eine einfach verankertes, im Fußbereich gebettetes System entsprechend Baugrundsichtung betrachtet.

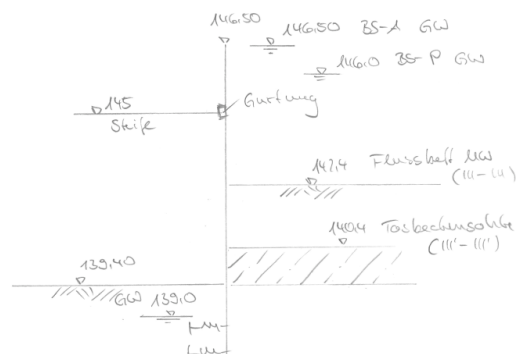
#### Schnitt I-I: verankerte Stirnseite Fangedamm



#### Schnitt II-II: Schnitt Fangedamm (einseitig) mit maximaler bauseitiger Abgrabung



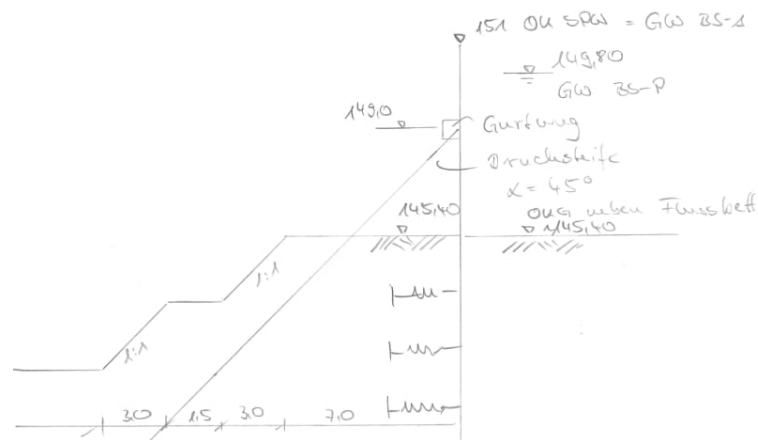
#### Schnitt III-III: HWS-Konstruktion Unterwasser zum Flussbett hin



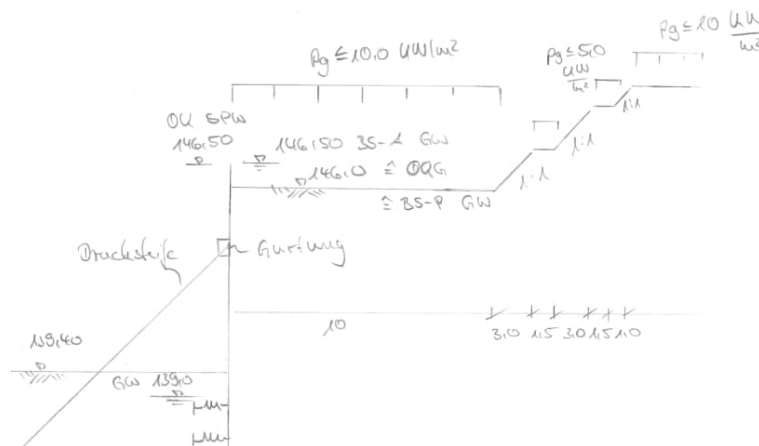
Bauteil:	II	Bemessung	Seite: 17
Kapitel:	1	Bemessungsquerschnitte & stat. Systeme	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

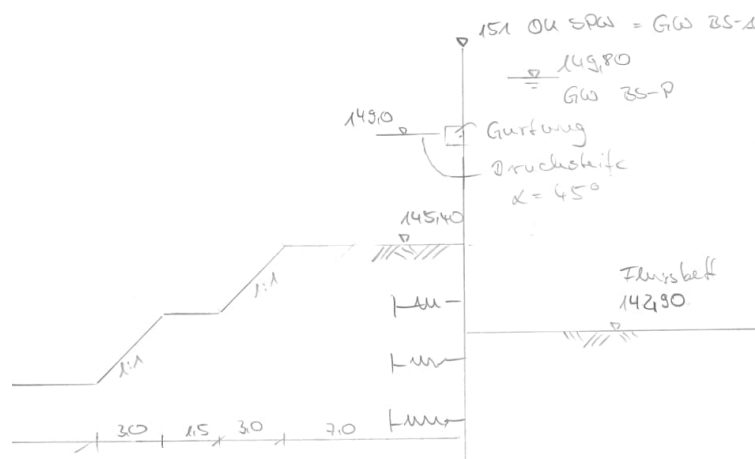
#### Schnitt IV-IV: HWS-Konstruktion Oberwasser zum ebenen Uferbereich neben Flussbett hin



#### Schnitt V-V: Baugrubenverbau am abgegrabenem Staudamm inklusive Drucksteife



#### Schnitt VI-VI: HWS-Konstruktion Oberwasser im Flussbett



Bauteil:	II	Bemessung	Seite: 18
Kapitel:	1	Bemessungsquerschnitte & stat. Systeme	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	



Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 2 Ermittlung Federsteifigkeit des Aussteifungssystems

Um die Gesamtsteifigkeit der Aussteifung in der Wandberechnung möglichst genau erfassen und damit die Gesamtverformung abschätzen zu können, wird folgend die Steifigkeit des Aussteifungssystems ermittelt.

Die Steifigkeit der Spundwandwandbohle wird programmintern berücksichtigt. Die Steifigkeit des Aussteifungssystems muss in das Programm eingegeben werden. Diese setzt sich aus der Biegesteifigkeit der Gurtung und der Dehnsteifigkeit der Steifen bzw. Anker zusammen. Die Ermittlung der Steifigkeiten erfolgt über die Ermittlung einer resultierenden Federkonstante.

Die Ermittlung der Federkonstante erfolgt auf Basis der im Zuge der Vorbemessung ermittelten, statisch erforderlichen Aussteifungssysteme.

Schnitt	Gurtung	Steife	Steifenabstand	Länge
I-I	2x U180	Titan 73/56	1,50 m	~21,0 m
II-II	2x U400	Rundstahlanker M95	4,50 m	13,50 m
III-III	HEA 320	Ro457x12,5	4,50 m	18,50 m
IV-IV	HEA 260	HP400x213	3,00 m	22,00 m
V-V (Pfahl 5)	HEA 280	HP400x122	3,00 m	16,00 m
V-V (Pfahl 6)	HEM 600 + Laschen 250x25	HP400x231	10,50 m	16,00 m
V-V (Pfahl 7)	HEM 600 + Laschen 250x25	HP400x140	3,00 m	17,50 m
VI-VI	HEA 260	Ro457x12,5	3,00 m	16,20 m

Für den Schnitt I-I wird die Dehnsteifigkeit des Titan 73/56 der Zulassung (Z-34.14-209) entnommen. In der Tabelle mit den Ergebnissen der Vorbemessung ist für den Titan 73/56 die statisch erforderliche Mindestlänge je Bemessungssituation ausgewiesen. Die Bemessung in der Entwurfsplanung wird basierend auf einer Ankerlänge (gesamt) von 21,0 m sowie einer freien Länge von 9,50 m durchgeführt.

Beim Schnitt V-V (Sonderlösung - SB) erfolgt die Ermittlung der Steifigkeit sowohl für die Steife mit den größeren Abmessungen als auch für die Steife mit den kleineren Abmessungen mit den größeren Abmessungen. Infolgedessen wird der Schnitt V-V in 3 Durchläufen mit einer jeweils anderen Steifigkeit gerechnet.

Bauteil:	II	Bemessung	Seite: 19
Kapitel:	2	Ermittlung Federsteifigkeit des Aussteifungssystems	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube		Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<p>Die Ermittlung der Federsteifigkeit erfolgt anhand einer Einheitslast von <math>F = 1 \text{ kN}</math>.</p> <p><b><u>Schnitt I-I – Stirnwand Fangedamm</u></b></p> <p>Dehnsteifigkeit Anker <math>EA = 272000 \text{ kN}</math> ... gemäß Zulassung Z-34.14-209</p> <p>Freie Stahllänge Anker <math>l_f = 9,50 \text{ m}</math></p> <p>Federkonstante aus Anker <math>k_1 = EA / l_f = 28631,57 \text{ kN/m}</math> ... axialer Anteil</p> <p><math>k'_1 = k_1 \cdot \cos(30^\circ) = 24795,66 \text{ kN/m}</math> ... horizontaler Anteil</p> <p>Ankerabstand <math>a = 1,50 \text{ m}</math></p> <p>Trägheitsmoment Gurtung <math>I = 2700 \text{ cm}^4</math> ... 2x U180</p> <p>Durchbiegung Gurtung <math>w_G = (a^4 \cdot F) / (384 \cdot EI) = 2,325 \times 10^{-6} \text{ m / kN/m}</math></p> <p>... beidseitig eingespannter Träger</p> <p>Federkonstante Gurtung <math>k_2 = 1 / w_G = 430080 \text{ kN/m /m}</math></p> <p>Es wird davon ausgegangen, dass die Gurtung als Durchlaufträger eingebaut wird. Die größte Auflagerkraft resultiert damit unter Gleichlast am 2. Auflager.</p> <p>Die Gesamtverformung am Gesamtsystem unter Berücksichtigung einer Einheitslast ergibt sich wie folgt:</p> <p>Gesamtverformung <math>w_{\text{ges}} = (1,13 \cdot a) / k_1 + 1 / k_2 = 6,15255 \times 10^{-5} \text{ m}</math></p> <p>Federsteifigkeit Aussteifung <math>k_{\text{ges}} = 1 / w_{\text{ges}} = 14147,50 \text{ kN/m /m}</math></p> <p>Da im Berechnungsprogramm der Anker mit gesamten Länge berücksichtigt wird, ist die Federsteifigkeit noch mit der Ankerlänge bis zum Ansetzpunkt der tiefen Gleitfuge zu multiplizieren.</p> <p>Dehnsteifigkeit Ankersystem <math>k'_{\text{ges}} = k_{\text{ges}} \cdot 13,50 \text{ m} = 190991 \text{ kN/m}</math></p> <p><b><u>Schnitt II-II - Fangedamm</u></b></p> <p>E-Modul <math>E = 210000 \text{ N/mm}^2</math></p> <p>Querschnittsfläche <math>A = 62,73 \text{ cm}^2</math> ... für M95</p> <p>Steifenlänge <math>l = 13,50 \text{ m}</math></p> <p>Federkonstante aus Anker <math>k_1 = E \cdot A / l = 97580 \text{ kN/m}</math></p> <p>Ankerabstand <math>a = 4,50 \text{ m}</math></p> <p>Trägheitsmoment Gurtung <math>I = 40700 \text{ cm}^4</math> ... 2x U400</p> <p>Durchbiegung Gurtung <math>w_G = (a^4 \cdot F) / (384 \cdot EI) = 1,249 \times 10^{-5} \text{ m / kN/m}</math></p> <p>Federkonstante Gurtung <math>k_2 = 1 / w_G = 80037,75 \text{ kN/m /m}</math></p>		
Bauteil:	II Bemessung	Seite: 20
Kapitel:	2 Ermittlung Federsteifigkeit des Aussteifungssystems	Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

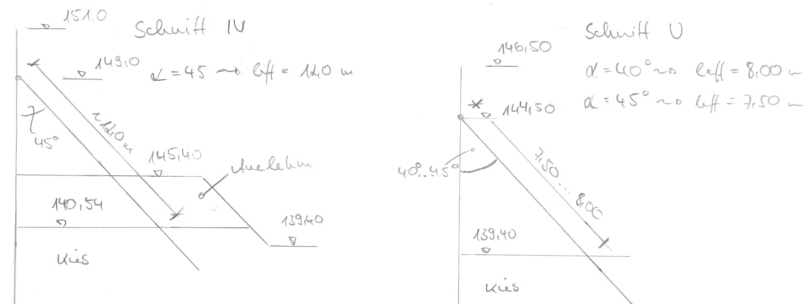
Es wird davon ausgegangen, dass die Gurtung als Durchlaufträger eingebaut wird. Die größte Auflagerkraft resultiert damit unter Gleichlast am 2. Auflager. Die Gesamtverformung am Gesamtsystem unter Berücksichtigung einer Einheitslast ergibt sich wie folgt:

Gesamtverformung  $w_{ges} = (1,13 \cdot a) / k_1 + 1 / k_2 = 6,46 \times 10^{-5} \text{ m}$

Federsteifigkeit Aussteifung  $k_{ges} = 1 / w_{ges} = 15479 \text{ kN/m /m}$

Die Dehnsteifigkeiten bzw. Federsteifigkeiten der weiteren Bemessungsschnitte werden analog zum Schnitt II-II bzw. zu Schnitt I-I ermittelt. Infolgedessen werden an dieser Stelle nur noch die resultierenden Dehnsteifigkeiten ausgegeben.

Bei den schrägen Drucksteifen bleibt zu beachten, dass diese als VM-Pfähle ausgeführt werden. VM-Pfähle sind Stahlträger die mit einem spitzen Pfahlfuß ausgeführt werden. Durch den Pfahlfuß wird der Baugrund verdrängt. Während des Einbringvorganges wird in den frei gewordenen Bereich oberhalb des Pfahlfußes Mörtel injiziert. Demzufolge ist die Dehnung im Bereich des mit Mörtel verpressten Querschnitts behindert. Es erfolgt Lastübergabe an den Baugrund, folglich eine Lastabnahme. Vor diesen Hintergrund wird zur Ermittlung der Dehnsteifigkeit für die Schnitte IV-IV, V-V - Pfahl 5, V-V - Pfahl 6 sowie V-V - Pfahl 7 nur die frei Länge oberhalb der Baugrubensohle bzw. der Kiesschicht berücksichtigt. Der Auelehm (Schnitt IV-IV) wird der freien Stahllänge zugerechnet, da dieser nicht tragfähig ist und somit keine Lastübergabe stattfindet.



Schnitt III-III	$k_{ges} = 20931 \text{ kN/m /m}$
Schnitt IV-IV	$k_{ges} = 50719 \text{ kN/m /m}$
Schnitt V-V – Pfahl 5	$k_{ges} = 54574 \text{ kN/m /m}$
Schnitt V-V – Pfahl 7	$k_{ges} = 34062 \text{ kN/m /m}$
Schnitt V-V – Pfahl 6	$k_{ges} = 16158 \text{ kN/m /m}$
Schnitt VI-VI	$k_{ges} = 32525 \text{ kN/m /m}$

Steifen

fertig vor zurück

Abbruch laden

1 Steifen ändern

sortieren speichern

☐ V-Last als Verkehr

Nr.	Tiefe [mNHN]	Neigung [°]	Länge [m]	EA [kN/m]	EI [kN·m²/m]	V-Last [kN/m²/m]	Gelenk links	Gelenk rechts	Anz. Stäbe
1	145.00	0.0	1.00	2.093E+4	2.100E+7	0.00	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> ja	10

Eingabe Federsteifigkeit am Beispiel des Schnitts III-III

Baumaßnahme: Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt		Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber: Thüringer Fernwasserversorger		-
Verfasser: INROS LACKNER SE, NL Cottbus		Datum: 30.09.2024

### 3 Bemessung der Spundwand

Die Spundwandkonstruktion wird hinsichtlich der Geometrie und Einwirkungen in den im Kapitel II-3 ausgewiesenen Bemessungsschnitten untersucht. Jeder Bemessungsschnitt wird wiederum in zwei Bemessungssituationen untersucht. Zum Einem wird in der ständigen Bemessungssituation der Vollstau  $Z_v$  und zum anderen in der außergewöhnlichen Bemessungssituation der bordvolle Anstau bis OK Spundwand untersucht. Dies sind bezüglich der Auslastung die maßgebenden Lastfälle für den Nachweis der äußeren Standsicherheit der Spundwand.

Zusätzlich werden für die Schnitte II und III jeweils ein Lastfall in der ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation untersucht, in der das Unterwasser seinen minimalen Wasserstand erreicht. Dieser Lastfall wird betrachtet, da daraus die minimalen Einwirkungen aus der Aussteifung im Schnitt III – HWS-Konstruktion im Unterwasser – resultieren. Diese Einwirkungen werden im späteren Verlauf für die Nachweisführung des Fangedamms erforderlich.

Hinzukommend werden für den Nachweis des Fangedamms zur Ermittlung der resultierenden Ankerkräfte, resultierend aus der Superposition der Druckkräfte aus der Steife im Schnitt III bzw. III' mit den Zugkräften des Zuggurtes in Schnitt II, zusätzliche Schnitte (IIa + IIb) geführt. Die charakteristischen Steifenkräfte des Schnittes III werden im Schnitt II berücksichtigt.

Der Bemessungsschnitt V wird mit 3 unterschiedlichen Steifigkeiten untersucht. Es wird unterschieden in Normalbereich (Pfahl 5), minimaler (Pfahl 7) und maximaler (Pfahl 6) Sonderbereich bzgl. der axial resultierenden Pfahlkräfte.

Infolgedessen ergeben sich die folgenden untersuchten GGU-Bemessungsschnitte:

Schnitt I-I	BS-P	$h_w = +146,00 \text{ m}$
	BS-A	$h_w = +146,50 \text{ m}$
Schnitt II-II	BS-P-1	$h_w = +146,00 \text{ m}$
	BS-P-2	$h_w = +142,40 \text{ m}$
	BS-A	$h_w = +146,50 \text{ m}$
Schnitt IIa-IIa	BS-P-1	$h_w = +146,00 \text{ m}$ / Einwirkung aus Steife III-BS-P-1
	BS-P-2	$h_w = +142,40 \text{ m}$ / Einwirkung aus Steife III-BS-P-2
	BS-A	$h_w = +146,50 \text{ m}$ / Einwirkung aus Steife III-BS-A
Schnitt IIb-IIb	BS-P-1	$h_w = +146,00 \text{ m}$ / Einwirkung aus Steife III'-BS-P-1
	BS-P-2	$h_w = +142,40 \text{ m}$ / Einwirkung aus Steife III'-BS-P-2
	BS-A	$h_w = +146,50 \text{ m}$ / Einwirkung aus Steife III'-BS-A
Schnitt III-III	BS-P-1	$h_w = +146,50 \text{ m}$ / Bereich Flussbett OKG +142,40 m
	BS-P-2	$h_w = +142,40 \text{ m}$ / Bereich Flussbett OKG +142,40 m
	BS-A	$h_w = +146,00 \text{ m}$ / Bereich Flussbett OKG +142,40 m
Schnitt III'-III'	BS-P-1	$h_w = +146,50 \text{ m}$ / Bereich Tosbeckensohle OKG +140,40 m
	BS-P-2	$h_w = +142,40 \text{ m}$ / Bereich Tosbeckensohle OKG +140,40 m
	BS-A	$h_w = +146,00 \text{ m}$ / Bereich Tosbeckensohle OKG +140,40 m

Bauteil: II	Bemessung	Seite: 22
Kapitel: 3	Bemessung der Spundwand	Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	



Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

Im Folgenden werden ausschließlich die Ergebnisse der vereinheitlichten Bemessungsschnitte ausgewiesen. Die EDV-Ausgaben der Bemessungsschnitte werden anbei in der Anlage A beigelegt. Die Bemessungsschnitte BS-P-2 mit den sich minimal einstellenden Wasserspiegel werden hierbei vernachlässigt, da diese Schnitte nicht maßgebend werden.

Hochwasserschutz / Baugrubenverbau - SPW - Ergebnisse Entwurfsplanung																																
Schnitt		I-I		II-II		IIa-IIa		IIb-IIb		III-III		III'-III'		IV-IV		V-V	V-V - Pfahl 5		V-V - Pfahl 7		V-V - Pfahl 6		VI-VI									
Lage Verbau		Querseite FD		Längsseite FD						HWS UW				HWS OW Staudamm		BGV Staudamm								HWS OW Flussbett								
Bemessungssituation / Lastfall	BS-...	P	A	P-1	A	P-1	A	P-1	A	P-1	A	P-1	A	P	A	P	P	A	P	A	P	A	P	A								
WSP	m NHN	146,00	146,50	146,00	146,50	146,00	146,50	146,00	146,50	146,00	146,50	146,00	146,50	149,80	151,00	146,00	146,00	146,50	146,00	146,50	146,00	146,50	149,80	151,00								
GW (passiv)	m NHN	139,00																142,40	139,00													
Erddruck	AE / EAE	EAE (f = 0,25)														AE		EAE (f = 0,25)										AE				
OK SPW	m NHN	146,50														151,00		146,50								151,00						
OKG (aktive Seite)	m NHN	146,00								142,40		142,40		140,40		140,40		145,40		145,40		146,00				142,90		142,90				
Baugrubensohle	m NHN	139,40																143,00	139,40													
OK Berme (passiv)	m NHN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	145,40	145,40	-	-	-	-	-	-	145,40	145,40									
Steifen / Anker	m NHN	143,00				145,00						149,00		-		144,50		144,50		144,50		149,00										
Winkel Austeifung	°	30		0						45		0		45		40		45		45												
Verdrehung	°	0		0						0		0		0		0		20		0												
Profil SPW	(erf.)	AZ32-750																														
Stahlgüte	-	S 240 GP														S 320 GP		S 240 GP								S 320 GP						
erf. Einbindtiefe	m	7,10								6,40				15,10		7,10								15,10								
Auslastung SPW	-	0,28	0,21	0,76	0,64	0,78	0,66	0,78	0,66	0,66	0,56	0,63	0,53	0,63	0,62	0,48	0,63	0,53	0,63	0,53	0,61	0,51	0,65	0,66								
Verformung w <sub>k</sub>	mm	30,20	35,50	34,70	39,40	30,50	34,40	30,80	34,70	26,90	30,90	25,10	28,90	54,00	71,70	48,80	44,50	50,30	46,00	53,70	50,90	64,90	53,50	74,50								
UK <sub>SPW</sub>	m NHN	132,30								133,00				130,30		132,30								130,30								
Länge SPW	m	14,20								13,50				20,70		14,20								20,70								

Wie in der Tabelle abgebildet, konnte die Spundwand in jeden Bemessungsschnitt mit einer ausreichenden Sicherheit nachgewiesen werden.

Die maximalen Verformungen liegen in der ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation bei 54,00 mm, zum Vergleich siehe Schnitt IV – BS-P. Dies entspricht in etwa der beabsichtigten Begrenzung der Verformungen von < 50 mm. Die geringfügige Überschreitung von 4,00 mm wird hingenommen, da die im Baugrundgutachten [2.2] ausgewiesene Steifigkeit des Baugrunds für den Ansatz halbiert wurde. In der außergewöhnlichen Bemessungssituation liegen die maximalen Verformungen bei 74,50 mm. Diese Überschreitung von 24,50 mm wird an dieser Stelle als vertretbar angesehen, da die Baugrube während des bordvollen Anstau bereits geräumt ist.

Gewählte Spundwand (min. erforderlich)

Schnitt I-I / II-II / V-V	AZ 32-750 S 240 GP	OK SPW = 146,50 m	UK SPW = 132,30 m
Schnitt III-III	AZ 32-750 S 240 GP	OK SPW = 146,50 m	UK SPW = 133,00 m
Schnitt IV-IV / VI-VI	AZ 32-750 S 320 GP	OK SPW = 151,00 m	UK SPW = 130,30 m

- Hinweis -

Für den Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit der zurückverankerten Spundwand im Schnitt I-I wird abweichend vom Baugrundgutachten [2.2] ein höherer charakteristischer Spitzendruck von  $q_{b,k} = 33,3 \text{ MN/m}^2$ , anstatt  $q_{b,k} = 20,0 \text{ MN/m}^2$ , erforderlich. Gemäß Baugrundgutachten [2.2] darf ab einer Koordinate von +136,50 m in Schicht 5 – Keuper (verwittert) bei rammenden Einbringverfahren ohne Vorbohren 75 % des ausgewiesenen Spitzendrucks von  $q_{b,k} = 20,0 \text{ MN/m}^2$  angesetzt werden. Wie bereits in Abschnitt I Kapitel 4.3.3 erläutert, steigen ab der Koordinate 133,96 m NHN die Schlagzahlen um ein Vielfaches an, woraus geschlussfolgert wird, dass ab dieser Koordinate der von der Schicht 5 – Keuper, verwittert aufnehmbare charakteristische Spitzendruck zunimmt. Die Spundwand im Schnitt I-I wird bei 132,30 m NHN abgesetzt. Vor diesen Hintergrund scheint der Ansatz eines betragsmäßig höheren charakteristischen Spitzendruckes als gerechtfertigt.

Die geotechnische Annahme ist im Zuge der vorab der Ausführung ausgeführten Probelbelastungen der Gründungselemente zu bestätigen.

Kann der angenommene charakteristische Spitzendruck in den Pfahlprobelbelastungen nicht nachgewiesen werden, ist der Spundwandfuß alternativ zu verpressen. Hierzu sind Untersuchungen dann innerhalb der Probelbelastungen vorzunehmen.

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

Folgende für die Bemessung der Aussteifungssysteme maßgebenden Steifenkräfte können den Bemessungsschnitten entnommen werden.

Schnitt	BS-...	N <sub>Ed'</sub>	N <sub>Ed</sub>	Einheit
I	P	405	413	kN/m
	A	348	400	
II	P-1	278	283	
	P-2	163	163	
	A	242	278	
IIa	P-1	81	86	
	P-2	119	121	
	A	63	73	
IIb	P-1	97	102	
	P-2	133	134	
	A	76	87	
III	P-1	200	205	
	P-2	44	44	
	A	181	209	
III'	P-1	184	189	
	P-2	30	31	
	A	169	194	
IV	P	195	201	
	A	228	262	
V - Pfahl 5	P	291	297	
	A	254	292	
V - Pfahl 6	P	287	293	
	A	249	286	
V - Pfahl 7	P	290	296	
	A	253	291	
VI	P	208	214	
	A	243	280	
Im BS-A (N <sub>Ed</sub> ) werden entsprechend EAB EB 52 (12) die maßgebenden Schnittgrößen für die Bemessung der Aussteifung um 15 % erhöht				
N <sub>Ed</sub>	Nachweis EC3			
N <sub>Ed'</sub>	Erdstatische Nachweise			

In den Bemessungsschnitten IIa-IIa sowie IIb-IIb in der Anlage A werden die einwirkenden Steifenlasten aus dem Schnitt III-III bzw. III'-III' charakteristisch angesetzt.

Die Steifenlasten resultieren vollständig aus ständigen Lasten. Infolgedessen sind die Lasten für die ständige und vorübergehenden Bemessungssituation wie folgt umzurechnen:

$$\text{III} - \text{BS-P-1} \quad p = 205 \text{ kN/m} / 1,35 = 152 \text{ kN/m}$$

$$\text{III} - \text{BS-P-2} \quad p = 44 \text{ kN/m} / 1,35 = 33 \text{ kN/m}$$

$$\text{III} - \text{BS-P-1} \quad p = 189 \text{ kN/m} / 1,35 = 140 \text{ kN/m}$$

$$\text{III} - \text{BS-P-1} \quad p = 31 \text{ kN/m} / 1,35 = 23 \text{ kN/m}$$

- Hinweis -

In den Schnitten IV + VI wird die Kohäsion auf der passiven Seite = 0 gesetzt. Damit soll der Verlust der Kohäsion bei Durchfeuchtung der Auelehmschicht (bspw. Regen) abgedeckt werden.

Bauteil: II	Bemessung	Seite: 25
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	



Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 4 Nachweis der Gurtung

Im Zuge der Vorbemessung wurden folgende erforderliche Gurtungen ermittelt.

Schnitt	Gurtung	N <sub>Ed,P</sub>	N <sub>Ed,A</sub>	Steifenabstand
I-I	2x U180	413 kN/m	400 kN/m	1,50 m
II-II	2x U400	283 kN/m	278 kN/m	4,50 m
III-III	HEA 320	205 kN/m	209 kN/m	4,50 m
IV-IV	HEA 260	201 kN/m	262 kN/m	3,00 m
V-V (Pfahl 5)	HEA 280	297 kN/m	292 kN/m	3,00 m
V-V (Pfahl 6)	HEM 600 + Laschen	293 kN/m	286 kN/m	10,50 m
V-V (Pfahl 7)	HEM 600 + Laschen	296 kN/m	291 kN/m	3,00 m
VI-VI	HEA 260	214 kN/m	280 kN/m	3,00 m

Der Nachweis der Gurtung erfolgt im Zuge der Entwurfsplanung anhand des einfachen Biegenachweises. Alle Gurtungen werden in der Stahlgüte S 355 ausgeführt. Die Ermittlung der Bemessungsmomente erfolgt mit  $M_{Ed} = q \cdot l^2 / 10$ . Der Teilsicherheitsbeiwert auf der Widerstandsseite liegt unabhängig von der Bemessungssituation bei  $\gamma_s = 1,00$ . Vor diesen Hintergrund werden nur die maßgebenden Bemessungssituationen nachgewiesen. Lediglich die Gurtung des Schnittes V – Sonderbereich wird nicht händisch nachgewiesen und erfolgt anschließend mittels R-Stab.

### 4.1 Schnitt I-I

Einwirkung	$M_{Ed} = 413 \cdot 1,50^2 / 10 = 93 \text{ kNm}$		
Widerstand	2x U180	$W_{el,y} = 2x 150 \text{ cm}^3 = 300 \text{ cm}^3$	$M_{el,Rd} = 300 \text{ cm}^3 \cdot 35,5 \text{ kN/m}^2 / (1,00 \cdot 100) = 106,5 \text{ kNm}$
Nachweis	$\eta = M_{Ed} / M_{el,Rd} = 93 \text{ kNm} / 106,5 \text{ kNm} = 0,87 < 1,0 \quad \dots \text{ Nachweis erfüllt!}$		

### 4.2 Schnitt II-II

Einwirkung	$M_{Ed} = 283 \cdot 4,50^2 / 10 = 573 \text{ kNm}$		
Widerstand	2x U400	$W_{el,y} = 2x 1020 \text{ cm}^3 = 2040 \text{ cm}^3$	$M_{el,Rd} = 2040 \text{ cm}^3 \cdot 35,5 \text{ kN/m}^2 / (1,00 \cdot 100) = 724,2 \text{ kNm}$
Nachweis	$\eta = M_{Ed} / M_{el,Rd} = 573 \text{ kNm} / 724,2 \text{ kNm} = 0,79 < 1,0 \quad \dots \text{ Nachweis erfüllt!}$		

### 4.3 Schnitt III-III

Einwirkung	$M_{Ed} = 209 \cdot 4,50^2 / 10 = 423 \text{ kNm}$		
Widerstand	HEA 320	$W_{el,y} = 1480 \text{ cm}^3$	$M_{el,Rd} = 1480 \text{ cm}^3 \cdot 35,5 \text{ kN/m}^2 / (1,00 \cdot 100) = 525,4 \text{ kNm}$
Nachweis	$\eta = M_{Ed} / M_{el,Rd} = 423 \text{ kNm} / 525,4 \text{ kNm} = 0,80 < 1,0 \quad \dots \text{ Nachweis erfüllt!}$		

Bauteil: II	Bemessung	Seite: 26
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme: Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt		Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber: Thüringer Fernwasserversorger		-
Verfasser: INROS LACKNER SE, NL Cottbus		Datum: 30.09.2024

#### 4.4 Schnitt IV-IV

Einwirkung  $M_{Ed} = 262 \cdot 3,00^2 / 10 = 236 \text{ kNm}$

Widerstand HEA 260  $W_{el,y} = 836 \text{ cm}^3$

$$M_{el,Rd} = 836 \text{ cm}^3 \cdot 35,5 \text{ kN/m}^2 / (1,00 \cdot 100) = 296,78 \text{ kNm}$$

Nachweis  $\eta = M_{Ed} / M_{el,Rd} = 236 \text{ kNm} / 296,78 \text{ kNm} = 0,80 < 1,0 \dots \text{Nachweis erfüllt!}$

#### 4.5 Schnitt V-V – Pfahl 5

Einwirkung  $M_{Ed} = 297 \cdot 3,00^2 / 10 = 267,3 \text{ kNm}$

Widerstand HEA 280  $W_{el,y} = 1010 \text{ cm}^3$

$$M_{el,Rd} = 1010 \text{ cm}^3 \cdot 35,5 \text{ kN/m}^2 / (1,00 \cdot 100) = 358,55 \text{ kNm}$$

Nachweis  $\eta = M_{Ed} / M_{el,Rd} = 267,3 \text{ kNm} / 358,55 \text{ kNm} = 0,75 < 1,0 \dots \text{Nachweis erfüllt!}$

#### 4.6 Schnitt VI-VI

Einwirkung  $M_{Ed} = 280 \cdot 3,00^2 / 10 = 252 \text{ kNm}$

Widerstand HEA 260  $W_{el,y} = 836 \text{ cm}^3$

$$M_{el,Rd} = 836 \text{ cm}^3 \cdot 35,5 \text{ kN/m}^2 / (1,00 \cdot 100) = 296,78 \text{ kNm}$$

Nachweis  $\eta = M_{Ed} / M_{el,Rd} = 252 \text{ kNm} / 296,78 \text{ kNm} = 0,85 < 1,0 \dots \text{Nachweis erfüllt!}$

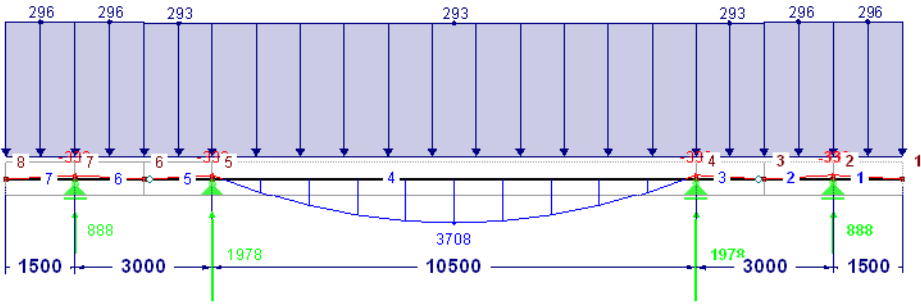
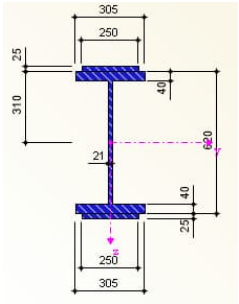
  

#### 4.7 Schnitt V-V – Pfahl 6 + Pfahl 7

Die Bemessung der Gurtung im Schnitt V - Sonderbereich erfolgt am 3-Feldträger mit beidseitigen Kragarm. In den äußeren Feldern werden mittig Momentengelenke angeordnet, um die mittigen Träger zu entlasten. Der Kragarm wird mit einer Länge von 1,50 m berücksichtigt, was dem halben Pfahlabstand des Normalbereiches entspricht.

Der Nachweis erfolgt mit dem Berechnungsprogramm R-Stab 8.33.01.

Die Bemessung wird nur auszugsweise ausgewiesen.

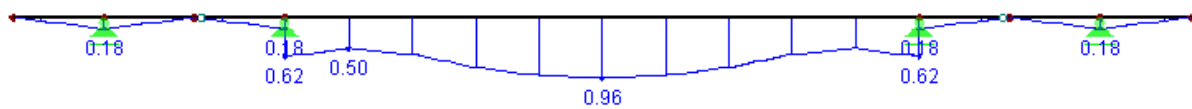
Bauteil: II	Bemessung	Seite: 27
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:		Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt		Bauwerksnummer (ASB):	
Auftraggeber:		Thüringer Fernwasserversorger		-	
Verfasser:		INROS LACKNER SE, NL Cottbus		Datum: 30.09.2024	

STAHL EC3 FA1

Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis, Schweißnahtbemessung, Druckbemessung, Plastische Bemessung

In Y-Richtung



Max Nachweis: 0.96

Belastung	Bezeichnung	Stab Nr.	Stelle x [mm]	Nachweis Ausnutzung	Nachweis nach Formel	BS
Tragfähigkeitsnachweise						
LF1	NEd - BS-P	4	5250	0,96 ≤ 1	CS143) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgem	ST+V
LF2	NEd - BSA	4	5250	0,94 ≤ 1	CS112) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3	AU

Damit konnte die Gurtung mit einer ausreichenden Sicherheit nachgewiesen werden.

Die Gurtung ist im Zuge der Ausführungsplanung durch eine Fuge von der Gurtung im Schnitt V – Normalbereich (Pfahl 5) zu trennen. Die Gurtung ist als Dreifeldträger mit beidseitigen Kragarm auszuführen. Das Innenfeld ist mit Stützweite von 10,50 m, die Außenfelder mit 3,00 m auszuführen. Die Kragarmlänge beträgt 1,50 m. In den Außenfeldern sind mittig Momentengelenke anzuordnen.

Die Lager bilden die Anschlüsse der Drucksteifen ab. Die Gurtung ist an jeden Spundwandberg auf einer Konsole aufzulagern.

Der Querschnitt der Gurtung ist als HEM600 mit Laschen auf Unter- sowie Obergurt mit den mindestens erforderlichen Abmessungen 250 mm x 25 mm auszuführen.

Bauteil: II Bemessung		Seite: 28
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube		
Projekt-Nr.: 2022-0617		

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 5 Nachweis des Ankers – Innere Tragfähigkeit

Als Anker wurde im Zuge der Vorbemessung ein Titan 52/26 gewählt. Der Titan 52/26 wird in jedem zweiten Spundwandberg mittels der Gurtung an die Spundwand angeschlossen. Dies entspricht einem Ankerabstand von 1,50 m.

Im Zuge der Spundwandbemessung sind folgende maßgebende Steifenlasten als Linienlasten ermittelt worden, zum Vergleich siehe Kapitel II-6. Die ermittelten Lasten werden auf die axial wirkenden Ankerlasten mittels dem gewählten Ankerabstand von 1,50 m umgerechnet. Es wird eine Durchlaufwirkung ( $f = 1,13$ ) berücksichtigt.

### Einwirkungen

$$\text{BS-P} \quad N_{Ed} = 412 \text{ kN/m} \quad F_{Ed} = 412 \text{ kN/m} \cdot 1,50 \text{ m} \cdot 1,13 = 698 \text{ kN}$$

$$\text{BS-A} \quad N_{Ed} = 400 \text{ kN/m} \quad F_{Ed} = 400 \text{ kN/m} \cdot 1,50 \text{ m} \cdot 1,13 = 678 \text{ kN}$$

Als Bauprodukt wird das System von Ischebek gewählt, zum Vergleich s. Zulassung Z-34.14-209.

Tabelle 7: Charakteristische Tragfähigkeit  $R_k$  [kN] des Stahltragglieds in Abhängigkeit von der Zementsteinüberdeckung  $c$

TITAN Typ	30/11	40/20	40/16	52/29	52/26	73/56	73/53	73/45	73/35	103/78	103/51
c [mm]	100	75	75	90	60	65	70	40	30	70	30
$R_k$ [kN]	255	430	530	635	710	865	975	1220	1390	1770	2540
c [mm]	50	40	40	50	35	35	40	25	20	45	20
$0,90 \cdot R_k$ [kN]	230	387	477	572	639	779	878	1098	1251	1593	2286
c [mm]	30	25	25	30	25	25	25	20	-	30	-
$0,80 \cdot R_k$ [kN]	204	344	424	508	568	692	780	976	-	1416	-
c [mm]	20	20	20	20	20	20	20	-	-	20	-
$0,70 \cdot R_k$ [kN]	179	301	371	445	497	606	683	-	-	1239	-

### Innere Standsicherheit

$$R_d = 865 / 1,15 = 752 \text{ kN} \quad \dots \text{TITAN 73/56}$$

$$\eta = 698 \text{ kN} / 752 \text{ kN} = 0,93 \leq 1,0 \quad \dots \text{Nachweis erfüllt!}$$

**gewählter Pfahltyp: Ischebeck TITAN 52/26**

$$\text{TITAN 52/26} \quad l_{eff} = 21,0 \text{ m} + l_{\bar{u}} \quad d_{min} = 15 \text{ cm} \quad \alpha = 30^\circ \dots \text{bei } 143,0 \text{ m}$$

Im Zuge der Herstellung ist ein luftseitiger Überstand ( $l_{\bar{u}}$ ) von 0,30 m zu berücksichtigen.

Die Ausführung erfolgt entsprechend der Zulassung Z-34.14-209!

Bauteil: II	Bemessung	Seite: 29
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 6 Nachweis der horizontalen Aussteifungssysteme

Im Zuge der Vorbemessung wurden folgende statisch erforderliche Querschnitte für die Steifen und Zugurte anhand von Nebenrechnungen ermittelt.

Der Schnitt I-I wird nicht nochmal aufgeführt, da dieser bereits im vorhergehenden Kapitel nachgewiesen wurde.

Schnitt	Steife	Steifenabstand	Länge
II-II	Rundstahlanker M100	4,50 m	13,50 m
III-III	Ro457,0x12,5	4,50 m	18,50 m
IV-IV	HP400x213	3,00 m	22,00 m
V-V (NB)	HP400x158	3,00 m	16,00 m
V-V (SBmax)	HP400x231	10,50 m	16,00 m
V-V (SBmin)	HP400x158	3,00 m	18,00 m
VI-VI	Ro457,0x12,5	3,00 m	16,20 m

Die ausführliche Nachweisführung bezüglich der inneren Tragfähigkeit der Aussteifungssysteme erfolgt im Zuge der LP04 (Genehmigungsstatik) und wird damit an dieser Stelle nicht weiter ausgewiesen.

Bauteil: II	Bemessung	Seite: 30
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

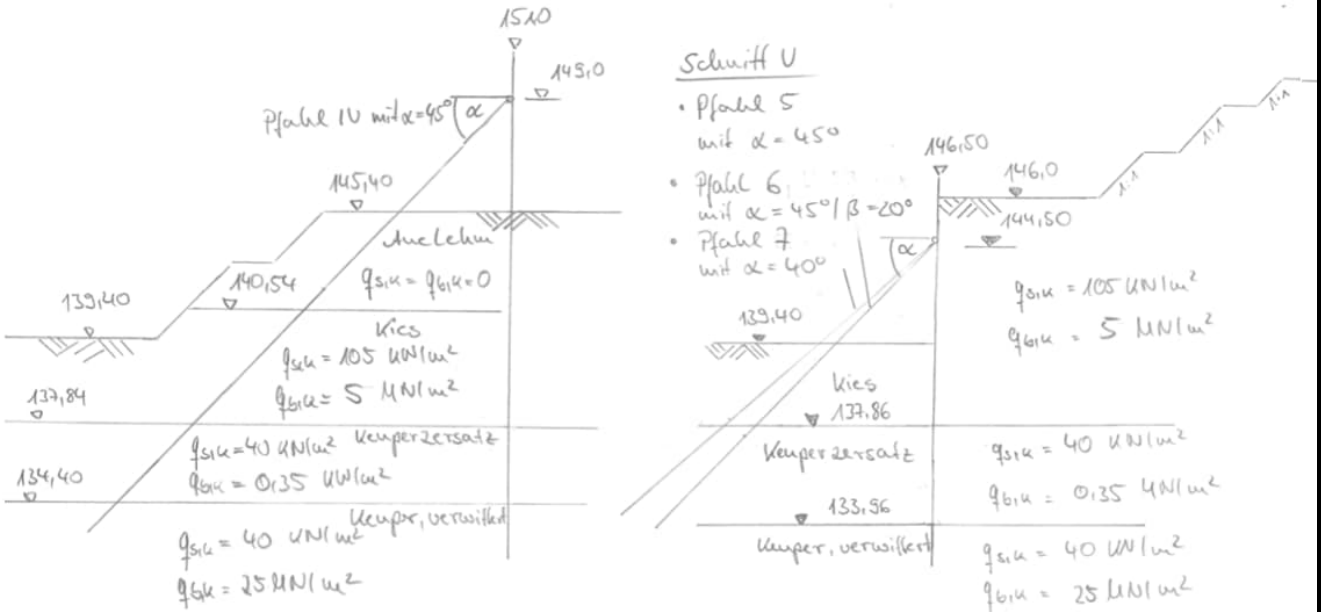
Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

# 7 Äußere Standsicherheit der Druckpfähle

## 7.1 Allgemeines

In diesen Kapitel wird nachgewiesen, dass die Druckpfähle in der Lage sind die axialen Lasten über Pfahlmantelreibung und Pfahlspitzendruck in den Baugrund weiterzuleiten.

Dem Baugrundgutachten [2.2] sowie dem Kapitel II-3 können folgende Bemessungsgrundlagen für die schrägen Abstützpfähle entnommen werden.



Der Lastabtrag erfolgt über die Pfahlmantelreibung und den Pfahlspitzendruck. Die Pfähle werden als VM-Pfähle ausgebildet. Der Pfahlfuß wird identisch zur nebenstehenden Abbildung ausgebildet. Durch den angeschlossenen Pfahlfuß wird beim Einbringen der Baugrund direkt vor dem Pfahlfuß verdrängt und im Bereich oberhalb des Pfahlfußes durch Mörtel ersetzt. Dadurch bildet sich ein quadratischer Vollquerschnitt aus. Vor diesem Hintergrund wird der während der Ermittlung des Widerstands infolge Mantelreibung der volle Umfang und infolge Pfahlspitzendruck der volle Querschnitt des Trägers berücksichtigt.



Als Querschnitte werden folgende Profile berücksichtigt.

Schnitt	Profil	Länge [m]	hxb [cm]	A [cm²]	U [m]
IV-IV	HP400x213	22,0	36,8x40	1472	1,536
V-V (Pfahl 5)	HP400x122	16,0	34,8x39,0	1357,2	1,476
V-V (Pfahl 6)	HP400x231	16,0	37,2x40,2	1495,5	1,548
V-V (Pfahl 7)	HP400x140	17,50	35,2x39,2	1379,84	1,488

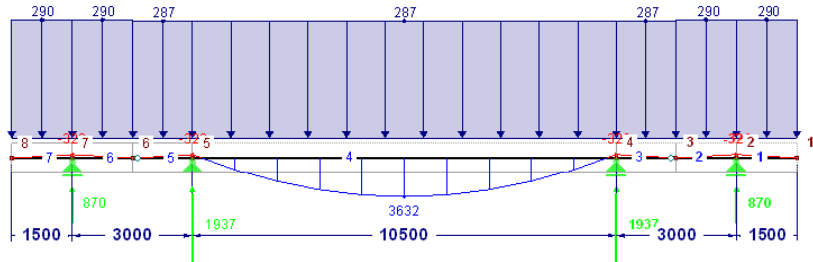


Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

Folgende Einwirkungen werden maßgebend, zum Vergleich s. Kapitel II-6.

IV	BS-P	$p_{Ed,P} = 195 \text{ kN/m}$			
	BS-A	$p_{Ed,A} = 228 \text{ kN/m}$			
V Pfahl 5	BS-P	$p_{Ed,P} = 291 \text{ kN/m}$			
	BS-A	$p_{Ed,A} = 254 \text{ kN/m}$			
V Pfahl 6	BS-P	$p_{Ed,P} = 287 \text{ kN/m}$	V Pfahl 7	BS-P	$p_{Ed,P} = 290 \text{ kN/m}$
	BS-A	$p_{Ed,A} = 249 \text{ kN/m}$		BS-A	$p_{Ed,A} = 253 \text{ kN/m}$

Die Auflagerlasten wurden bereits in einem Modell im Kapitel II-9 ermittelt. Die resultierenden Auflagerlasten werden folgend nochmal ausgewiesen.



### 3.2 Stablasten

LF3: NEd' - BS-P

Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe	1,2,6,7	Kraft	Konstant	z	Wahre Länge	p	290	kN/m
2	Stäbe	3-5	Kraft	Konstant	z	Wahre Länge	p	287	kN/m

### 3.2 Stablasten

LF4: NEd' - BSA

Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe	1,2,6,7	Kraft	Konstant	z	Wahre Länge	p	253	kN/m
2	Stäbe	3-5	Kraft	Konstant	z	Wahre Länge	p	249	kN/m

### 4.4 Knoten - Lagerkräfte

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]		Lagermomente $M_y$ [kNm]	
		$P_x$	$P_z$		
2	LF1	0	888	0	NEd - BS-P
	LF2	0	873	0	NEd - BSA
	LF3	0	870	0	NEd' - BS-P
	LF4	0	759	0	NEd' - BSA
4	LF1	0	1978	0	NEd - BS-P
	LF2	0	1931	0	NEd - BSA
	LF3	0	1937	0	NEd' - BS-P
	LF4	0	1681	0	NEd' - BSA
5	LF1	0	1978	0	NEd - BS-P
	LF2	0	1931	0	NEd - BSA
	LF3	0	1937	0	NEd' - BS-P
	LF4	0	1681	0	NEd' - BSA
7	LF1	0	888	0	NEd - BS-P
	LF2	0	873	0	NEd - BSA
	LF3	0	870	0	NEd' - BS-P
	LF4	0	759	0	NEd' - BSA

Für den Nachweis der Druckpfähle werden folgende Auflagerlasten maßgebend:

Pfahl 6	BS-P	$F_{Ed,P} = 1937 \text{ kN}$	Pfahl 7	BS-P	$F_{Ed,P} = 870 \text{ kN}$
	BS-A	$F_{Ed,A} = 1681 \text{ kN}$		BS-A	$F_{Ed,A} = 759 \text{ kN}$

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 7.2 Schnitt IV-IV

Einwirkungen					
Schnitt	BS	$p_{c,d}$ [kN/m]	a [m]	*	$F'_{c,d}$ [kN]
IV	BS-P	195,28	3	45	828,49
	BS-A	228,19			968,14

Mächtigkeit Baugrundsichten					
OK Drucksteife	m	149,00	Winkel	*	45
OK Berme	m	145,40	$l'_0$	m	5,09
UK Auelehm	m	140,54	$l'_1$	m	6,87
UK Kies	m	137,84	$l'_2$	m	3,82
UK Keuperzersatz	m	134,40	$l'_3$	m	4,86
UK Keupergestein	m	110,00	$l'_4$	m	34,51

Pfahlgeometrie		
Pfahllänge	m	22,00
$L_{eff,S1}$	m	6,87
$L_{eff,S2}$	m	3,82
$L_{eff,S3}$	m	4,86
$L_{eff,S4}$	m	1,35
Mantelfläche	m <sup>2</sup> /m	1,54
Querschnittsfläche	cm <sup>2</sup>	1472

Bodenschicht	Mantelreibung		Spitzendruck	
Kies	kN/m <sup>2</sup>	105,00	kN/cm <sup>2</sup>	0,5
Keuperzersatz	kN/m <sup>2</sup>	40,00	kN/cm <sup>2</sup>	0,035
Keuper (verwittert)	kN/m <sup>2</sup>	40,00	kN/cm <sup>2</sup>	2,5

Widerstand				
$Y_{s,d}$	[-]	1,4		
$R_{b,d}$	kN	2628,57	$\eta_b$	1,0
$R_{s,d}$	kN	712,73	$\eta_s$	1,0
$R_d$	kN	3341,30		
	$\eta_P$	0,25 < 1,0	... Nachweis erfüllt!	
	$\eta_A$	0,29 < 1,0	... Nachweis erfüllt!	

Die äußere Standsicherheit des Druckpfahls im Schnitt IV konnte mit einer ausreichenden Sicherheit nachgewiesen werden. Die geringe Auslastung resultiert aus dem Sachverhalt, dass der Großteil der Lastübergabe in den Baugrund über den Pfahlsitzendruck erfolgt.

Die Länge des Pfahls wurde bereits inklusive eines Sicherheitsaufschlags von 0,50 m berücksichtigt, sodass das Absetzen des Pfahls in die Schicht 5 – Keuper, verwittert gewährleistet werden kann.

Bauteil: II	Bemessung	Seite: 33
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

### 7.3 Schnitt V-V (Pfahl 5)

Einwirkungen					
Schnitt	BS	$F_{c,d}$ [kN/m]	a [m]	*	$F'_{c,d}$ [kN]
V	BS-P	291,18	3	45	1235,37
	BS-A	254,00			1077,63

Mächtigkeit Baugrundsichten					
OK Drucksteife	m	144,50	Winkel	*	45
OK Baugrubensohle	m	139,40	$l'_0$	m	7,21
UK Kies	m	137,86	$l'_1$	m	2,18
UK Keuperzersatz	m	133,96	$l'_2$	m	5,52
UK Keupergestein	m	110,00	$l'_3$	m	33,88

Pfahlgeometrie		
Pfahllänge	m	16,00
$L_{eff,S1}$	m	2,18
$L_{eff,S2}$	m	5,52
$L_{eff,S3}$	m	1,09
Mantelfläche	m <sup>2</sup> /m	1,48
Querschnittsfläche	cm <sup>2</sup>	1357,2

Bodenschicht	Mantelreibung		Spitzendruck	
Kies	kN/m <sup>2</sup>	105,00	kN/cm <sup>2</sup>	0,5
Keuperzersatz	kN/m <sup>2</sup>	40,00	kN/cm <sup>2</sup>	0,035
Keuper (verwittert)	kN/m <sup>2</sup>	40,00	kN/cm <sup>2</sup>	2,5

Widerstand				
$Y_{s,d}$	[-]	1,4		
$R_{b,d}$	kN	2423,57	$\eta_b$	1,0
$R_{s,d}$	kN	519,83	$\eta_s$	1,0
$R_d$	kN	2943,40		
	$\eta_P$	0,42 < 1,0		
	$\eta_A$	0,37 < 1,0		

Die äußere Standsicherheit des Druckpfahls im Schnitt V – Pfahl 5 konnte mit einer ausreichenden Sicherheit nachgewiesen werden. Die geringe Auslastung resultiert aus dem Sachverhalt, dass der Großteil der Lastübergabe in den Baugrund über den Pfahlsitzendruck erfolgt.

Die Länge des Pfahls wurde bereits inklusive eines Sicherheitsaufschlags von 0,50 m berücksichtigt, sodass das Absetzen des Pfahls in die Schicht 5 – Keuper, verwittert gewährleistet werden kann.

Bauteil: II	Bemessung	Seite: 34
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 7.4 Schnitt V-V (Pfahl 6)

Einwirkungen					
Schnitt	BS	$F_{c,d}$ [kN]	" - →	" - ↑	$F'_{c,d}$ [kN]
V	BS-P	1937,00	20	45	2915,14
	BS-A	1681,00			2529,86

Mächtigkeit Baugrundsichten					
OK Drucksteife	m	144,50	Winkel	*	45
OK Baugrubensohle	m	139,40	$l'_0$	m	7,21
UK Kies	m	137,86	$l'_1$	m	2,18
UK Keuperzersatz	m	133,96	$l'_2$	m	5,52
UK Keupergestein	m	100,00	$l'_3$	m	48,03

Pfahlgeometrie		
Pfahllänge	m	16,00
$L_{eff,S1}$	m	2,18
$L_{eff,S2}$	m	5,52
$L_{eff,S3}$	m	1,09
Mantelfläche	m <sup>2</sup> /m	1,55
Querschnittsfläche	cm <sup>2</sup>	1495,5

Bodenschicht	Mantelreibung		Spitzendruck	
Kies	kN/m <sup>2</sup>	105,00	kN/cm <sup>2</sup>	0,5
Keuperzersatz	kN/m <sup>2</sup>	40,00	kN/cm <sup>2</sup>	0,035
Keuper (verwittert)	kN/m <sup>2</sup>	40,00	kN/cm <sup>2</sup>	2,5

Widerstand				
$Y_{s,d}$	[-]	1,4		
$R_{b,d}$	kN	2670,54	$\eta_b$	1,0
$R_{s,d}$	kN	545,19	$\eta_{ls}$	1,0
$R_d$	kN	3215,72		
	$\eta_{fp}$	0,91 < 1,0		
	$\eta_A$	0,79 < 1,0		

Die äußere Standsicherheit des Druckpfahls im Schnitt V – Pfahl 6 konnte mit einer ausreichenden Sicherheit nachgewiesen werden.

Die Länge des Pfahls wurde bereits inklusive eines Sicherheitsaufschlags von 0,50 m berücksichtigt, sodass das Absetzen des Pfahls in die Schicht 5 – Keuper, verwittert gewährleistet werden kann.

Bauteil: II	Bemessung	Seite: 35
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 7.5 Schnitt V-V (Pfahl 7)

Einwirkungen				
Schnitt	BS	$F_{c,d}$ [kN]	*	$F'_{c,d}$ [kN]
V	BS-P	870,00	40	1135,70
	BS-A	759,00		990,80

Mächtigkeit Baugrundsichten					
OK Drucksteife	m	144,50	Winkel	*	40
OK Baugrubensohle	m	139,40	$l'_0$	m	7,93
UK Kies	m	137,86	$l'_1$	m	2,40
UK Keuperzersatz	m	133,96	$l'_2$	m	6,07
UK Keupergestein	m	100,00	$l'_3$	m	52,83

Pfahlgeometrie		
Pfahllänge	m	17,50
$L_{eff,S1}$	m	2,40
$L_{eff,S2}$	m	6,07
$L_{eff,S3}$	m	1,10
Mantelfläche	m <sup>2</sup> /m	1,49
Querschnittsfläche	cm <sup>2</sup>	1379,84

Bodenschicht	Mantelreibung		Spitzendruck	
Kies	kN/m <sup>2</sup>	105,00	kN/cm <sup>2</sup>	0,5
Keuperzersatz	kN/m <sup>2</sup>	40,00	kN/cm <sup>2</sup>	0,035
Keuper (verwittert)	kN/m <sup>2</sup>	40,00	kN/cm <sup>2</sup>	2,5

Widerstand				
$\gamma_{s,d}$	[-]	1,4		
$R_{b,d}$	kN	2464,00	$\eta_b$	1,0
$R_{s,d}$	kN	572,20	$\eta_s$	1,0
$R_d$	kN	3036,20		
	$\eta_p$	0,37 < 1,0		
	$\eta_A$	0,33 < 1,0		

Die äußere Standsicherheit des Druckpfahls im Schnitt V – Pfahl 5 konnte mit einer ausreichenden Sicherheit nachgewiesen werden. Die geringe Auslastung resultiert aus dem Sachverhalt, dass der Großteil der Lastübergabe in den Baugrund über den Pfahlsplitzendruck erfolgt.

Die Länge des Pfahls wurde bereits inklusive eines Sicherheitsaufschlags von 0,50 m berücksichtigt, sodass das Absetzen des Pfahls in die Schicht 5 – Keuper, verwittert gewährleistet werden kann.

Bauteil: II	Bemessung	Seite: 36
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 8 Nachweis der Mikropfähle und der dazugehörigen Gurtung

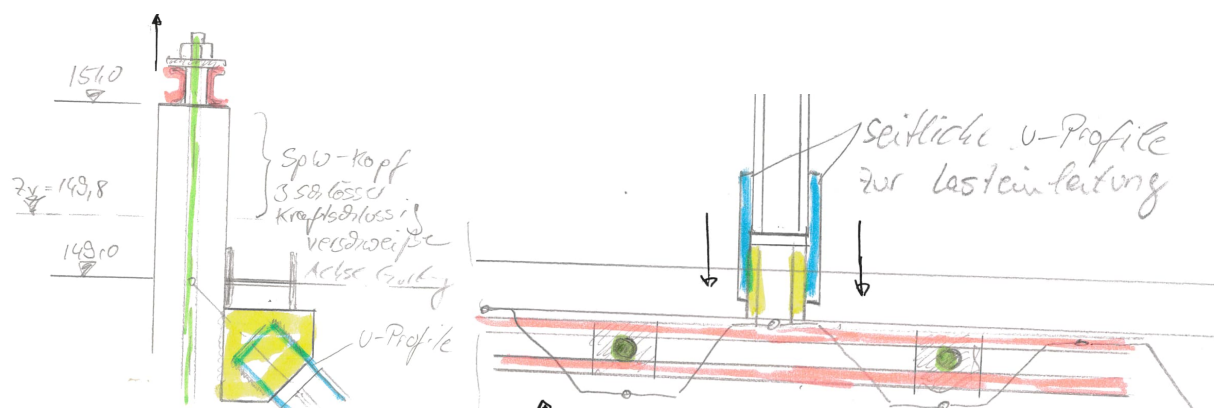
### 8.1 Allgemeines

In den Wandabschnitten, in denen die Spundwand mit schrägen Druckpfählen gehalten wird, werden vertikale Zugsicherungen angeschlossen, da die Spundwand mit Auflockerungsbohrungen eingebracht werden und gemäß [3.2] so keine Mantelreibung aktiviert werden kann, übernehmen die Mikropfähle die Zugsicherung.

Wenn die Spundwandscheibe sich in Richtung der Druckpfähle verformt, wird aus der Abstützung auf die Pfähle eine nach oben gerichtete Reaktionskraft resultieren. Diese Zugkraft soll durch die zusätzliche Zugsicherung aufgenommen und in den Baugrund weitergeleitet werden.

Zu diesem Zweck wird auf den Spundwandköpfen Gurtungen angeschlossen. Die Gurtungen werden aus zusammengesetzten U-Profilen hergestellt. Je Druckpfahl werden über die Gurtung zwei Mikropfähle ( $d_{VK} = 15 \text{ cm}$ ) an die Spundwand angeschlossen.

Die Reaktionskraft der Druckpfähle ist über die Spundwand weiterzuleiten. Dafür ist der Spundwand zu verschweißen. Die Druckpfähle werden über eine Laschenkonstruktion und Konsolen kraftschlüssig an die Spundwand angeschweißt. Die Konsole wirkt ebenso als Auflager für die horizontale Gurtung der Druckpfähle, sodass die Druckpfähle die Spundwand über die gesamte Länge halten, ggfs. werden die Spundwände nach Erfordernis durch Bleche lokal verstärkt. Die Reaktionskräfte werden über die Konsole in die Spundwand weitergeleitet, wo über kraftschlüssig verschweißte Spundwandschlösser die Aktivierung von 4 Spundwandbohlen sicherzustellen ist. Über die Stege der aktivierten Spundwandbohlen werden die Reaktionskräfte in die Gurtung auf dem Spundwandkopf weitergeleitet und von da die angeschlossenen Mikropfähle aktiviert.



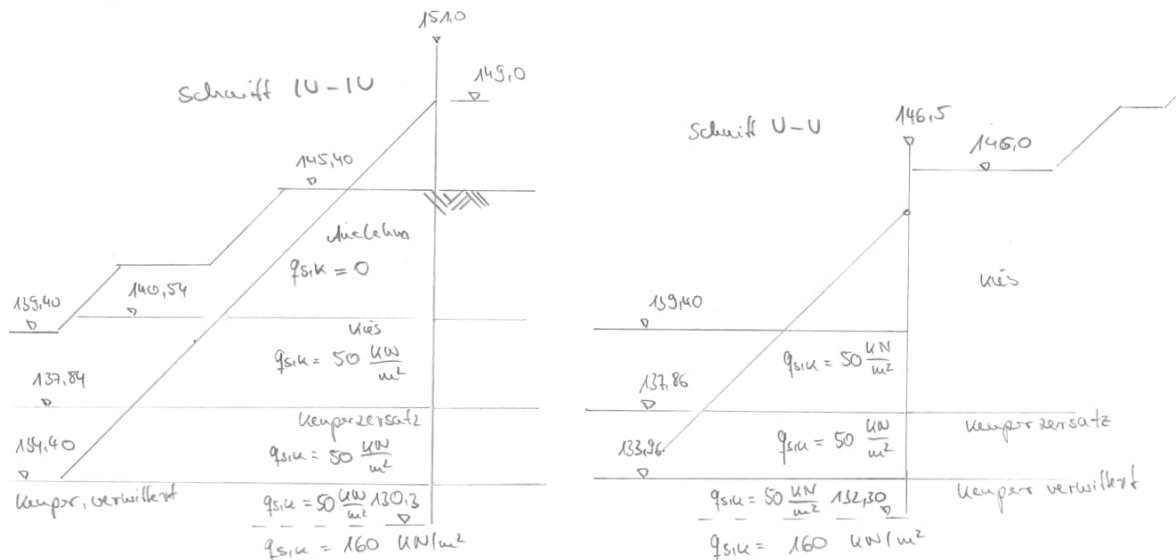
Da die Mikropfähle in den Spundwandtälern angeschlossen werden, verläuft deren Achse bis zur Unterkante der Spundwand durch infolge von Einbringhilfen aufgelockerten Baugrund. Gemäß Baugrundgutachten [2.2] ist ein Verpressen zur Aktivierung der Pfahlmantelreibung in den aufgelockerten Schichten 3 – Kies, Schicht 4- Keuperzersatz sowie Schicht 5 – Keuper, verwittert erforderlich. Darunter können die charakteristische Mantelreibung für zurückverankerten Konstruktionen angesetzt werden.

Bauteil: II	Bemessung	Seite: 37
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	



Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

**Im Bereich der Lockerungsbohrung ist ein möglichst großer Verpresskörper mit Höchstdruck herzustellen, damit in diesen Bereich die Mantelreibung zum nicht aufgelockerten Bereich hergestellt und aktiviert werden kann.**



Folgende Einwirkungen sind in der Bemessung der Gurtung zu beachten:

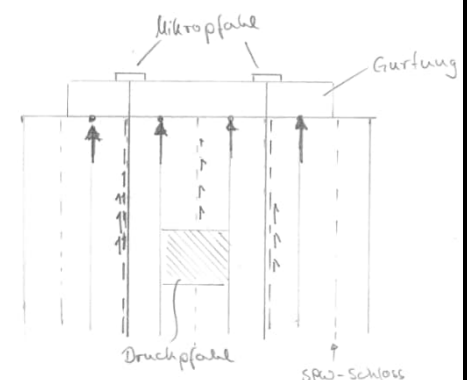
Schnitt IV-IV	$p_{Ed,P} = 201 \text{ kN/m}$	$p_{Ed,A} = 262 \text{ kN/m}$
Schnitt V-V (Pfahl 5)	$p_{Ed,P} = 297 \text{ kN/m}$	$p_{Ed,A} = 292 \text{ kN/m}$
Schnitt V-V (Pfahl 6)	$p_{Ed,P} = 293 \text{ kN/m}$	$p_{Ed,A} = 286 \text{ kN/m}$
Schnitt V-V (Pfahl 7)	$p_{Ed,P} = 296 \text{ kN/m}$	$p_{Ed,A} = 291 \text{ kN/m}$

Folgende Einwirkungen sind in der Bemessung der Einbindetiefe der Mikropfähle zu beachten:

Schnitt IV-IV	$p'_{Ed,P} = 195 \text{ kN/m}$	$p'_{Ed,A} = 228 \text{ kN/m}$
Schnitt V-V (Pfahl 5)	$p'_{Ed,P} = 291 \text{ kN/m}$	$p'_{Ed,A} = 254 \text{ kN/m}$
Schnitt V-V (Pfahl 6)	$p'_{Ed,P} = 287 \text{ kN/m}$	$p'_{Ed,A} = 249 \text{ kN/m}$
Schnitt V-V (Pfahl 7)	$p'_{Ed,P} = 290 \text{ kN/m}$	$p'_{Ed,A} = 253 \text{ kN/m}$

Bei der Bemessung der Gurtung entspricht die Lasteinzugslänge der Gurtung die der Druckpfähle, was  $l_{eff} = 3,00 \text{ m}$  entspricht. Da die Druckpfähle in den Schnitten IV-IV, V sowie V-SBmax unter einem Winkel von  $45^\circ$  an die Wand angeschlossen sind, wirken in vertikaler Richtung dieselben Lasten, wie in horizontaler Richtung. Für den Schnitt V -SBmin müssen die Lasten mit dem Winkel  $40^\circ$  umgerechnet werden. Die resultierenden Lasten für den Sonderbereich können den vorgehenden Kapiteln entnommen werden.

Das maximal auf die Gurtung einwirkende Moment resultiert aus einer Einzellast, die  $\frac{1}{4}$  der resultierenden Einwirkung ausmacht und über den Steg der Spundwand auf den Kragarm der Gurtung einwirkt.



Bauteil: II	Bemessung	Seite: 38
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 8.2 Schnitt IV-IV – Gurtung Mikropfahl

Einwirkung		
BS-P	200,60	kN/m
BS-A	262,42	kN/m
Mikropfahlabstand	1,5	m
$M_{ed,P}$	56	kNm
$M_{ed,A}$	74	kNm

Geometrie		
Profil	U180	x2
gamma (Stahl)	1,00	
Stahlgüte	35,5	kN/cm <sup>2</sup>
$W_{el,y}$	300	cm <sup>3</sup>
$M_{el,Rd}$	107	kNm

Nachweis		
$\eta_{M,P}$	0,53 < 1,0	
$\eta_{M,A}$	0,69 < 1,0	

Damit konnte die Gurtung des Mikropfahls mit einer ausreichenden Sicherheit nachgewiesen werden.  
Es werden zwei U180 in S355 verwendet.

## 8.3 Schnitt V-V (Pfahl 5) - Gurtung Mikropfahl

Einwirkung		
BS-P	297,08	kN/m
BS-A	292,10	kN/m
Mikropfahlabstand	1,5	m
$M_{ed,P}$	84	kNm
$M_{ed,A}$	82	kNm

Geometrie		
Profil	U180	x2
gamma (Stahl)	1,00	
Stahlgüte	35,5	kN/cm <sup>2</sup>
$W_{el,y}$	300	cm <sup>3</sup>
$M_{el,Rd}$	107	kNm

Nachweis		
$\eta_{M,P}$	0,78 < 1,0	
$\eta_{M,A}$	0,77 < 1,0	

Damit konnte die Gurtung des Mikropfahls mit einer ausreichenden Sicherheit nachgewiesen werden.  
Es werden zwei U180 in S355 verwendet.

Bauteil: II	Bemessung	Seite: 39
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 8.4 Schnitt V-V (Pfahl 6) - Gurtung Mikropfahl

Einwirkung		
BS-P	1978,00	kN
BS-A	1931,00	kN
Mikropfahlabstand	1,5	m
$M_{ed,P}$	185	kNm
$M_{ed,A}$	181	kNm

Geometrie		
Profil	U260	x2
gamma (Stahl)	1,00	
Stahlgüte	35,5	kN/cm <sup>2</sup>
$W_{el,y}$	742	cm <sup>3</sup>
$M_{el,Rd}$	263	kNm

Nachweis		
$\eta_{M,P}$	0,70 < 1,0	
$\eta_{M,A}$	0,69 < 1,0	

Damit konnte die Gurtung des Mikropfahls mit einer ausreichenden Sicherheit nachgewiesen werden.  
Es werden zwei U260 in S355 verwendet.

## 8.5 Schnitt V-V (Pfahl 7) – Gurtung Mikropfahl

Einwirkung		
BS-P	888,00	kN
BS-A	873,00	kN
Winkel	40	°
Mikropfahlabstand	1,5	m
$M_{ed,P}$	70	kNm
$M_{ed,A}$	69	kNm

Geometrie		
Profil	U180	x2
gamma (Stahl)	1,00	
Stahlgüte	35,5	kN/cm <sup>2</sup>
$W_{el,y}$	300	cm <sup>3</sup>
$M_{el,Rd}$	107	kNm

Nachweis		
$\eta_{M,P}$	0,66 < 1,0	
$\eta_{M,A}$	0,64 < 1,0	

Damit konnte die Gurtung des Mikropfahls mit einer ausreichenden Sicherheit nachgewiesen werden.  
Es werden zwei U180 in S355 verwendet.

Bauteil: II	Bemessung	Seite: 40
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 8.6 Schnitt IV-IV – Einbindetiefe Mikropfahl

Einwirkungen					
Schnitt	BS	$F_{c,d}$ [kN/m]	n MP	a [m]	$F'_{c,d}$ [kN]
IV	BS-P	195,28	2	3	292,91
	BS-A	228,19			342,29

Mächtigkeit Baugrundsichten					
OK Mikropfahl	m	151,00	Winkel	°	90
UK Auelehm	m	140,54	$l'_0$	m	10,46
UK Kies	m	137,84	$l'_1$	m	2,70
UK Keuper	m	130,30	$l'_2$	m	7,54
UK Keuper (ungestört)	m	110,00	$l'_3$	m	20,30
			$\Sigma l'$	m	20,70

Pfahlgeometrie		
Länge	m	25,00
Mantelfläche	m <sup>2</sup> /m	0,47
Querschnittsfläche	cm <sup>2</sup>	176,71

Bodenschichten	Mantelreibung	
Keuper/Kies (verpresst)	kN/m <sup>2</sup>	50,00
Keuper (ungestört)	kN/m <sup>2</sup>	160,00

Widerstand		
$V_{s,d}$	[-]	1,4
$R_{s,d}$	kN	403,71
	$\eta_P$	0,73 < 1,0
	$\eta_A$	0,85 < 1,0

Um die Lastweiterleitung in den Baugrund sicherzustellen, ist eine Mikropfahllänge von  $l = 25,0$  m erforderlich. Die Bemessung des Stahltraggliedes erfolgt im Zuge der Genehmigungsstatik.

## 8.7 Schnitt V-V (Pfahl 5) - Einbindetiefe Mikropfahl

Einwirkungen					
Schnitt	BS	$F_{c,d}$ [kN/m]	n MP	a [m]	$F'_{c,d}$ [kN]
V	BS-P	291,18	2	3	436,77
	BS-A	254,00			381,00

Mächtigkeit Baugrundsichten					
OK Mikropfahl	m	146,50	Winkel	°	90
Baugrubensohle	m	139,40	$l'_0$	m	7,10
UK Kies	m	137,86	$l'_1$	m	1,54
UK Keuper	m	132,30	$l'_2$	m	5,56
UK Keuper (ungestört)	m	110,00	$l'_3$	m	22,30
			$\Sigma l'$	m	14,20

Pfahlgeometrie		
Länge	m	22,00
Mantelfläche	m <sup>2</sup> /m	0,47
Querschnittsfläche	cm <sup>2</sup>	176,71

Bodenschichten	Mantelreibung	
Keuper/Kies (verpresst)	kN/m <sup>2</sup>	50,00
Keuper (ungestört)	kN/m <sup>2</sup>	160,00

Widerstand		
$V_{s,d}$	[-]	1,4
$R_{s,d}$	kN	539,30
	$\eta_P$	0,81 < 1,0
	$\eta_A$	0,71 < 1,0

Um die Lastweiterleitung in den Baugrund sicherzustellen, ist eine Mikropfahllänge von  $l = 23,0$  m erforderlich. Die Bemessung des Stahltraggliedes erfolgt im Zuge der Genehmigungsstatik.

Bauteil: II	Bemessung	Seite: 41
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

## 8.8 Schnitt V-V (Pfahl 6) - Einbindetiefe Mikropfahl

Einwirkungen				
Schnitt	BS	$F_{c,d}$ [kN]	n MP	$F'_{c,d}$ [kN]
V - SBmax	BS-P	1937,00	2	968,50
	BS-A	1681,00		840,50

Mächtigkeit Baugrundsichten					
OK Mikropfahl	m	146,50	Winkel	°	90
Baugrubensohle	m	139,40	$l'_0$	m	7,10
UK Kies	m	137,86	$l'_1$	m	1,54
UK Keuper	m	132,30	$l'_2$	m	5,56
UK Keuper (ungestört)	m	110,00	$l'_3$	m	22,30
			$\Sigma l'$	m	14,20

Pfahlgeometrie		
Länge	m	35,00
Mantelfläche	m <sup>2</sup> /m	0,47
Querschnittsfläche	cm <sup>2</sup>	176,71

Bodenschichten	Mantelreibung	
Keuper/Kies (verpresst)	kN/m <sup>2</sup>	50,00
Keuper (ungestört)	kN/m <sup>2</sup>	160,00

Widerstand		
$Y_{s,d}$	[-]	1,4
$R_{s,d}$	kN	1239,07
	$\eta_P$	0,78 < 1,0
	$\eta_A$	0,68 < 1,0

Um die Lastweiterleitung in den Baugrund sicherzustellen, ist eine Mikropfahllänge von  $l = 35,0$  m erforderlich. Die Bemessung des Stahltraggliebes erfolgt im Zuge der Genehmigungsstatik.

## 8.9 Schnitt V-V (Pfahl 7) - Einbindetiefe Mikropfahl

Einwirkungen					
Schnitt	BS	$F_{c,d}$ [kN]	n MP	Winkel	$F'_{c,d}$ [kN]
V - Sbmin	BS-P	870,00	2	40	365,01
	BS-A	759,00			318,44

Mächtigkeit Baugrundsichten					
OK Mikropfahl	m	146,50	Winkel	°	90
Baugrubensohle	m	139,40	$l'_0$	m	7,10
UK Kies	m	137,86	$l'_1$	m	1,54
UK Keuper	m	132,30	$l'_2$	m	5,56
UK Keuper (ungestört)	m	110,00	$l'_3$	m	22,30
			$\Sigma l'$	m	14,20

Pfahlgeometrie		
Länge	m	22,00
Mantelfläche	m <sup>2</sup> /m	0,47
Querschnittsfläche	cm <sup>2</sup>	176,71

Bodenschichten	Mantelreibung	
Keuper/Kies (verpresst)	kN/m <sup>2</sup>	50,00
Keuper (ungestört)	kN/m <sup>2</sup>	160,00

Widerstand		
$Y_{s,d}$	[-]	1,4
$R_{s,d}$	kN	539,30
	$\eta_P$	0,68 < 1,0
	$\eta_A$	0,59 < 1,0

Um die Lastweiterleitung in den Baugrund sicherzustellen, ist eine Mikropfahllänge von  $l = 21,0$  m erforderlich. Die Bemessung des Stahltraggliebes erfolgt im Zuge der Genehmigungsstatik.

Bauteil: II	Bemessung	Seite: 42
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<p><b>9 Nachweis des Fangedamms</b></p> <p><b>9.1 Nachweis gegen Kippen</b></p> <p>Der Nachweis gegen Kippen wird im Zuge der Entwurfsplanung nicht weiter untersucht, da der Fangedamm ein Verhältnis bzgl. Breite : Höhe = <math>14,0 \text{ m} : (146,50 \text{ m} - 139,40 \text{ m}) = 14,0 \text{ m} : 7,0 \text{ m} = 2 : 1</math> aufweist. Damit wird Versagen durch Kippen geometrisch ausgeschlossen.</p> <p><b>9.2 Nachweis gegen Gleiten</b></p> <p>Der Nachweis gegen Gleiten wird im Zuge der Entwurfsplanung nicht weiter untersucht, da die Spundwand in den natürlich gewachsenen Keuper ca. 5,00 m einbindet. Diese Schicht weist eine hohe Steifigkeit auf, sodass an dieser Stelle ein Gleiten ausgeschlossen werden kann.</p> <p><b>9.3 Nachweis gegen Grundbruch</b></p> <p>Der Nachweis gegen ein Versagen infolge von Grundbruch wird im Zuge der Entwurfsstatik nicht weiter untersucht, da die Kiesschicht nur eine geringe Mächtigkeit von 1,6 m bis 2,20 m aufweist. Infolgedessen kann sich keine aktive Grundbruch-Gleitfläche ungehindert ausbilden.</p>		
Bauteil:	II Bemessung	Seite: 43
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617



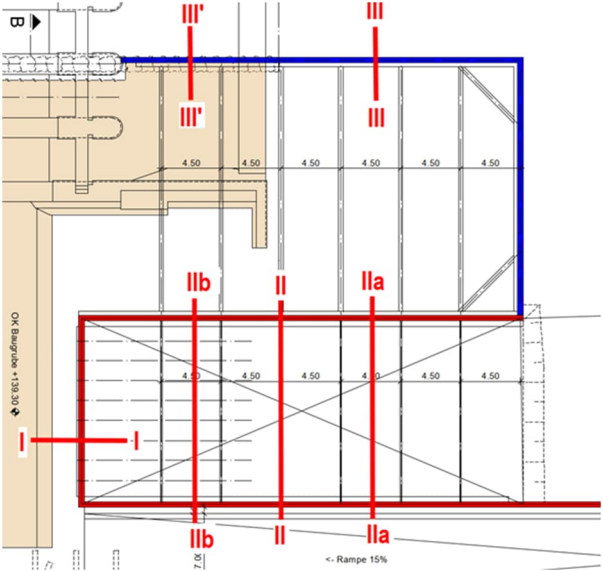
Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

### 9.4 Nachweis der tiefen Gleitfuge

Im Folgenden erfolgt die Ausgabe der Grundlagen sowie Ergebnisse des Nachweises des Fangedammes in der tiefen Gleitfuge.

Für den Nachweis der tiefen Gleitfuge wurden zusätzliche Schnitte geführt. Zum Einem wurde die HWS-Konstruktion im Schnitt III im Bereich des Flussbetts sowie Schnitt III' im Bereich des Tosbeckens geführt und zum Anderem wurde die direkt gegenüberliegenden Schnitt IIa sowie IIb geführt.

Die Schnitt IIa bzw. IIb wurden in der nebenstehenden Abbildung lediglich exemplarisch eingezeichnet. Der Schnitt IIa betrachtet den Schnitt des Fangedammes an dem die Rampe am höchsten ist. Der Schnitt IIb betrachtet den Schnitt des Fangedammes an dem die Rampe auf Höhe der Baugrubensohle ist.



Die dafür erforderlichen Einwirkungen sowie geometrischen Abhängigkeiten können den Schnitten IIa sowie IIb in der Anlage A entnommen werden.

Die maßgebenden Einwirkungen sind:

Schnitt IIa-IIa	BS-P-1	$F_{Ed} = 86,4 \text{ kN/m}$
	BS-P-2	$F_{Ed} = 120,5 \text{ kN/m}$
	BS-A	$F_{Ed} = 63,2 \text{ kN/m}$
Schnitt IIa-IIa	BS-P-1	$F_{Ed} = 86,4 \text{ kN/m}$
	BS-P-2	$F_{Ed} = 120,5 \text{ kN/m}$
	BS-A	$F_{Ed} = 63,2 \text{ kN/m}$

Im Folgenden werden ausschließlich die Auslastungen der einzelnen Lastfälle ausgegeben. Die detaillierte Nachweisführung bzgl. der tiefen Gleitfuge befindet sich in den Anlagen B.1 bis B.6.

Schnitt IIa-IIa	BS-P-1	$\eta = 0,14 < 1,0$	...Nachweis erfüllt!
	BS-P-2	$\eta = 0,24 < 1,0$	...Nachweis erfüllt!
	BS-A	$\eta = 0,08 < 1,0$	...Nachweis erfüllt!
Schnitt IIa-IIa	BS-P-1	$\eta = 0,15 < 1,0$	...Nachweis erfüllt!
	BS-P-2	$\eta = 0,24 < 1,0$	...Nachweis erfüllt!
	BS-A	$\eta = 0,09 < 1,0$	...Nachweis erfüllt!

Damit konnte der Fangedamm mit einer ausreichenden Sicherheit nachgewiesen werden.


Bauteil: II	Bemessung	Seite: 44
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:		Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt			Bauwerksnummer (ASB):																																																																																																										
Auftraggeber:		Thüringer Fernwasserversorger			-																																																																																																										
Verfasser:		INROS LACKNER SE, NL Cottbus			Datum: 30.09.2024																																																																																																										
<div><div>10</div><div>Zusammenfassung</div><div>10.1</div><div>Schnitt I-I</div><table><tr><td>Spundwand</td><td>AZ 32-750</td><td>S 240 GP</td><td>OK = 146,50 m</td><td>UK = 132,30 m</td></tr><tr><td>Gurtung</td><td>2x U180</td><td>S 355</td><td>Lage = 143,0 m</td><td></td></tr><tr><td>Anker</td><td>Titan 73/56</td><td><math>\alpha = 30^\circ</math></td><td><math>l_{\text{eff}} = 21,0 + l_{\ddot{u}}</math></td><td><math>l_{\text{vk}} = 11,50 \text{ m}</math></td></tr><tr><td></td><td>d = 0,15 m</td><td>a = 1,50m</td><td></td><td></td></tr></table><div>10.2</div><div>Schnitt II-II</div><table><tr><td>Spundwand</td><td>AZ 32-750</td><td>S 240 GP</td><td>OK = 146,50 m</td><td>UK = 132,30 m</td></tr><tr><td>Gurtung</td><td>2x U400</td><td>S 355</td><td>Lage = 145,00 m</td><td></td></tr></table><p>Es wird ein Rundstahlanker der Firma Anker Schröder oder ein stat. äquivalentes Produkt erforderlich.</p><table><tr><td>Steife</td><td>M95</td><td>S 355</td><td><math>l_{\text{eff}} = \sim 13,50 \text{ m}</math></td><td>a = 4,50 m</td></tr></table><div>10.3</div><div>Schnitt III-III</div><table><tr><td>Spundwand</td><td>AZ 32-750</td><td>S 240 GP</td><td>OK = 146,50 m</td><td>UK = 133,0 m</td></tr><tr><td>Gurtung</td><td>HEA 320</td><td>S 355</td><td>Lage = 145,00 m</td><td></td></tr><tr><td>Steife</td><td>Ro457x12,5</td><td>S 355</td><td><math>l_{\text{eff}} = \sim 18,50 \text{ m}</math></td><td>a = 4,50 m</td></tr></table><div>10.4</div><div>Schnitt IV-IV</div><table><tr><td>Spundwand</td><td>AZ 32-750</td><td>S 320 GP</td><td>OK = 151,0 m</td><td>UK = 130,30 m</td></tr><tr><td>Gurtung</td><td>HEA 260</td><td>S 355</td><td>Lage = 149,0 m</td><td></td></tr><tr><td>Steife</td><td>HP400x213</td><td>S 355</td><td><math>l_{\text{eff}} = \sim 22,0 \text{ m}</math></td><td>a = 3,00 m</td></tr><tr><td></td><td><math>\alpha = 45^\circ</math></td><td><math>l_{\text{vk,min}} = 10,0 \text{ m}</math></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Gurtung MP</td><td>2x U 180</td><td>S 355</td><td>l = 2,90 m / Steife</td><td>Lage = 151,0 m</td></tr><tr><td>Mikropfahl</td><td>OK = 151,0 m</td><td>d = 0,15 m</td><td>l = 25,0 m + l<sub>ü</sub></td><td><math>l_{\text{vk,min}} = 14,60 \text{ m}</math></td></tr></table><p>...je 2 Mikropfähle je schrägen Druckpfahl</p><div>10.5</div><div>Schnitt V-V – Pfahl 5</div><table><tr><td>Spundwand</td><td>AZ 32-750</td><td>S 240 GP</td><td>OK = 146,50 m</td><td>UK = 132,30 m</td></tr><tr><td>Gurtung</td><td>HEA 280</td><td>S 355</td><td>Lage = 144,50 m</td><td></td></tr><tr><td>Steife</td><td>HP400x122</td><td>S 355</td><td><math>l_{\text{eff}} = \sim 16,0 \text{ m}</math></td><td>a = 3,00 m</td></tr><tr><td></td><td><math>\alpha = 45^\circ</math></td><td><math>l_{\text{vk,min}} = 8,80 \text{ m}</math></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Gurtung MP</td><td>2x U 180</td><td>S 355</td><td>l = 2,90 m / Steife</td><td>Lage = 146,50 m</td></tr></table></div>							Spundwand	AZ 32-750	S 240 GP	OK = 146,50 m	UK = 132,30 m	Gurtung	2x U180	S 355	Lage = 143,0 m		Anker	Titan 73/56	$\alpha = 30^\circ$	$l_{\text{eff}} = 21,0 + l_{\ddot{u}}$	$l_{\text{vk}} = 11,50 \text{ m}$		d = 0,15 m	a = 1,50m			Spundwand	AZ 32-750	S 240 GP	OK = 146,50 m	UK = 132,30 m	Gurtung	2x U400	S 355	Lage = 145,00 m		Steife	M95	S 355	$l_{\text{eff}} = \sim 13,50 \text{ m}$	a = 4,50 m	Spundwand	AZ 32-750	S 240 GP	OK = 146,50 m	UK = 133,0 m	Gurtung	HEA 320	S 355	Lage = 145,00 m		Steife	Ro457x12,5	S 355	$l_{\text{eff}} = \sim 18,50 \text{ m}$	a = 4,50 m	Spundwand	AZ 32-750	S 320 GP	OK = 151,0 m	UK = 130,30 m	Gurtung	HEA 260	S 355	Lage = 149,0 m		Steife	HP400x213	S 355	$l_{\text{eff}} = \sim 22,0 \text{ m}$	a = 3,00 m		$\alpha = 45^\circ$	$l_{\text{vk,min}} = 10,0 \text{ m}$			Gurtung MP	2x U 180	S 355	l = 2,90 m / Steife	Lage = 151,0 m	Mikropfahl	OK = 151,0 m	d = 0,15 m	l = 25,0 m + l <sub>ü</sub>	$l_{\text{vk,min}} = 14,60 \text{ m}$	Spundwand	AZ 32-750	S 240 GP	OK = 146,50 m	UK = 132,30 m	Gurtung	HEA 280	S 355	Lage = 144,50 m		Steife	HP400x122	S 355	$l_{\text{eff}} = \sim 16,0 \text{ m}$	a = 3,00 m		$\alpha = 45^\circ$	$l_{\text{vk,min}} = 8,80 \text{ m}$			Gurtung MP	2x U 180	S 355	l = 2,90 m / Steife	Lage = 146,50 m
Spundwand	AZ 32-750	S 240 GP	OK = 146,50 m	UK = 132,30 m																																																																																																											
Gurtung	2x U180	S 355	Lage = 143,0 m																																																																																																												
Anker	Titan 73/56	$\alpha = 30^\circ$	$l_{\text{eff}} = 21,0 + l_{\ddot{u}}$	$l_{\text{vk}} = 11,50 \text{ m}$																																																																																																											
	d = 0,15 m	a = 1,50m																																																																																																													
Spundwand	AZ 32-750	S 240 GP	OK = 146,50 m	UK = 132,30 m																																																																																																											
Gurtung	2x U400	S 355	Lage = 145,00 m																																																																																																												
Steife	M95	S 355	$l_{\text{eff}} = \sim 13,50 \text{ m}$	a = 4,50 m																																																																																																											
Spundwand	AZ 32-750	S 240 GP	OK = 146,50 m	UK = 133,0 m																																																																																																											
Gurtung	HEA 320	S 355	Lage = 145,00 m																																																																																																												
Steife	Ro457x12,5	S 355	$l_{\text{eff}} = \sim 18,50 \text{ m}$	a = 4,50 m																																																																																																											
Spundwand	AZ 32-750	S 320 GP	OK = 151,0 m	UK = 130,30 m																																																																																																											
Gurtung	HEA 260	S 355	Lage = 149,0 m																																																																																																												
Steife	HP400x213	S 355	$l_{\text{eff}} = \sim 22,0 \text{ m}$	a = 3,00 m																																																																																																											
	$\alpha = 45^\circ$	$l_{\text{vk,min}} = 10,0 \text{ m}$																																																																																																													
Gurtung MP	2x U 180	S 355	l = 2,90 m / Steife	Lage = 151,0 m																																																																																																											
Mikropfahl	OK = 151,0 m	d = 0,15 m	l = 25,0 m + l <sub>ü</sub>	$l_{\text{vk,min}} = 14,60 \text{ m}$																																																																																																											
Spundwand	AZ 32-750	S 240 GP	OK = 146,50 m	UK = 132,30 m																																																																																																											
Gurtung	HEA 280	S 355	Lage = 144,50 m																																																																																																												
Steife	HP400x122	S 355	$l_{\text{eff}} = \sim 16,0 \text{ m}$	a = 3,00 m																																																																																																											
	$\alpha = 45^\circ$	$l_{\text{vk,min}} = 8,80 \text{ m}$																																																																																																													
Gurtung MP	2x U 180	S 355	l = 2,90 m / Steife	Lage = 146,50 m																																																																																																											
Bauteil: II Bemessung					Seite: 45																																																																																																										
Kapitel:					Archiv Nr.:																																																																																																										
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube			Projekt-Nr.: 2022-0617																																																																																																												

Baumaßnahme:		Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt		Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:		Thüringer Fernwasserversorger		-
Verfasser:		INROS LACKNER SE, NL Cottbus		Datum: 30.09.2024
<div>MikropfahlOK = 146,5 m d = 0,15 m l = 22,0 m + l<sub>ü</sub>l<sub>Vk,min</sub> = 14,90 m</div> <div>...je 2 Mikropfähle je schrägen Druckpfahl</div> <div>10.6 Schnitt V-V – Pfahl 6</div> <div>SpundwandAZ 32-750 S 240 GP OK = 146,50 m UK = 132,30 m</div> <div>GurtungHEM 600 + Laschen 250 x 25 S 355Lage = 144,50 m</div> <div>Ausführung als 3-Feldträger mit beidseitigen Kragarm und Momentengelenke in den Außenfeldern mit l<sub>Feld</sub> = 1,50 m / 3,00 m / 10,50 m / 3,00 m / 1,50</div> <div>SteifeHP400x213 S 355l<sub>eff</sub> = ~16,0 m a = 10,50 m</div> <div>α = 45 °l<sub>Vk,min</sub> = 8,80 m</div> <div>Gurtung MP2x U 260 S 355l = 2,90 m / SteifeLage = 146,50 m</div> <div>MikropfahlOK = 146,5 m d = 0,15 m l = 35,0 m + l<sub>ü</sub>l<sub>Vk,min</sub> = 27,90 m</div> <div>...je 2 Mikropfähle je schrägen Druckpfahl</div> <div>10.7 Schnitt V-V – Pfahl 7</div> <div>SpundwandAZ 32-750 S 240 GP OK = 146,50 m UK = 132,30 m</div> <div>GurtungHEM 600 + Laschen 250 x 25 S 355Lage = 144,50 m</div> <div>Ausführung als 3-Feldträger mit beidseitigen Kragarm und Momentengelenke in den Außenfeldern mit l<sub>Feld</sub> = 1,50 m / 3,00 m / 10,50 m / 3,00 m / 1,50</div> <div>SteifeHP400x140 S 355l<sub>eff</sub> = ~17,5 m α = 40 °</div> <div>a = 3,00 ml<sub>Vk,min</sub> = 9,60 m</div> <div>Gurtung MP2x U 180 S 355l = 2,90 m / SteifeLage = 146,50 m</div> <div>MikropfahlOK = 146,5 m d = 0,15 m l = 22,0 m + l<sub>ü</sub>l<sub>Vk,min</sub> = 13,90 m</div> <div>...je 2 Mikropfähle je schrägen Druckpfahl</div> <div>10.8 Schnitt VI-VI</div> <div>SpundwandAZ 32-750 S 320 GP OK = 151,0 m UK = 130,30 m</div> <div>GurtungHEA 260 S 355Lage = 149,00 m</div> <div>SteifeRo457x12,5 S 355l<sub>max</sub> = ~16,20 m a = 3,00 m</div> <div>Die Steifen werden über den Eckbereich angeschlossen.</div>				
Bauteil: II		Bemessung		Seite: 46
Kapitel:				Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube		Projekt-Nr.: 2022-0617		

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024

Schlussblatt



i.A. M. Sc. Christian Glockann

Aufgestellt am 30.09.2024 in Cottbus

Bauteil: Schlussblatt		Seite: 47
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang: TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617	

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage A / Schnitt I</div> <div>EDV-Ausgaben Bemessungsschnitte Spundwand – GGU-RETAIN</div>		
Bauteil:	Anlage A / Schnitt I	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung in 2 Rechtecke (Tiefe Teilung = 143.00 m / eaho/eahu = 1.5)  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
Nachweis "Herausziehwiderstand" erfolgreich!  
Ankerabstand a = 1.50 m  
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.85$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.99$

Datei: 2022-0617\_BGV\_I-I\_LF01\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

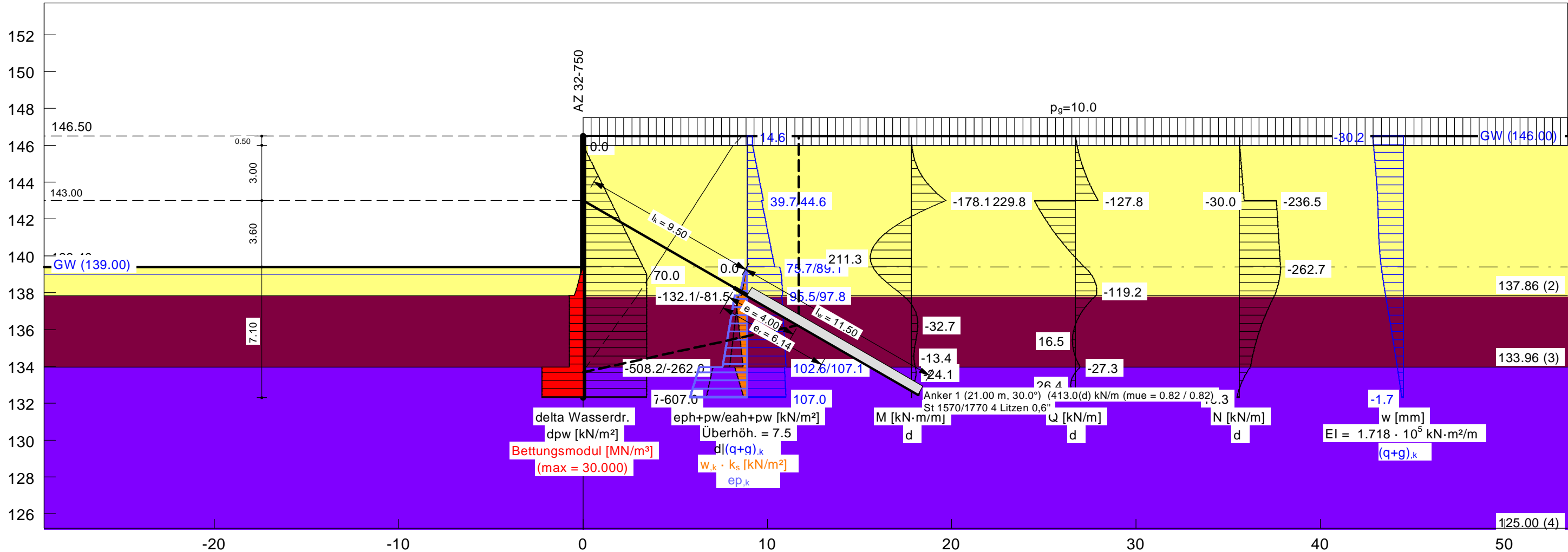
Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 211.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.1 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -258.6 \text{ kN/m}$  (Druck)

Profil: AZ 32-750    Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.00 m  
b = 750.0 mm /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
h = 511.0 mm /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$   
Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 236.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1083.8 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )

$N_{pl,Rd} = 4674.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.055$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$

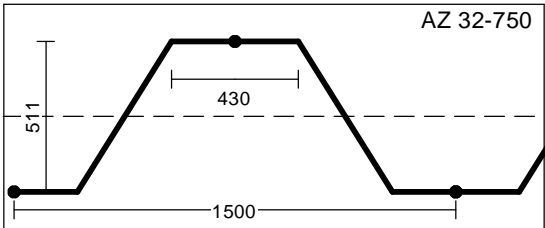
$M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$     max  $\mu = 0.280$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.280$   
Knicklänge = 10.70 m  
 $N_{cr} = 14808.3 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.017 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{s,k1}$ [kN/m²]	$q_{b,k1}$ [MN/m²]	$q_{s,k2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	146.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	0.00	Luft
	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.550	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	0.00	Kies (S 3)
	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.550	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	160.00	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.550	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	160.00	25.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodul	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.86	20.000	20.000
	137.86 - 133.96	10.000	10.000
	133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - BGV - I-I - BS-P

Anlage / Kapitel  
A / I

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH    gepr.:       Projekt-Nr.: 2022-0617

GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung in 2 Rechtecke (Tiefe Teilung = 143.00 m / eaho/eahu = 1.5)  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: EAB/EAU: BS-A/BS-E  
 $\gamma_G = 1.00$

$\gamma_{E0g} = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$   
 $\gamma_{Ep} = 1.20$   
Nachweis "Herausziehwiderstand" erfolgreich!  
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.83$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.80$   
Datei: 2022-0617\_BGV\_I-I\_LF02\_BSA.vrb

Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 160.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 94.4 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -196.7 \text{ kN/m}$  (Druck)

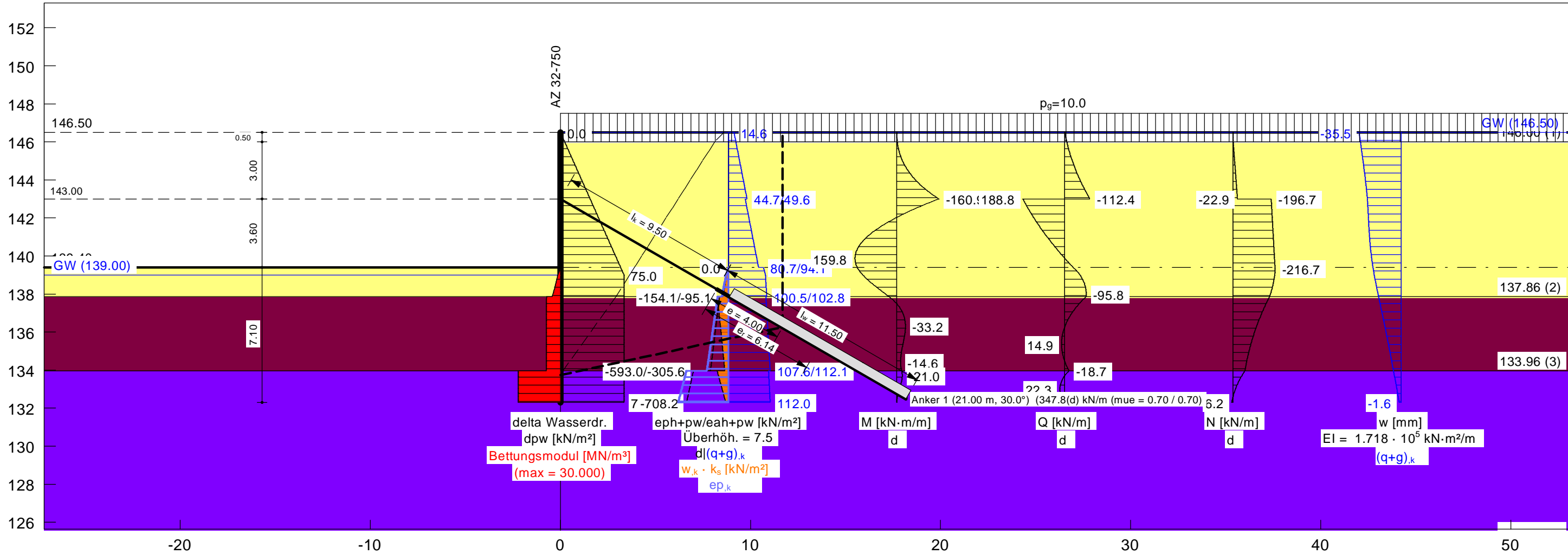
Profil: AZ 32-750  
Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.50 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$   
Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 235.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1079.3 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.087$ )

$N_{pl,Rd} = 4654.5 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.042$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$

$M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.214$   
Knicklänge = 10.70 m  
 $N_{cr} = 14808.3 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.013 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis

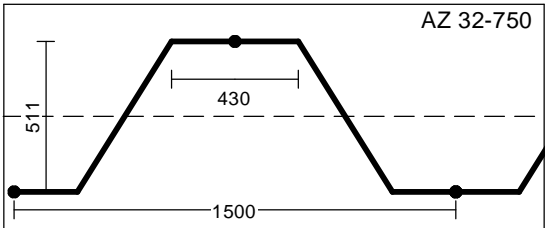
max  $\mu = 0.214$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{s,k}$ [kN/m²]	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	146.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	0.00	Luft
	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.550	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	0.00	Kies (S 3)
	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.550	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	160.00	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.550	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	160.00	25.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.86	20.000	20.000
	137.86 - 133.96	10.000	10.000
	133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - BGV - I-I - BS-A

Anlage / Kapitel  
A / I

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH | gepr.: | Projekt-Nr.: 2022-0617



Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage A / Schnitt II</div> <div>EDV-Ausgaben Bemessungsschnitte Spundwand – GGU-RETAIN</div>		
Bauteil:	Anlage A / Schnitt II	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

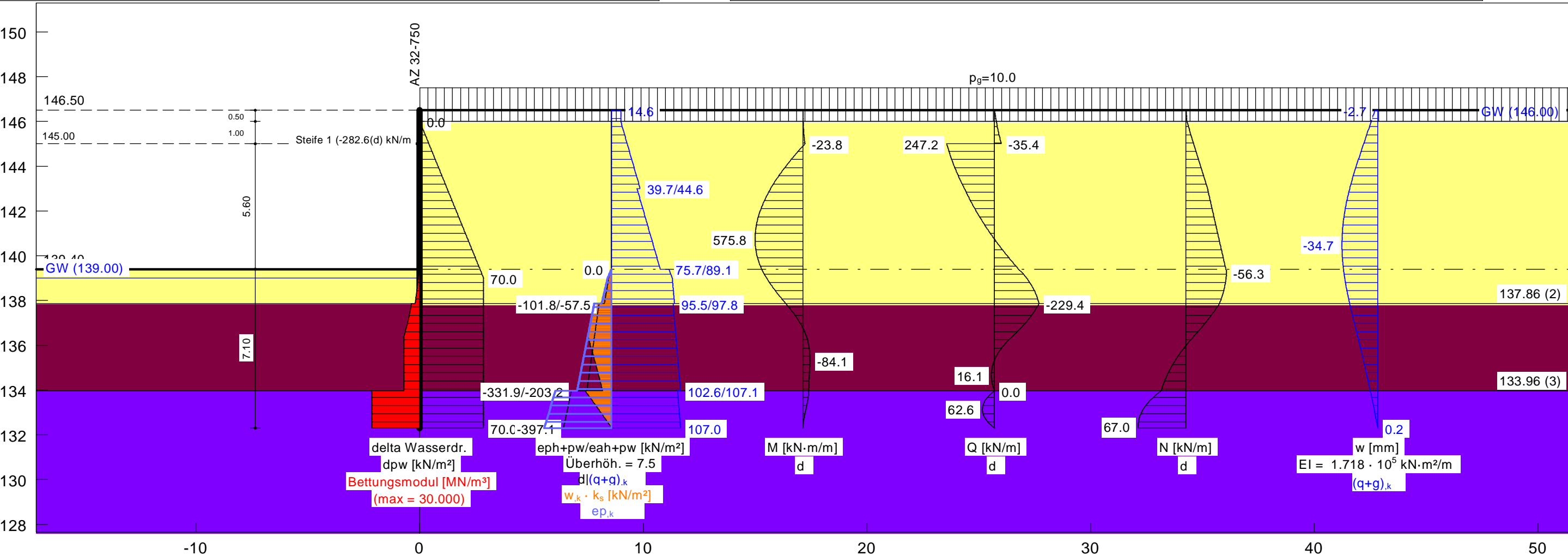
GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.96$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.68  
Datei: 2022-0617\_BGV\_II-II\_LF01a\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 575.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.5 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -45.9 \text{ kN/m}$  (Druck)  
Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.00 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 236.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1083.8 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4674.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.010$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.762$   
Knicklänge = 12.70 m  
 $N_{cr} = 10511.5 \text{ kN/m}$

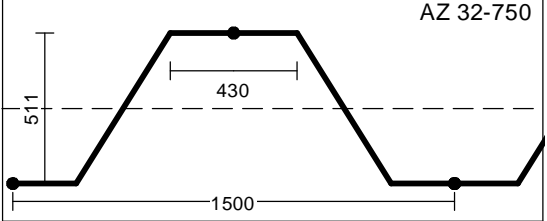
$N_{Ed} / N_{cr} = 0.004 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.762$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	146.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.250	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.250	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.250	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule		
Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
139.40 - 137.86	20.000	20.000
137.86 - 133.96	10.000	10.000
133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber: Thüringer Fernwasserversorgung		
Vorhaben / Projekt: HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.		
Zeichnungsinhalt 2022-0617 - BGV - II-II - BS-P-1		
Anlage / Kapitel A / II		
INROS LACKNER SE Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99		
bearb.: GLOCCH	gepr.:	Projekt-Nr.: 2022-0617

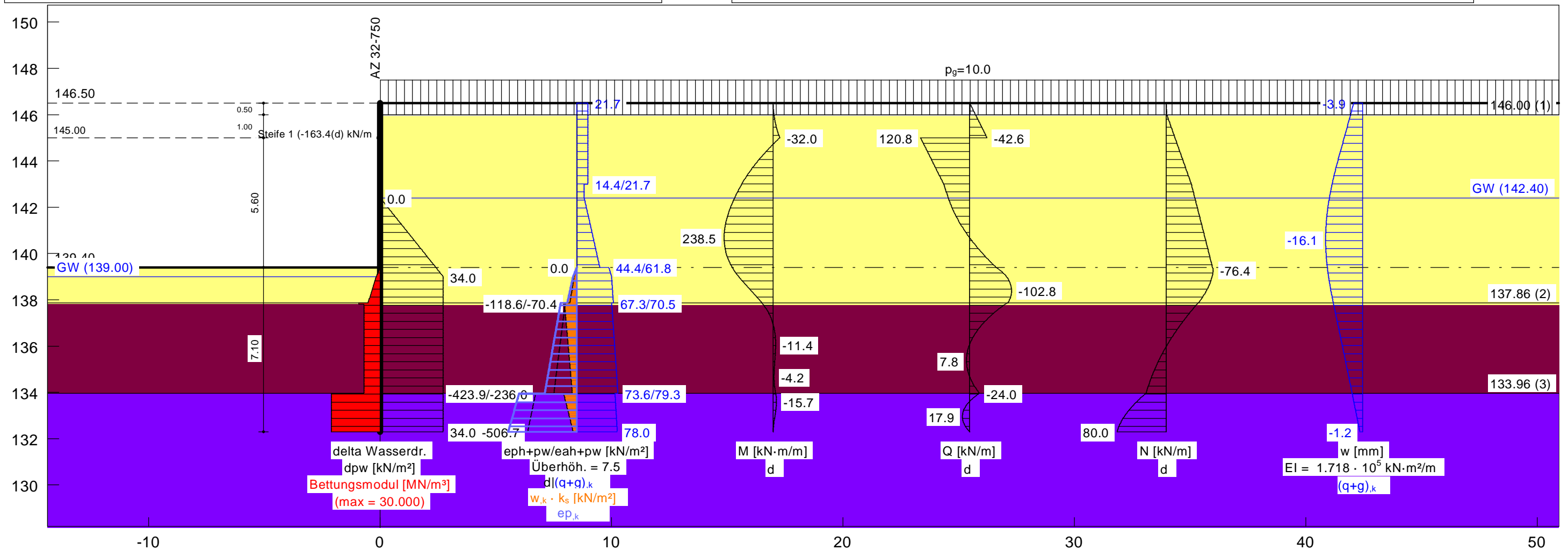
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck ( $f = 0.25$ )  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{\text{Eog}} = 1.20$   
 $\gamma_{\text{Q}} = 1.50$   
 $\gamma_{\text{Ep}} = 1.40$   
 mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.95$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.85$   
 Datei: 2022-0617\_BGV\_II-II\_LF01b\_BSP.vrb  
 Datum: 30.09.2024

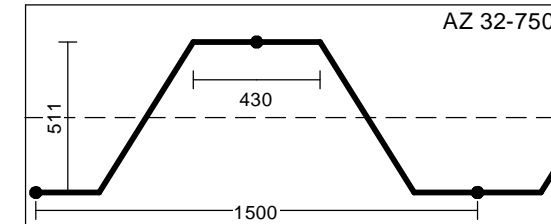
Bemessung:  
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
 Bemessungssituation: max M, qg  
 $M_{Ed} = 238.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.4 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -63.0 \text{ kN/m}$  (Druck)  
 Profil: AZ 32-750    Stahlgüte: S 240 GP  
 Wasserdruckdifferenz = 3.40 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 240.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 768.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1101.9 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4752.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.013$ )  
 Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 768.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.311$   
 Knicklänge = 12.70 m  
 $N_{cr} = 10511.5 \text{ kN/m}$

$N_{Ed} / N_{cr} = 0.006 \leq 0.04$   
 -> Kein Knicknachweis  
 $\max \mu = 0.311$

[illegible]

Bettungsmodul		
Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
139.40 - 137.86	20.000	20.000
137.86 - 133.96	10.000	10.000
133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber: Thüringer Fernwasserversorgung		
Vorhaben / Projekt: HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.		
Zeichnungsinhalt 2022-0617 - BGV - II-II - BS-P-2		
Anlage / Kapitel A / II		
INROS LACKNER SE Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus Tel.:0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99		
bearb.: GLOCCH	gepr.:	Projekt-Nr.: 2022-0617

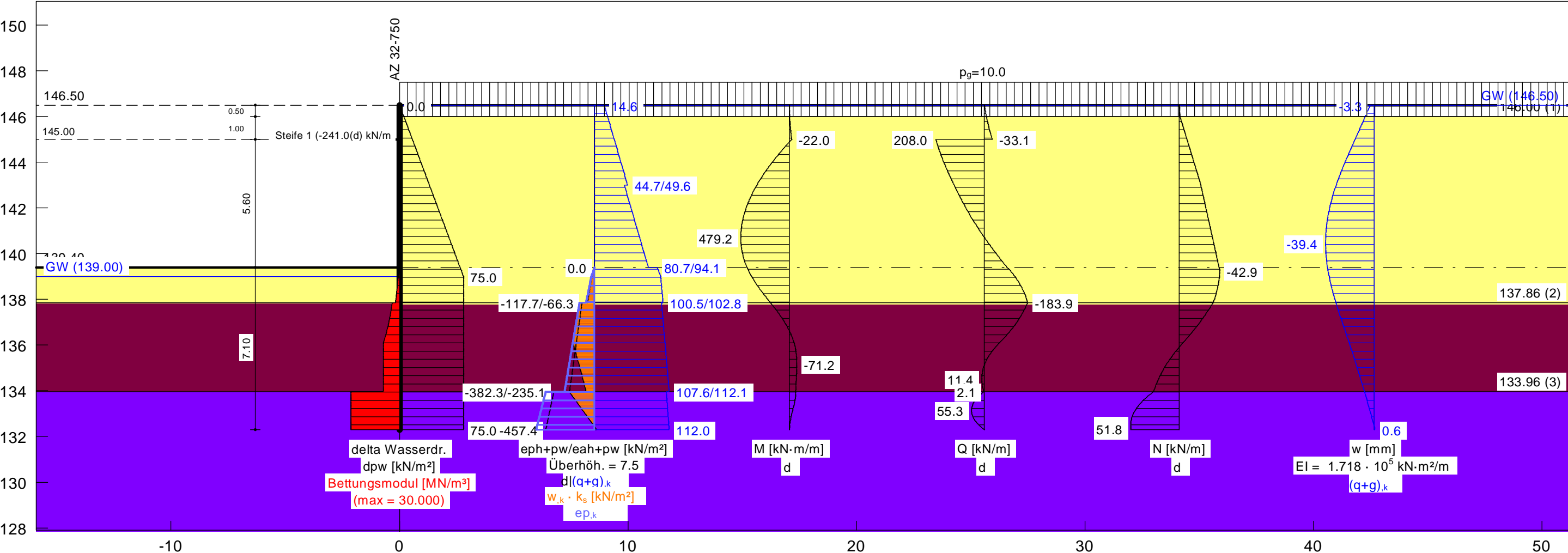
GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: EAB/EAU: BS-A/BS-E  
 $\gamma_G = 1.00$

$\gamma_{E0g} = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$   
 $\gamma_{Ep} = 1.20$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.97$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.51  
Datei: 2022-0617\_BGV\_II-II\_LF02\_BSA.vrb  
Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 479.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.2 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -35.3 \text{ kN/m}$  (Druck)  
Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.50 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 235.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1079.3 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4654.5 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.008$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.637$   
Knicklänge = 12.70 m  
 $N_{cr} = 10511.5 \text{ kN/m}$

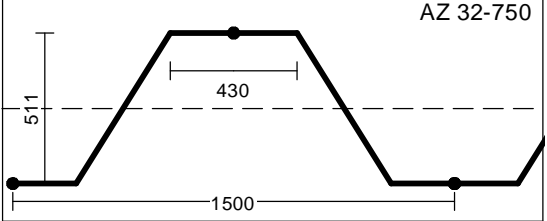
$N_{Ed} / N_{cr} = 0.003 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.637$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	146.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.240	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.240	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.240	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.86	20.000	20.000
	137.86 - 133.96	10.000	10.000
	133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber: Thüringer Fernwasserversorgung
Vorhaben / Projekt: HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.
Zeichnungsinhalt 2022-0617 - BGV - II-II - BS-A
Anlage / Kapitel A / II
INROS LACKNER SE Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99
bearb.: GLOCCH   gepr.:   Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage A / Schnitt IIa</div> <div>EDV-Ausgaben Bemessungsschnitte Spundwand – GGU-RETAIN</div>		
Bauteil:	Anlage A / Schnitt IIa	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

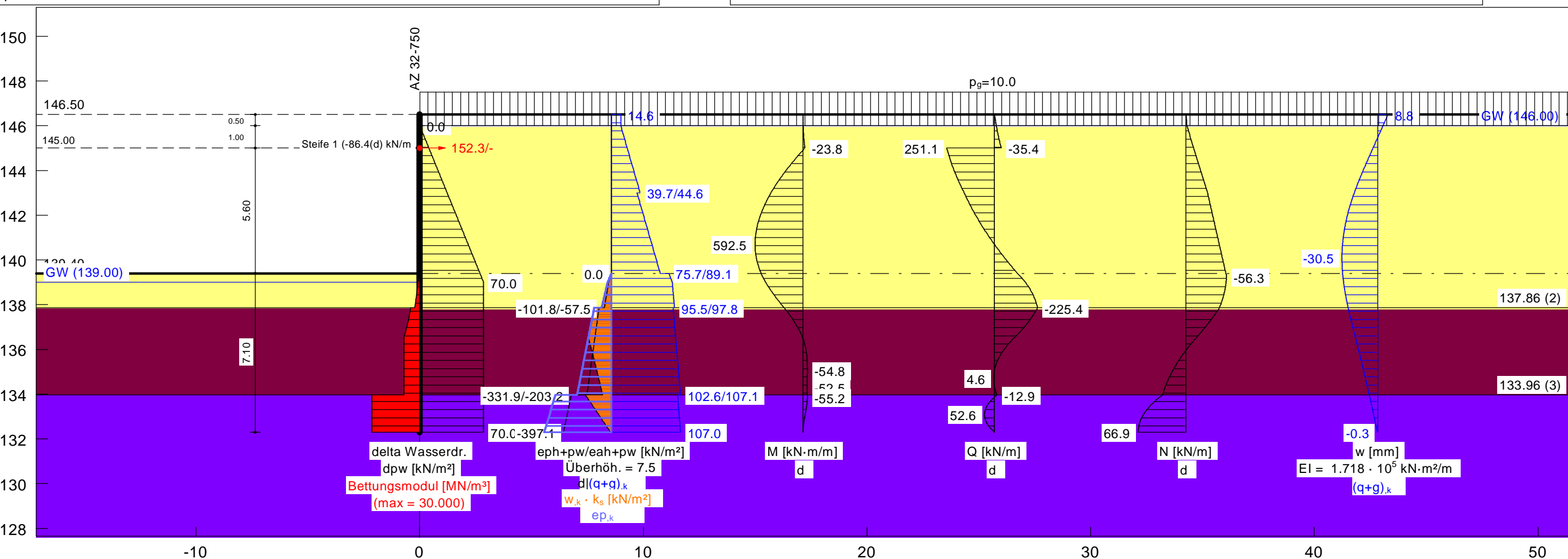
GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.96$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.68  
Datei: 2022-0617\_BGV\_II-II\_LF11a\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 592.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.4 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -46.3 \text{ kN/m}$  (Druck)  
Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.00 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 236.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1083.8 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4674.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.010$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.784$   
Knicklänge = 12.70 m  
 $N_{cr} = 10511.5 \text{ kN/m}$

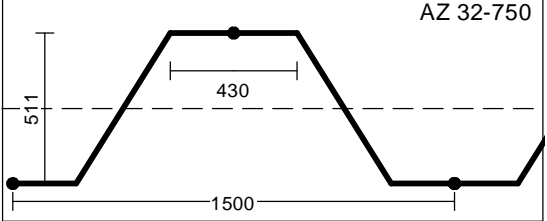
$N_{Ed} / N_{cr} = 0.004 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.784$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	146.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.250	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.250	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.250	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.86	20.000	20.000
	137.86 - 133.96	10.000	10.000
	133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:		
Thüringer Fernwasserversorgung		
Vorhaben / Projekt:		
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.		
Zeichnungsinhalt		
2022-0617 - BGV - IIa-IIa - BS-P-1		
Anlage / Kapitel		
A / II'		
INROS LACKNER SE		
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus		
Tel.:0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99		
bearb.: GLOCCH	gepr.:	Projekt-Nr.: 2022-0617

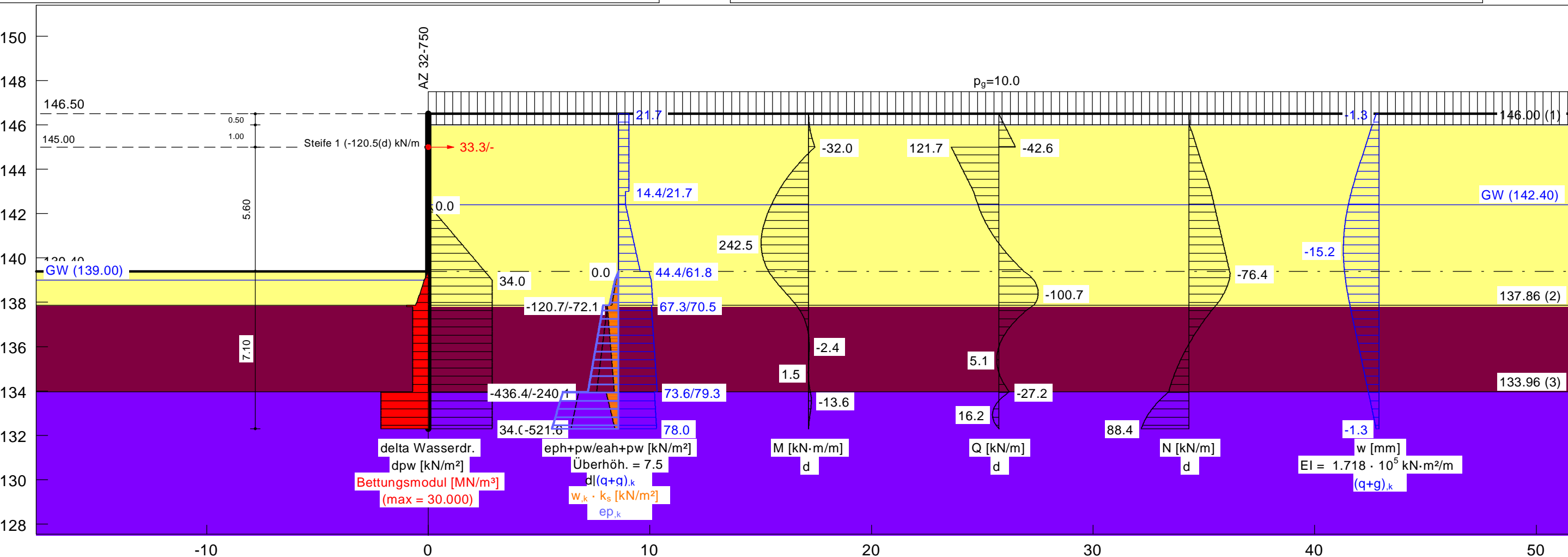
GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 1.00$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.85$   
Datei: 2022-0617\_BGV\_II-II\_LF11b\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 242.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.2 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -63.5 \text{ kN/m}$  (Druck)  
Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 3.40 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 240.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 768.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1101.9 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4752.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.013$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 768.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.316$   
Knicklänge = 12.70 m  
 $N_{cr} = 10511.5 \text{ kN/m}$

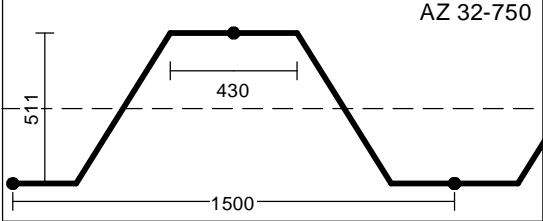
$N_{Ed} / N_{cr} = 0.006 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.316$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	146.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.450	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.450	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.450	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.86	20.000	20.000
	137.86 - 133.96	10.000	10.000
	133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:		
Thüringer Fernwasserversorgung		
Vorhaben / Projekt:		
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.		
Zeichnungsinhalt		
2022-0617 - BGV - IIa-IIa - BS-P-2		
Anlage / Kapitel		
A / II'		
INROS LACKNER SE		
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus		
Tel.:0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99		
bearb.: GLOCCH	gepr.:	Projekt-Nr.: 2022-0617



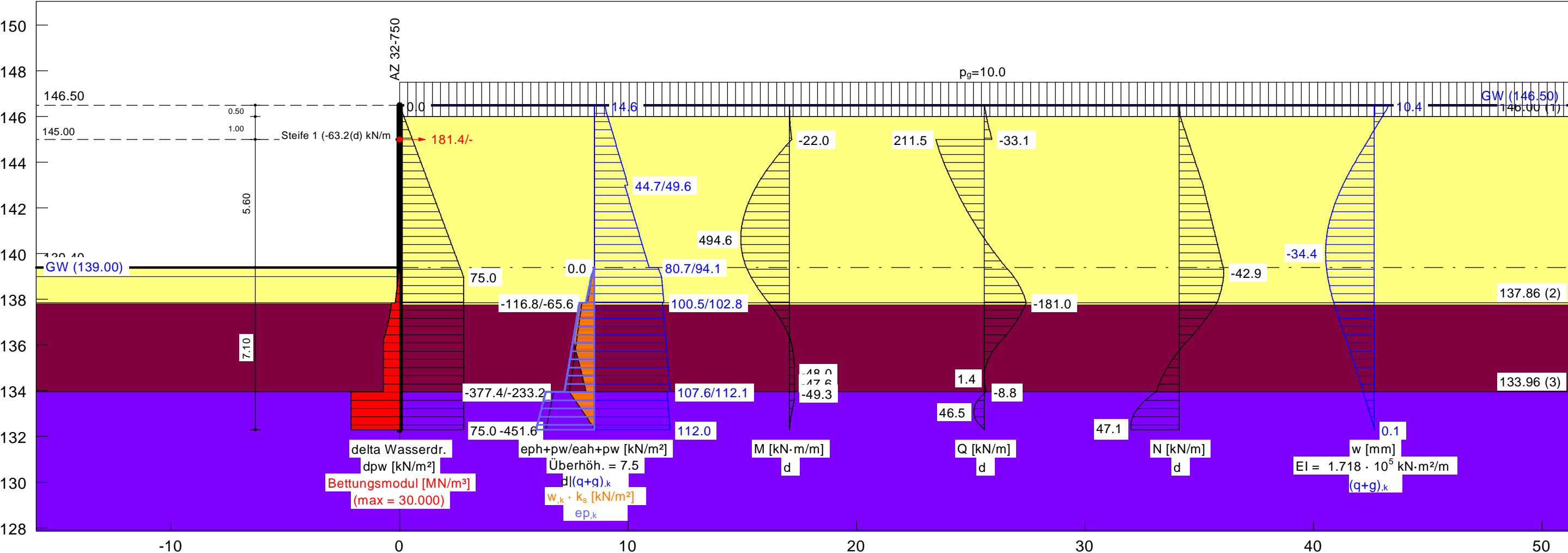
GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: EAB/EAU: BS-A/BS-E  
 $\gamma_G = 1.00$

$\gamma_{E0g} = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$   
 $\gamma_{Ep} = 1.20$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.93$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.51  
Datei: 2022-0617\_BGV\_II-II\_LF12\_BSA.vrb  
Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 494.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.1 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -35.5 \text{ kN/m}$  (Druck)  
Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.50 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 235.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1079.3 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4654.5 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.008$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.658$   
Knicklänge = 12.70 m  
 $N_{cr} = 10511.5 \text{ kN/m}$

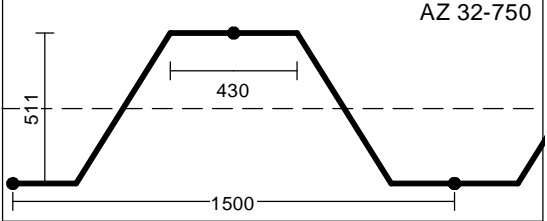
$N_{Ed} / N_{cr} = 0.003 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.658$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
Luft	146.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
Kies (S 3)	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.230	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
Keuperzersatz (S4)	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.230	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
Keuper verwittert (S5)	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.230	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.86	20.000	20.000
	137.86 - 133.96	10.000	10.000
	133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber: Thüringer Fernwasserversorgung
Vorhaben / Projekt: HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.
Zeichnungsinhalt 2022-0617 - BGV - IIa-IIa - BS-A
Anlage / Kapitel A / II'
INROS LACKNER SE Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99
bearb.: GLOCCH   gepr.:   Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage A / Schnitt IIb</div> <div>EDV-Ausgaben Bemessungsschnitte Spundwand – GGU-RETAIN</div>		
Bauteil:	Anlage A / Schnitt IIb	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

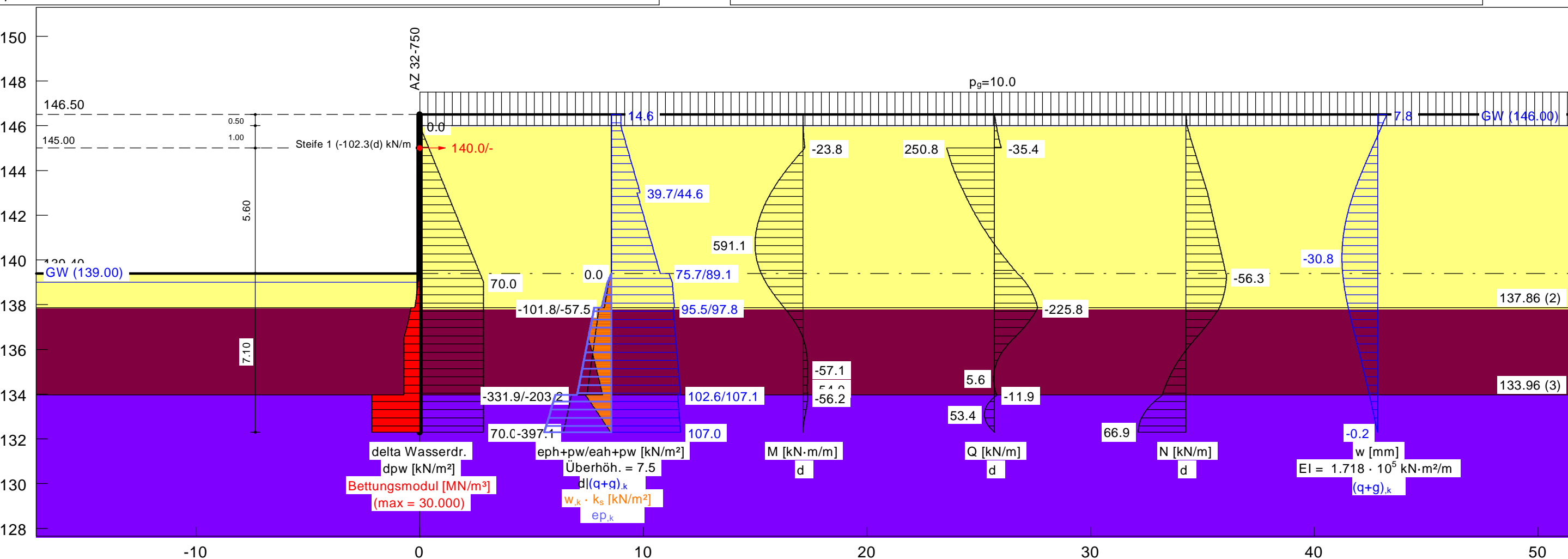
GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.96$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.68$   
Datei: 2022-0617\_BGV\_II-II\_LF21a\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 591.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.2 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -46.3 \text{ kN/m}$  (Druck)  
Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.00 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 236.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1083.8 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4674.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.010$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.783$   
Knicklänge = 12.70 m  
 $N_{cr} = 10511.5 \text{ kN/m}$

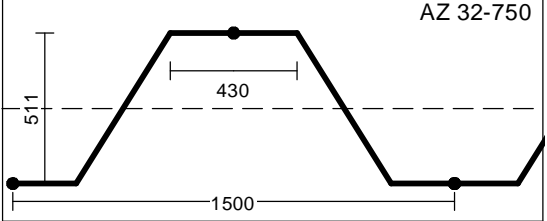
$N_{Ed} / N_{cr} = 0.004 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.783$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
Luft	146.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
Kies (S 3)	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.250	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
Keuperzersatz (S4)	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.250	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
Keuper verwittert (S5)	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.250	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.86	20.000	20.000
	137.86 - 133.96	10.000	10.000
	133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - BGV - IIb-IIb - BS-P-1

Anlage / Kapitel  
A / II'

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH | gepr.: | Projekt-Nr.: 2022-0617

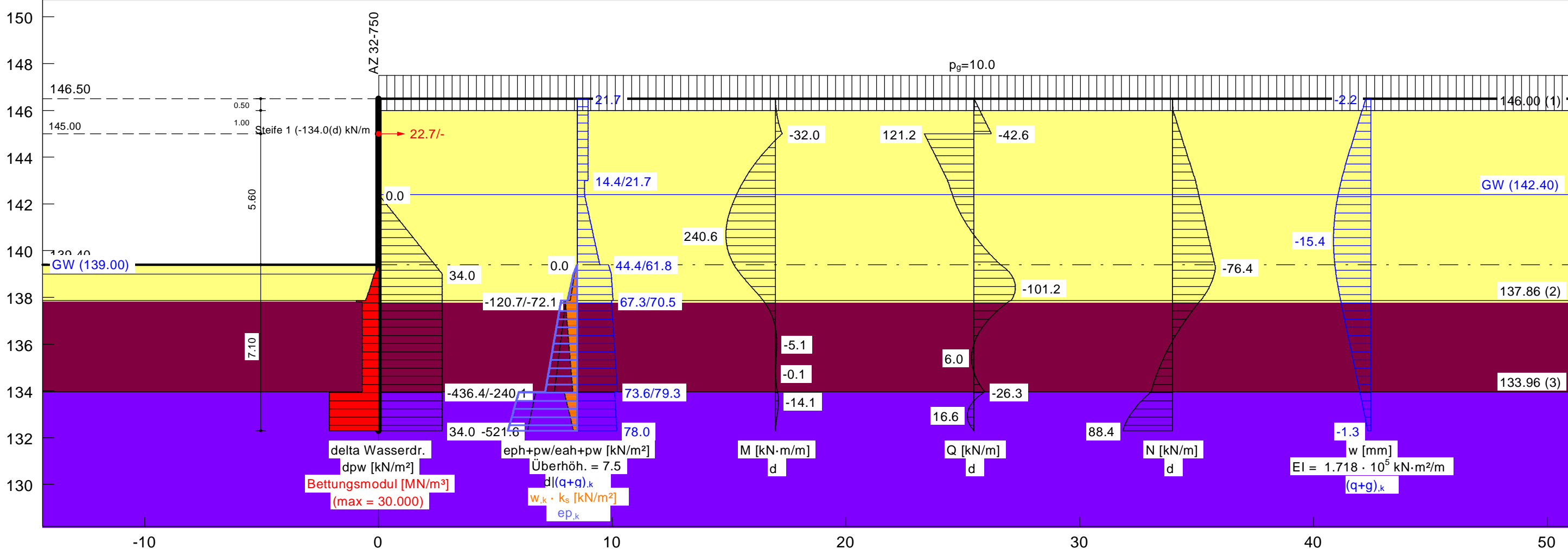
GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 1.00$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.85  
Datei: 2022-0617\_BGV\_II-II\_LF21b\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 240.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.4 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -63.5 \text{ kN/m}$  (Druck)  
Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 3.40 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 240.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 768.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1101.9 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4752.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.013$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 768.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.313$   
Knicklänge = 12.70 m  
 $N_{cr} = 10511.5 \text{ kN/m}$

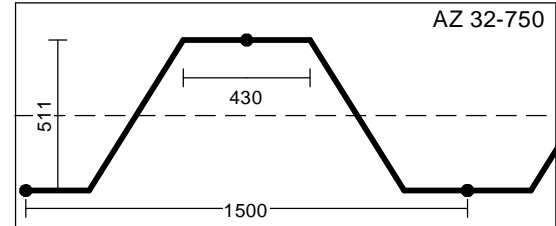
$N_{Ed} / N_{cr} = 0.006 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.313$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	146.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.450	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.450	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.450	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule		
Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
139.40 - 137.86	20.000	20.000
137.86 - 133.96	10.000	10.000
133.96 - 100.00	30.000	30.000



**Bauherr/Auftraggeber:**  
Thüringer Fernwasserversorgung

**Vorhaben / Projekt:**  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

**Zeichnungsinhalt**  
2022-0617 - BGV - IIb-IIb - BS-P-2

**Anlage / Kapitel**  
A / II'

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH | gepr.: | Projekt-Nr.: 2022-0617

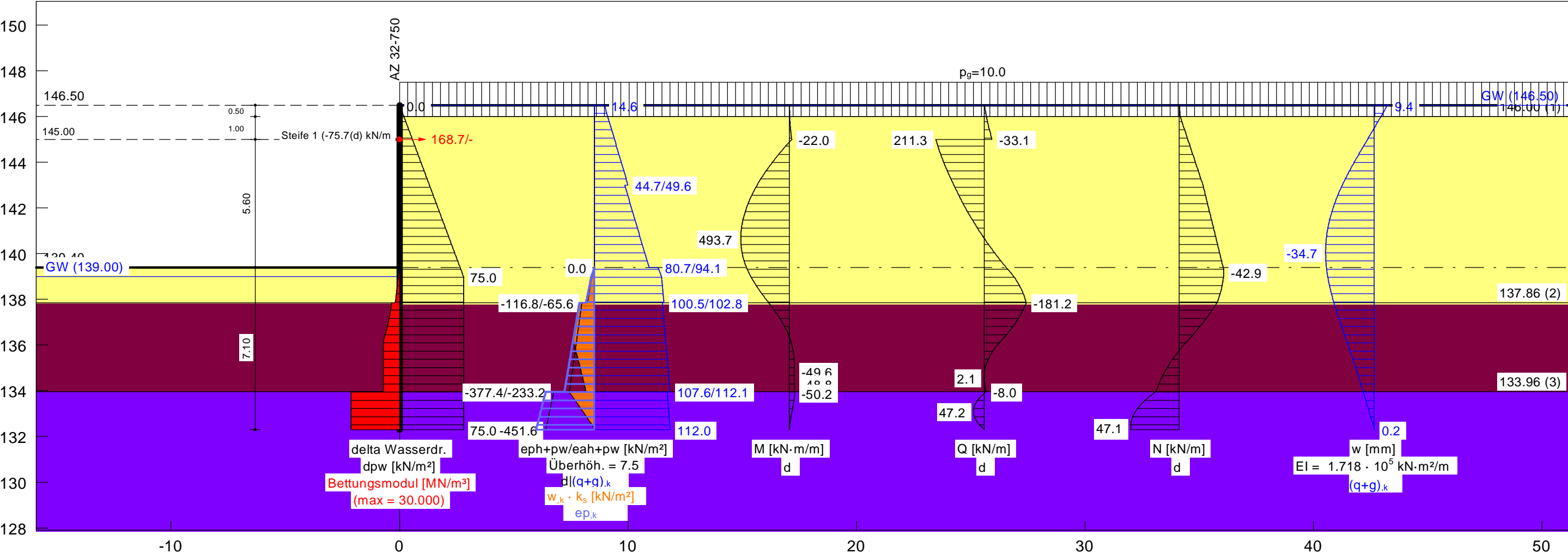
GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck ( $f = 0.25$ )  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: EAB/EAU: BS-A/BS-E  
 $\gamma_G = 1.00$

$\gamma_{E0g} = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$   
 $\gamma_{Ep} = 1.20$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.93$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.51  
Datei: 2022-0617\_BGV\_II-II\_LF22\_BSA.vrb  
Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 493.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.2 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -35.5 \text{ kN/m}$  (Druck)  
Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.50 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 235.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1079.3 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4654.5 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.008$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.656$   
Knicklänge = 12.70 m  
 $N_{cr} = 10511.5 \text{ kN/m}$

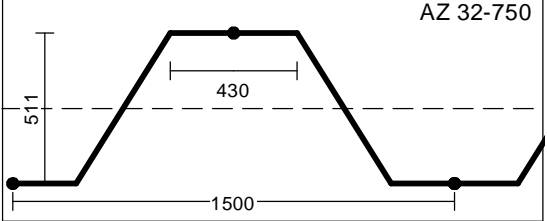
$N_{Ed} / N_{cr} = 0.003 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.656$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
Luft	146.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
Kies (S 3)	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.230	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
Keuperzersatz (S4)	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.230	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
Keuper verwittert (S5)	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.230	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.86	20.000	20.000
	137.86 - 133.96	10.000	10.000
	133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - BGV - IIb-IIb - BS-A

Anlage / Kapitel  
A / II'

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH | gepr.: | Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage A / Schnitt III</div> <div>EDV-Ausgaben Bemessungsschnitte Spundwand – GGU-RETAIN</div>		
Bauteil:	Anlage A / Schnitt III	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

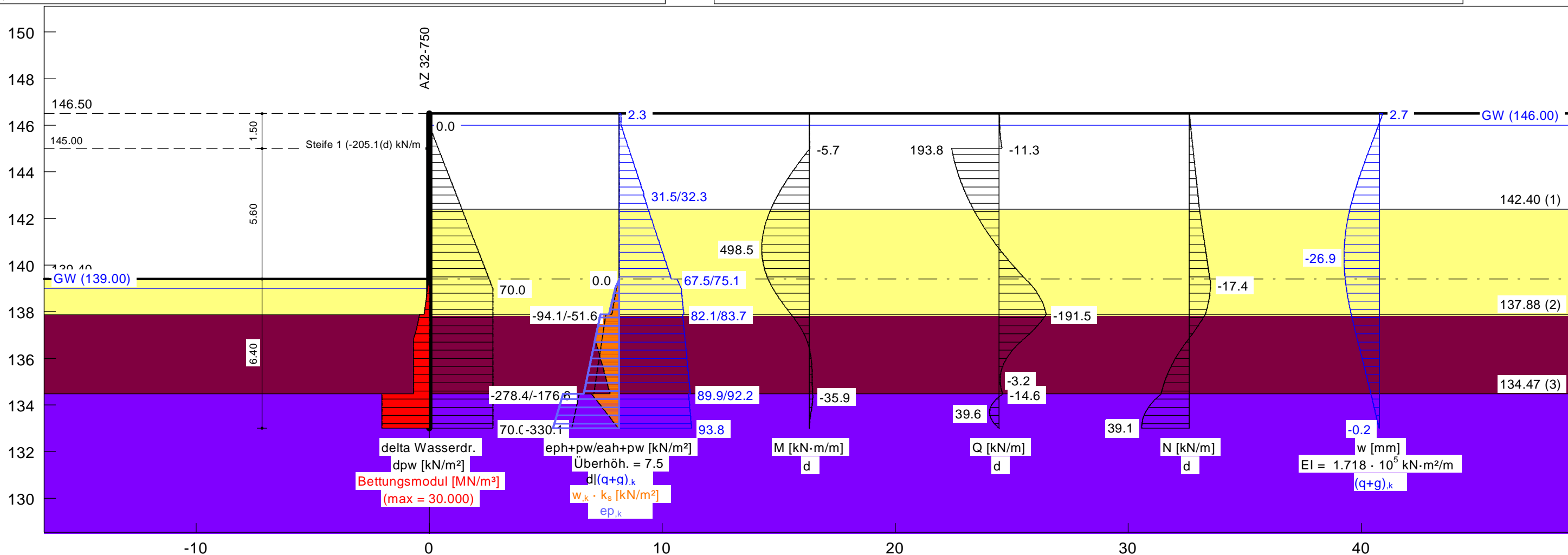
GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 13.50 m  
Erf. Einbindetiefe = 6.40 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.96$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.35$   
Datei: 2022-0617\_HWS\_III-III\_LF01a\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 498.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.1 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -13.2 \text{ kN/m}$  (Druck)  
Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.00 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 236.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1083.8 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4674.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.003$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.660$   
Knicklänge = 12.00 m  
 $N_{cr} = 11773.6 \text{ kN/m}$

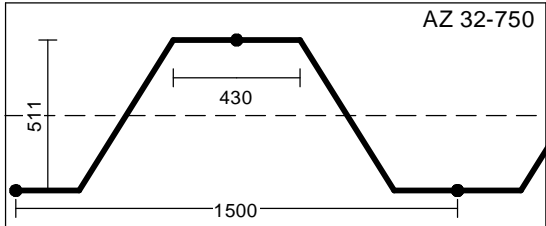
$N_{Ed} / N_{cr} = 0.001 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.660$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
Luft	142.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
Kies (S 3)	137.88	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.160	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
Keuperzersatz (S4)	134.47	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.160	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
Keuper verwittert (S5)	<134.47	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.160	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodul	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.88	20.000	20.000
	137.88 - 134.47	10.000	10.000
	134.47 - 120.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - HWS - III-III - BSP-1

Anlage / Kapitel  
A / III

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH | gepr.: | Projekt-Nr.: 2022-0617



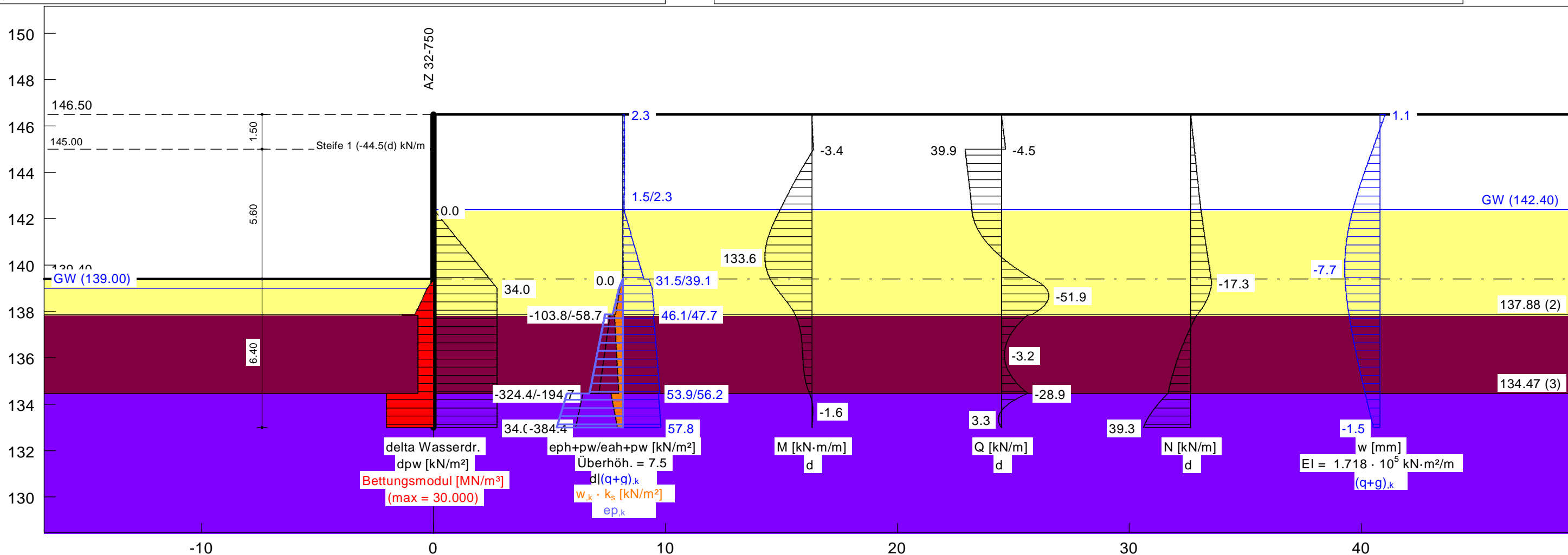
GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 13.50 m  
Erf. Einbindetiefe = 6.40 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.96$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.35$   
Datei: 2022-0617\_HWS\_III-III\_LF01b\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 133.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.1 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -14.2 \text{ kN/m}$  (Druck)  
Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 3.40 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 240.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 768.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1101.9 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4752.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.003$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 768.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.174$   
Knicklänge = 12.00 m  
 $N_{cr} = 11773.6 \text{ kN/m}$

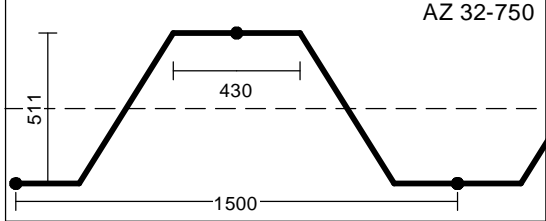
$N_{Ed} / N_{cr} = 0.001 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.174$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	142.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
	137.88	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.280	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	134.47	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.280	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<134.47	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.280	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodul	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.88	20.000	20.000
	137.88 - 134.47	10.000	10.000
	134.47 - 120.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:		
Thüringer Fernwasserversorgung		
Vorhaben / Projekt:		
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.		
Zeichnungsinhalt		
2022-0617 - HWS - III-III - BSP-2		
Anlage / Kapitel		
A / III		
INROS LACKNER SE		
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus		
Tel.:0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99		
bearb.: GLOCCH	gepr.:	Projekt-Nr.: 2022-0617

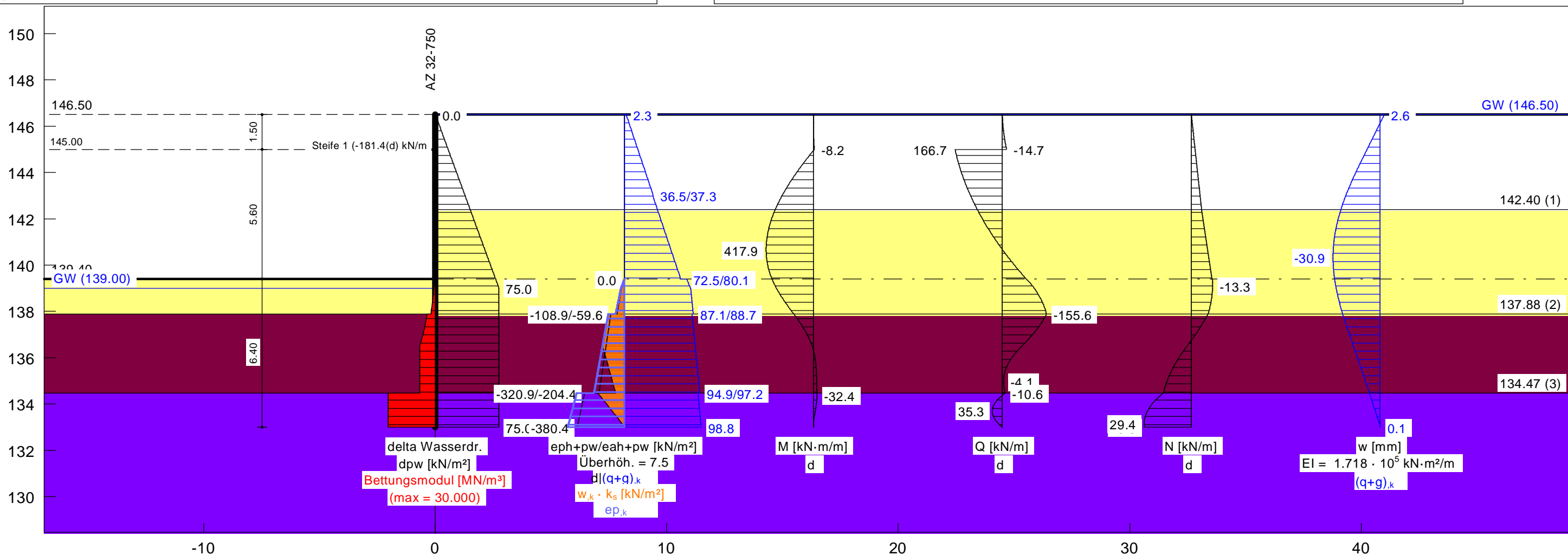
GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 13.50 m  
Erf. Einbindetiefe = 6.40 m  
BS: EAB/EAU: BS-A/BS-E  
 $\gamma_G = 1.00$

$\gamma_{E0g} = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$   
 $\gamma_{Ep} = 1.20$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.95$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.26$   
Datei: 2022-0617\_HWS\_III-III\_LF02\_BSA.vrb  
Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 417.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.7 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -10.2 \text{ kN/m}$  (Druck)  
Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.50 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 235.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1079.3 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.001$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4654.5 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.002$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.556$   
Knicklänge = 12.00 m  
 $N_{cr} = 11773.6 \text{ kN/m}$

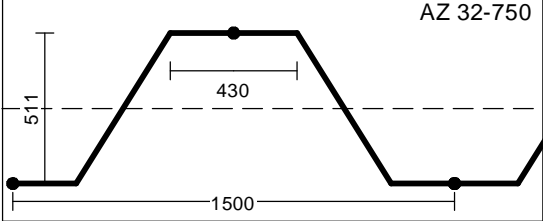
$N_{Ed} / N_{cr} = 0.001 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.556$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	142.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
	137.88	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.150	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	134.47	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.150	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<134.47	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.150	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule		
Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
139.40 - 137.88	20.000	20.000
137.88 - 134.47	10.000	10.000
134.47 - 120.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber: Thüringer Fernwasserversorgung		
Vorhaben / Projekt: HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.		
Zeichnungsinhalt 2022-0617 - HWS - III-III - BSA		
Anlage / Kapitel A / III		
INROS LACKNER SE Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99		
bearb.: GLOCCH	gepr.:	Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage A / Schnitt III'</div> <div>EDV-Ausgaben Bemessungsschnitte Spundwand – GGU-RETAIN</div>		
Bauteil:	Anlage A / Schnitt III'	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

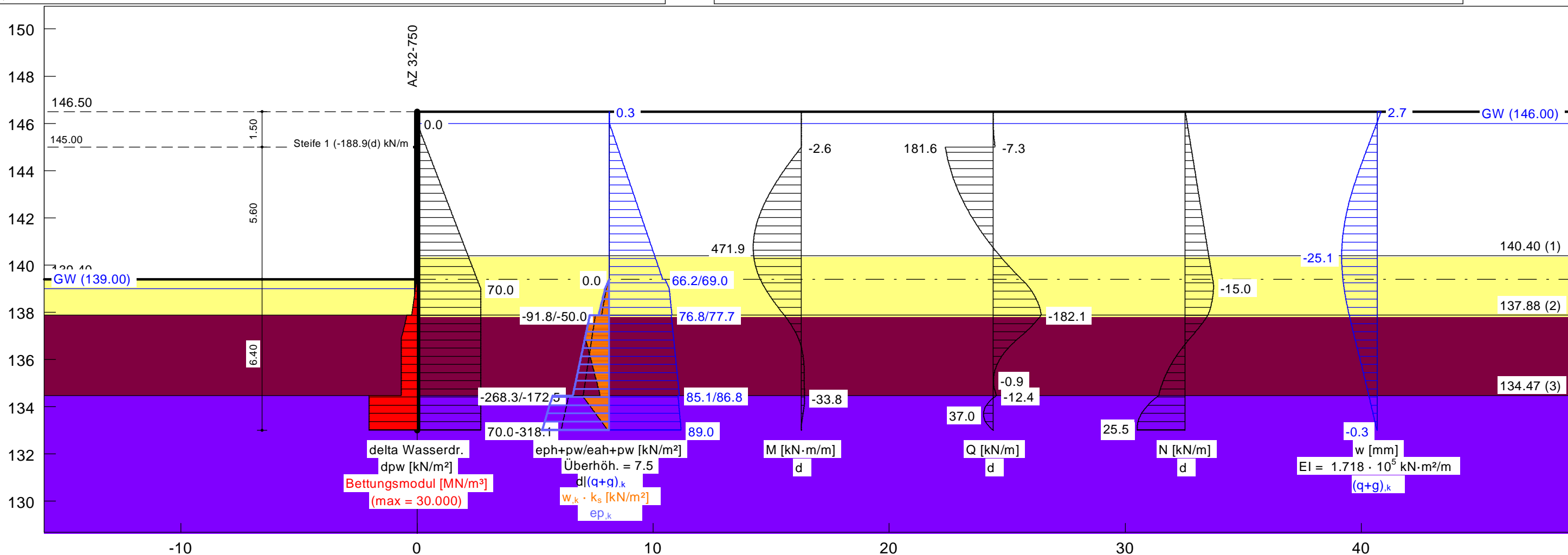
GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 13.50 m  
Erf. Einbindetiefe = 6.40 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.96$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.26$   
Datei: 2022-0617\_HWS\_III-III\_LF11a\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 471.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.6 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -11.7 \text{ kN/m}$  (Druck)  
Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.00 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 236.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1083.8 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.001$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4674.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.003$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.625$   
Knicklänge = 12.00 m  
 $N_{cr} = 11773.6 \text{ kN/m}$

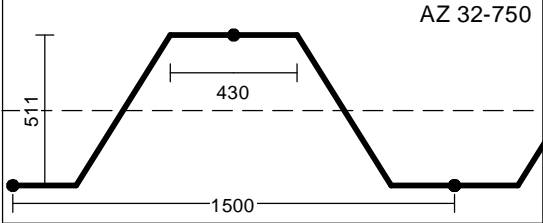
$N_{Ed} / N_{cr} = 0.001 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.625$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
Luft	140.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	
Kies (S 3)	137.88	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.130	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	
Keuperzersatz (S4)	134.47	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.130	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	
Keuper verwittert (S5)	<134.47	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.130	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.88	20.000	20.000
	137.88 - 134.47	10.000	10.000
	134.47 - 120.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - HWS - III'-III' - BSP-1

Anlage / Kapitel  
A / III'

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH | gepr.: | Projekt-Nr.: 2022-0617

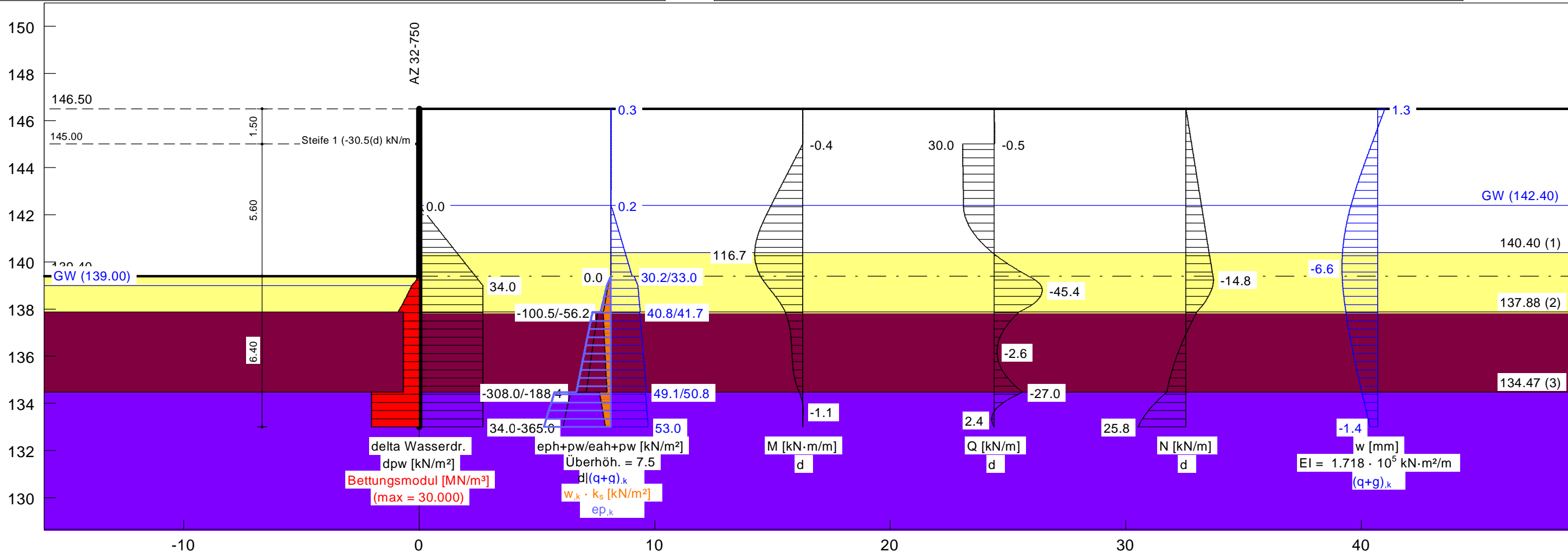
GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 13.50 m  
Erf. Einbindetiefe = 6.40 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.97$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.26$   
Datei: 2022-0617\_HWS\_III-III\_LF11b\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 116.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.2 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -12.6 \text{ kN/m}$  (Druck)  
Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 3.40 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 240.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 768.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1101.9 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4752.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.003$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 768.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.152$   
Knicklänge = 12.00 m  
 $N_{cr} = 11773.6 \text{ kN/m}$

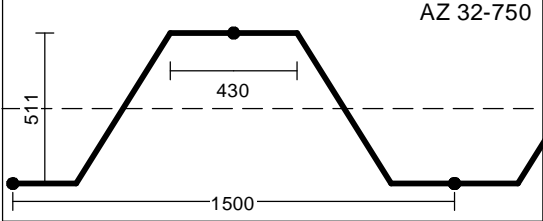
$N_{Ed} / N_{cr} = 0.001 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.152$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	140.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
	137.88	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.240	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	134.47	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.240	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<134.47	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.240	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.88	20.000	20.000
	137.88 - 134.47	10.000	10.000
	134.47 - 120.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber: Thüringer Fernwasserversorgung
Vorhaben / Projekt: HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.
Zeichnungsinhalt 2022-0617 - HWS - III'-III' - BSP-2
Anlage / Kapitel A / III'
INROS LACKNER SE Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99
bearb.: GLOCCH   gepr.:   Projekt-Nr.: 2022-0617

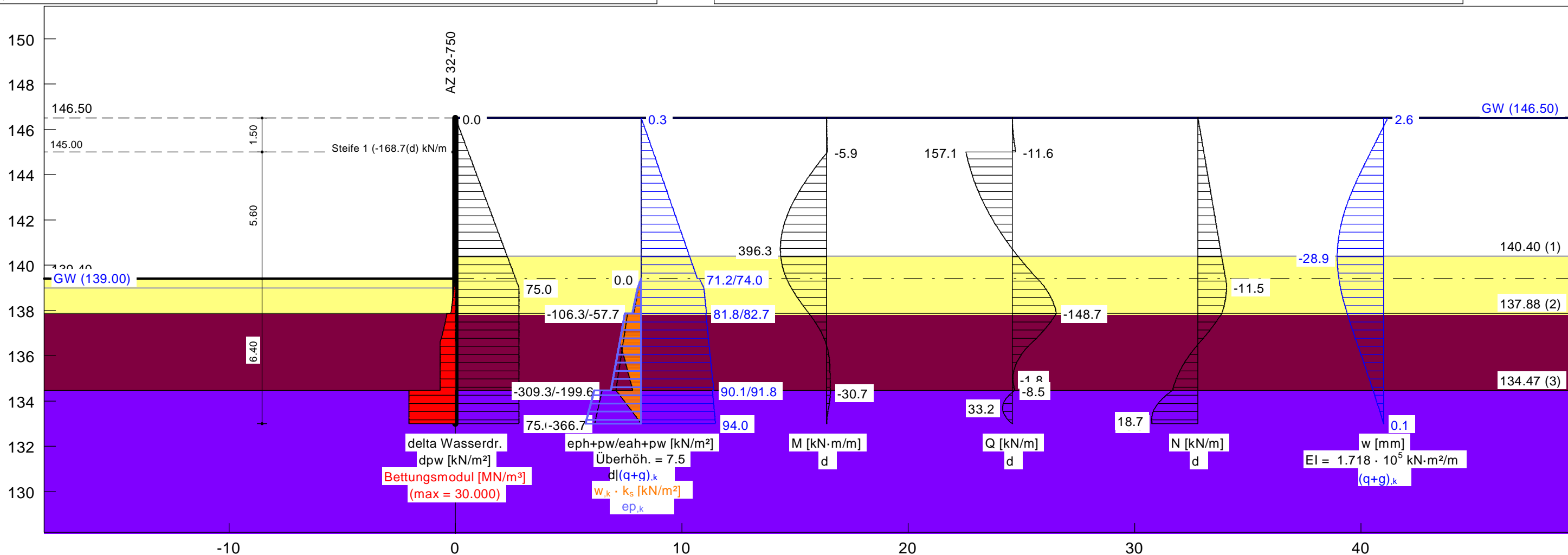
GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 13.50 m  
Erf. Einbindetiefe = 6.40 m  
BS: EAB/EAU: BS-A/BS-E  
 $\gamma_G = 1.00$

$\gamma_{E0g} = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$   
 $\gamma_{Ep} = 1.20$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.94$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.20$   
Datei: 2022-0617\_HWS\_III-III\_LF12\_BSA.vrb  
Datum: 30.09.2024

Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 396.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.4 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -9.0 \text{ kN/m}$  (Druck)  
Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.50 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$

Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 235.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1079.3 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )  
 $N_{pl,Rd} = 4654.5 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.002$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.527$   
Knicklänge = 12.00 m  
 $N_{cr} = 11773.6 \text{ kN/m}$

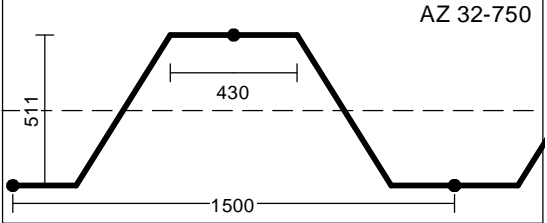
$N_{Ed} / N_{cr} = 0.001 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.527$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	140.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
	137.88	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.120	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	134.47	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.120	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<134.47	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.120	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule		
Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
139.40 - 137.88	20.000	20.000
137.88 - 134.47	10.000	10.000
134.47 - 120.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber: Thüringer Fernwasserversorgung		
Vorhaben / Projekt: HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.		
Zeichnungsinhalt 2022-0617 - HWS - III'-III' - BSA		
Anlage / Kapitel A / III'		
INROS LACKNER SE Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99		
bearb.: GLOCCH	gepr.:	Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage A / Schnitt IV</div> <div>EDV-Ausgaben Bemessungsschnitte Spundwand – GGU-RETAIN</div>		
Bauteil:	Anlage A / Schnitt IV	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617



GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung in 2 Rechtecke (Tiefe Teilung = 149.00 m / eaho/eahu = 148.2)  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 20.70 m  
Erf. Einbindetiefe = 15.10 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.98$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.73$   
Datei: 2022-0617\_HWS\_IV-IV\_LF01a\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

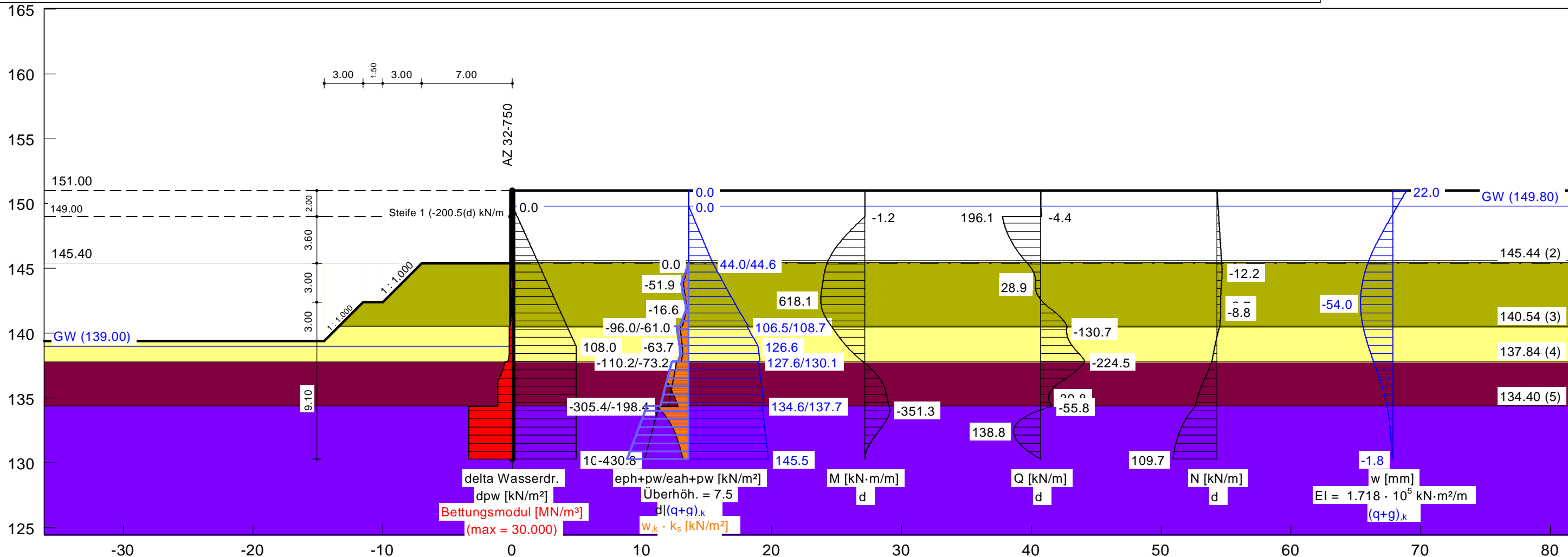
Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 618.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -8.8 \text{ kN/m}$  (Druck)

Profil: AZ 32-750    Stahlgüte: S 320 GP  
Wasserdruckdifferenz = 10.80 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.860 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 35.7$   
Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 309.3 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 989.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1419.8 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )

$N_{pl,Rd} = 6123.4 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.001$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$

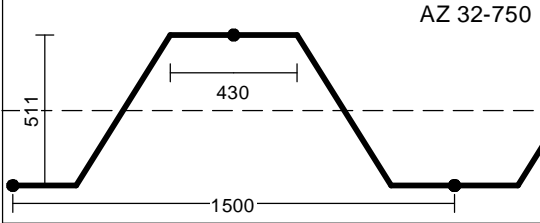
$M_{c,Rd} = 989.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$     max  $\mu = 0.625$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.625$   
Knicklänge = 18.70 m  
 $N_{cr} = 4848.3 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.002 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	145.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
	145.44	20.0	11.0	27.5	0.0	0.0	-0.667	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auffüllungen (S1c)
	140.54	19.0	9.0	22.5	0.0	5.0	-0.130	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auelehm (S2)
	137.84	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.130	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	134.40	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.130	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<134.40	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.130	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 151.00 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	145.40 - 140.54	5.000	5.000
	140.54 - 137.84	20.000	20.000
	137.84 - 134.40	10.000	10.000
	134.40 - 120.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - HWS - IV-IV - BS-P

Anlage / Kapitel  
A / IV

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH | gepr.: | Projekt-Nr.: 2022-0617

GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung in 2 Rechtecke (Tiefe Teilung = 149.00 m / eaho/eahu = 148.2)  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 20.70 m  
Erf. Einbindetiefe = 15.10 m  
BS: EAB/EAU: BS-A/BS-E  
 $\gamma_G = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$

$\gamma_{Ep} = 1.20$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.88$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.55$   
Datei: 2022-0617\_HWS\_IV-IV\_LF02\_BSA.vrb  
Datum: 30.09.2024

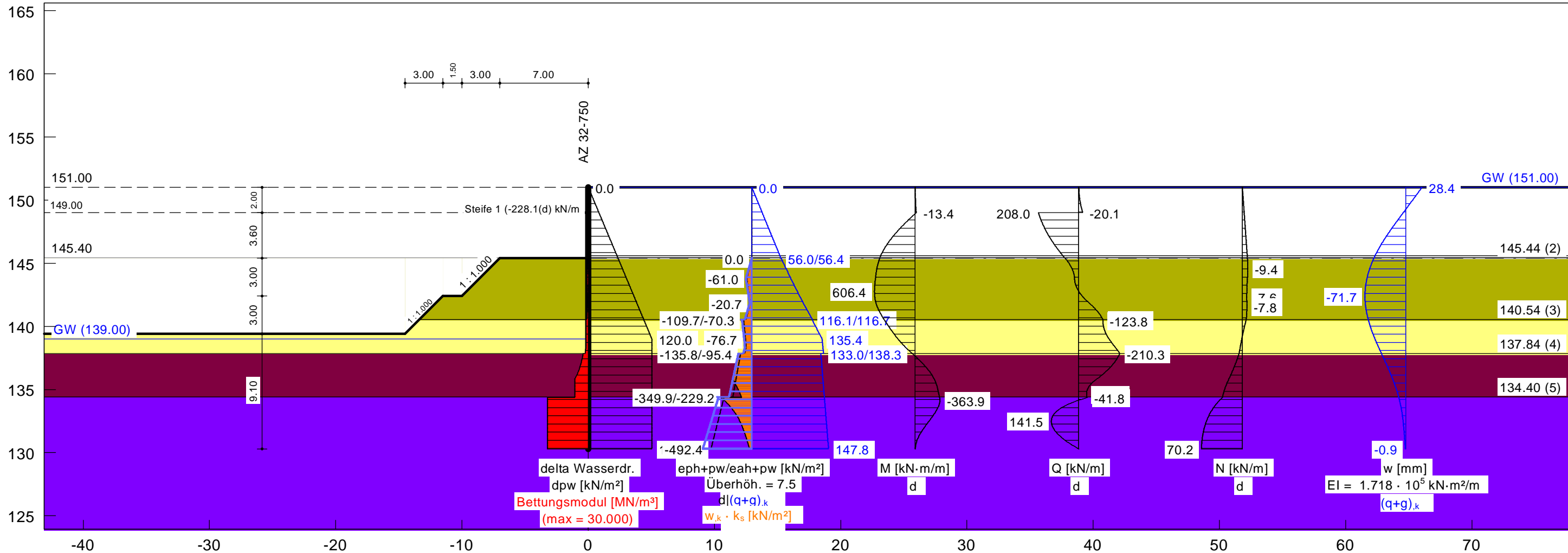
Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 606.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.5 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -7.7 \text{ kN/m}$  (Druck)

Profil: AZ 32-750    Stahlgüte: S 320 GP  
Wasserdruckdifferenz = 12.00 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.860 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 35.7$   
Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 308.4 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 986.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1415.7 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )

$N_{pl,Rd} = 6105.6 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.001$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$

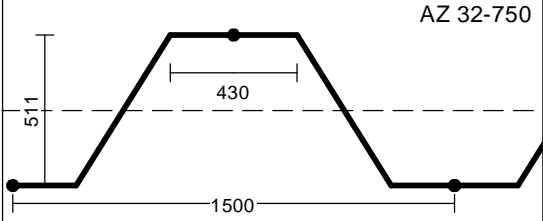
$M_{c,Rd} = 986.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$     max  $\mu = 0.615$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.615$   
Knicklänge = 18.70 m  
 $N_{cr} = 4848.3 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.002 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	145.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Luft
	145.44	20.0	11.0	27.5	0.0	0.0	-0.667	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auffüllungen (S1c)
	140.54	19.0	9.0	22.5	0.0	5.0	-0.110	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auelehm (S2)
	137.84	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.110	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	134.40	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.110	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<134.40	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.110	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 151.00 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	145.40 - 140.54	5.000	5.000
	140.54 - 137.84	20.000	20.000
	137.84 - 134.40	10.000	10.000
	134.40 - 120.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - HWS - IV-IV - BS-A

Anlage / Kapitel  
A / IV

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH | gepr.: | Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage A / Schnitt V – Pfahl 5</div> <div>EDV-Ausgaben Bemessungsschnitte Spundwand – GGU-RETAIN</div>		
Bauteil:	Anlage A / Schnitt V – Pfahl 5	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 10.70 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_{E0g} = 1.20$

$\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.53$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.81  
Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50  
Datei: 2022-0617\_BGV\_V-V\_LF00\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

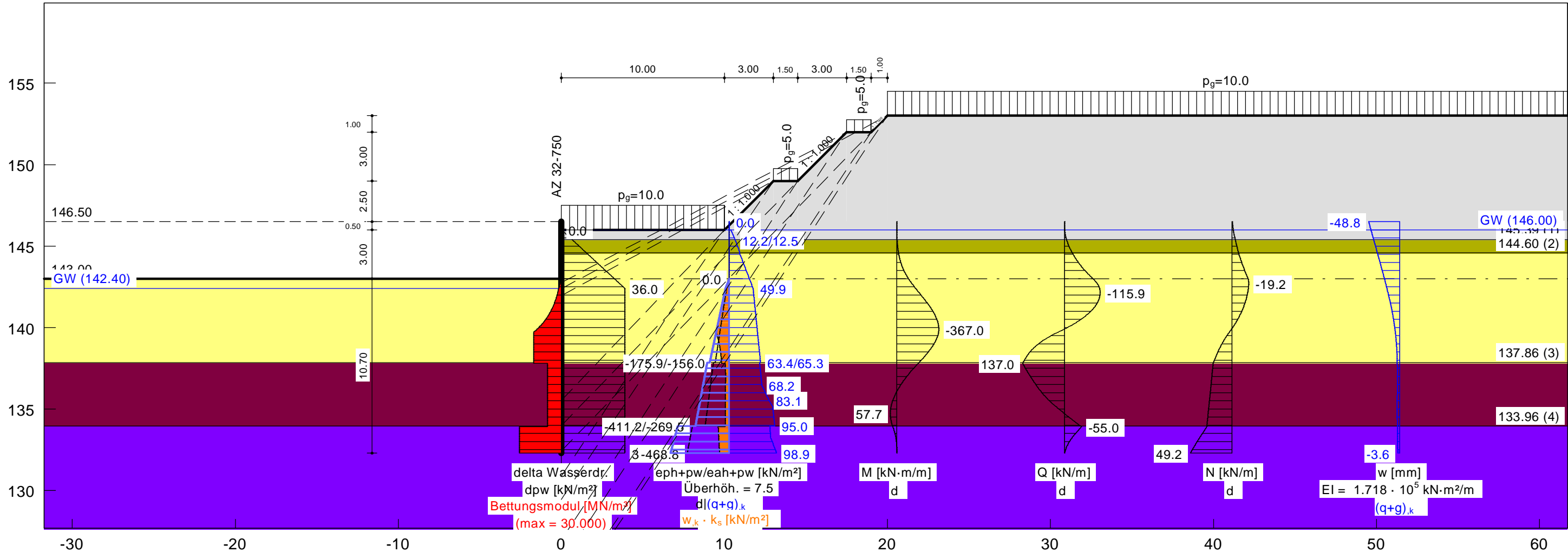
Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 367.0$  kN·m/m  
 $V_{Ed} = 0.4$  kN (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = 0.8$  kN/m (Zug)

Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 3.60 m  
 $b = 750.0$  mm /  $b_f = 430.4$  mm  
 $t_f = 14.0$  mm /  $t_w = 12.0$  mm /  $A = 198.0$  cm²/m  
 $h = 511.0$  mm /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0$  cm³/m /  $I = 81800.0$  cm⁴/m

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$   
Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 240.0$  N/mm²  
 $M_{c,Rd} = 768.0$  kN·m/m  
 $V_{pl,Rd} = 1101.9$  kN/m ( $\mu = 0.000$ )

$N_{pl,Rd} = 4752.0$  kN/m ( $\mu = 0.000$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$

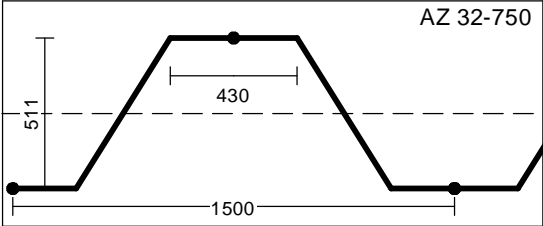
$M_{c,Rd} = 768.0$  kN·m/m  
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.478$   
 $N_{Ed} > 0.0$  (Zug)  
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.478$



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_k$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	145.39	20.0	11.0	27.5	0.0	0.0	-0.150	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auffüllung (1c)
	144.60	19.0	9.0	22.5	0.0	5.0	-0.150	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auelehm (S2)
	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.150	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.150	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.150	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	143.00 - 137.86	20.000	20.000
	137.86 - 133.96	10.000	10.000
	133.96 - 125.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - BGV - V-V - BS-P - Abgrabung

Anlage / Kapitel  
A / V

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.:0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH | gepr.: | Projekt-Nr.: 2022-0617

GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
Vorverformung über Datei berücksichtigt  
aus: HWS Straußfurt  
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.98$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.81$

Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50  
Datei: 2022-0617\_BGV\_V-V\_LF01\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

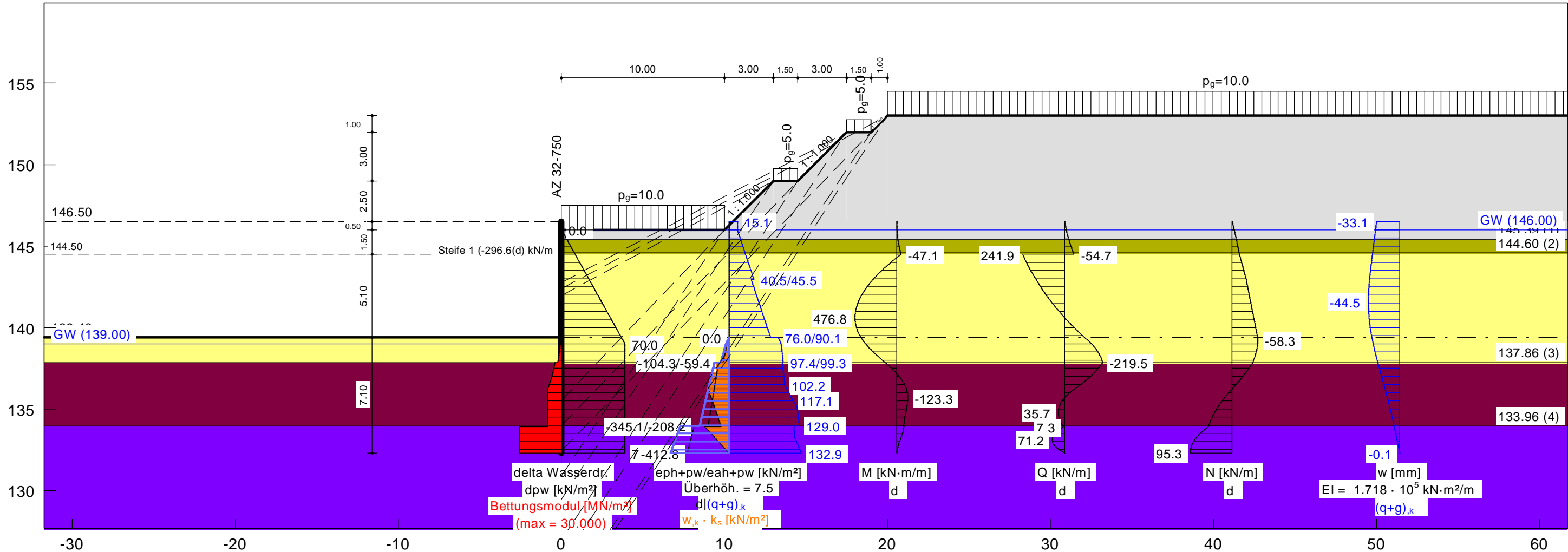
Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 476.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.7 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -48.8 \text{ kN/m}$  (Druck)

Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.00 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$   
Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 236.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1083.8 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.001$ )

$N_{pl,Rd} = 4674.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.010$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$

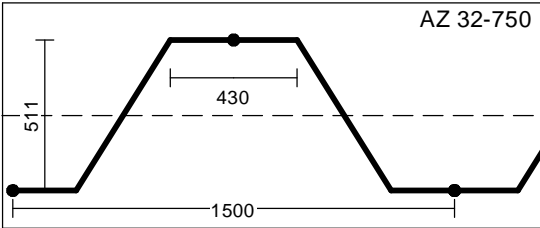
$M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$      $\max \mu = 0.631$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.631$   
Knicklänge = 12.20 m  
 $N_{cr} = 11390.8 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.004 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_k$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	145.39	20.0	11.0	27.5	0.0	0.0	-0.280	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auffüllung (1c)
	144.60	19.0	9.0	22.5	0.0	5.0	-0.280	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auelehm (S2)
	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.280	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.280	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.280	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.86	20.000	20.000
	137.86 - 133.96	10.000	10.000
	133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - BGV - V-V - BS-P - Pfahl 5

Anlage / Kapitel  
A / V - Pfahl 5

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH    gepr.:       Projekt-Nr.: 2022-0617



GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: EAB/EAU: BS-A/BS-E  
 $\gamma_G = 1.00$

$\gamma_{E0g} = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$   
 $\gamma_{Ep} = 1.20$   
Vorverformung über Datei berücksichtigt  
aus: HWS Straußfurt  
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.95$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.61$

Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50  
Datei: 2022-0617\_BGV\_V-V\_LF02\_BSA.vrb  
Datum: 30.09.2024

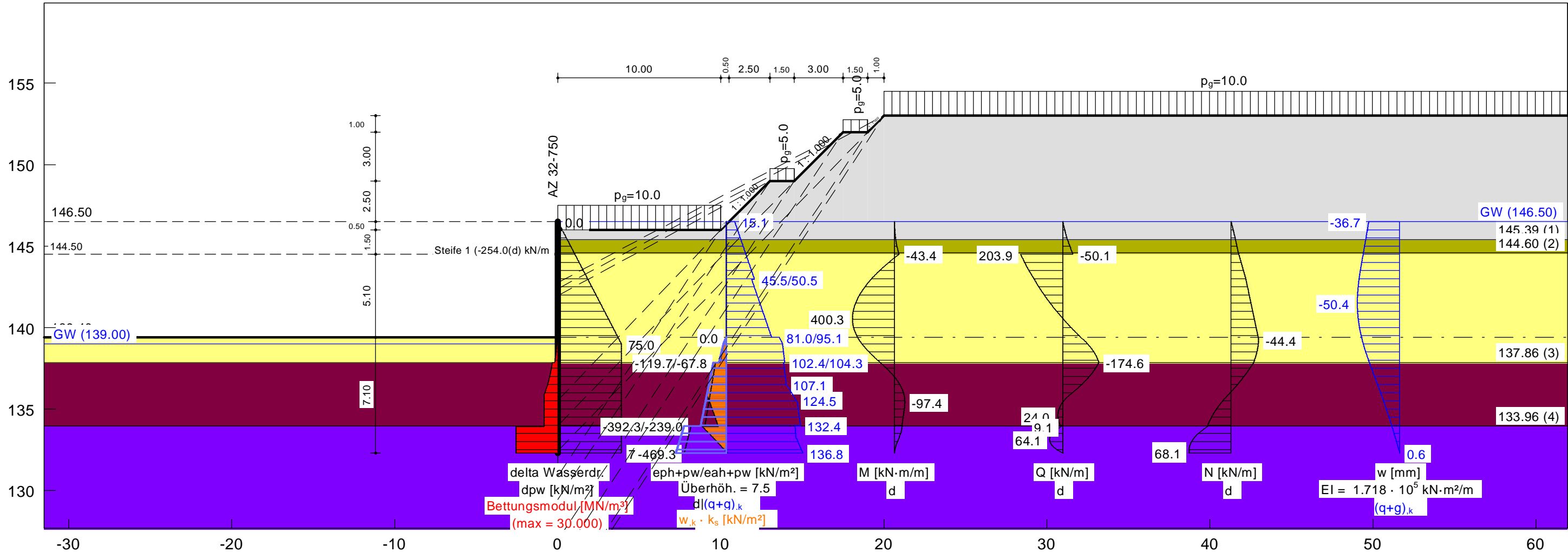
Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 400.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.3 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -37.4 \text{ kN/m}$  (Druck)

Profil: AZ 32-750    Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.50 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$   
Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 235.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1079.3 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )

$N_{pl,Rd} = 4654.5 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.008$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$

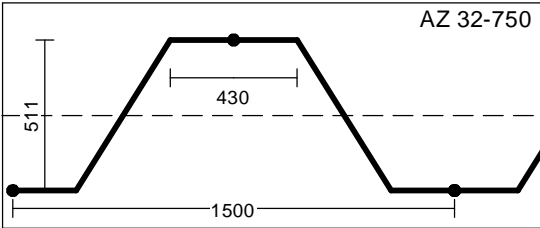
$M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$     max  $\mu = 0.532$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.532$   
Knicklänge = 12.20 m  
 $N_{cr} = 11390.8 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.003 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	145.39	20.0	11.0	27.5	0.0	0.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auffüllung (1c)
	144.60	19.0	9.0	22.5	0.0	5.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auelehm (S2)
	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.86	20.000	20.000
	137.86 - 133.96	10.000	10.000
	133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - BGV - V-V - BS-A - Pfahl 5

Anlage / Kapitel  
A / V - Pfahl 5

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.:0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH    gepr.:       Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage A / Schnitt V – Pfahl 6</div> <div>EDV-Ausgaben Bemessungsschnitte Spundwand – GGU-RETAIN</div>		
Bauteil:	Anlage A / Schnitt V – Pfahl 6	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617



GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
Vorverformung über Datei berücksichtigt  
aus: HWS Straußfurt  
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.98$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.81$

Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50  
Datei: 2022-0617\_BGV\_V-V\_LF21\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

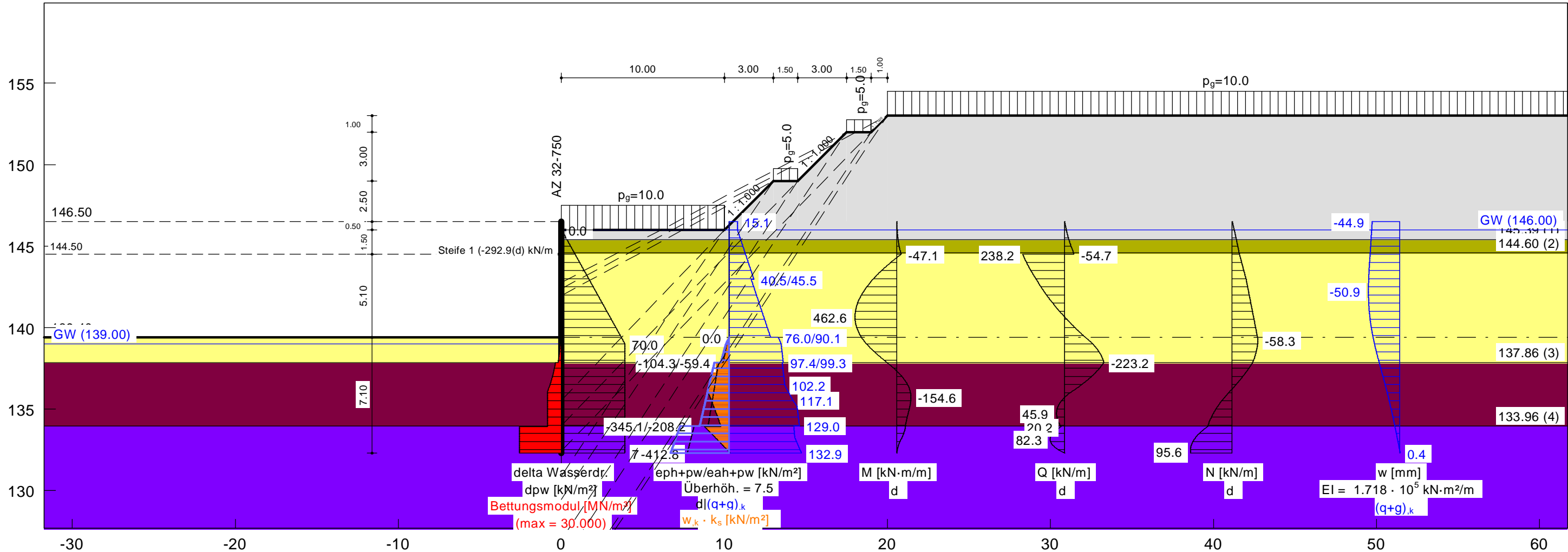
Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 462.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.4 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -48.4 \text{ kN/m}$  (Druck)

Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.00 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$   
Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 236.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1083.8 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )

$N_{pl,Rd} = 4674.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.010$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$

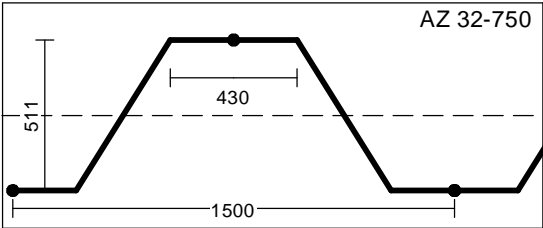
$M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$      $\max \mu = 0.612$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.612$   
Knicklänge = 12.20 m  
 $N_{cr} = 11390.8 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.004 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
1	145.39 - 144.60	20.0	11.0	27.5	0.0	0.0	-0.280	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auffüllung (1c)
2	144.60 - 137.86	19.0	9.0	22.5	0.0	5.0	-0.280	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auelehm (S2)
3	137.86 - 133.96	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.280	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
4	133.96 - 130.00	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.280	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
5	<130.00	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.280	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
1	139.40 - 137.86	20.000	20.000
2	137.86 - 133.96	10.000	10.000
3	133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - BGV - V-V - BS-P - Pfahl 6

Anlage / Kapitel  
A / V - Pfahl 6

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH    gepr.:       Projekt-Nr.: 2022-0617

GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: EAB/EAU: BS-A/BS-E  
 $\gamma_G = 1.00$

$\gamma_{E0g} = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$   
 $\gamma_{Ep} = 1.20$   
Vorverformung über Datei berücksichtigt  
aus: HWS Straußfurt  
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.96$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.61$

Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50  
Datei: 2022-0617\_BGV\_V-V\_LF22\_BSA.vrb  
Datum: 30.09.2024

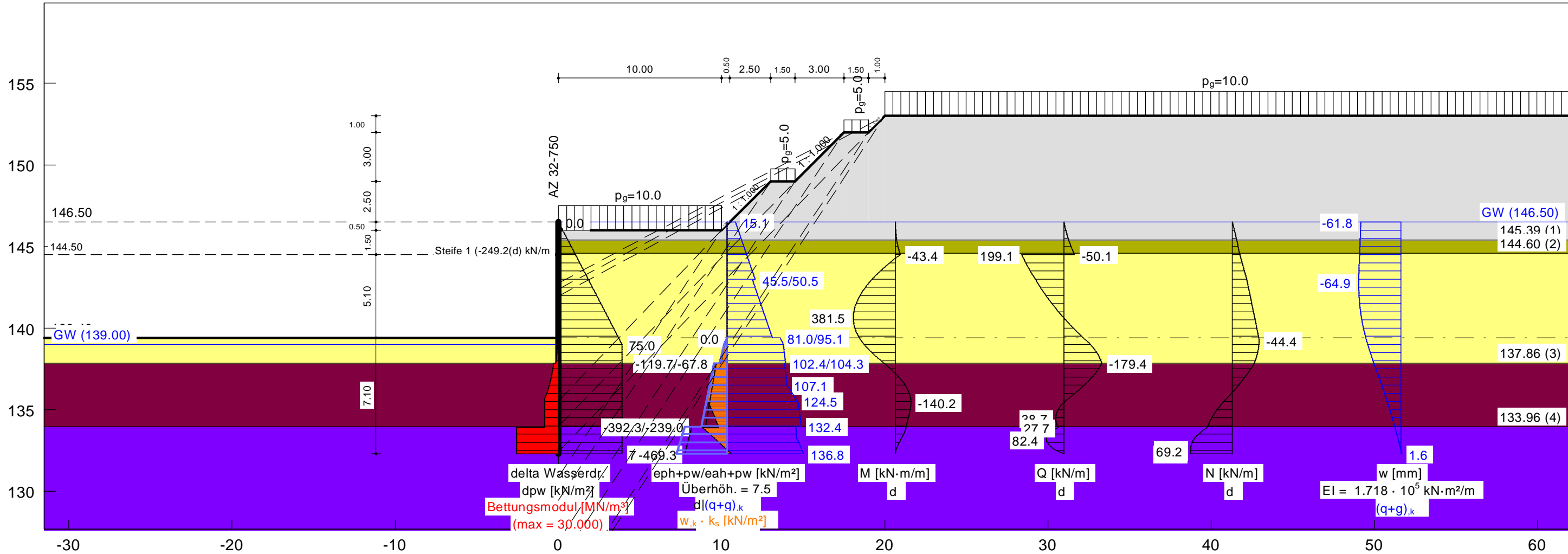
Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 381.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.8 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -36.9 \text{ kN/m}$  (Druck)

Profil: AZ 32-750 Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.50 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$   
Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 235.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1079.3 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.001$ )

$N_{pl,Rd} = 4654.5 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.008$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$

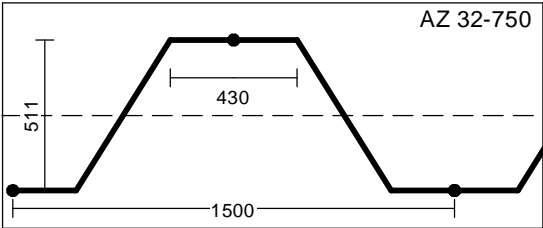
$M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$     max  $\mu = 0.507$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.507$   
Knicklänge = 12.20 m  
 $N_{cr} = 11390.8 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.003 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
1	145.39	20.0	11.0	27.5	0.0	0.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auffüllung (1c)
2	144.60	19.0	9.0	22.5	0.0	5.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auelehm (S2)
3	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
4	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
5	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
1	139.40 - 137.86	20.000	20.000
2	137.86 - 133.96	10.000	10.000
3	133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - BGV - V-V - BS-A - Pfahl 6

Anlage / Kapitel  
A / V - Pfahl 6

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH    gepr.:       Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage A / Schnitt V – Pfahl 7</div> <div>EDV-Ausgaben Bemessungsschnitte Spundwand – GGU-RETAIN</div>		
Bauteil:	Anlage A / Schnitt V – Pfahl 7	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

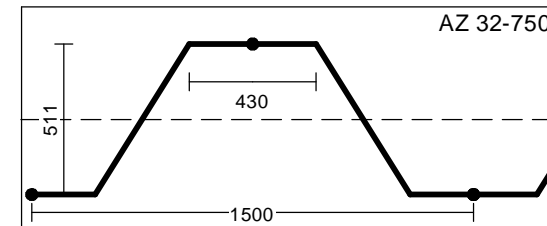
Erhöhter aktiver Erddruck ( $f = 0.25$ )  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50  
 Datei: 2022-0617\_BGV\_V-V\_LF11\_BSP.vrb  
 Datum: 30.09.2024

Profil: AZ 32-750    Stahlgüte: S 240 GP  
 Wasserdruckdifferenz = 7.00 m  
 $b = 750.0 \text{ mm} / b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm} / t_w = 12.0 \text{ mm} / A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm} / \alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m} / I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

$N_{pl,Rd} = 4674.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.010$ )  
 Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Rd}$

$M_{c,Rd} = 755.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$        $\max \mu = 0.626$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.626$   
 Knicklänge = 12.20 m  
 $N_{cr} = 11390.8 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.004 \leq 0.04$   
 -> Kein Knicknachweis



Bettungsmodul		
Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
139.40 - 137.86	20.000	20.000
137.86 - 133.96	10.000	10.000
133.96 - 100.00	30.000	30.000

<b>Bauherr/Auftraggeber:</b> <b>Thüringer Fernwasserversorgung</b>		
<b>Vorhaben / Projekt:</b> <b>HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.</b>		
<b>Zeichnungsinhalt</b> 2022-0617 - BGV - V-V - BS-P - Pfahl 7		
<b>Anlage / Kapitel</b> A / V - Pfahl 7		
<b>INROS LACKNER SE</b> Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus Tel.:0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99		
bearb.: GLOCCH	gepr.:	Projekt-Nr.: 2022-0617

GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+EB 6)  
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 14.20 m  
Erf. Einbindetiefe = 7.10 m  
BS: EAB/EAU: BS-A/BS-E  
 $\gamma_G = 1.00$

$\gamma_{E0g} = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$   
 $\gamma_{Ep} = 1.20$   
Vorverformung über Datei berücksichtigt  
aus: HWS Straußfurt  
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.95$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.61

Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50  
Datei: 2022-0617\_BGV\_V-V\_LF12\_BSA.vrb  
Datum: 30.09.2024

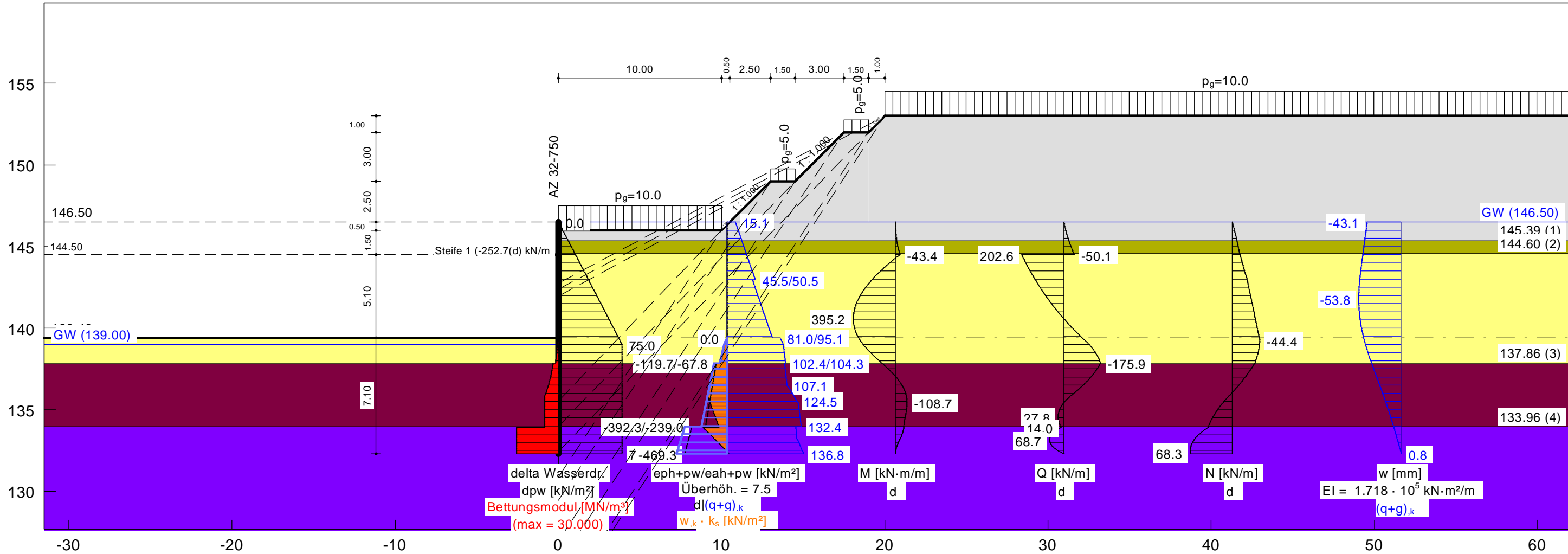
Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 395.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.8 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -37.1 \text{ kN/m}$  (Druck)

Profil: AZ 32-750    Stahlgüte: S 240 GP  
Wasserdruckdifferenz = 7.50 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.1$   
Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 235.1 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1079.3 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.001$ )

$N_{pl,Rd} = 4654.5 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.008$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$

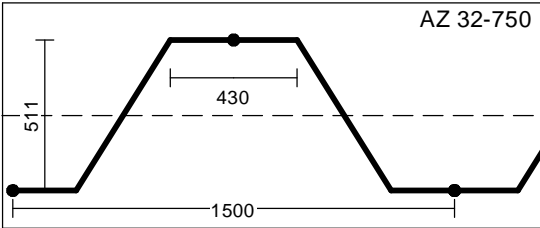
$M_{c,Rd} = 752.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$     max  $\mu = 0.525$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.525$   
Knicklänge = 12.20 m  
 $N_{cr} = 11390.8 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.003 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis



Boden	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_k$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	145.39	20.0	11.0	27.5	0.0	0.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auffüllung (1c)
	144.60	19.0	9.0	22.5	0.0	5.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auelehm (S2)
	137.86	18.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S 3)
	133.96	21.0	11.0	27.5	20.0	20.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<133.96	21.0	11.0	35.0	30.0	30.0	-0.260	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 146.50 mNHN

Bettungsmodule	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	139.40 - 137.86	20.000	20.000
	137.86 - 133.96	10.000	10.000
	133.96 - 100.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - BGV - V-V - BS-A - Pfahl 7

Anlage / Kapitel  
A / V - Pfahl 7

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.:0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCCH    gepr.:       Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage A / Schnitt VI</div> <div>EDV-Ausgaben Bemessungsschnitte Spundwand – GGU-RETAIN</div>		
Bauteil:	Anlage A / Schnitt VI	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617



GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung in 2 Rechtecke (Tiefe Teilung = 148.20 m / eaho/eahu = 1.5)  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.25)  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 20.70 m  
Erf. Einbindetiefe = 15.10 m  
BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$

$\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.97$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.58$   
Datei: 2022-0617\_HWS\_VI-VI\_LF01\_BSP.vrb  
Datum: 30.09.2024

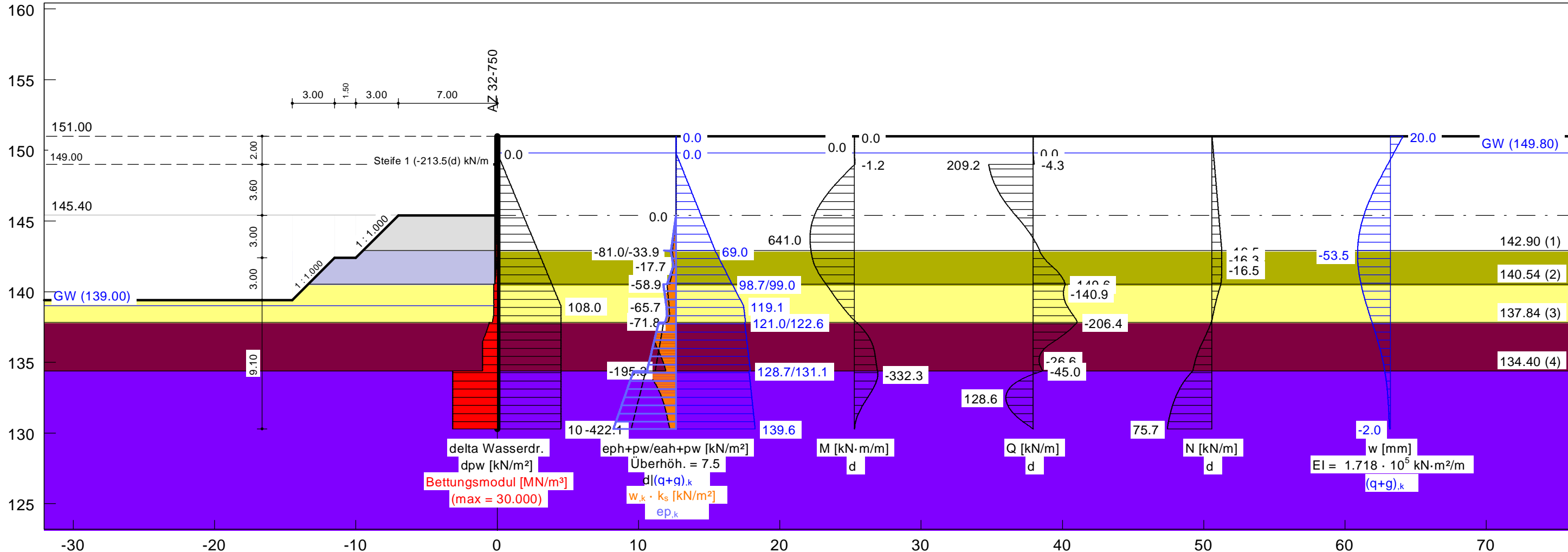
Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 641.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.1 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -14.8 \text{ kN/m}$  (Druck)

Profil: AZ 32-750    Stahlgüte: S 320 GP  
Wasserdruckdifferenz = 10.80 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.860 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 35.7$   
Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 309.3 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 989.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1419.8 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )

$N_{pl,Rd} = 6123.4 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.002$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$

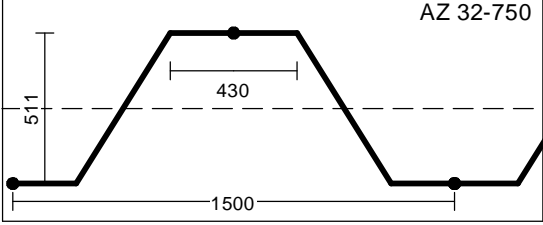
$M_{c,Rd} = 989.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$     max  $\mu = 0.648$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.648$   
Knicklänge = 18.70 m  
 $N_{cr} = 4848.3 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.003 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis



Boden	Tiefe	$\gamma_k$	$\gamma'_{k1}$	$\varphi_k$	$c_k$	$\delta/\varphi$	$\delta/\varphi$	k [m/s]	k [m/s]	$q_{b,k}$	$q_{s,k,2}$	Bezeichnung
pas/akt	[mNHN]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	passiv	aktiv	links	rechts	[MN/m²]	[kN/m²]	
	142.90	19.0/0.0	10.0/0.0	0.0/30.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auffüllung/Luft
	140.54	19.0/19.0	9.0/9.0	22.5/22.5	0.0/5.0	-0.110	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auelehm (S2)
	137.84	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.110	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S3)
	134.40	21.0/21.0	11.0/11.0	27.5/27.5	20.0/20.0	-0.110	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<134.40	21.0/21.0	11.0/11.0	35.0/35.0	30.0/30.0	-0.110	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 151.00 mNHN

Bettungsmodul	Tiefe	oben	unten
	[mNHN]	[MN/m³]	[MN/m³]
	145.40 - 142.90	10.000	10.000
	142.90 - 140.54	5.000	5.000
	140.54 - 137.84	20.000	20.000
	137.84 - 134.40	10.000	10.000
	134.40 - 120.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - HWS - VI-VI - BS-P

Anlage / Kapitel  
A / VI

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCH    gepr.:    Projekt-Nr.: 2022-0617



GGU-RETAIN / Version 12.00 / 01.02.2024  
HWS Straußfurt  
Norm: EC 7  
Spundwand  
AZ 32-750  
Erddruckumlagerung in 2 Rechtecke (Tiefe Teilung = 148.20 m / eaho/eahu = 1.5)  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF  
Erf. Profillänge = 20.70 m  
Erf. Einbindetiefe = 15.10 m  
BS: EAB/EAU: BS-A/BS-E  
 $\gamma_G = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$

$\gamma_{Ep} = 1.20$   
mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.87$   
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.43$   
Datei: 2022-0617\_HWS\_VI-VI\_LF02\_BSA.vrb  
Datum: 30.09.2024

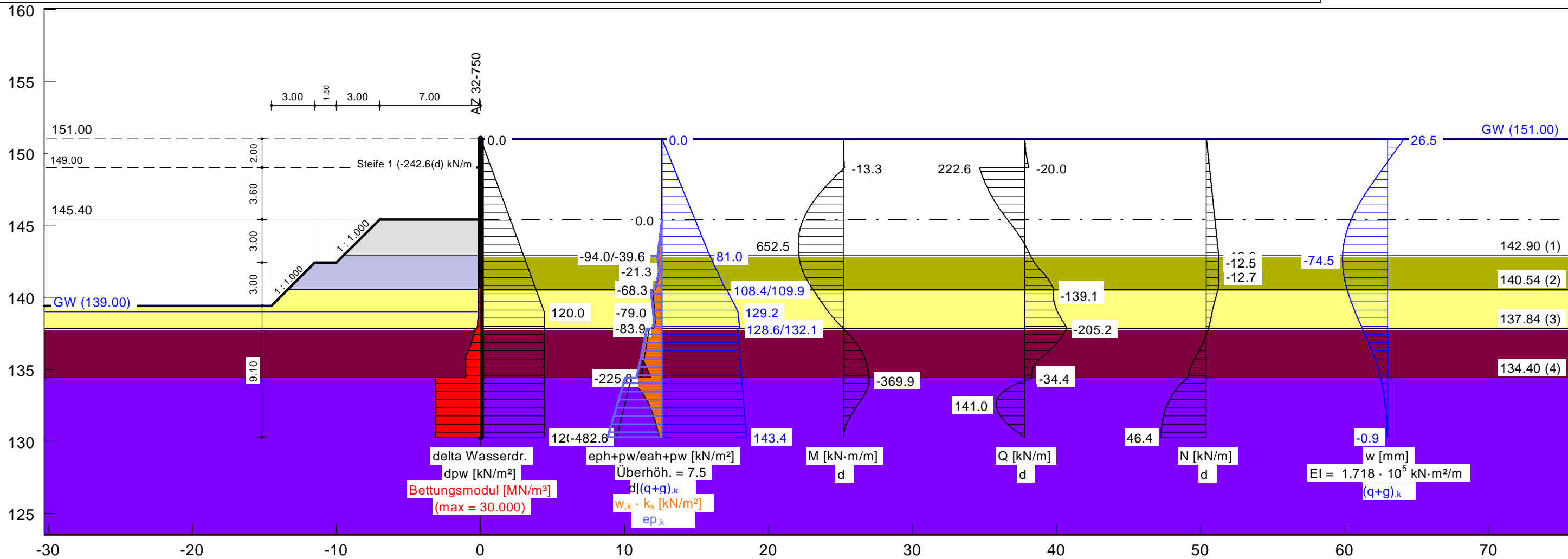
Bemessung:  
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 652.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.3 \text{ kN}$  (50 % abgemindert)  
 $N_{Ed} = -11.5 \text{ kN/m}$  (Druck)

Profil: AZ 32-750    Stahlgüte: S 320 GP  
Wasserdruckdifferenz = 12.00 m  
 $b = 750.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 430.4 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 12.0 \text{ mm}$  /  $A = 198.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 511.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 58.9^\circ$   
 $W_{el} = 3200.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 81800.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.860 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 35.7$   
Querschnittsklasse: 2  
 $f_{y,red} = 308.4 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 986.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 1415.7 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )

$N_{pl,Rd} = 6105.6 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.002$ )  
Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$

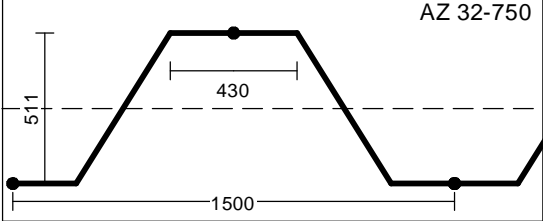
$M_{c,Rd} = 986.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$     max  $\mu = 0.661$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.661$   
Knicklänge = 18.70 m  
 $N_{cr} = 4848.3 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.002 \leq 0.04$   
 $\rightarrow$  Kein Knicknachweis



Boden pas/akt	Tiefe [mNHN]	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	$q_{b,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k,2}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	142.90	19.0/0.0	10.0/0.0	0.0/30.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auffüllung/Luft
	140.54	19.0/19.0	9.0/9.0	22.5/22.5	0.0/5.0	-0.100	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Auelehm (S2)
	137.84	18.0/18.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	-0.090	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Kies (S3)
	134.40	21.0/21.0	11.0/11.0	27.5/27.5	20.0/20.0	-0.090	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.00	0.00	Keuperzersatz (S4)
	<134.40	21.0/21.0	11.0/11.0	35.0/35.0	30.0/30.0	-0.090	0.667	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	15.00	0.00	Keuper verwittert (S5)

OK Wand = 151.00 mNHN

Bettungsmodul	Tiefe [mNHN]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
	145.40 - 142.90	10.000	10.000
	142.90 - 140.54	5.000	5.000
	140.54 - 137.84	20.000	20.000
	137.84 - 134.40	10.000	10.000
	134.40 - 120.00	30.000	30.000



Bauherr/Auftraggeber:  
Thüringer Fernwasserversorgung

Vorhaben / Projekt:  
HRB Straußfurt - Erweiterung/Instands.

Zeichnungsinhalt  
2022-0617 - HWS - VI-VI - BS-A

Anlage / Kapitel  
A / VI

INROS LACKNER SE  
Hänchener Str. 14 - 03050 Cottbus  
Tel.: 0355 - 866 884 33 / FAX: 0355 - 866 884 99

bearb.: GLOCH    gepr.:    Projekt-Nr.: 2022-0617

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div data-bbox="638 575 1479 707" data-label="Section-Header"> <h2>Anlage B.1 / Schnitt IIa – BS-P-1</h2> <h3>Nachweis tiefe Gleitfuge</h3> </div> <div data-bbox="1016 725 1479 772" data-label="Text"> <p>EDV-Ausgaben – MathCAD15</p> </div>		
Bauteil:	Anlage B.1 / Schnitt IIa – BS-P-1	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

## Erforderliche Einbindetiefe & Nachweis tiefe Gleitfuge

OKG = 146m ... entspricht  $z=0,00$  in der folgenden Berechnung

Bemessungssituation:

BS-P

Angaben zum System:

B = 14m

... Breite des Fangedamms

OKG<sub>2</sub> = 146.5m

...Oberkante des landseitigen Geländes

$$z_{\text{OKG2}} = \text{OKG} - \text{OKG}_2 = -0.5 \text{ m}$$

Sohle = 139.4m

$$z_{\text{Sohle}} = \text{OKG} - \text{Sohle} = 6.60 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe der Berechnungssohle bzgl. OKG}$$

TF = 135.10m

$$z_{\text{TF}} = \text{OKG} - \text{TF} = 10.90 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe des Fußpunktes (Q=0) bzgl. OKG}$$

Ankerkraft:

$$a_{h,d} = 86.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

...Ankerkraft unter 1,25-fachen aktiven Erddrucks

Ankerlage = 145m

$$z_A = \text{OKG} - \text{Ankerlage} = 1.00 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe der Ankerlage bzgl. OKG}$$

Angaben zum Baugrund:

Kies:

$$\gamma_1 = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma'_1 = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\varphi_1 = 32.5^\circ$$

$$z_1 = 8.14 \text{ m}$$

...Schichtdicke

$$\delta_{a,1} = \frac{2}{3} \varphi_1$$

$$K_{h1} = 0.2506$$

Keuperzersatz:

$$\gamma_2 = 21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma'_2 = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\varphi_2 = 27.5^\circ$$

$$\delta_{a,2} = \frac{2}{3} \varphi_2$$

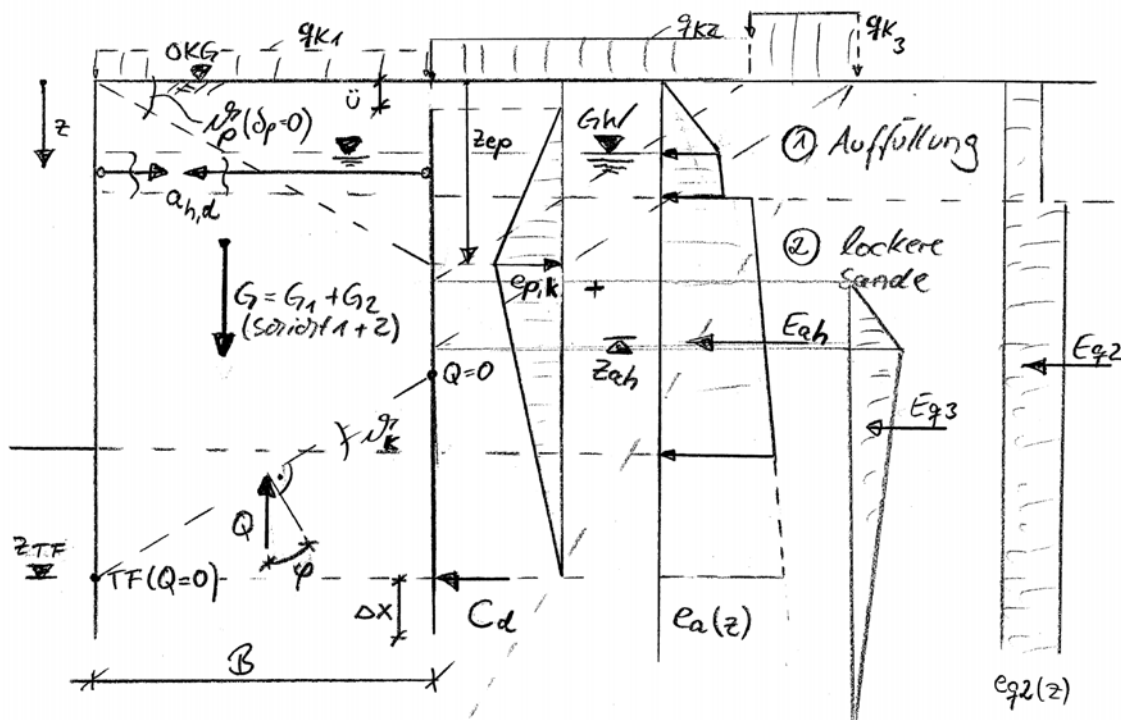
$$K_{h2} = 0.3109$$

Grundwasser:

GW = 146m

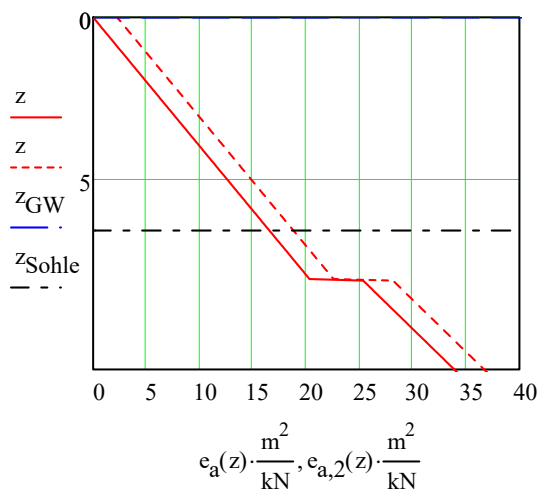
$$z_{\text{GW}} = \text{OKG} - \text{GW} = 0.00 \text{ m} \quad \dots \text{ Wasserstand unter OKG}$$

### Ermittlung der erforderlichen Einbindetiefe



### Aktiver Erddruck

#### Kennwerte Aktiver Erddruck



$$e_a(z_1) = 20.399 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_1 + 1\text{mm}) = 25.31 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(6.70\text{m}) = 16.79 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_{\text{Sohle}}) = 16.54 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_{\text{TF}}) = 33.888 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

#### Hinweis:

Hier noch ohne Erhöhung gemäß EAU von 25%. Damit ist diese Belastungsfigur für die wasser- als auch für die landseitige Spundwand anwendbar.

$e_a(z)$  wirkt auf wasserseitiger Spundwand

$e_{a,2}(z)$  wirkt auf landseitiger Spundwand

#### Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah} = 190.77 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

... Erddruckkraft aus Bodeneigengewicht auf landseitiger Spundwand von OKG bis  $z_{\text{TF}}$

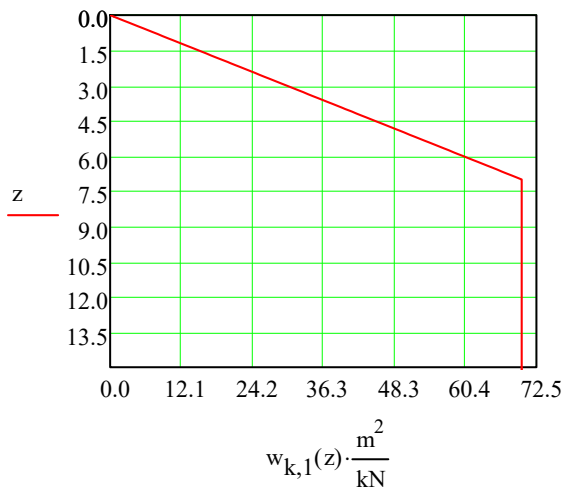
$$z_{ah} = 7.243 \text{ m}$$

... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{ah}$  des aktiven Erddrucks

#### Wasserüberdruck auf wasserseitiger Spundwand

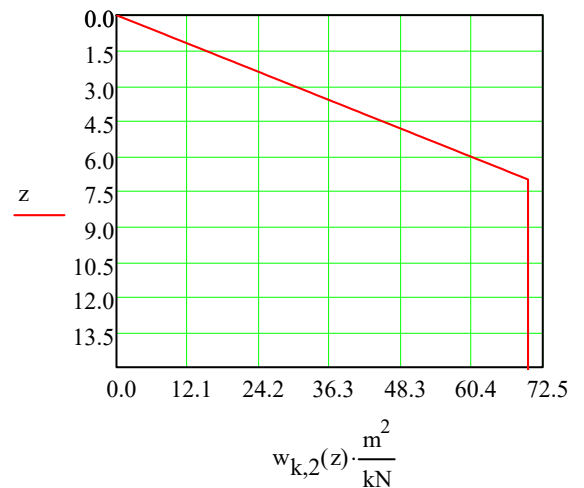
$\Delta h_{GW,1} = 7\text{m}$  ... Wasserüberdrückhöhe

##### ► Kennwerte Wasserdruck



#### Wasserüberdruck auf landseitiger Spundwand

$\Delta h_{GW,2} = 7\text{m}$  ... Wasserüberdrückhöhe



##### ► Berechnung Wasserdruck

$W_{k,1} = 518.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  ... Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis  $z_{TF}$

$z_{w,1} = 6.924\text{ m}$  ... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{w,1}$  des Wasserdrucks  $W_{k,1}$

$W_{k,2} = 518.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  ... Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis  $z_{TF}$

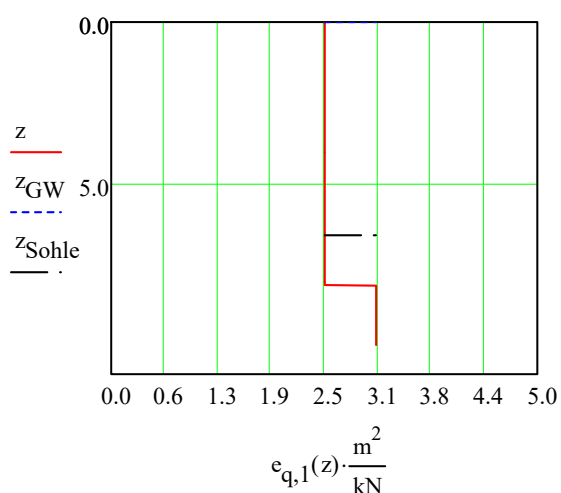
$z_{w,2} = 6.924\text{ m}$  ... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{w,1}$  des Wasserdrucks  $W_{k,2}$

#### Erddruck aus Verkehr hinter der wasserseitigen Spundwand

$q_{k,1} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 10\text{ kN/m}^2$



##### ► Berechnung aktiver Erddruck



$$e_{q,1}(z_1) = 2.51 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$e_{q,1}(z_{TF}) = 3.11 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

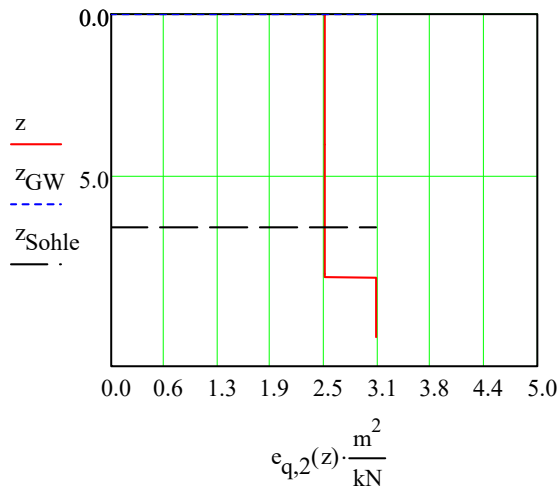
Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis  $z_{TF}$ :

$$E_{qh,1} = 28.97 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$z_{qh,1} = 5.685 \text{ m}$$

### Erddruck aus Verkehr hinter der landseitigen Spundwand

$$q_{k,2} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 10 \text{ kN/m}^2$$



$$e_{q,2}(z_1) = 2.51 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_{q,2}(z_{TF}) = 3.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,2} = 28.97 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis } z_{TF}$$

$$z_{qh,2} = 5.685 \text{ m} \quad \dots \text{Angriffspunkt in der Tiefe } z_{qh} \text{ des aktiven Erddrucks}$$

### Erddruck aus Verkehr hinter der landseitigen Spundwand

Verkehrslasten > 10 kN/m<sup>2</sup>

Berücksichtigung:

$L_{SLW} = 6.0 \text{ m}$  ... Länge des Lastmodells

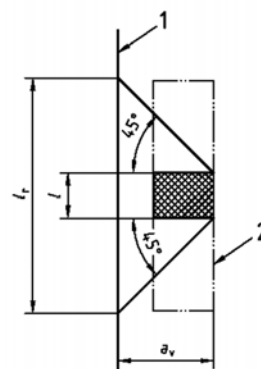
$B_{SLW} = 3.0 \text{ m}$  ... Breite des Lastmodells

$Q_k = 600 \text{ kN}$  ... Gesamtlast des Lastmodells

$$a_v = 16.5 \text{ m} - B = 2.50 \text{ m}$$

$$l_r = L_{SLW} + 2 \cdot a_v = 11.00 \text{ m}$$

$$q'_{k,3} = \frac{Q_k}{B_{SLW} \cdot l_r} - 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 8.18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$





### Ansatz zur Berücksichtigung

Für den Ansatz des Erddruckes wird ein mittlerer Reibungswinkel angenommen:

$$\varphi_m = 31.6^\circ \quad \alpha = 0^\circ \quad \beta = 0^\circ$$

$$\delta_a = \frac{2}{3} \cdot \varphi_m$$



$$\theta_{ag} = 56.9^\circ$$

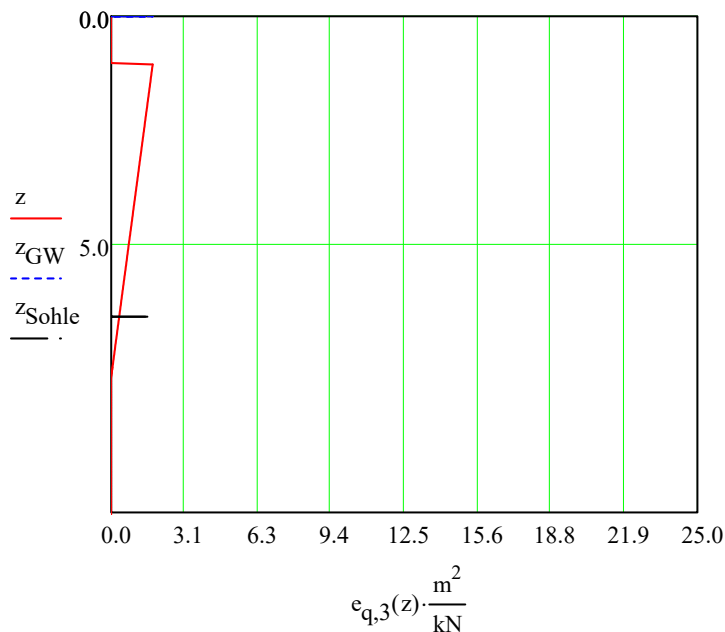
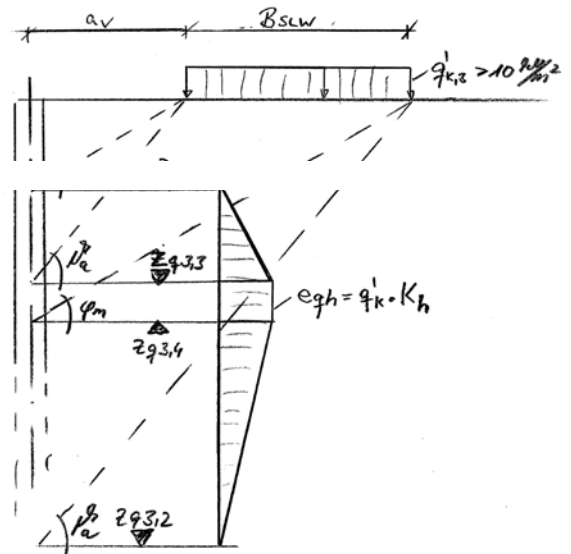
$$z_{q3,1} = \tan(\varphi_m) \cdot a_v + z_{OKG2} = 1.038 \text{ m}$$

$$z_{q3,2} = \tan(\theta_{ag}) \cdot (a_v + B_{SLW}) + z_{OKG2} = 7.948 \text{ m}$$

$$z_{q3,3} = \tan(\theta_{ag}) \cdot (a_v) + z_{OKG2} = 3.34 \text{ m}$$

$$z_{q3,4} = \tan(\varphi_m) \cdot (a_v + B_{SLW}) + z_{OKG2} = 2.884 \text{ m}$$

Wenn  $z_{q3,3} < z_{q3,4}$  gilt die Lastfigur für eine zweiseitig begrenzte Lastfigur



$$e_{q,3}(z_{q3,4}) = 1.305 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_{q,3}(z_1) = 0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$E_{qh,3} = 6.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis } z_{TF}$$

$$z_{qh,3} = 3.342 \text{ m} \quad \dots \text{Angriffspunkt in der Tiefe } z_{qh} \text{ des aktiven Erddrucks}$$

### Passiver Erddruck

Auf Grund des wechselnden Baugrunds (Lagerungsdichte) innerhalb der Verfüllung wird vereinfacht mit den ungünstigeren Werten für den passiven Erddruck gerechnet.

Überdeckung der landseitigen Spundwand:  $\ddot{u} = 0\text{m}$

für ebene Gleitflächen:  $\alpha_w = 0^\circ$   $\varphi = 27.5^\circ$

$$\beta_w = 0^\circ$$

$$\delta_p = 0^\circ$$

► Kennwerte Passiver Erddruck

$$K_{pgh} = 2.716$$

$$\theta_p = 31.2^\circ$$



$$z_{ep} = B \cdot \tan(\theta_p) = 14 \cdot \tan(0.545) = 8.487 \text{ m}$$



Teilsicherheitsbeiwerte:  $\gamma_G = 1.35$

$$\gamma_Q = 1.50$$

$$\gamma_{Ep} = 1.40$$

$$\Sigma M(TF)(e_{p,k}) = E_{ah} \cdot (z_{TF} - z_{ah}) + E_{qh,2} \cdot (z_{TF} - z_{qh,2}) + E_{qh,3} \cdot (z_{TF} - z_{qh,3}) - W_{k,2} \cdot (z_{TF} - z_{w,2}) \dots$$

$$+ \frac{a_{h,d}}{\gamma_G} \cdot (z_{TF} - z_A) - e_{p,k} \cdot \left[ (z_{TF} - z_{ep})^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} + (z_{ep} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{1}{3} \cdot (z_{ep} - \ddot{u}) + (z_{TF} - z_{ep}) \right] \right]$$

► Lösung Gleichungssystem

Überprüfung des möglichen passiven Erddruck:

$$e_{p,mögl,k} = e_a(z_{ep}) \cdot \frac{K_{pgh}}{K_{h2}} = 230.507 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} > e_{p,k} = -21.95 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Nachweis des mobilisierten Erddrucks infolge aktiven Erddruck und Verankerung erbracht!

### Ermittlung der erforderlichen Einbindetiefe

$$\Sigma H = 0 = E_{ah} \cdot \gamma_G + E_{qh,2} \cdot \gamma_G + E_{qh,3} \cdot \gamma_Q + a_{h,d} - \gamma_G \cdot e_{p,k} \cdot (z_{TF} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} - \gamma_G \cdot W_{k,2} + C_k$$

$$C_d = -E_{ah} \cdot \gamma_G - E_{qh,2} \cdot \gamma_G - E_{qh,3} \cdot \gamma_Q - a_{h,d} + \gamma_G \cdot e_{p,k} \cdot (z_{TF} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} + \gamma_G \cdot W_{k,2} = 145.53 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

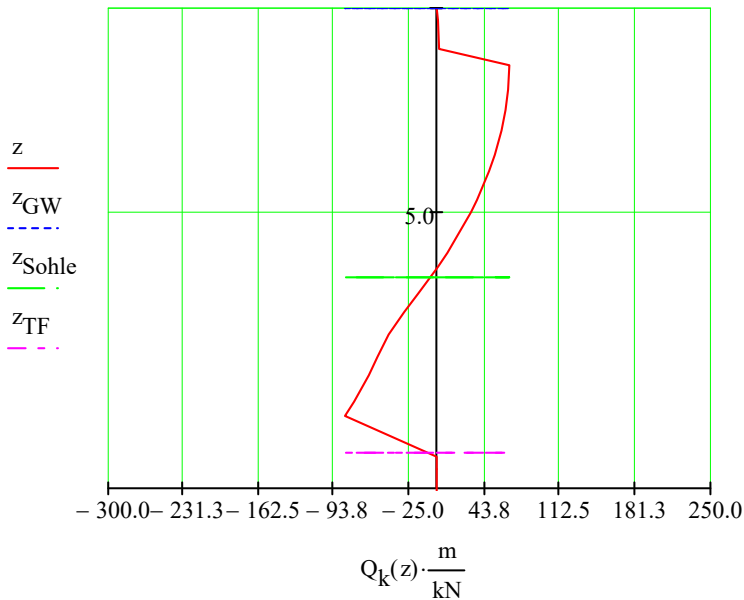
$$\Delta x = \begin{cases} \frac{|C_d| \cdot \gamma_{Ep}}{2 \cdot \gamma_2 \cdot (z_{TF} - z_{Sohle}) \cdot K_{pgh}} & \text{if } z_{TF} + 0.50\text{m} \leq z_{GW} = 0.872 \text{ m} \\ \frac{|C_d| \cdot \gamma_{Ep}}{2 \cdot \gamma_2 \cdot (z_{TF} - z_{Sohle}) \cdot K_{pgh}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Bei negativer Kraft wirkt die resultierende horizontale Kraft in Richtung des ingedamms.

Fußpunkt: Fußpunkt = OKG -  $z_{TF}$  -  $\Delta x$  = 134.23 m  $t_{erf}$  = Sohle - Fußpunkt = 5.172 m

## Nachweis der tiefen Gleitfuge

Lage der tiefen Gleitfuge:



Vorgabe

$$z_Q = 3 \text{ m}$$

$$Q_k(z_Q) = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

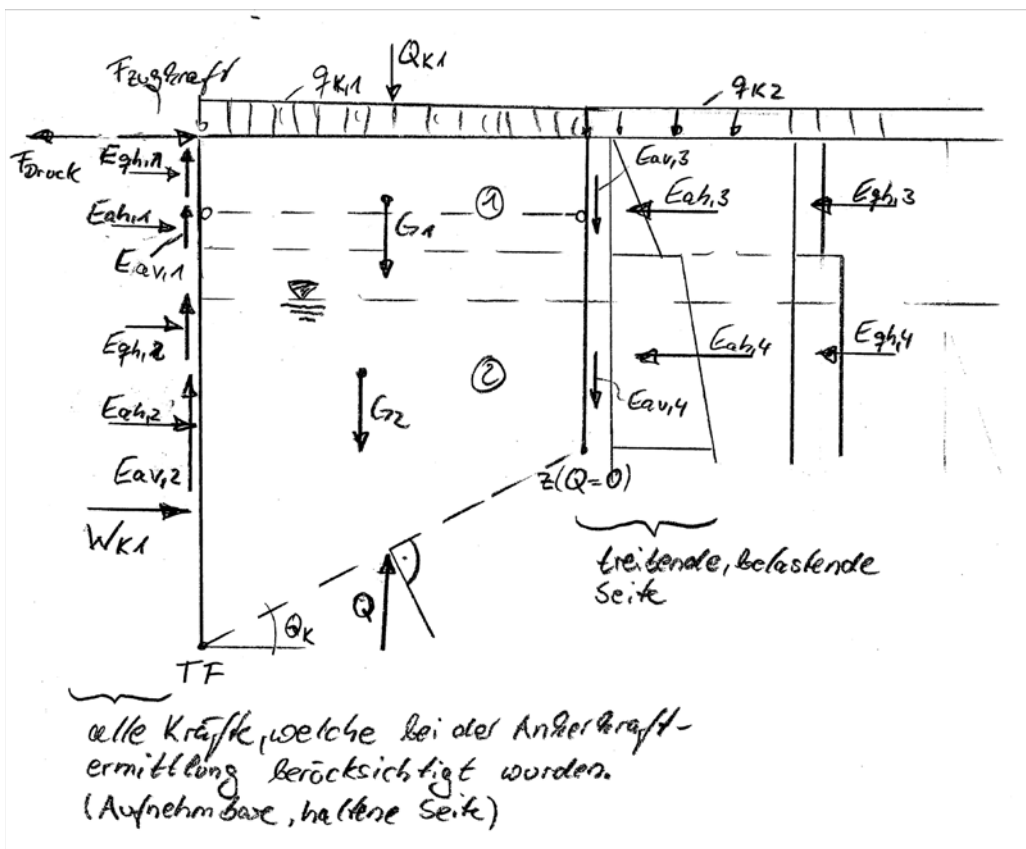
$$z(Q=0) = \text{Suchen}(z_Q) = 6.393 \text{ m}$$

Hohenkote:


$$\text{OKG} - z(Q=0) = 139.61 \text{ m}$$

$$\theta_k = \arctan\left(\frac{z_{TF} - z(Q=0)}{B}\right) = 17.8^\circ$$

Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge:



drückender Erddruck auf wasserseitiger Spundwand:


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah,1,k,+25\%} = 103.78 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{ah,2,k,+25\%} = 102.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z_{TF}$$

$$E_{av,1,k} = E_{ah,1,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{ah,2,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 75.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{haltene Kraft, über Spundwand abgetragen})$$

drückender Erddruck hinter landseitiger Spundwand:


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah,3,k} = 101.38 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{ah,4,k} = -35.76 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{av,2,k} = E_{ah,3,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{ah,4,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 28.43 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{belastende Kraft, über Spundwand eingetragen})$$

Wasserdruck auf wasserseitige Spundwand:


 Berechnung Wasserdruck

$$W_{k,1} = 518.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis } z_{TF}$$

Wasserdruck auf landseitige Spundwand:

$$W_{k,2} = 204.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis } z(Q=0)$$

druckender Erddruckanteil aus Verkehr auf wasserseitiger Spundwand:

 Berechnung aktiver Erddruck


$$E_{qh,1,k,+25\%} = 25.50 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,2,k,+25\%} = 10.73 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,1,k} = E_{qh,1,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,2,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 13.69 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{haltene Kraft, über Spundwand abgetragen})$$

$$Q_{k,1} = q_{k,1} \cdot B = 140.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Auflast aus Verkehr von Belastung wasserseitige Spundwand}$$

druckender Erddruckanteil aus Verkehr hinter landseitiger Spundwand  $q < 10 \text{ kN/m}^2$ :


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,3,k} = 20.40 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,4,k} = -4.38 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,2,k} = E_{qh,3,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,4,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 6.65 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{belastende Kraft, über Spundwand eingetragen})$$

druckender Erddruckanteil aus Verkehr hinter landseitiger Spundwand  $q > 10 \text{ kN/m}^2$ :

 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,5,k} = 6.14 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,6,k} = -0.31 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,3,k} = E_{qh,5,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,6,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 2.34 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{belastende Kraft, über Spundwand eingetragen})$$

### Ermittlung Eigengewicht

$$z_{GW,HF} = z_{GW} = 0 \text{ m}$$

... Grundwasserstand in der Verfüllung



$$G_{k,1} = 1017.28 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Anteil aus Schicht 1}$$

$$G_{k,2} = 193.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Anteil aus Schicht 2}$$

$$G_k = G_{k,1} + G_{k,2} = 1210.48 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Zusatzlast:  $h_Z = 0.0 \text{ m}$   $\gamma_Z = 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$  (Differenzwichte zum Boden unter Auftrieb oberhalb der maßgebenden tiefen Gleitfuge, z.B. Magerbeton oder Bodenaustausch)

$$Z_k = \gamma_Z \cdot h_Z \cdot B = 0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Horizontaler Anteil der Kraft aus Reibung in der Gleitfuge:

$$Q_{h,k} = \tan(\varphi_2 - \theta_k) \cdot (G_k + Z_k - E_{av,1,k} - E_{qv,1,k} + E_{av,2,k} + E_{qv,2,k} + E_{qv,3,k} + Q_{k,1}) = 220.99 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

#### Zugkraft an luftseitigem Wandkopf


Berücksichtigung:

$$F_{k,Zugkraft,1} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

#### Zugkraft an landseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Zugkraft,2} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Zugkraft positiv definiert!}$$

 Ansatz zur Berücksichtigung

Hier bedeutet die Zugkraft am luftseitigen Spundwandkopf die Berücksichtigung des Schwimmsteges.

#### Druckkraft an luftseitigem Wandkopf


Berücksichtigung:

$$F_{k,Druckkraft,1} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Druckkraft positiv definiert!}$$

#### Druckkraft an landseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Druckkraft,2} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Druckkraft positiv definiert!}$$

 Ansatz zur Berücksichtigung

Hier bedeutet die Druckkraft am luftseitigen Spundwandkopf die Berücksichtigung des Sportbootanpralls.

#### **Nachweis:**

Der passive Erddruck auf der luftseitigen Sohle wird auf der sicheren Seite vernachlässigt.

Da die Zug- und Druckkräfte sowie der Wasserdruck auf der luftseitigen Spundwand bereits bei der Berechnung der Ankerkraft berücksichtigt ist, wirken Zug- und Wasserdruck positiv und Druckkräfte negativ auf die Bilanz der möglichen aufnehmbaren Ankerkraft (Wirkung affin zum Erddruck und in der Ankerkraft gespeicherte Kräfte).

$$\begin{aligned} \text{mögl } a_{h,k} &= E_{ah,1,k,+25\%} + E_{ah,2,k,+25\%} + E_{qh,1,k,+25\%} + E_{qh,2,k,+25\%} \dots = 893.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\ &+ W_{k,1} - E_{ah,3,k} - E_{ah,4,k} - E_{qh,3,k} - E_{qh,4,k} - E_{qh,5,k} - E_{qh,6,k} + Q_{h,k} \dots \\ &+ F_{k,Zugkraft,1} + F_{k,Zugkraft,2} - F_{k,Druckkraft,1} - F_{k,Druckkraft,2} \end{aligned}$$



$$\eta = \frac{a_{h,d} \cdot \gamma_{Ep}}{\text{mögl } a_{h,k}} = \frac{86.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4}{893.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}} = 0.14 < 1,0 \quad \text{Nachweis erbracht!}$$

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage B.2 / Schnitt IIa – BS-P-2</div> <div>Nachweis tiefe Gleitfuge</div> <div>EDV-Ausgaben – MathCAD15</div>		
Bauteil:	Anlage B.2 / Schnitt IIa – BS-P-2	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617



## Erforderliche Einbindetiefe & Nachweis tiefe Gleitfuge

OKG = 146m ... entspricht  $z=0,00$  in der folgenden Berechnung

Bemessungssituation:

BS-P

Angaben zum System:

B = 14m

... Breite des Fangedamms

OKG<sub>2</sub> = 146.5m

...Oberkante des landseitigen Geländes

$$z_{\text{OKG2}} = \text{OKG} - \text{OKG}_2 = -0.5 \text{ m}$$

Sohle = 139.4m

$$z_{\text{Sohle}} = \text{OKG} - \text{Sohle} = 6.60 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe der Berechnungssohle bzgl. OKG}$$

TF = 135.30m

$$z_{\text{TF}} = \text{OKG} - \text{TF} = 10.70 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe des Fußpunktes (Q=0) bzgl. OKG}$$

Ankerkraft:

$$a_{h,d} = 120.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

...Ankerkraft unter 1,25-fachen aktiven Erddrucks

Ankerlage = 145m

$$z_A = \text{OKG} - \text{Ankerlage} = 1.00 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe der Ankerlage bzgl. OKG}$$

Angaben zum Baugrund:

Kies:

$$\gamma_1 = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma'_1 = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\varphi_1 = 32.5^\circ$$

$$z_1 = 8.14 \text{ m}$$

...Schichtdicke

$$\delta_{a,1} = \frac{2}{3} \varphi_1$$

$$K_{h1} = 0.2506$$

Keuperzersatz:

$$\gamma_2 = 21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma'_2 = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\varphi_2 = 27.5^\circ$$

$$\delta_{a,2} = \frac{2}{3} \varphi_2$$

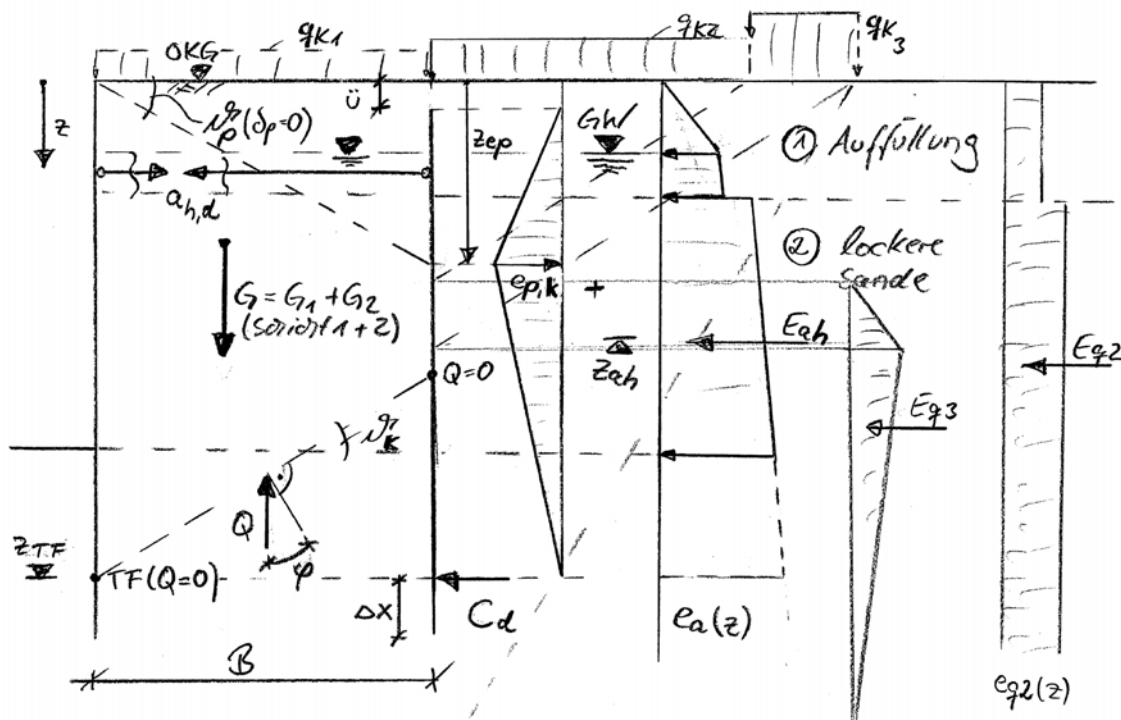
$$K_{h2} = 0.3109$$

Grundwasser:

GW = 142.4m

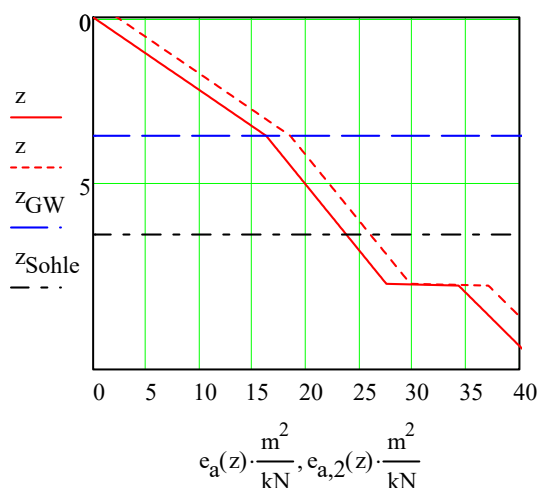
$$z_{\text{GW}} = \text{OKG} - \text{GW} = 3.60 \text{ m} \quad \dots \text{ Wasserstand unter OKG}$$

### Ermittlung der erforderlichen Einbindetiefe



### Aktiver Erddruck

#### Kennwerte Aktiver Erddruck



$$e_a(z_1) = 27.616 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_1 + 1\text{mm}) = 34.264 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(6.70\text{m}) = 24.007 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_{\text{Sohle}}) = 23.757 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_{\text{TF}}) = 42.22 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

#### Hinweis:

Hier noch ohne Erhöhung gemäß EAU von 25%. Damit ist diese Belastungsfigur für die wasser- als auch für die landseitige Spundwand anwendbar.

$e_a(z)$  wirkt auf wasserseitiger Spundwand

$e_{a,2}(z)$  wirkt auf landseitiger Spundwand

#### Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah} = 252.22 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

... Erddruckkraft aus Bodeneigengewicht auf landseitiger Spundwand von OKG bis  $z_{\text{TF}}$

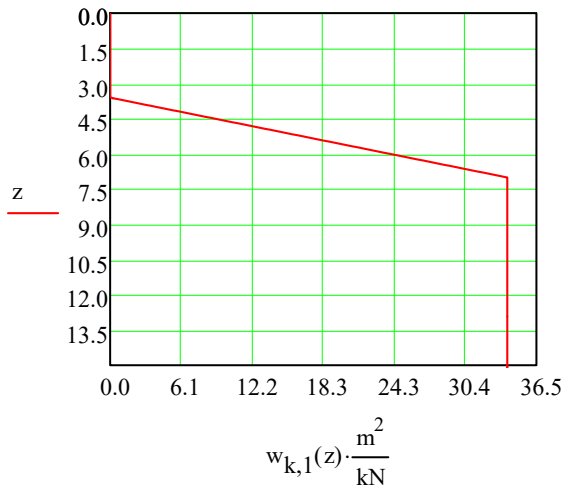
$$z_{ah} = 6.91\text{m}$$

... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{ah}$  des aktiven Erddrucks

#### Wasserüberdruck auf wasserseitiger Spundwand

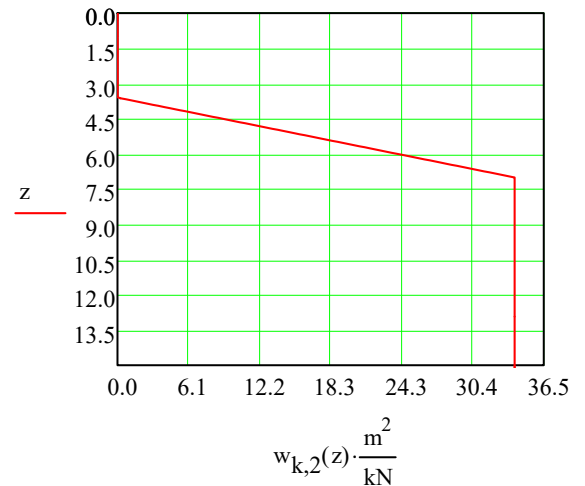
$\Delta h_{GW,1} = 3.4\text{m}$  ... Wasserüberdrückhöhe

##### ► Kennwerte Wasserdruck



#### Wasserüberdruck auf landseitiger Spundwand

$\Delta h_{GW,2} = 3.4\text{m}$  ... Wasserüberdrückhöhe



##### ► Berechnung Wasserdruck

$W_{k,1} = 183.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  ... Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis  $z_{TF}$

$z_{w,1} = 7.911 \text{ m}$  ... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{w,1}$  des Wasserdrucks  $W_{k,1}$

$W_{k,2} = 183.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  ... Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis  $z_{TF}$

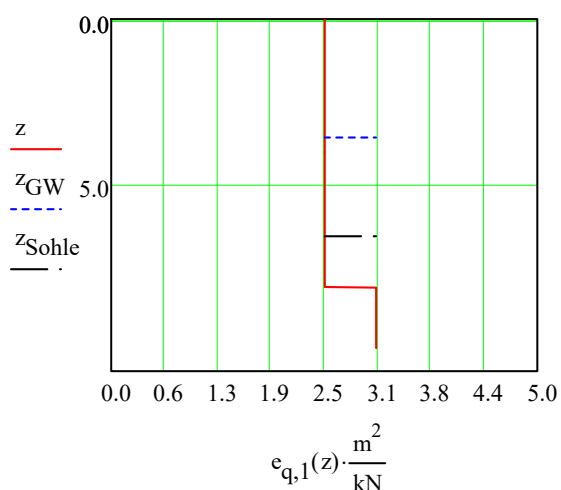
$z_{w,2} = 7.911 \text{ m}$  ... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{w,1}$  des Wasserdrucks  $W_{k,2}$

#### Erddruck aus Verkehr hinter der wasserseitigen Spundwand

$q_{k,1} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 10 \text{ kN/m}^2$



##### ► Berechnung aktiver Erddruck



$$e_{q,1}(z_1) = 2.51 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$e_{q,1}(z_{TF}) = 3.11 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

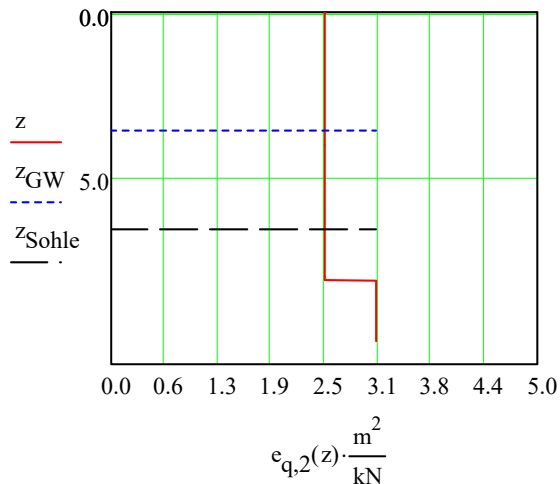
Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis  $z_{TF}$ :

$$E_{qh,1} = 28.36 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$z_{qh,1} = 5.573 \text{ m}$$

### Erddruck aus Verkehr hinter der landseitigen Spundwand

$$q_{k,2} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 10 \text{ kN/m}^2$$



$$e_{q,2}(z_1) = 2.51 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_{q,2}(z_{TF}) = 3.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,2} = 28.36 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis } z_{TF}$$

$$z_{qh,2} = 5.573 \text{ m} \quad \dots \text{Angriffspunkt in der Tiefe } z_{qh} \text{ des aktiven Erddrucks}$$

### Erddruck aus Verkehr hinter der landseitigen Spundwand

Verkehrslasten > 10 kN/m<sup>2</sup>

Berücksichtigung:

$L_{SLW} = 6.0 \text{ m}$  ... Länge des Lastmodells

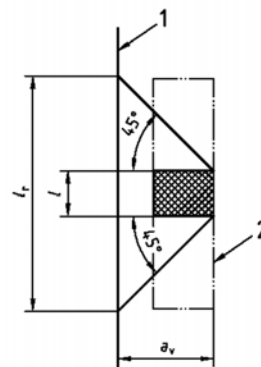
$B_{SLW} = 3.0 \text{ m}$  ... Breite des Lastmodells

$Q_k = 600 \text{ kN}$  ... Gesamtlast des Lastmodells

$$a_v = 16.5 \text{ m} - B = 2.50 \text{ m}$$

$$l_r = L_{SLW} + 2 \cdot a_v = 11.00 \text{ m}$$

$$q'_{k,3} = \frac{Q_k}{B_{SLW} \cdot l_r} - 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 8.18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



### Ansatz zur Berücksichtigung

Für den Ansatz des Erddruckes wird ein mittlerer Reibungswinkel angenommen:

$$\varphi_m = 31.6^\circ \quad \alpha = 0^\circ \quad \beta = 0^\circ$$

$$\delta_a = \frac{2}{3} \cdot \varphi_m$$



$$\theta_{ag} = 56.9^\circ$$

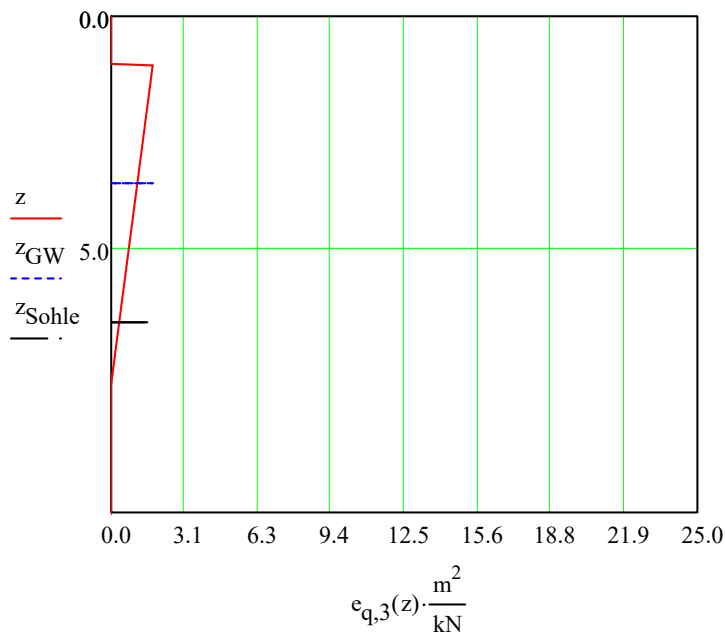
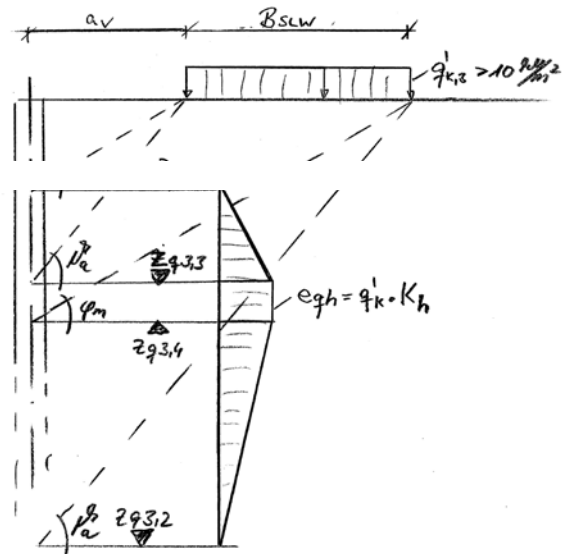
$$z_{q3,1} = \tan(\varphi_m) \cdot a_v + z_{OKG2} = 1.038 \text{ m}$$

$$z_{q3,2} = \tan(\theta_{ag}) \cdot (a_v + B_{SLW}) + z_{OKG2} = 7.948 \text{ m}$$

$$z_{q3,3} = \tan(\theta_{ag}) \cdot (a_v) + z_{OKG2} = 3.34 \text{ m}$$

$$z_{q3,4} = \tan(\varphi_m) \cdot (a_v + B_{SLW}) + z_{OKG2} = 2.884 \text{ m}$$

Wenn  $z_{q3,3} < z_{q3,4}$  gilt die Lastfigur für eine zweiseitig begrenzte Lastfigur



$$e_{q,3}(z_{q3,4}) = 1.305 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_{q,3}(z_1) = 0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$E_{qh,3} = 6.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis } z_{TF}$$

$$z_{qh,3} = 3.342 \text{ m} \quad \dots \text{Angriffspunkt in der Tiefe } z_{qh} \text{ des aktiven Erddrucks}$$

### Passiver Erddruck

Auf Grund des wechselnden Baugrunds (Lagerungsdichte) innerhalb der Verfüllung wird vereinfacht mit den ungünstigeren Werten für den passiven Erddruck gerechnet.

Überdeckung der landseitigen Spundwand:  $\ddot{u} = 0\text{m}$

für ebene Gleitflächen:  $\alpha_{\text{ww}} = 0^\circ$   $\varphi = 27.5^\circ$

$$\beta_{\text{ww}} = 0^\circ$$

$$\delta_p = 0^\circ$$

► Kennwerte Passiver Erddruck

$$K_{\text{pgh}} = 2.716$$

$$\theta_p = 31.2^\circ$$



$$z_{\text{ep}} = B \cdot \tan(\theta_p) = 14 \cdot \text{m} \cdot \tan(0.545) = 8.487 \text{ m}$$



Teilsicherheitsbeiwerte:  $\gamma_G = 1.35$

$$\gamma_Q = 1.50$$

$$\gamma_{\text{Ep}} = 1.40$$

$$\Sigma M(\text{TF})(e_{\text{p},k}) = E_{\text{ah}} \cdot (z_{\text{TF}} - z_{\text{ah}}) + E_{\text{qh},2} \cdot (z_{\text{TF}} - z_{\text{qh},2}) + E_{\text{qh},3} \cdot (z_{\text{TF}} - z_{\text{qh},3}) - W_{\text{k},2} \cdot (z_{\text{TF}} - z_{\text{w},2}) \dots$$

$$+ \frac{a_{\text{h},d}}{\gamma_G} \cdot (z_{\text{TF}} - z_{\text{A}}) - e_{\text{p},k} \left[ (z_{\text{TF}} - z_{\text{ep}})^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} + (z_{\text{ep}} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{1}{3} \cdot (z_{\text{ep}} - \ddot{u}) + (z_{\text{TF}} - z_{\text{ep}}) \right] \right]$$

► Lösung Gleichungssystem

Überprüfung des möglichen passiven Erddruck:

$$e_{\text{p},\text{mögl},k} = e_{\text{a}}(z_{\text{ep}}) \cdot \frac{K_{\text{pgh}}}{K_{\text{h}2}} = 308.728 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} > e_{\text{p},k} = 65.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Nachweis des mobilisierten Erddrucks infolge aktiven Erddruck und Verankerung erbracht!

### Ermittlung der erforderlichen Einbindetiefe

$$\Sigma H = 0 = E_{\text{ah}} \cdot \gamma_G + E_{\text{qh},2} \cdot \gamma_G + E_{\text{qh},3} \cdot \gamma_Q + a_{\text{h},d} - \gamma_G \cdot e_{\text{p},k} \cdot (z_{\text{TF}} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} - \gamma_G \cdot W_{\text{k},2} + C_k$$

$$C_d = -E_{\text{ah}} \cdot \gamma_G - E_{\text{qh},2} \cdot \gamma_G - E_{\text{qh},3} \cdot \gamma_Q - a_{\text{h},d} + \gamma_G \cdot e_{\text{p},k} \cdot (z_{\text{TF}} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} + \gamma_G \cdot W_{\text{k},2} = 209.90 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

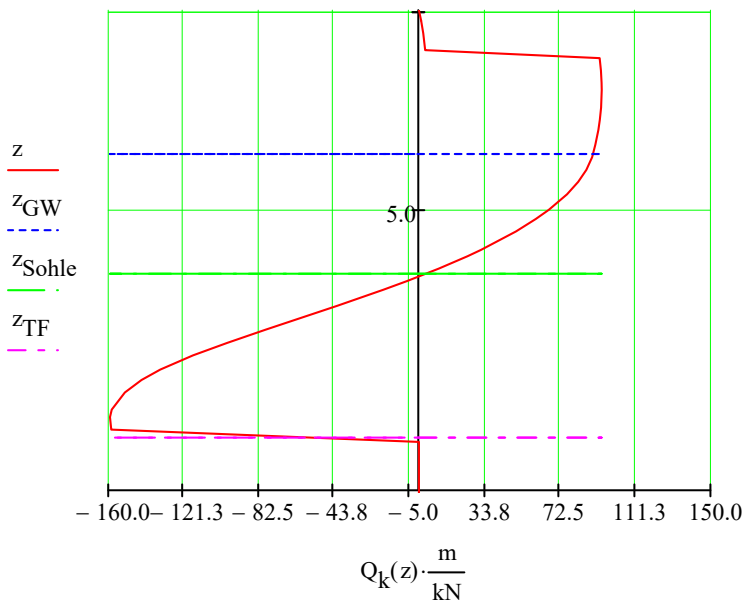
$$\Delta x = \begin{cases} \frac{|C_d| \cdot \gamma_{\text{Ep}}}{2 \cdot \gamma_2 \cdot (z_{\text{TF}} - z_{\text{Sohle}}) \cdot K_{\text{pgh}}} & \text{if } z_{\text{TF}} + 0.50\text{m} \leq z_{\text{GW}} \\ \frac{|C_d| \cdot \gamma_{\text{Ep}}}{2 \cdot \gamma_2 \cdot (z_{\text{TF}} - z_{\text{Sohle}}) \cdot K_{\text{pgh}}} & \text{otherwise} \end{cases} = 1.319 \text{ m}$$

Bei negativer Kraft wirkt die resultierende horizontale Kraft in Richtung des ingedammten.

Fußpunkt: Fußpunkt = OKG -  $z_{\text{TF}}$  -  $\Delta x = 133.98 \text{ m}$   $t_{\text{erf}} = \text{Sohle} - \text{Fußpunkt} = 5.419 \text{ m}$

### Nachweis der tiefen Gleitfuge

Lage der tiefen Gleitfuge:



Vorgabe

$$z_Q = 5 \text{ m}$$

$$Q_k(z_Q) = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

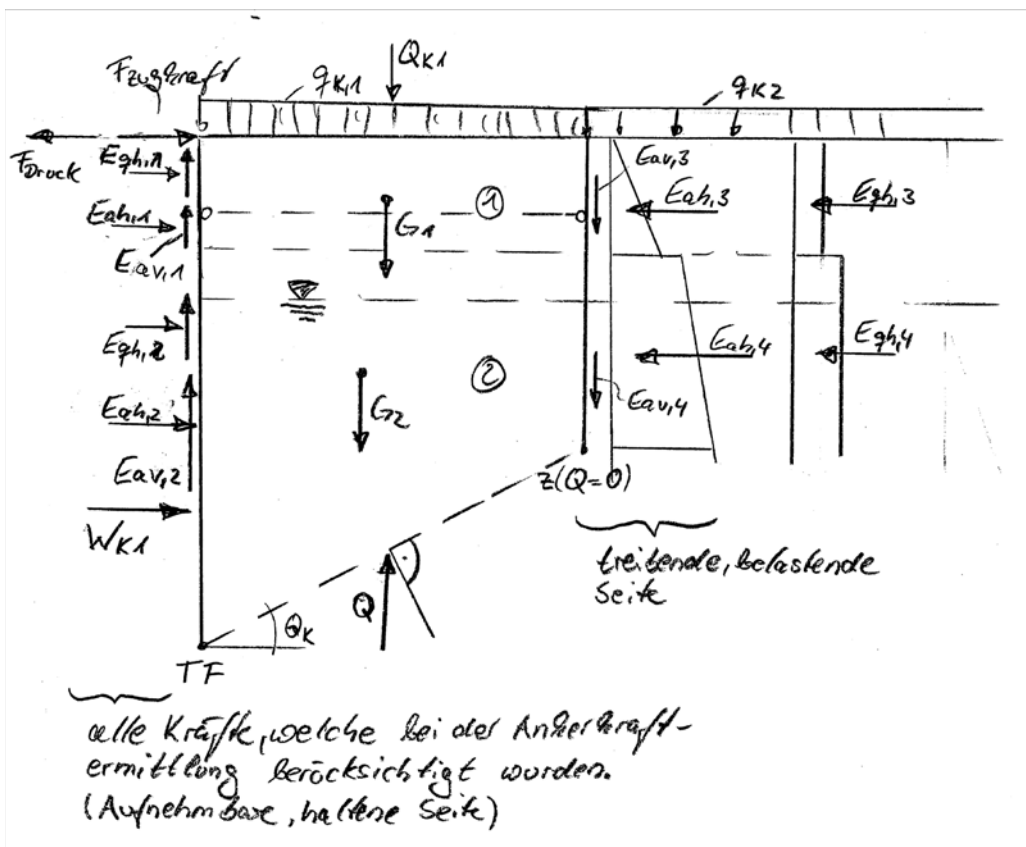
$$z(Q=0) = \text{Suchen}(z_Q) = 6.67 \text{ m}$$

Hohenkote:

$$\text{OKG} - z(Q=0) = 139.33 \text{ m}$$


$$\theta_k = \arctan\left(\frac{z_{TF} - z(Q=0)}{B}\right) = 16.1^\circ$$

Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge:





drückender Erddruck auf wasserseitiger Spundwand:


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah,1,k,+25\%} = 160.98 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{ah,2,k,+25\%} = 122.37 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z_{TF}$$

$$E_{av,1,k} = E_{ah,1,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{ah,2,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 104.50 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(haltene Kraft, über Spundwand abgetragen)}$$

drückender Erddruck hinter landseitiger Spundwand:


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah,3,k} = 147.14 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{ah,4,k} = -41.22 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{av,2,k} = E_{ah,3,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{ah,4,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 44.80 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(belastende Kraft, über Spundwand eingetragen)}$$

Wasserdruck auf wasserseitige Spundwand:


 Berechnung Wasserdruck

$$W_{k,1} = 183.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis } z_{TF}$$

Wasserdruck auf landseitige Spundwand:

$$W_{k,2} = 47.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis } z(Q=0)$$

druckender Erddruckanteil aus Verkehr auf wasserseitiger Spundwand:

 Berechnung aktiver Erddruck


$$E_{qh,1,k,+25\%} = 25.50 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,2,k,+25\%} = 9.95 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,1,k} = E_{qh,1,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,2,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 13.43 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(haltene Kraft, über Spundwand abgetragen)}$$

$$Q_{k,1} = q_{k,1} \cdot B = 140.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Auflast aus Verkehr von Belastung wasserseitige Spundwand}$$

druckender Erddruckanteil aus Verkehr hinter landseitiger Spundwand  $q < 10 \text{ kN/m}^2$ :


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,3,k} = 20.40 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,4,k} = -3.68 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,2,k} = E_{qh,3,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,4,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 6.88 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{belastende Kraft, über Spundwand eingetragen})$$

druckender Erddruckanteil aus Verkehr hinter landseitiger Spundwand  $q > 10 \text{ kN/m}^2$ :

 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,5,k} = 6.14 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,6,k} = -0.21 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,3,k} = E_{qh,5,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,6,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 2.37 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{belastende Kraft, über Spundwand eingetragen})$$

### Ermittlung Eigengewicht

$$z_{GW,HF} = z_{GW} = 3.6 \text{ m}$$

... Grundwasserstand in der Verfüllung



$$G_{k,1} = 1439.87 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Anteil aus Schicht 1}$$

$$G_{k,2} = 179.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Anteil aus Schicht 2}$$

$$G_k = G_{k,1} + G_{k,2} = 1619.07 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Zusatzlast:

$$h_Z = 0.0 \text{ m}$$

$$\gamma_Z = 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

(Differenzwichte zum Boden unter Auftrieb oberhalb der maßgebenden tiefen Gleitfuge, z.B. Magerbeton oder Bodenaustausch)

$$Z_k = \gamma_Z \cdot h_Z \cdot B = 0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Horizontaler Anteil der Kraft aus Reibung in der Gleitfuge:

$$Q_{h,k} = \tan(\varphi_2 - \theta_k) \cdot (G_k + Z_k - E_{av,1,k} - E_{qv,1,k} + E_{av,2,k} + E_{qv,2,k} + E_{qv,3,k} + Q_{k,1}) = 343.02 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

#### Zugkraft an luftseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Zugkraft,1} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

#### Zugkraft an landseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Zugkraft,2} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Zugkraft positiv definiert!}$$

#### Ansatz zur Berücksichtigung

Hier bedeutet die Zugkraft am luftseitigen Spundwandkopf die Berücksichtigung des Schwimmsteges.

#### Druckkraft an luftseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Druckkraft,1} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Druckkraft positiv definiert!}$$

#### Druckkraft an landseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Druckkraft,2} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Druckkraft positiv definiert!}$$

#### Ansatz zur Berücksichtigung

Hier bedeutet die Druckkraft am luftseitigen Spundwandkopf die Berücksichtigung des Sportbootanpralls.

#### **Nachweis:**

Der passive Erddruck auf der luftseitigen Sohle wird auf der sicheren Seite vernachlässigt.

Da die Zug- und Druckkräfte sowie der Wasserdruck auf der luftseitigen Spundwand bereits bei der Berechnung der Ankerkraft berücksichtigt ist, wirken Zug- und Wasserdruck positiv und Druckkräfte negativ auf die Bilanz der möglichen aufnehmbaren Ankerkraft (Wirkung affin zum Erddruck und in der Ankerkraft gespeicherte Kräfte).

$$\begin{aligned} \text{mögl } a_{h,k} &= E_{ah,1,k,+25\%} + E_{ah,2,k,+25\%} + E_{qh,1,k,+25\%} + E_{qh,2,k,+25\%} \dots = 716.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\ &+ W_{k,1} - E_{ah,3,k} - E_{ah,4,k} - E_{qh,3,k} - E_{qh,4,k} - E_{qh,5,k} - E_{qh,6,k} + Q_{h,k} \dots \\ &+ F_{k,Zugkraft,1} + F_{k,Zugkraft,2} - F_{k,Druckkraft,1} - F_{k,Druckkraft,2} \end{aligned}$$

#### 

$$\eta = \frac{a_{h,d} \cdot \gamma_{Ep}}{\text{mögl } a_{h,k}} = \frac{120.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4}{716.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}} = 0.24 < 1,0 \quad \text{Nachweis erbracht!}$$

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage B.3 / Schnitt IIa – BS-A</div> <div>Nachweis tiefe Gleitfuge</div> <div>EDV-Ausgaben – MathCAD15</div>		
Bauteil:	Anlage B.3 / Schnitt IIa – BS-A	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

## Erforderliche Einbindetiefe & Nachweis tiefe Gleitfuge

OKG = 146m ... entspricht  $z=0,00$  in der folgenden Berechnung

Bemessungssituation:

BS-A

Angaben zum System:

B = 14m

... Breite des Fangedamms

OKG<sub>2</sub> = 146.5m

...Oberkante des landseitigen Geländes

$$z_{\text{OKG2}} = \text{OKG} - \text{OKG}_2 = -0.5 \text{ m}$$

Sohle = 139.4m

$$z_{\text{Sohle}} = \text{OKG} - \text{Sohle} = 6.60 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe der Berechnungssohle bzgl. OKG}$$

TF = 134.86m

$$z_{\text{TF}} = \text{OKG} - \text{TF} = 11.14 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe des Fußpunktes (Q=0) bzgl. OKG}$$

Ankerkraft:

$$a_{h,d} = 63.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

...Ankerkraft unter 1,25-fachen aktiven Erddrucks

Ankerlage = 145m

$$z_A = \text{OKG} - \text{Ankerlage} = 1.00 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe der Ankerlage bzgl. OKG}$$

Angaben zum Baugrund:

Kies:

$$\gamma_1 = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma'_1 = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\varphi_1 = 32.5^\circ$$

$$z_1 = 8.14 \text{ m}$$

...Schichtdicke

$$\delta_{a,1} = \frac{2}{3} \varphi_1$$

$$K_{h1} = 0.2506$$

Keuperzersatz:

$$\gamma_2 = 21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma'_2 = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\varphi_2 = 27.5^\circ$$

$$\delta_{a,2} = \frac{2}{3} \varphi_2$$

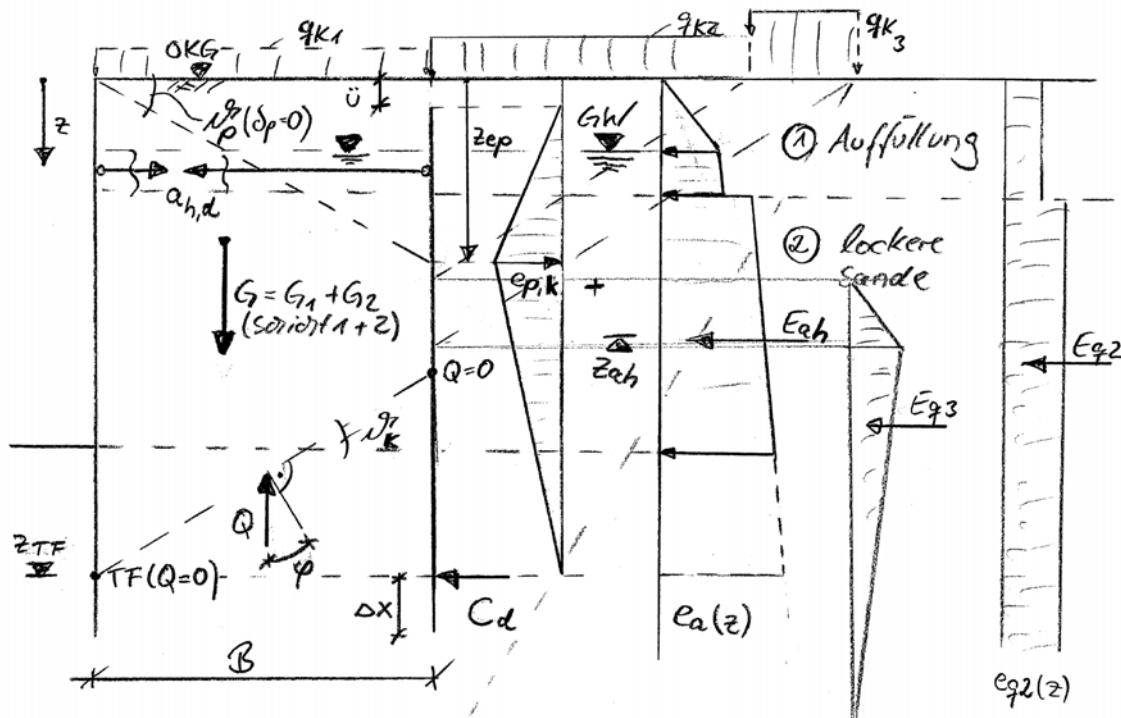
$$K_{h2} = 0.3109$$

Grundwasser:

GW = 146.5m

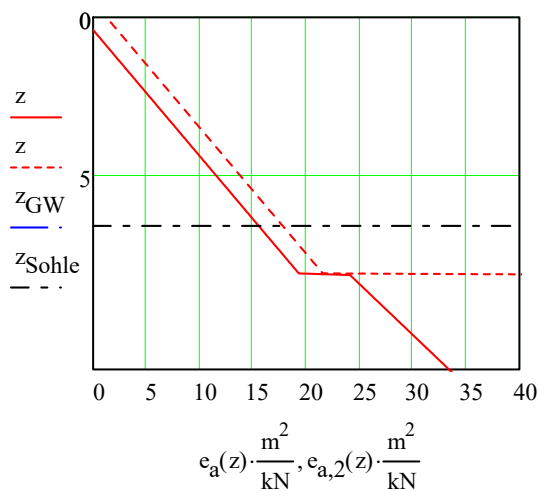
$$z_{\text{GW}} = \text{OKG} - \text{GW} = -0.50 \text{ m} \quad \dots \text{ Wasserstand unter OKG}$$

### Ermittlung der erforderlichen Einbindetiefe



### Aktiver Erddruck

#### ► Kennwerte Aktiver Erddruck



$$e_a(z_1) = 19.396 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_1 + 1\text{mm}) = 24.067 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(6.70\text{m}) = 15.788 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_{\text{Sohle}}) = 15.537 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_{\text{TF}}) = 33.391 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

#### Hinweis:

Hier noch ohne Erhöhung gemäß EAU von 25%. Damit ist diese Belastungsfigur für die wasser- als auch für die landseitige Spundwand anwendbar.

$e_a(z)$  wirkt auf wasserseitiger Spundwand

$e_{a,2}(z)$  wirkt auf landseitiger Spundwand

#### ► Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah} = 268.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

... Erddruckkraft aus Bodeneigengewicht auf landseitiger Spundwand von OKG bis  $z_{\text{TF}}$

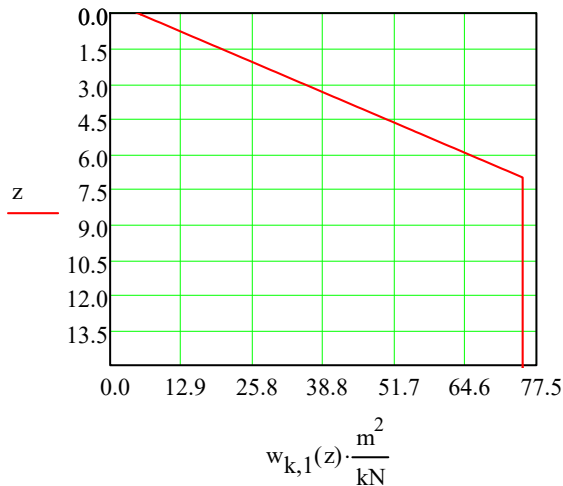
$$z_{ah} = 8.151 \text{ m}$$

... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{ah}$  des aktiven Erddrucks

Wasserüberdruck auf wasserseitiger Spundwand

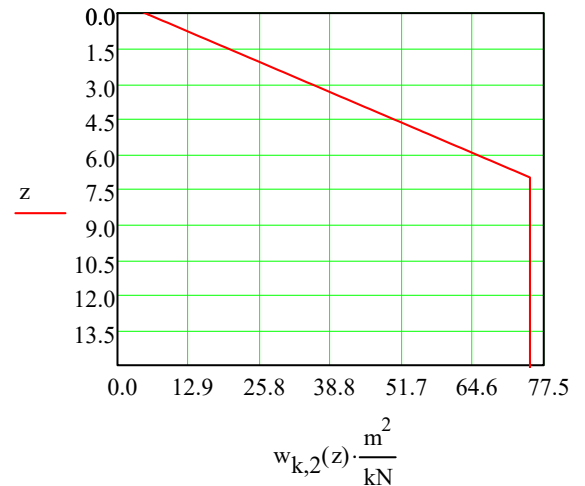
$\Delta h_{GW,1} = 7.5\text{m}$  ... Wasserüberdrückhöhe

► Kennwerte Wasserdruck



Wasserüberdruck auf landseitiger Spundwand

$\Delta h_{GW,2} = 7.5\text{m}$  ... Wasserüberdrückhöhe



► Berechnung Wasserdruck

$W_{k,1} = 590.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  ... Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis  $z_{TF}$

$z_{w,1} = 6.913 \text{ m}$  ... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{w,1}$  des Wasserdrucks  $W_{k,1}$

$W_{k,2} = 590.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  ... Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis  $z_{TF}$

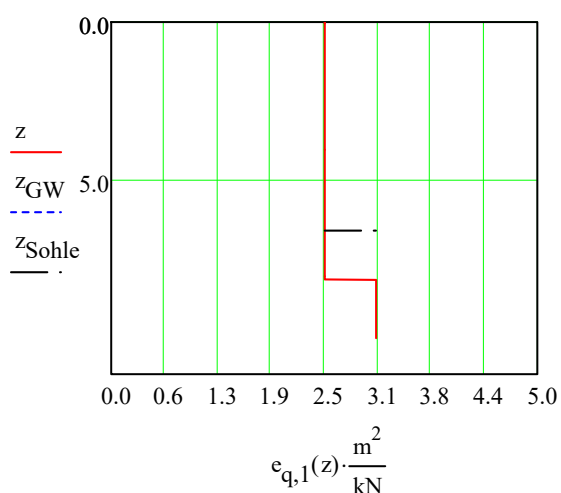
$z_{w,2} = 6.913 \text{ m}$  ... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{w,1}$  des Wasserdrucks  $W_{k,2}$

Erddruck aus Verkehr hinter der wasserseitigen Spundwand

$q_{k,1} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 10 \text{ kN/m}^2$



► Berechnung aktiver Erddruck



$$e_{q,1}(z_1) = 2.51 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$e_{q,1}(z_{TF}) = 3.11 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis  $z_{TF}$ :

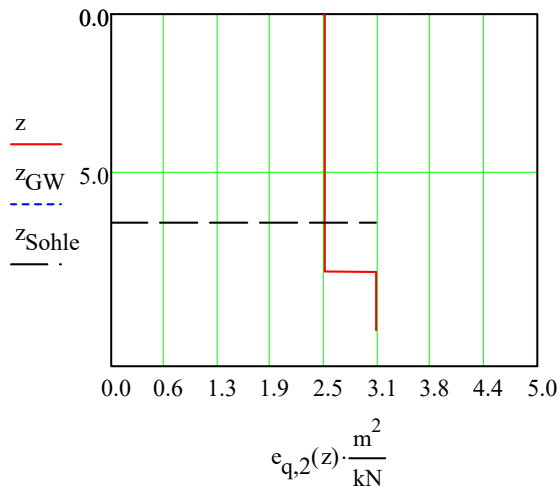
$$E_{qh,1} = 29.73 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$z_{qh,1} = 5.818 \text{ m}$$



### Erddruck aus Verkehr hinter der landseitigen Spundwand

$$q_{k,2} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 10 \text{ kN/m}^2$$



$$e_{q,2}(z_1) = 2.51 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_{q,2}(z_{TF}) = 3.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,2} = 29.73 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis } z_{TF}$$

$$z_{qh,2} = 5.818 \text{ m} \quad \dots \text{Angriffspunkt in der Tiefe } z_{qh} \text{ des aktiven Erddrucks}$$

### Erddruck aus Verkehr hinter der landseitigen Spundwand

Verkehrslasten > 10 kN/m<sup>2</sup>

Berücksichtigung:

$L_{SLW} = 6.0 \text{ m}$  ... Länge des Lastmodells

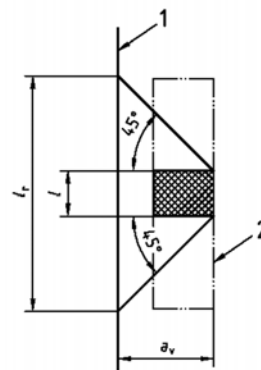
$B_{SLW} = 3.0 \text{ m}$  ... Breite des Lastmodells

$Q_k = 600 \text{ kN}$  ... Gesamtlast des Lastmodells

$$a_v = 16.5 \text{ m} - B = 2.50 \text{ m}$$

$$l_r = L_{SLW} + 2 \cdot a_v = 11.00 \text{ m}$$

$$q'_{k,3} = \frac{Q_k}{B_{SLW} \cdot l_r} - 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 8.18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



Ansatz zur Berücksichtigung

Für den Ansatz des Erddrucks wird ein mittlerer Reibungswinkel angenommen:

$$\varphi_m = 31.6^\circ \quad \alpha = 0^\circ \quad \beta = 0^\circ$$

$$\delta_a = \frac{2}{3} \cdot \varphi_m$$

$$\theta_{ag} = 56.9^\circ$$

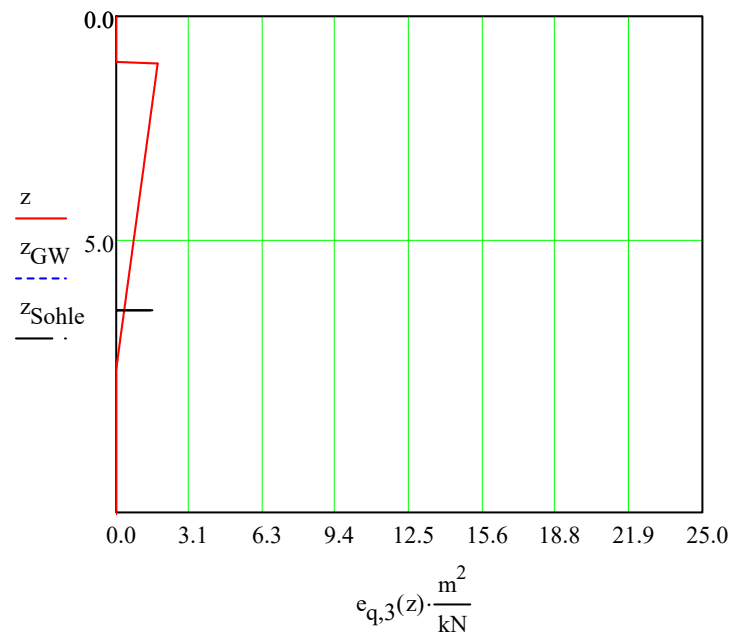
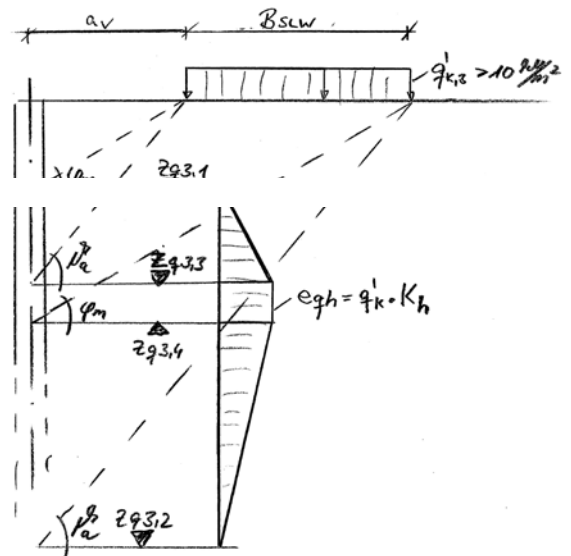
$$z_{q3,1} = \tan(\varphi_m) \cdot a_v + z_{OKG2} = 1.038 \text{ m}$$

$$z_{q3,2} = \tan(\theta_{ag}) \cdot (a_v + B_{SLW}) + z_{OKG2} = 7.948 \text{ m}$$

$$z_{q3,3} = \tan(\theta_{ag}) \cdot (a_v) + z_{OKG2} = 3.34 \text{ m}$$

$$z_{q3,4} = \tan(\varphi_m) \cdot (a_v + B_{SLW}) + z_{OKG2} = 2.884 \text{ m}$$

Wenn  $z_{q3,3} < z_{q3,4}$  gilt die Lastfigur für eine zweiseitig begrenzte Lastfigur



$$e_{q,3}(z_{q3,4}) = 1.305 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_{q,3}(z_1) = 0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$E_{qh,3} = 6.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis } z_{TF}$$

$$z_{qh,3} = 3.342 \text{ m} \quad \dots \text{Angriffspunkt in der Tiefe } z_{qh} \text{ des aktiven Erddrucks}$$

### Passiver Erddruck

Auf Grund des wechselnden Baugrunds (Lagerungsdichte) innerhalb der Verfüllung wird vereinfacht mit den ungünstigeren Werten für den passiven Erddruck gerechnet.

Überdeckung der landseitigen Spundwand:  $\ddot{u} = 0\text{m}$

für ebene Gleitflächen:  $\alpha = 0^\circ$   $\varphi = 27.5^\circ$

$$\beta = 0^\circ$$

$$\delta_p = 0^\circ$$

► Kennwerte Passiver Erddruck  $K_{pgh} = 2.716$

$$\theta_p = 31.2^\circ$$



$$z_{ep} = B \cdot \tan(\theta_p) = 14 \cdot \text{m} \cdot \tan(0.545) = 8.487 \text{ m}$$



Teilsicherheitsbeiwerte:  $\gamma_G = 1.10$

$$\gamma_Q = 1.00$$

$$\gamma_{Ep} = 1.20$$

$$\Sigma M(TF)(e_{p,k}) = E_{ah} \cdot (z_{TF} - z_{ah}) + E_{qh,2} \cdot (z_{TF} - z_{qh,2}) + E_{qh,3} \cdot (z_{TF} - z_{qh,3}) - W_{k,2} \cdot (z_{TF} - z_{w,2}) \dots$$

$$+ \frac{a_{h,d}}{\gamma_G} \cdot (z_{TF} - z_A) - e_{p,k} \left[ (z_{TF} - z_{ep})^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} + (z_{ep} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{1}{3} \cdot (z_{ep} - \ddot{u}) + (z_{TF} - z_{ep}) \right] \right]$$

► Lösung Gleichungssystem

Überprüfung des möglichen passiven Erddruck:

$$e_{p,mögl,k} = e_a(z_{ep}) \cdot \frac{K_{pgh}}{K_{h2}} = 219.643 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} > e_{p,k} = -35.34 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Nachweis des mobilisierten Erddrucks infolge aktiven Erddruck und Verankerung erbracht!

### Ermittlung der erforderlichen Einbindetiefe

$$\Sigma H = 0 = E_{ah} \cdot \gamma_G + E_{qh,2} \cdot \gamma_G + E_{qh,3} \cdot \gamma_Q + a_{h,d} - \gamma_G \cdot e_{p,k} \cdot (z_{TF} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} - \gamma_G \cdot W_{k,2} + C_k$$

$$C_d = -E_{ah} \cdot \gamma_G - E_{qh,2} \cdot \gamma_G - E_{qh,3} \cdot \gamma_Q - a_{h,d} + \gamma_G \cdot e_{p,k} \cdot (z_{TF} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} + \gamma_G \cdot W_{k,2} = 35.73 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

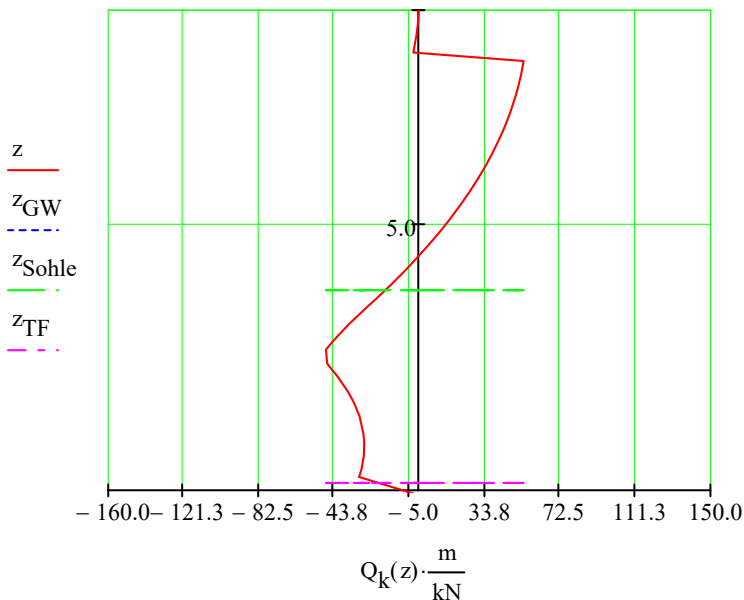
$$\Delta x = \begin{cases} \frac{|C_d| \cdot \gamma_{Ep}}{2 \cdot \gamma_2 \cdot (z_{TF} - z_{Sohle}) \cdot K_{pgh}} & \text{if } z_{TF} + 0.50\text{m} \leq z_{GW} \\ \frac{|C_d| \cdot \gamma_{Ep}}{2 \cdot \gamma_2 \cdot (z_{TF} - z_{Sohle}) \cdot K_{pgh}} & \text{otherwise} \end{cases} = 0.174 \text{ m}$$

Bei negativer Kraft wirkt die resultierende horizontale Kraft in Richtung des eingedammten.

Fußpunkt: Fußpunkt = OKG -  $z_{TF}$  -  $\Delta x$  = 134.69 m  $t_{erf}$  = Sohle - Fußpunkt = 4.714 m

## Nachweis der tiefen Gleitfuge

Lage der tiefen Gleitfuge:



Vorgabe

$$z_Q = 5 \text{ m}$$

$$Q_k(z_Q) = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

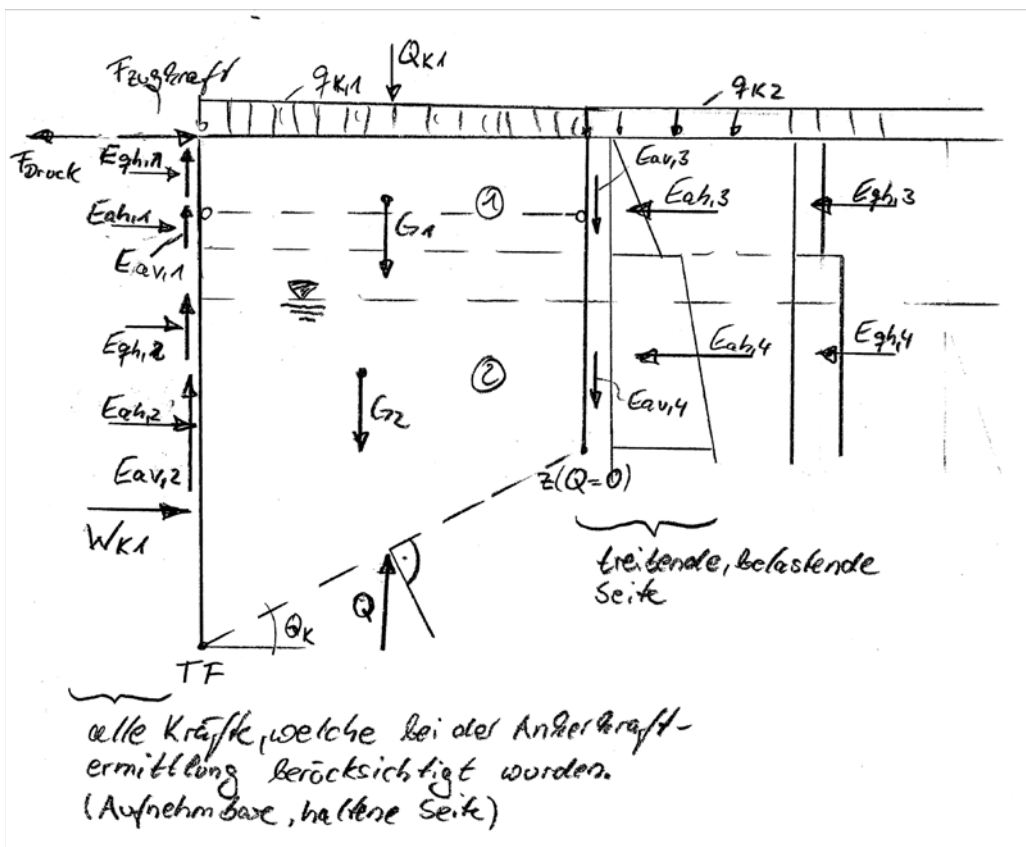
$$z(Q=0) = \text{Suchen}(z_Q) = 5.79 \text{ m}$$

Hohenkote:


$$\text{OKG} - z(Q=0) = 140.21 \text{ m}$$

$$\theta_k = \arctan\left(\frac{z_{TF} - z(Q=0)}{B}\right) = 20.9^\circ$$

Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge:



drückender Erddruck auf wasserseitiger Spundwand:


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah,1,k,+25\%} = 93.58 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{ah,2,k,+25\%} = 107.73 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z_{TF}$$

$$E_{av,1,k} = E_{ah,1,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{ah,2,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 72.87 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(haltene Kraft, über Spundwand abgetragen)}$$


drückender Erddruck hinter landseitiger Spundwand:

 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah,3,k} = 93.22 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{ah,4,k} = -43.96 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{av,2,k} = E_{ah,3,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{ah,4,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 22.47 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(belastende Kraft, über Spundwand eingetragen)}$$

 Berechnung Wasserdruck


Wasserdruck auf wasserseitige Spundwand:

$$W_{k,1} = 590.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis } z_{TF}$$

Wasserdruck auf landseitige Spundwand:

$$W_{k,2} = 196.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis } z(Q=0)$$

drückender Erddruckanteil aus Verkehr auf wasserseitiger Spundwand:

 Berechnung aktiver Erddruck


$$E_{qh,1,k,+25\%} = 25.50 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,2,k,+25\%} = 11.66 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,1,k} = E_{qh,1,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,2,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 13.99 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(haltene Kraft, über Spundwand abgetragen)}$$

$$Q_{k,1} = q_{k,1} \cdot B = 140.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Auflast aus Verkehr von Belastung wasserseitige Spundwand}$$

druckender Erddruckanteil aus Verkehr hinter landseitiger Spundwand  $q < 10 \text{ kN/m}^2$ :


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,3,k} = 20.40 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{ Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,4,k} = -5.89 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{ Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,2,k} = E_{qh,3,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,4,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 6.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{belastende Kraft, über Spundwand eingetragen})$$

druckender Erddruckanteil aus Verkehr hinter landseitiger Spundwand  $q > 10 \text{ kN/m}^2$ :

 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,5,k} = 6.14 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{ Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,6,k} = -0.60 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{ Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,3,k} = E_{qh,5,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,6,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 2.24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{belastende Kraft, über Spundwand eingetragen})$$

### Ermittlung Eigengewicht

$$z_{GW,HF} = z_{GW} = -0.5 \text{ m}$$

... Grundwasserstand in der Verfüllung



$$G_{k,1} = 919.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{ Anteil aus Schicht 1}$$

$$G_{k,2} = 210.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{ Anteil aus Schicht 2}$$

$$G_k = G_{k,1} + G_{k,2} = 1129.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Zusatzlast:

$$h_Z = 0.0 \text{ m}$$

$$\gamma_Z = 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

(Differenzwichte zum Boden unter Auftrieb oberhalb der maßgebenden tiefen Gleitfuge, z.B. Magerbeton oder Bodenaustausch)

$$Z_k = \gamma_Z \cdot h_Z \cdot B = 0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Horizontaler Anteil der Kraft aus Reibung in der Gleitfuge:

$$Q_{h,k} = \tan(\varphi_2 - \theta_k) \cdot (G_k + Z_k - E_{av,1,k} - E_{qv,1,k} + E_{av,2,k} + E_{qv,2,k} + E_{qv,3,k} + Q_{k,1}) = 140.07 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

#### Zugkraft an luftseitigem Wandkopf


Berücksichtigung:

$$F_{k,Zugkraft,1} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

#### Zugkraft an landseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Zugkraft,2} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Zugkraft positiv definiert!}$$

 Ansatz zur Berücksichtigung

Hier bedeutet die Zugkraft am luftseitigen Spundwandkopf die Berücksichtigung des Schwimmsteges.

#### Druckkraft an luftseitigem Wandkopf


Berücksichtigung:

$$F_{k,Druckkraft,1} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Druckkraft positiv definiert!}$$

#### Druckkraft an landseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Druckkraft,2} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Druckkraft positiv definiert!}$$

 Ansatz zur Berücksichtigung

Hier bedeutet die Druckkraft am luftseitigen Spundwandkopf die Berücksichtigung des Sportbootanpralls.

#### **Nachweis:**

Der passive Erddruck auf der luftseitigen Sohle wird auf der sicheren Seite vernachlässigt.

Da die Zug- und Druckkräfte sowie der Wasserdruck auf der luftseitigen Spundwand bereits bei der Berechnung der Ankerkraft berücksichtigt ist, wirken Zug- und Wasserdruck positiv und Druckkräfte negativ auf die Bilanz der möglichen aufnehmbaren Ankerkraft (Wirkung affin zum Erddruck und in der Ankerkraft gespeicherte Kräfte).

$$\begin{aligned} \text{mögl } a_{h,k} &= E_{ah,1,k,+25\%} + E_{ah,2,k,+25\%} + E_{qh,1,k,+25\%} + E_{qh,2,k,+25\%} \dots = 899.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\ &+ W_{k,1} - E_{ah,3,k} - E_{ah,4,k} - E_{qh,3,k} - E_{qh,4,k} - E_{qh,5,k} - E_{qh,6,k} + Q_{h,k} \dots \\ &+ F_{k,Zugkraft,1} + F_{k,Zugkraft,2} - F_{k,Druckkraft,1} - F_{k,Druckkraft,2} \end{aligned}$$



$$\eta = \frac{a_{h,d} \cdot \gamma_{Ep}}{\text{mögl } a_{h,k}} = \frac{63.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.2}{899.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}} = 0.08 < 1,0 \quad \text{Nachweis erbracht!}$$

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage B.4 / Schnitt IIb – BS-P-1</div> <div>Nachweis tiefe Gleitfuge</div> <div>EDV-Ausgaben – MathCAD15</div>		
Bauteil:	Anlage B.4 / Schnitt IIb – BS-P-1	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617



## Erforderliche Einbindetiefe & Nachweis tiefe Gleitfuge

OKG = 146m ... entspricht  $z=0,00$  in der folgenden Berechnung

Bemessungssituation:

Angaben zum System: B = 14m ... Breite des Fangedamms

OKG<sub>2</sub> = 139.4m ... Oberkante des landseitigen Geländes

$$z_{\text{OKG2}} = \text{OKG} - \text{OKG}_2 = 6.6 \text{ m}$$

Sohle = 139.4m

$$z_{\text{Sohle}} = \text{OKG} - \text{Sohle} = 6.60 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe der Berechnungssohle bzgl. OKG}$$

TF = 135.15m

$$z_{\text{TF}} = \text{OKG} - \text{TF} = 10.85 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe des Fußpunktes (Q=0) bzgl. OKG}$$

Ankerkraft:  $a_{h,d} = 102.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  ... Ankerkraft unter 1,25-fachen aktiven Erddrucks

Ankerlage = 145m

$$z_A = \text{OKG} - \text{Ankerlage} = 1.00 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe der Ankerlage bzgl. OKG}$$

Angaben zum Baugrund:

Kies:  $\gamma_1 = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$   $\gamma'_1 = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$   $\varphi_1 = 32.5^\circ$   $z_1 = 8.14 \text{ m}$  ... Schichtdicke

$$\delta_{a,1} = \frac{2}{3} \varphi_1 \quad K_{h1} = 0.2506$$

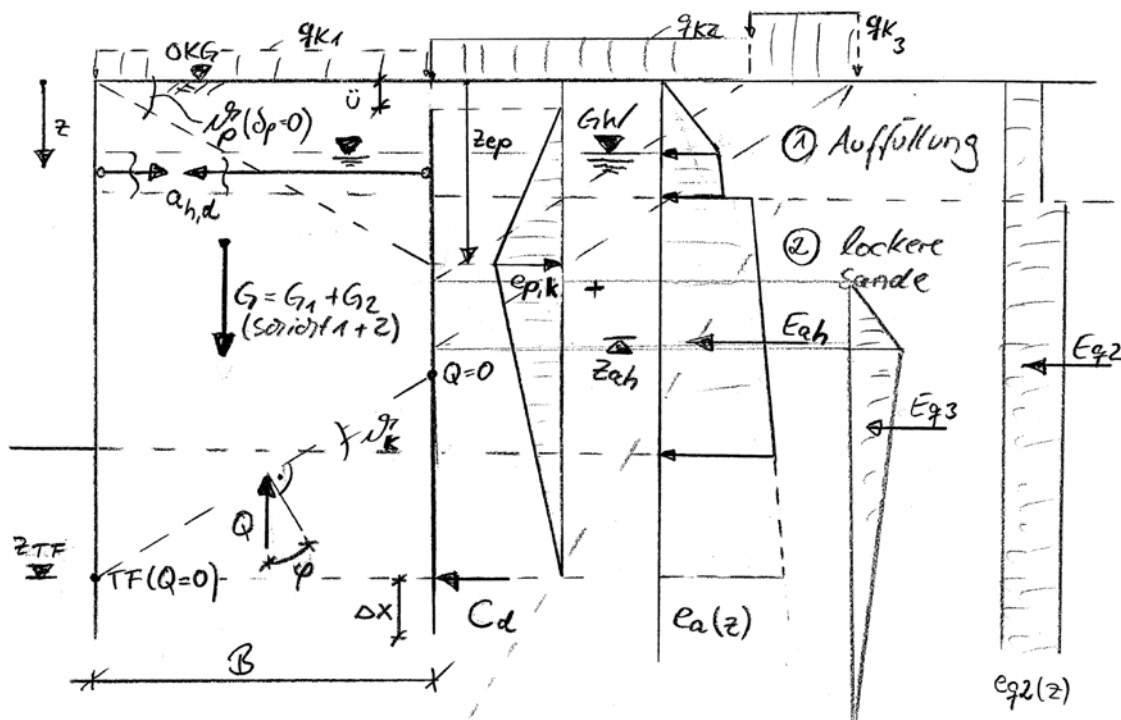
Keuperzersatz:  $\gamma_2 = 21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$   $\gamma'_2 = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$   $\varphi_2 = 27.5^\circ$

$$\delta_{a,2} = \frac{2}{3} \varphi_2 \quad K_{h2} = 0.3109$$

Grundwasser: GW = 146m

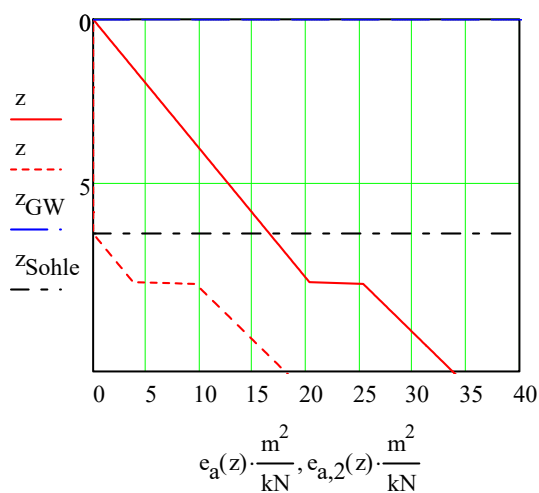
$$z_{\text{GW}} = \text{OKG} - \text{GW} = 0.00 \text{ m} \quad \dots \text{ Wasserstand unter OKG}$$

### Ermittlung der erforderlichen Einbindetiefe



### Aktiver Erddruck

#### Kennwerte Aktiver Erddruck



$$e_a(z_1) = 20.399 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_1 + 1 \text{ mm}) = 25.31 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(6.70 \text{ m}) = 16.79 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_{\text{Sohle}}) = 16.54 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_{\text{TF}}) = 33.733 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

#### Hinweis:

Hier noch ohne Erhöhung gemäß EAU von 25%. Damit ist diese Belastungsfigur für die wasser- als auch für die landseitige Spundwand anwendbar.

$e_a(z)$  wirkt auf wasserseitiger Spundwand

$e_{a,2}(z)$  wirkt auf landseitiger Spundwand

#### Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah} = 40.35 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

... Erddruckkraft aus Bodeneigengewicht auf landseitiger Spundwand von OKG bis  $z_{\text{TF}}$

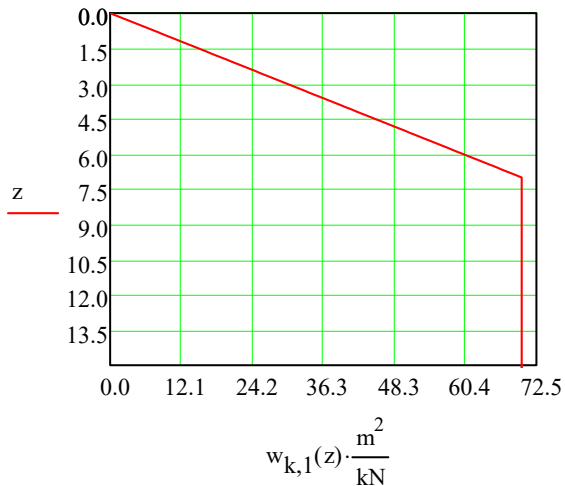
$$z_{ah} = 9.485 \text{ m}$$

... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{ah}$  des aktiven Erddrucks

#### Wasserüberdruck auf wasserseitiger Spundwand

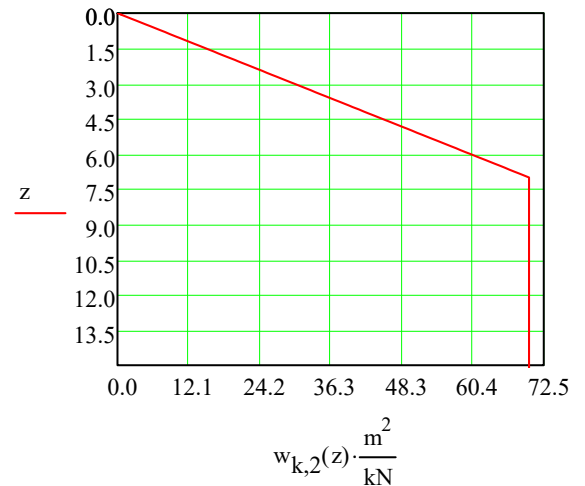
$\Delta h_{GW,1} = 7\text{m}$  ... Wasserüberdrückhöhe

##### ► Kennwerte Wasserdruck



#### Wasserüberdruck auf landseitiger Spundwand

$\Delta h_{GW,2} = 7\text{m}$  ... Wasserüberdrückhöhe



##### ► Berechnung Wasserdruck

$W_{k,1} = 514.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  ... Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis  $z_{TF}$

$z_{w,1} = 6.897\text{ m}$  ... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{w,1}$  des Wasserdrucks  $W_{k,1}$

$W_{k,2} = 514.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  ... Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis  $z_{TF}$

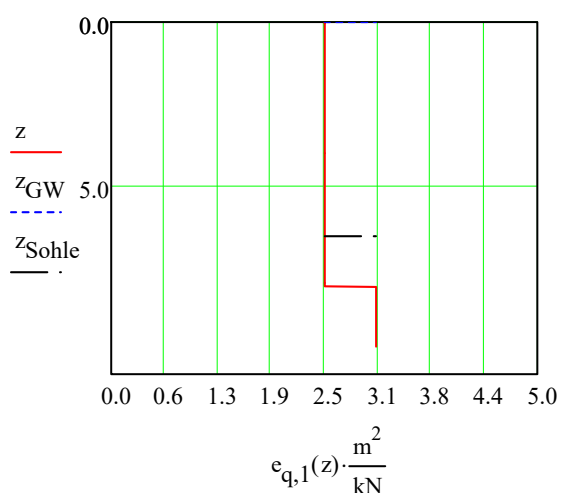
$z_{w,2} = 6.897\text{ m}$  ... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{w,1}$  des Wasserdrucks  $W_{k,2}$

#### Erddruck aus Verkehr hinter der wasserseitigen Spundwand

$q_{k,1} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 10\text{ kN/m}^2$



##### ► Berechnung aktiver Erddruck



$$e_{q,1}(z_1) = 2.51 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_{q,1}(z_{TF}) = 3.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

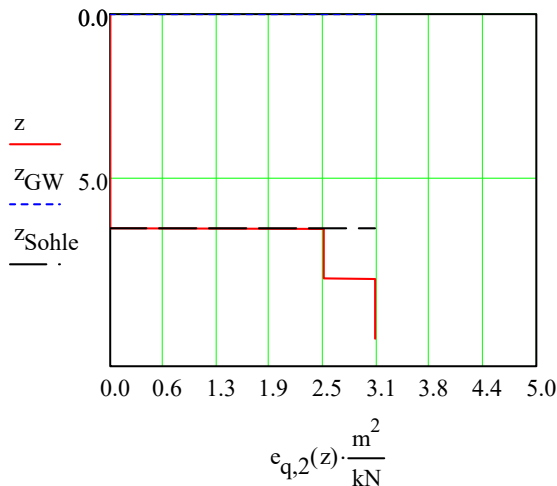
Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis  $z_{TF}$ :

$$E_{qh,1} = 28.83 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$z_{qh,1} = 5.656 \text{ m}$$

### Erddruck aus Verkehr hinter der landseitigen Spundwand

$$q_{k,2} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 10 \text{ kN/m}^2$$



$$e_{q,2}(z_1) = 2.51 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_{q,2}(z_{TF}) = 3.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,2} = 12.29 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis } z_{TF}$$

$$z_{qh,2} = 8.827 \text{ m} \quad \dots \text{Angriffspunkt in der Tiefe } z_{qh} \text{ des aktiven Erddrucks}$$

### Erddruck aus Verkehr hinter der landseitigen Spundwand

Verkehrslasten > 10 kN/m<sup>2</sup>

Berücksichtigung:

$L_{SLW} = 6.0 \text{ m}$  ... Länge des Lastmodells

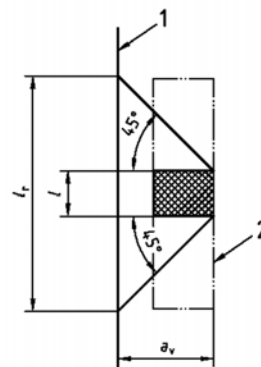
$B_{SLW} = 3.0 \text{ m}$  ... Breite des Lastmodells

$Q_k = 600 \text{ kN}$  ... Gesamtlast des Lastmodells

$$a_v = 16.5 \text{ m} - B = 2.50 \text{ m}$$

$$l_r = L_{SLW} + 2 \cdot a_v = 11.00 \text{ m}$$

$$q'_{k,3} = \frac{Q_k}{B_{SLW} \cdot l_r} - 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 8.18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



# Ansatz zur Berücksichtigung

Für den Ansatz des Erddruckes wird ein mittlerer Reibungswinkel angenommen:

$$\varphi_m = 31.6^\circ \quad \alpha = 0^\circ \quad \beta = 0^\circ$$

$$\delta_a = \frac{2}{3} \cdot \varphi_m$$



$$\theta_{ag} = 56.9^\circ$$

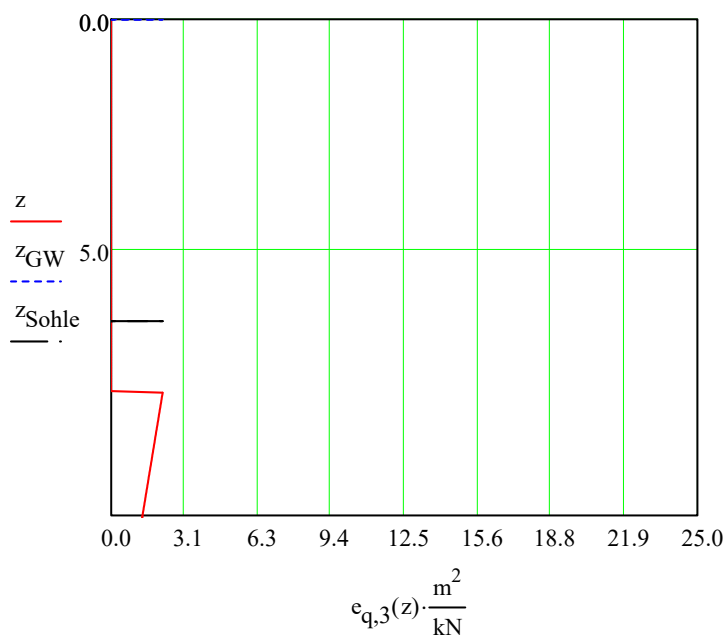
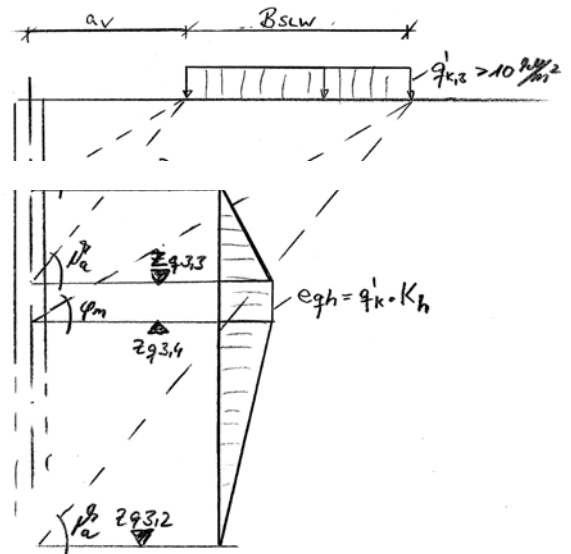
$$z_{q3,1} = \tan(\varphi_m) \cdot a_v + z_{OKG2} = 8.138 \text{ m}$$

$$z_{q3,2} = \tan(\theta_{ag}) \cdot (a_v + B_{SLW}) + z_{OKG2} = 15.048 \text{ m}$$

$$z_{q3,3} = \tan(\theta_{ag}) \cdot (a_v) + z_{OKG2} = 10.44 \text{ m}$$

$$z_{q3,4} = \tan(\varphi_m) \cdot (a_v + B_{SLW}) + z_{OKG2} = 9.984 \text{ m}$$

Wenn  $z_{q3,3} < z_{q3,4}$  gilt die Lastfigur für eine zweiseitig begrenzte Lastfigur



$$e_{q,3}(z_{q3,4}) = 1.619 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_{q,3}(z_1) = 1.78 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$E_{qh,3} = 4.82 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis } z_{TF}$$

$$z_{qh,3} = 9.383 \text{ m} \quad \dots \text{Angriffspunkt in der Tiefe } z_{qh} \text{ des aktiven Erddrucks}$$

### Passiver Erddruck

Auf Grund des wechselnden Baugrunds (Lagerungsdichte) innerhalb der Verfüllung wird vereinfacht mit den ungünstigeren Werten für den passiven Erddruck gerechnet.

Überdeckung der landseitigen Spundwand:  $\ddot{u} = 0\text{m}$

für ebene Gleitflächen:  $\alpha_w = 0^\circ$   $\varphi = 27.5^\circ$

$$\beta_w = 0^\circ$$

$$\delta_p = 0^\circ$$

► Kennwerte Passiver Erddruck

$$K_{pgh} = 2.716$$

$$\theta_p = 31.2^\circ$$



$$z_{ep} = B \cdot \tan(\theta_p) = 14 \cdot \text{m} \cdot \tan(0.545) = 8.487 \text{ m}$$



Teilsicherheitsbeiwerte:  $\gamma_G = 1.35$

$$\gamma_Q = 1.50$$

$$\gamma_{Ep} = 1.40$$

$$\begin{aligned} \Sigma M(TF)(e_{p,k}) &= E_{ah} \cdot (z_{TF} - z_{ah}) + E_{qh,2} \cdot (z_{TF} - z_{qh,2}) + E_{qh,3} \cdot (z_{TF} - z_{qh,3}) - W_{k,2} \cdot (z_{TF} - z_{w,2}) \dots \\ &+ \frac{a_{h,d}}{\gamma_G} \cdot (z_{TF} - z_A) - e_{p,k} \left[ (z_{TF} - z_{ep})^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} + (z_{ep} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{1}{3} \cdot (z_{ep} - \ddot{u}) + (z_{TF} - z_{ep}) \right] \right] \end{aligned}$$

► Lösung Gleichungssystem

Überprüfung des möglichen passiven Erddruck:

$$e_{p,mögl,k} = e_a(z_{ep}) \cdot \frac{K_{pgh}}{K_{h2}} = 230.507 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} > e_{p,k} = -50.24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Nachweis des mobilisierten Erddrucks infolge aktiven Erddruck und Verankerung erbracht!

### Ermittlung der erforderlichen Einbindetiefe

$$\Sigma H = 0 = E_{ah} \cdot \gamma_G + E_{qh,2} \cdot \gamma_G + E_{qh,3} \cdot \gamma_Q + a_{h,d} - \gamma_G \cdot e_{p,k} \cdot (z_{TF} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} - \gamma_G \cdot W_{k,2} + C_k$$

$$C_d = -E_{ah} \cdot \gamma_G - E_{qh,2} \cdot \gamma_G - E_{qh,3} \cdot \gamma_Q - a_{h,d} + \gamma_G \cdot e_{p,k} \cdot (z_{TF} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} + \gamma_G \cdot W_{k,2} = 146.04 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\Delta x = \begin{cases} \frac{|C_d| \cdot \gamma_{Ep}}{2 \cdot \gamma_2 \cdot (z_{TF} - z_{Sohle}) \cdot K_{pgh}} & \text{if } z_{TF} + 0.50\text{m} \leq z_{GW} \\ \frac{|C_d| \cdot \gamma_{Ep}}{2 \cdot \gamma_2 \cdot (z_{TF} - z_{Sohle}) \cdot K_{pgh}} & \text{otherwise} \end{cases} = 0.886 \text{ m}$$

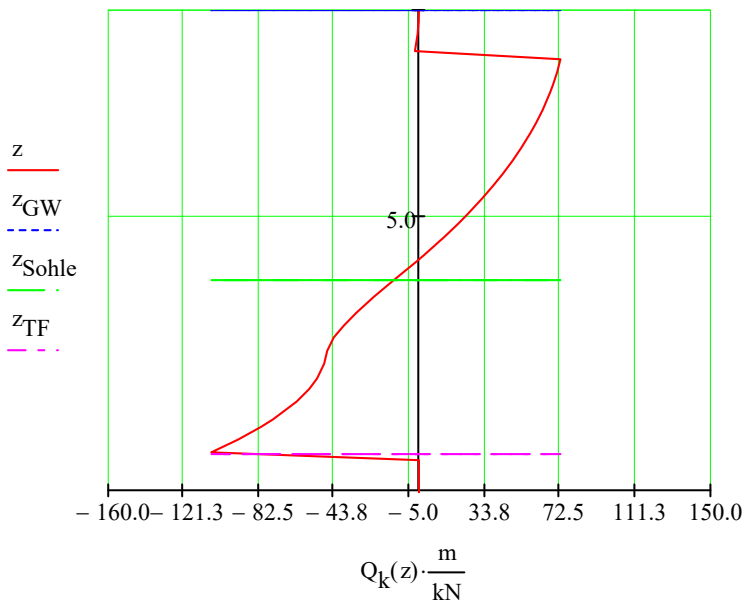
Bei negativer Kraft wirkt die resultierende horizontale Kraft in Richtung des ingedamms.

Fußpunkt: Fußpunkt = OKG -  $z_{TF}$  -  $\Delta x$  = 134.26 m  $t_{erf} = \text{Sohle} - \text{Fußpunkt} = 5.136 \text{ m}$



## Nachweis der tiefen Gleitfuge

Lage der tiefen Gleitfuge:



Vorgabe

$$z_Q = 5 \text{ m}$$

$$Q_k(z_Q) = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

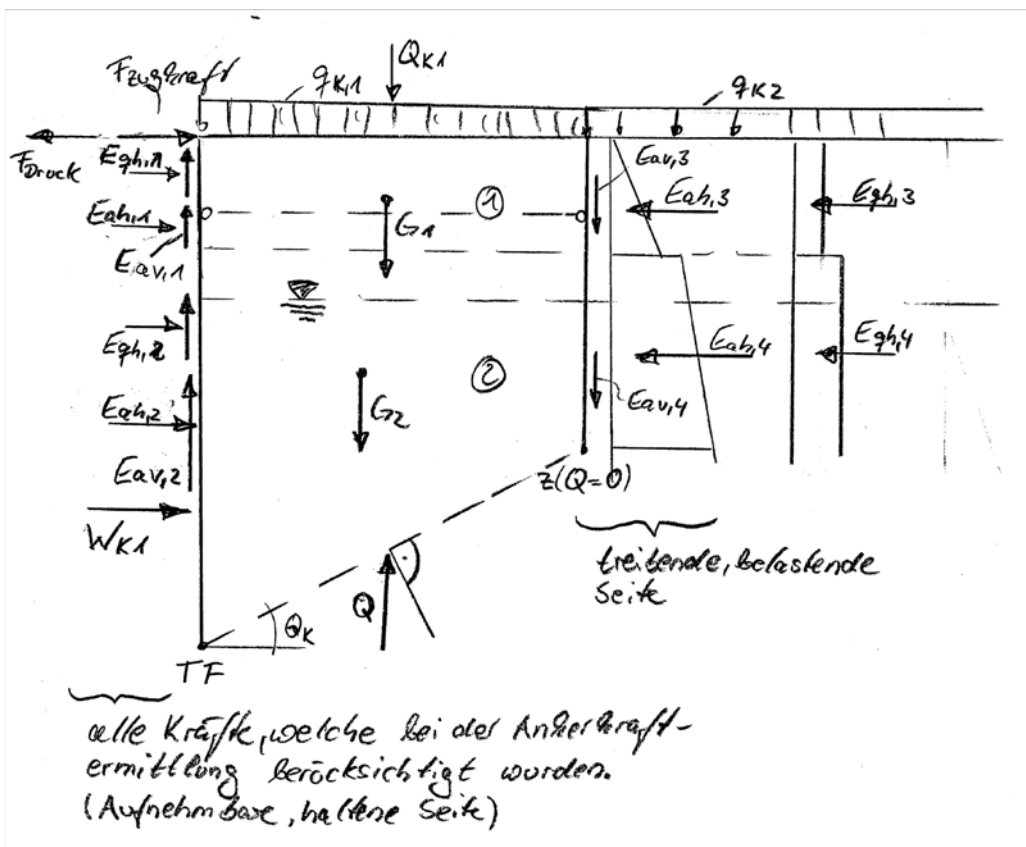
$$z(Q=0) = \text{Suchen}(z_Q) = 6.094 \text{ m}$$

Hohenkote:


$$\text{OKG} - z(Q=0) = 139.91 \text{ m}$$

$$\theta_k = \arctan\left(\frac{z_{TF} - z(Q=0)}{B}\right) = 18.8^\circ$$

Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge:



drückender Erddruck auf wasserseitiger Spundwand:


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah,1,k,+25\%} = 103.78 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{ah,2,k,+25\%} = 100.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z_{TF}$$

$$E_{av,1,k} = E_{ah,1,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{ah,2,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 74.37 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(haltene Kraft, über Spundwand abgetragen)}$$

drückender Erddruck hinter landseitiger Spundwand:


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah,3,k} = 2.97 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{ah,4,k} = -2.97 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{av,2,k} = E_{ah,3,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{ah,4,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 0.20 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(belastende Kraft, über Spundwand eingetragen)}$$

Wasserdruck auf wasserseitige Spundwand:


 Berechnung Wasserdruck

$$W_{k,1} = 514.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis } z_{TF}$$

Wasserdruck auf landseitige Spundwand:

$$W_{k,2} = 185.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis } z(Q=0)$$

druckender Erddruckanteil aus Verkehr auf wasserseitiger Spundwand:

 Berechnung aktiver Erddruck


$$E_{qh,1,k,+25\%} = 25.50 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,2,k,+25\%} = 10.53 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,1,k} = E_{qh,1,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,2,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 13.62 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(haltene Kraft, über Spundwand abgetragen)}$$

$$Q_{k,1} = q_{k,1} \cdot B = 140.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Auflast aus Verkehr von Belastung wasserseitige Spundwand}$$

druckender Erddruckanteil aus Verkehr hinter landseitiger Spundwand  $q < 10 \text{ kN/m}^2$ :


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,3,k} = 3.86 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,4,k} = -3.86 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,2,k} = E_{qh,3,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,4,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 0.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{belastende Kraft, über Spundwand eingetragen})$$

druckender Erddruckanteil aus Verkehr hinter landseitiger Spundwand  $q > 10 \text{ kN/m}^2$ :

 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,5,k} = 0.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,6,k} = 0.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,3,k} = E_{qh,5,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,6,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 0.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{belastende Kraft, über Spundwand eingetragen})$$

#### Ermittlung Eigengewicht

$$z_{GW} = 0 \text{ m}$$

$$z_{GW,HF} = z_{GW} = 0 \text{ m}$$

... Grundwasserstand in der Verfüllung



$$G_{k,1} = 996.41 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Anteil aus Schicht 1}$$

$$G_{k,2} = 189.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Anteil aus Schicht 2}$$

$$G_k = G_{k,1} + G_{k,2} = 1186.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Zusatzlast:  $h_Z = 0.0 \text{ m}$   $\gamma_Z = 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$  (Differenzwichte zum Boden unter Auftrieb oberhalb der maßgebenden tiefen Gleitfuge, z.B. Magerbeton oder Bodenaustausch)

$$Z_k = \gamma_Z \cdot h_Z \cdot B = 0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Horizontaler Anteil der Kraft aus Reibung in der Gleitfuge:

$$Q_{h,k} = \tan(\varphi_2 - \theta_k) \cdot (G_k + Z_k - E_{av,1,k} - E_{qv,1,k} + E_{av,2,k} + E_{qv,2,k} + E_{qv,3,k} + Q_{k,1}) = 190.38 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

#### Zugkraft an luftseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Zugkraft,1} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

#### Zugkraft an landseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Zugkraft,2} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Zugkraft positiv definiert!}$$

#### Ansatz zur Berücksichtigung

Hier bedeutet die Zugkraft am luftseitigen Spundwandkopf die Berücksichtigung des Schwimmsteges.

#### Druckkraft an luftseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Druckkraft,1} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Druckkraft positiv definiert!}$$

#### Druckkraft an landseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Druckkraft,2} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Druckkraft positiv definiert!}$$

#### Ansatz zur Berücksichtigung

Hier bedeutet die Druckkraft am luftseitigen Spundwandkopf die Berücksichtigung des Sportbootanpralls.

#### **Nachweis:**

Der passive Erddruck auf der luftseitigen Sohle wird auf der sicheren Seite vernachlässigt.

Da die Zug- und Druckkräfte sowie der Wasserdruck auf der luftseitigen Spundwand bereits bei der Berechnung der Ankerkraft berücksichtigt ist, wirken Zug- und Wasserdruck positiv und Druckkräfte negativ auf die Bilanz der möglichen aufnehmbaren Ankerkraft (Wirkung affin zum Erddruck und in der Ankerkraft gespeicherte Kräfte).

$$\begin{aligned} \text{mögl } a_{h,k} &= E_{ah,1,k,+25\%} + E_{ah,2,k,+25\%} + E_{qh,1,k,+25\%} + E_{qh,2,k,+25\%} \dots = 944.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\ &+ W_{k,1} - E_{ah,3,k} - E_{ah,4,k} - E_{qh,3,k} - E_{qh,4,k} - E_{qh,5,k} - E_{qh,6,k} + Q_{h,k} \dots \\ &+ F_{k,Zugkraft,1} + F_{k,Zugkraft,2} - F_{k,Druckkraft,1} - F_{k,Druckkraft,2} \end{aligned}$$



$$\eta = \frac{a_{h,d} \cdot \gamma_{Ep}}{\text{mögl } a_{h,k}} = \frac{102.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4}{944.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}} = 0.15 < 1,0 \quad \text{Nachweis erbracht!}$$

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage B.5 / Schnitt IIb – BS-P-2</div> <div>Nachweis tiefe Gleitfuge</div> <div>EDV-Ausgaben – MathCAD15</div>		
Bauteil:	Anlage B.5 / Schnitt IIb-IIb – BS-P-2	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

## Erforderliche Einbindetiefe & Nachweis tiefe Gleitfuge

OKG = 146m ... entspricht  $z=0,00$  in der folgenden Berechnung

Bemessungssituation:

BS-P

Angaben zum System:

B = 14m

... Breite des Fangedamms

OKG<sub>2</sub> = 139.4m

...Oberkante des landseitigen Geländes

$$z_{\text{OKG2}} = \text{OKG} - \text{OKG}_2 = 6.6 \text{ m}$$

Sohle = 139.4m

$$z_{\text{Sohle}} = \text{OKG} - \text{Sohle} = 6.60 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe der Berechnungssohle bzgl. OKG}$$

TF = 135.96m

$$z_{\text{TF}} = \text{OKG} - \text{TF} = 10.04 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe des Fußpunktes (Q=0) bzgl. OKG}$$

Ankerkraft:

$$a_{h,d} = 134 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

...Ankerkraft unter 1,25-fachen aktiven Erddrucks

Ankerlage = 145m

$$z_A = \text{OKG} - \text{Ankerlage} = 1.00 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe der Ankerlage bzgl. OKG}$$

Angaben zum Baugrund:

Kies:

$$\gamma_1 = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma'_1 = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\varphi_1 = 32.5^\circ$$

$$z_1 = 8.14 \text{ m}$$

...Schichtdicke

$$\delta_{a,1} = \frac{2}{3} \varphi_1$$

$$K_{h1} = 0.2506$$

Keuperzersatz:

$$\gamma_2 = 21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma'_2 = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\varphi_2 = 27.5^\circ$$

$$\delta_{a,2} = \frac{2}{3} \varphi_2$$

$$K_{h2} = 0.3109$$

Grundwasser:

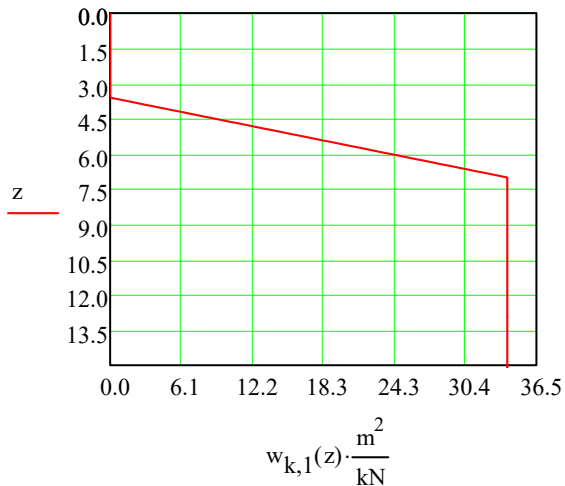
GW = 142.4m

$$z_{\text{GW}} = \text{OKG} - \text{GW} = 3.60 \text{ m} \quad \dots \text{ Wasserstand unter OKG}$$

#### Wasserüberdruck auf wasserseitiger Spundwand

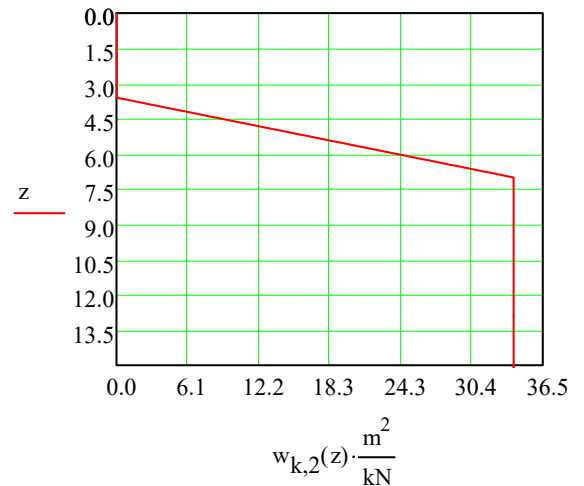
$\Delta h_{GW,1} = 3.4\text{m}$  ... Wasserüberdrückhöhe

##### ► Kennwerte Wasserdruck



#### Wasserüberdruck auf landseitiger Spundwand

$\Delta h_{GW,2} = 3.4\text{m}$  ... Wasserüberdrückhöhe



##### ► Berechnung Wasserdruck

$W_{k,1} = 161.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  ... Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis  $z_{TF}$

$z_{w,1} = 7.568 \text{ m}$  ... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{w,1}$  des Wasserdrucks  $W_{k,1}$

$W_{k,2} = 161.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  ... Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis  $z_{TF}$

$z_{w,2} = 7.568 \text{ m}$  ... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{w,1}$  des Wasserdrucks  $W_{k,2}$

#### Erddruck aus Verkehr hinter der wasserseitigen Spundwand

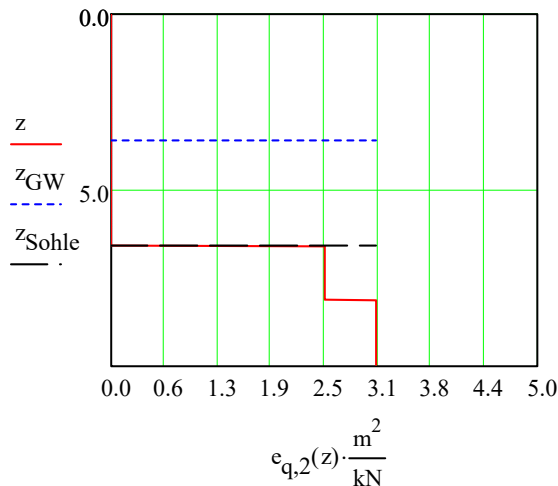
$q_{k,1} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 10 \text{ kN/m}^2$



##### ► Berechnung aktiver Erddruck

### Erddruck aus Verkehr hinter der landseitigen Spundwand

$$q_{k,2} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 10 \text{ kN/m}^2$$



$$e_{q,2}(z_1) = 2.51 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_{q,2}(z_{TF}) = 3.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,2} = 9.77 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis } z_{TF}$$

$$z_{qh,2} = 8.397 \text{ m} \quad \dots \text{Angriffspunkt in der Tiefe } z_{qh} \text{ des aktiven Erddrucks}$$

### Erddruck aus Verkehr hinter der landseitigen Spundwand

Verkehrslasten > 10 kN/m<sup>2</sup>

Berücksichtigung:

$L_{SLW} = 6.0 \text{ m}$  ... Länge des Lastmodells

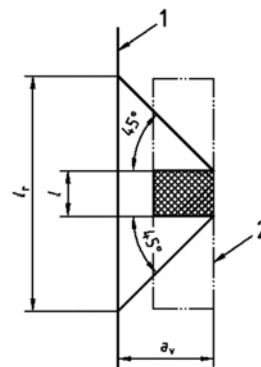
$B_{SLW} = 3.0 \text{ m}$  ... Breite des Lastmodells

$Q_k = 600 \text{ kN}$  ... Gesamtlast des Lastmodells

$$a_v = 16.5 \text{ m} - B = 2.50 \text{ m}$$

$$l_r = L_{SLW} + 2 \cdot a_v = 11.00 \text{ m}$$

$$q'_{k,3} = \frac{Q_k}{B_{SLW} \cdot l_r} - 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 8.18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$





### Passiver Erddruck

Auf Grund des wechselnden Baugrunds (Lagerungsdichte) innerhalb der Verfüllung wird vereinfacht mit den ungünstigeren Werten für den passiven Erddruck gerechnet.

Überdeckung der landseitigen Spundwand:  $\ddot{u} = 0\text{m}$

für ebene Gleitflächen:  $\alpha_w = 0^\circ$   $\varphi = 27.5^\circ$

$$\beta_w = 0^\circ$$

$$\delta_p = 0^\circ$$

► Kennwerte Passiver Erddruck

$$K_{pgh} = 2.716$$

$$\theta_p = 31.2^\circ$$



$$z_{ep} = B \cdot \tan(\theta_p) = 14 \cdot \text{m} \cdot \tan(0.545) = 8.487 \text{ m}$$



Teilsicherheitsbeiwerte:  $\gamma_G = 1.35$

$$\gamma_Q = 1.50$$

$$\gamma_{Ep} = 1.40$$

$$\Sigma M(TF)(e_{p,k}) = E_{ah} \cdot (z_{TF} - z_{ah}) + E_{qh,2} \cdot (z_{TF} - z_{qh,2}) + E_{qh,3} \cdot (z_{TF} - z_{qh,3}) - W_{k,2} \cdot (z_{TF} - z_{w,2}) \dots$$

$$+ \frac{a_{h,d}}{\gamma_G} \cdot (z_{TF} - z_A) - e_{p,k} \left[ (z_{TF} - z_{ep})^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} + (z_{ep} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{1}{3} \cdot (z_{ep} - \ddot{u}) + (z_{TF} - z_{ep}) \right] \right]$$

► Lösung Gleichungssystem

Überprüfung des möglichen passiven Erddruck:

$$e_{p,mögl,k} = e_a(z_{ep}) \cdot \frac{K_{pgh}}{K_{h2}} = 308.728 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} > e_{p,k} = 28.18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Nachweis des mobilisierten Erddrucks infolge aktiven Erddruck und Verankerung erbracht!

### Ermittlung der erforderlichen Einbindetiefe

$$\Sigma H = 0 = E_{ah} \cdot \gamma_G + E_{qh,2} \cdot \gamma_G + E_{qh,3} \cdot \gamma_Q + a_{h,d} - \gamma_G \cdot e_{p,k} \cdot (z_{TF} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} - \gamma_G \cdot W_{k,2} + C_k$$


$$C_d = -E_{ah} \cdot \gamma_G - E_{qh,2} \cdot \gamma_G - E_{qh,3} \cdot \gamma_Q - a_{h,d} + \gamma_G \cdot e_{p,k} \cdot (z_{TF} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} + \gamma_G \cdot W_{k,2} = 219.77 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\Delta x = \begin{cases} \frac{|C_d| \cdot \gamma_{Ep}}{2 \cdot \gamma_2 \cdot (z_{TF} - z_{Sohle}) \cdot K_{pgh}} & \text{if } z_{TF} + 0.50\text{m} \leq z_{GW} \\ \frac{|C_d| \cdot \gamma_{Ep}}{2 \cdot \gamma_2 \cdot (z_{TF} - z_{Sohle}) \cdot K_{pgh}} & \text{otherwise} \end{cases} = 1.647 \text{ m}$$

Bei negativer Kraft wirkt die resultierende horizontale Kraft in Richtung des ingedamms.

Fußpunkt: Fußpunkt = OKG -  $z_{TF}$  -  $\Delta x$  = 134.31 m  $t_{erf} = \text{Sohle} - \text{Fußpunkt} = 5.087 \text{ m}$

drückender Erddruck auf wasserseitiger Spundwand:


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah,1,k,+25\%} = 160.98 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{ah,2,k,+25\%} = 88.38 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z_{TF}$$

$$E_{av,1,k} = E_{ah,1,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{ah,2,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 93.24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(haltene Kraft, über Spundwand abgetragen)}$$

drückender Erddruck hinter landseitiger Spundwand:


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah,3,k} = 2.97 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{ah,4,k} = -2.97 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{av,2,k} = E_{ah,3,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{ah,4,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 0.20 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(belastende Kraft, über Spundwand eingetragen)}$$

Wasserdruck auf wasserseitige Spundwand:


 Berechnung Wasserdruck

$$W_{k,1} = 161.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis } z_{TF}$$

Wasserdruck auf landseitige Spundwand:

$$W_{k,2} = 34.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis } z(Q=0)$$

druckender Erddruckanteil aus Verkehr auf wasserseitiger Spundwand:

 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,1,k,+25\%} = 25.50 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,2,k,+25\%} = 7.38 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,1,k} = E_{qh,1,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,2,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 12.58 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(haltene Kraft, über Spundwand abgetragen)}$$

$$Q_{k,1} = q_{k,1} \cdot B = 140.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Auflast aus Verkehr von Belastung wasserseitige Spundwand}$$

Zugkraft an luftseitigem Wandkopf


Berücksichtigung:

$$F_{k,Zugkraft,1} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Zugkraft an landseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Zugkraft,2} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Zugkraft positiv definiert!}$$

 Ansatz zur Berücksichtigung

Hier bedeutet die Zugkraft am luftseitigen Spundwandkopf die Berücksichtigung des Schwimmsteges.

Druckkraft an luftseitigem Wandkopf


Berücksichtigung:

$$F_{k,Druckkraft,1} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Druckkraft positiv definiert!}$$

Druckkraft an landseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Druckkraft,2} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Druckkraft positiv definiert!}$$

 Ansatz zur Berücksichtigung

Hier bedeutet die Druckkraft am luftseitigen Spundwandkopf die Berücksichtigung des Sportbootanpralls.

**Nachweis:**

Der passive Erddruck auf der luftseitigen Sohle wird auf der sicheren Seite vernachlässigt.

Da die Zug- und Druckkräfte sowie der Wasserdruck auf der luftseitigen Spundwand bereits bei der Berechnung der Ankerkraft berücksichtigt ist, wirken Zug- und Wasserdruck positiv und Druckkräfte negativ auf die Bilanz der möglichen aufnehmbaren Ankerkraft (Wirkung affin zum Erddruck und in der Ankerkraft gespeicherte Kräfte).

$$\begin{aligned} \text{mögl } a_{h,k} &= E_{ah,1,k,+25\%} + E_{ah,2,k,+25\%} + E_{qh,1,k,+25\%} + E_{qh,2,k,+25\%} \dots = 787.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\ &+ W_{k,1} - E_{ah,3,k} - E_{ah,4,k} - E_{qh,3,k} - E_{qh,4,k} - E_{qh,5,k} - E_{qh,6,k} + Q_{h,k} \dots \\ &+ F_{k,Zugkraft,1} + F_{k,Zugkraft,2} - F_{k,Druckkraft,1} - F_{k,Druckkraft,2} \end{aligned}$$



$$\eta = \frac{a_{h,d} \cdot \gamma_{Ep}}{\text{mögl } a_{h,k}} = \frac{134 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.4}{787.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}} = 0.24 < 1,0 \quad \text{Nachweis erbracht!}$$

Baumaßnahme:	Erweiterung und Instandsetzung HRB Straußfurt	Bauwerksnummer (ASB):
Auftraggeber:	Thüringer Fernwasserversorger	-
Verfasser:	INROS LACKNER SE, NL Cottbus	Datum: 30.09.2024
<div>Anlage B.6 / Schnitt IIb - BS-A</div> <div>Nachweis tiefe Gleitfuge</div> <div>EDV-Ausgaben – MathCAD15</div>		
Bauteil:	Anlage B.6 / Schnitt IIb - BS-A	Seite:
Kapitel:		Archiv Nr.:
Vorgang:	TO 11: Entwurfsstatik Baugrube	Projekt-Nr.: 2022-0617

## Erforderliche Einbindetiefe & Nachweis tiefe Gleitfuge

OKG = 146m ... entspricht  $z=0,00$  in der folgenden Berechnung

Bemessungssituation:

BS-A

Angaben zum System:

B = 14m

... Breite des Fangedamms

OKG<sub>2</sub> = 139.40m

...Oberkante des landseitigen Geländes

$$z_{\text{OKG2}} = \text{OKG} - \text{OKG}_2 = 6.6 \text{ m}$$

Sohle = 139.40m

$$z_{\text{Sohle}} = \text{OKG} - \text{Sohle} = 6.60 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe der Berechnungssohle bzgl. OKG}$$

TF = 134.96m

$$z_{\text{TF}} = \text{OKG} - \text{TF} = 11.04 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe des Fußpunktes (Q=0) bzgl. OKG}$$

Ankerkraft:

$$a_{h,d} = 75.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

...Ankerkraft unter 1,25-fachen aktiven Erddrucks

Ankerlage = 145m

$$z_A = \text{OKG} - \text{Ankerlage} = 1.00 \text{ m} \quad \dots \text{ Tiefe der Ankerlage bzgl. OKG}$$

Angaben zum Baugrund:

Kies:

$$\gamma_1 = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma'_1 = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\varphi_1 = 32.5^\circ$$

$$z_1 = 8.14 \text{ m}$$

...Schichtdicke

$$\delta_{a,1} = \frac{2}{3} \varphi_1$$

$$K_{h1} = 0.2506$$

Keuperzersatz:

$$\gamma_2 = 21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma'_2 = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\varphi_2 = 27.5^\circ$$

$$\delta_{a,2} = \frac{2}{3} \varphi_2$$

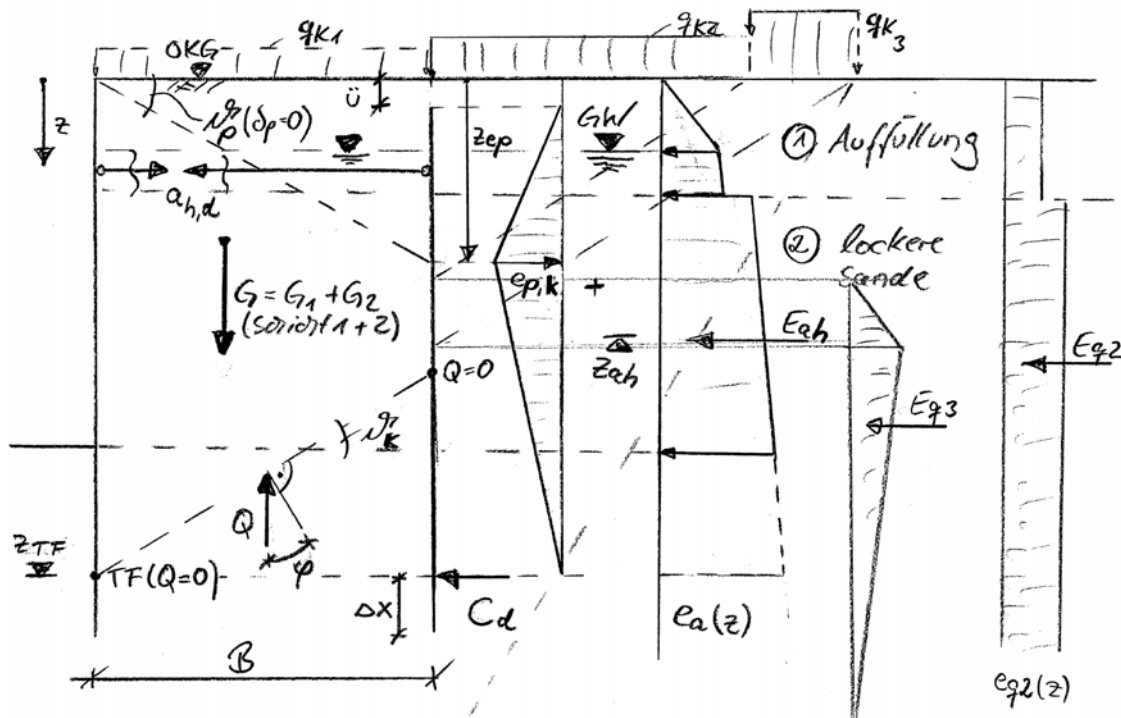
$$K_{h2} = 0.3109$$

Grundwasser:

GW = 146.5m

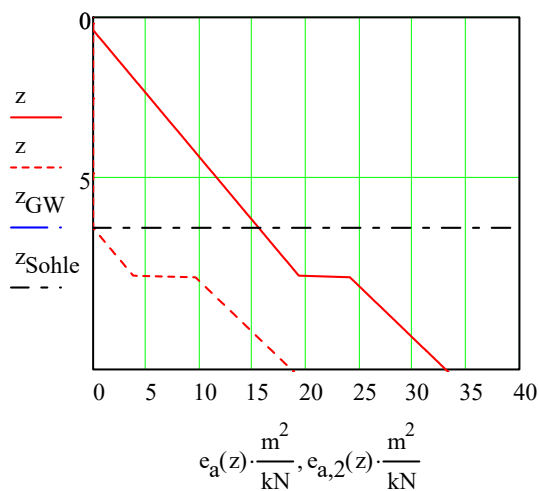
$$z_{\text{GW}} = \text{OKG} - \text{GW} = -0.50 \text{ m} \quad \dots \text{ Wasserstand unter OKG}$$

### Ermittlung der erforderlichen Einbindetiefe



### Aktiver Erddruck

#### Kennwerte Aktiver Erddruck



$$e_a(z_1) = 19.396 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_1 + 1\text{mm}) = 24.067 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(6.70\text{m}) = 15.788 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_{\text{Sohle}}) = 15.537 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_a(z_{\text{TF}}) = 33.08 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

#### Hinweis:

Hier noch ohne Erhöhung gemäß EAU von 25%. Damit ist diese Belastungsfigur für die wasser- als auch für die landseitige Spundwand anwendbar.

$e_a(z)$  wirkt auf wasserseitiger Spundwand

$e_{a,2}(z)$  wirkt auf landseitiger Spundwand

#### Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah} = 43.81 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

... Erddruckkraft aus Bodeneigengewicht auf landseitiger Spundwand von OKG bis  $z_{\text{TF}}$

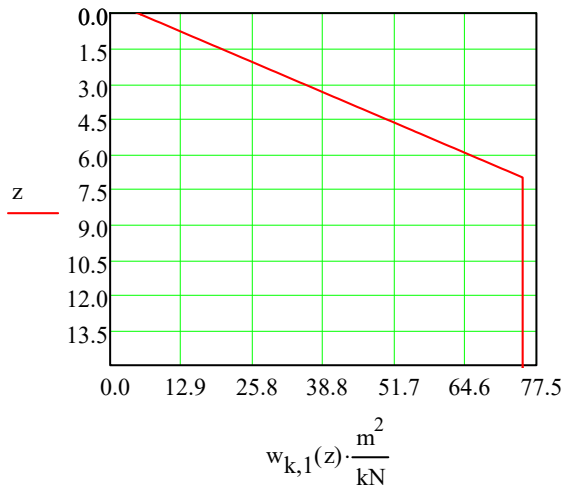
$$z_{ah} = 9.601 \text{ m}$$

... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{ah}$  des aktiven Erddrucks

Wasserüberdruck auf wasserseitiger Spundwand

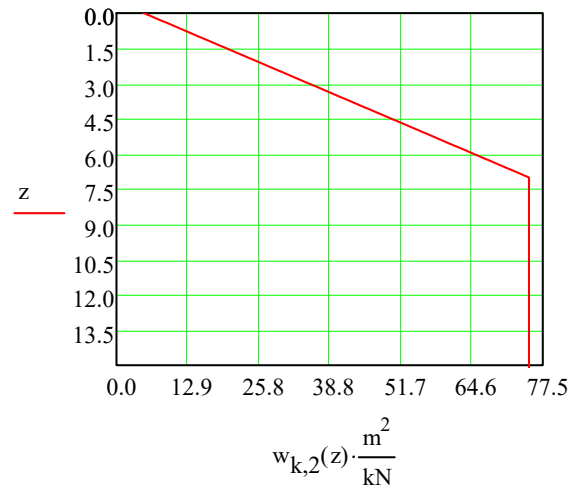
$\Delta h_{GW,1} = 7.5\text{m}$  ... Wasserüberdrückhöhe

► Kennwerte Wasserdruck



Wasserüberdruck auf landseitiger Spundwand

$\Delta h_{GW,2} = 7.5\text{m}$  ... Wasserüberdrückhöhe



► Berechnung Wasserdruck

$W_{k,1} = 583.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  ... Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis  $z_{TF}$

$z_{w,1} = 6.859\text{ m}$  ... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{w,1}$  des Wasserdrucks  $W_{k,1}$

$W_{k,2} = 583.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$  ... Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis  $z_{TF}$

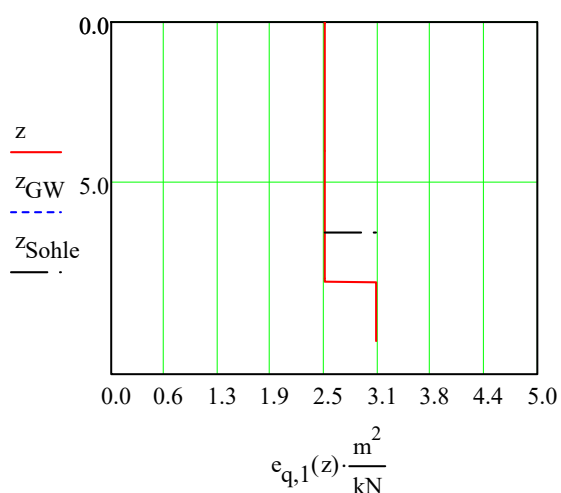
$z_{w,2} = 6.859\text{ m}$  ... Angriffspunkt in der Tiefe  $z_{w,1}$  des Wasserdrucks  $W_{k,2}$

Erddruck aus Verkehr hinter der wasserseitigen Spundwand

$q_{k,1} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 10\text{ kN/m}^2$



► Berechnung aktiver Erddruck



$$e_{q,1}(z_1) = 2.51 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$e_{q,1}(z_{TF}) = 3.11 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis  $z_{TF}$ :

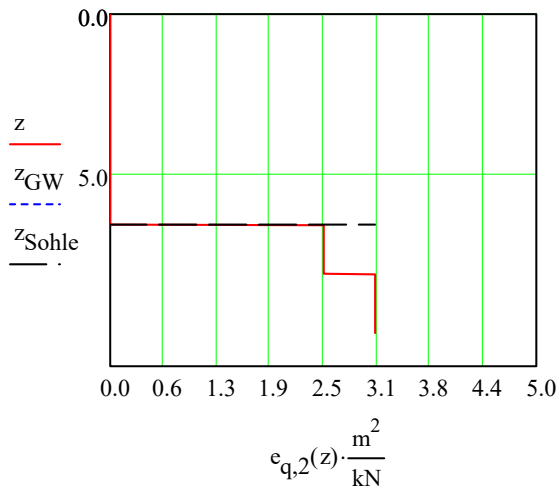
$$E_{qh,1} = 29.40 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$z_{qh,1} = 5.761 \text{ m}$$



### Erddruck aus Verkehr hinter der landseitigen Spundwand

$$q_{k,2} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 10 \text{ kN/m}^2$$



$$e_{q,2}(z_1) = 2.51 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_{q,2}(z_{TF}) = 3.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,2} = 12.88 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis } z_{TF}$$

$$z_{qh,2} = 8.924 \text{ m} \quad \dots \text{Angriffspunkt in der Tiefe } z_{qh} \text{ des aktiven Erddrucks}$$

### Erddruck aus Verkehr hinter der landseitigen Spundwand

Verkehrslasten > 10 kN/m<sup>2</sup>

Berücksichtigung:

$L_{SLW} = 6.0 \text{ m}$  ... Länge des Lastmodells

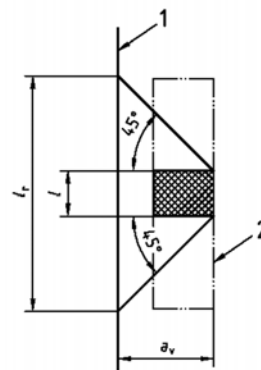
$B_{SLW} = 3.0 \text{ m}$  ... Breite des Lastmodells

$Q_k = 600 \text{ kN}$  ... Gesamtlast des Lastmodells

$$a_v = 16.5 \text{ m} - B = 2.50 \text{ m}$$

$$l_r = L_{SLW} + 2 \cdot a_v = 11.00 \text{ m}$$

$$q'_{k,3} = \frac{Q_k}{B_{SLW} \cdot l_r} - 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 8.18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



Ansatz zur Berücksichtigung

Für den Ansatz des Erddrucks wird ein mittlerer Reibungswinkel angenommen:

$$\varphi_m = 31.6^\circ \quad \alpha = 0^\circ \quad \beta = 0^\circ$$

$$\delta_a = \frac{2}{3} \cdot \varphi_m$$

$$\theta_{ag} = 56.9^\circ$$

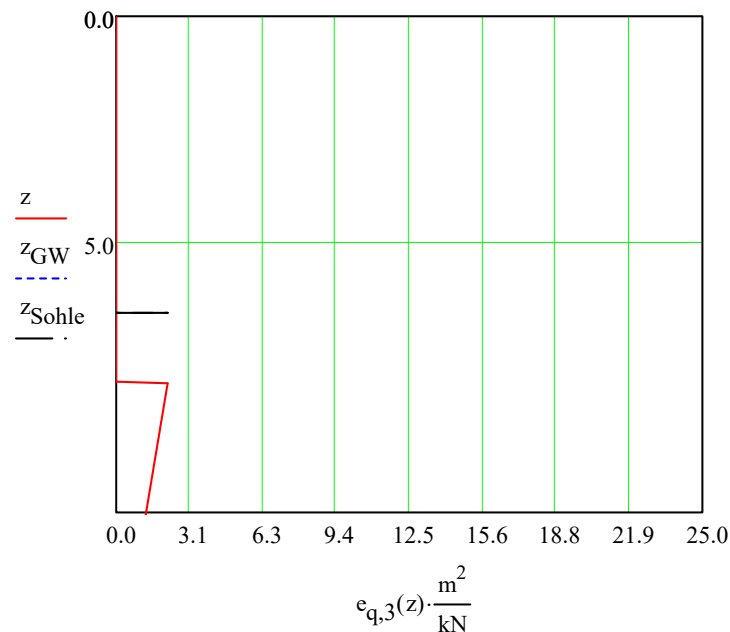
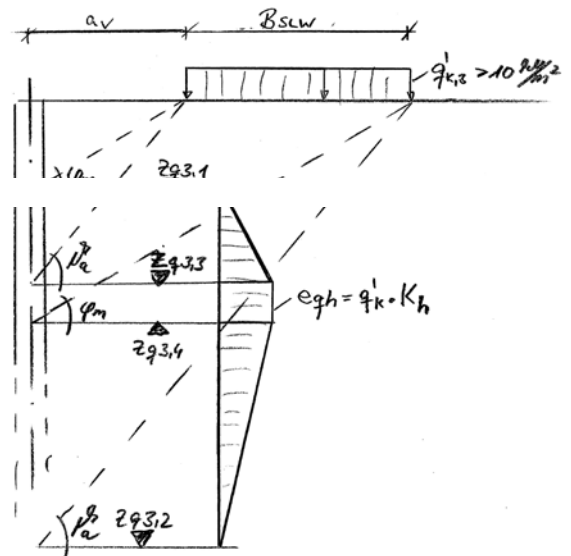
$$z_{q3,1} = \tan(\varphi_m) \cdot a_v + z_{OKG2} = 8.138 \text{ m}$$

$$z_{q3,2} = \tan(\theta_{ag}) \cdot (a_v + B_{SLW}) + z_{OKG2} = 15.048 \text{ m}$$

$$z_{q3,3} = \tan(\theta_{ag}) \cdot (a_v) + z_{OKG2} = 10.44 \text{ m}$$

$$z_{q3,4} = \tan(\varphi_m) \cdot (a_v + B_{SLW}) + z_{OKG2} = 9.984 \text{ m}$$

Wenn  $z_{q3,3} < z_{q3,4}$  gilt die Lastfigur für eine zweiseitig begrenzte Lastfigur



$$e_{q,3}(z_{q3,4}) = 1.619 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$e_{q,3}(z_1) = 1.78 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$E_{qh,3} = 5.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruckkraft aus Verkehr von OKG bis } z_{TF}$$

$$z_{qh,3} = 9.461 \text{ m} \quad \dots \text{Angriffspunkt in der Tiefe } z_{qh} \text{ des aktiven Erddrucks}$$

### Passiver Erddruck

Auf Grund des wechselnden Baugrunds (Lagerungsdichte) innerhalb der Verfüllung wird vereinfacht mit den ungünstigeren Werten für den passiven Erddruck gerechnet.

Überdeckung der landseitigen Spundwand:  $\ddot{u} = 0\text{m}$

für ebene Gleitflächen:  $\alpha = 0^\circ$   $\varphi = 27.5^\circ$

$$\beta = 0^\circ$$

$$\delta_p = 0^\circ$$

► Kennwerte Passiver Erddruck  $K_{pgh} = 2.716$

$$\theta_p = 31.2^\circ$$



$$z_{ep} = B \cdot \tan(\theta_p) = 14 \cdot \text{m} \cdot \tan(0.545) = 8.487 \text{ m}$$



Teilsicherheitsbeiwerte:  $\gamma_G = 1.10$

$$\gamma_Q = 1.00$$

$$\gamma_{Ep} = 1.20$$

$$\Sigma M(TF)(e_{p,k}) = E_{ah} \cdot (z_{TF} - z_{ah}) + E_{qh,2} \cdot (z_{TF} - z_{qh,2}) + E_{qh,3} \cdot (z_{TF} - z_{qh,3}) - W_{k,2} \cdot (z_{TF} - z_{w,2}) \dots$$

$$+ \frac{a_{h,d}}{\gamma_G} \cdot (z_{TF} - z_A) - e_{p,k} \left[ (z_{TF} - z_{ep})^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} + (z_{ep} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{1}{3} \cdot (z_{ep} - \ddot{u}) + (z_{TF} - z_{ep}) \right] \right]$$

► Lösung Gleichungssystem

Überprüfung des möglichen passiven Erddruck:

$$e_{p,mögl,k} = e_a(z_{ep}) \cdot \frac{K_{pgh}}{K_{h2}} = 219.643 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} > e_{p,k} = -65.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Nachweis des mobilisierten Erddrucks infolge aktiven Erddruck und Verankerung erbracht!

### Ermittlung der erforderlichen Einbindetiefe

$$\Sigma H = 0 = E_{ah} \cdot \gamma_G + E_{qh,2} \cdot \gamma_G + E_{qh,3} \cdot \gamma_Q + a_{h,d} - \gamma_G \cdot e_{p,k} \cdot (z_{TF} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} - \gamma_G \cdot W_{k,2} + C_k$$

$$C_d = -E_{ah} \cdot \gamma_G - E_{qh,2} \cdot \gamma_G - E_{qh,3} \cdot \gamma_Q - a_{h,d} + \gamma_G \cdot e_{p,k} \cdot (z_{TF} - \ddot{u}) \cdot \frac{1}{2} + \gamma_G \cdot W_{k,2} = 98.01 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

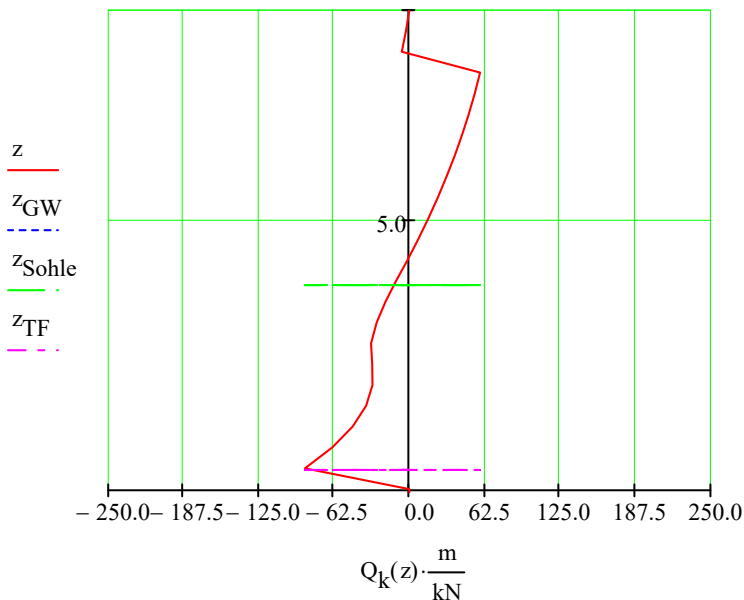
$$\Delta x = \begin{cases} \frac{|C_d| \cdot \gamma_{Ep}}{2 \cdot \gamma_2 \cdot (z_{TF} - z_{Sohle}) \cdot K_{pgh}} & \text{if } z_{TF} + 0.50\text{m} \leq z_{GW} = 0.488 \text{ m} \\ \frac{|C_d| \cdot \gamma_{Ep}}{2 \cdot \gamma_2 \cdot (z_{TF} - z_{Sohle}) \cdot K_{pgh}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Bei negativer Kraft wirkt die resultierende horizontale Kraft in Richtung des ingedamms.

Fußpunkt:  $\text{Fußpunkt} = \text{OKG} - z_{TF} - \Delta x = 134.47 \text{ m}$   $t_{erf} = \text{Sohle} - \text{Fußpunkt} = 4.928 \text{ m}$

## Nachweis der tiefen Gleitfuge

Lage der tiefen Gleitfuge:



Vorgabe

$$z_Q = 4\text{m}$$

$$Q_k(z_Q) = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

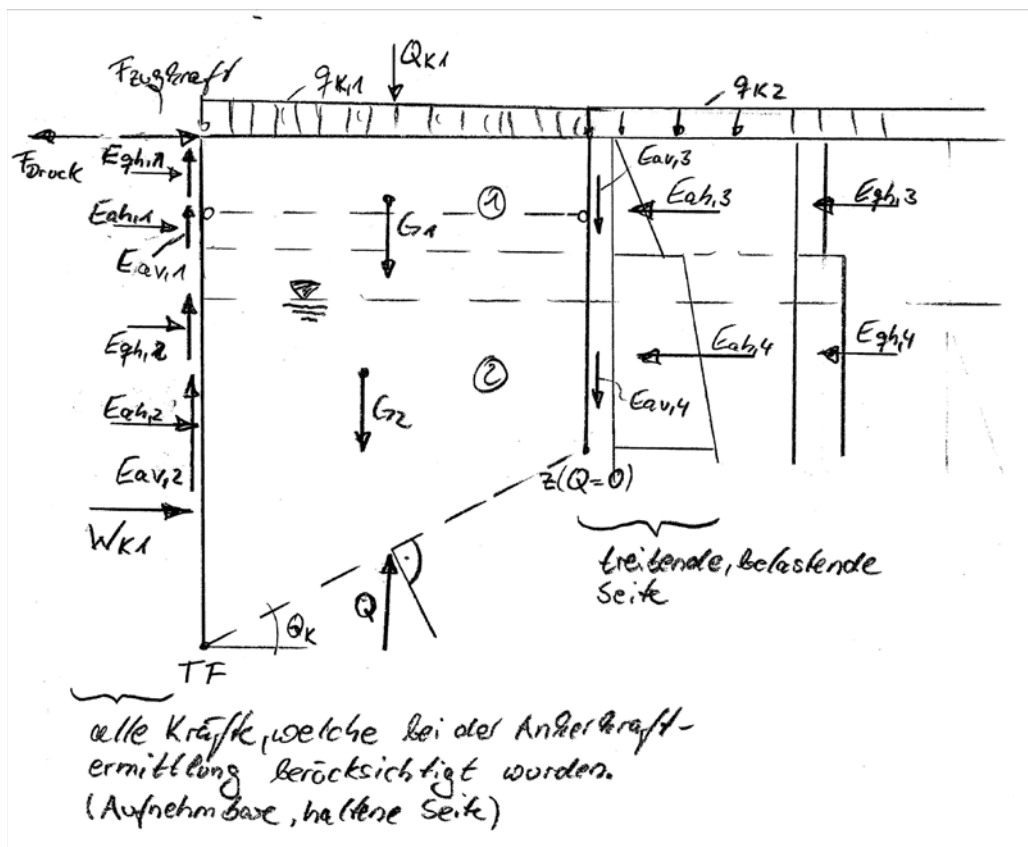
$$z(Q=0) = \text{Suchen}(z_Q) = 5.923 \text{ m}$$

Hohenkote:


$$\text{OKG} - z(Q=0) = 140.08 \text{ m}$$

$$\theta_k = \arctan\left(\frac{z_{TF} - z(Q=0)}{B}\right) = 20.1^\circ$$

Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge:



drückender Erddruck auf wasserseitiger Spundwand:


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah,1,k,+25\%} = 93.58 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{ah,2,k,+25\%} = 103.57 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z_{TF}$$

$$E_{av,1,k} = E_{ah,1,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{ah,2,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 71.50 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(haltene Kraft, über Spundwand abgetragen)}$$


drückender Erddruck hinter landseitiger Spundwand:

 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{ah,3,k} = 2.97 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{ah,4,k} = -2.97 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{av,2,k} = E_{ah,3,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{ah,4,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 0.20 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(belastende Kraft, über Spundwand eingetragen)}$$

 Berechnung Wasserdruck


Wasserdruck auf wasserseitige Spundwand:

$$W_{k,1} = 583.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis } z_{TF}$$

Wasserdruck auf landseitige Spundwand:

$$W_{k,2} = 205.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Wasserdruckkraft auf wasserseitige Spundwand von OKG bis } z(Q=0)$$

drückender Erddruckanteil aus Verkehr auf wasserseitiger Spundwand:

 Berechnung aktiver Erddruck


$$E_{qh,1,k,+25\%} = 25.50 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,2,k,+25\%} = 11.27 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,1,k} = E_{qh,1,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,2,k,+25\%} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 13.86 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{(haltene Kraft, über Spundwand abgetragen)}$$

$$Q_{k,1} = q_{k,1} \cdot B = 140.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Auflast aus Verkehr von Belastung wasserseitige Spundwand}$$

druckender Erddruckanteil aus Verkehr hinter landseitiger Spundwand  $q < 10 \text{ kN/m}^2$ :


 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,3,k} = 3.86 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,4,k} = -3.86 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,2,k} = E_{qh,3,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,4,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 0.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{belastende Kraft, über Spundwand eingetragen})$$

druckender Erddruckanteil aus Verkehr hinter landseitiger Spundwand  $q > 10 \text{ kN/m}^2$ :

 Berechnung aktiver Erddruck

$$E_{qh,5,k} = 0.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von Schicht 1}$$

$$E_{qh,6,k} = 0.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Erddruck von UK Schicht 1 bis } z(Q=0)$$

$$E_{qv,3,k} = E_{qh,5,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_1\right) + E_{qh,6,k} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \varphi_2\right) = 0.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{belastende Kraft, über Spundwand eingetragen})$$

### Ermittlung Eigengewicht

$$z_{GW,HF} = z_{GW} = -0.5 \text{ m}$$

... Grundwasserstand in der Verfüllung



$$G_{k,1} = 928.39 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Anteil aus Schicht 1}$$

$$G_{k,2} = 203.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Anteil aus Schicht 2}$$

$$G_k = G_{k,1} + G_{k,2} = 1131.39 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Zusatzlast:

$$h_Z = 0.0 \text{ m}$$

$$\gamma_Z = 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

(Differenzwichte zum Boden unter Auftrieb oberhalb der maßgebenden tiefen Gleitfuge, z.B. Magerbeton oder Bodenaustausch)

$$Z_k = \gamma_Z \cdot h_Z \cdot B = 0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Horizontaler Anteil der Kraft aus Reibung in der Gleitfuge:

$$Q_{h,k} = \tan(\varphi_2 - \theta_k) \cdot (G_k + Z_k - E_{av,1,k} - E_{qv,1,k} + E_{av,2,k} + E_{qv,2,k} + E_{qv,3,k} + Q_{k,1}) = 154.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Zugkraft an luftseitigem Wandkopf


Berücksichtigung:

$$F_{k,Zugkraft,1} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Zugkraft an landseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Zugkraft,2} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Zugkraft positiv definiert!}$$

 Ansatz zur Berücksichtigung

Hier bedeutet die Zugkraft am luftseitigen Spundwandkopf die Berücksichtigung des Schwimmsteges.

Druckkraft an luftseitigem Wandkopf


Berücksichtigung:

$$F_{k,Druckkraft,1} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Druckkraft positiv definiert!}$$

Druckkraft an landseitigem Wandkopf

Berücksichtigung:

$$F_{k,Druckkraft,2} = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{Druckkraft positiv definiert!}$$

 Ansatz zur Berücksichtigung

Hier bedeutet die Druckkraft am luftseitigen Spundwandkopf die Berücksichtigung des Sportbootanpralls.

**Nachweis:**

Der passive Erddruck auf der luftseitigen Sohle wird auf der sicheren Seite vernachlässigt.

Da die Zug- und Druckkräfte sowie der Wasserdruck auf der luftseitigen Spundwand bereits bei der Berechnung der Ankerkraft berücksichtigt ist, wirken Zug- und Wasserdruck positiv und Druckkräfte negativ auf die Bilanz der möglichen aufnehmbaren Ankerkraft (Wirkung affin zum Erddruck und in der Ankerkraft gespeicherte Kräfte).

$$\begin{aligned} \text{mögl } a_{h,k} &= E_{ah,1,k,+25\%} + E_{ah,2,k,+25\%} + E_{qh,1,k,+25\%} + E_{qh,2,k,+25\%} \dots = 971.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\ &+ W_{k,1} - E_{ah,3,k} - E_{ah,4,k} - E_{qh,3,k} - E_{qh,4,k} - E_{qh,5,k} - E_{qh,6,k} + Q_{h,k} \dots \\ &+ F_{k,Zugkraft,1} + F_{k,Zugkraft,2} - F_{k,Druckkraft,1} - F_{k,Druckkraft,2} \end{aligned}$$



$$\eta = \frac{a_{h,d} \cdot \gamma_{Ep}}{\text{mögl } a_{h,k}} = \frac{75.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.2}{971.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}} = 0.09 < 1,0 \quad \text{Nachweis erbracht!}$$