

# Zustandsbericht

## Verbesserung des Hochwasserschutzes Frankfurt (Oder) auf HW 200

Untersuchung und Beurteilung Spundwand  
Hafenstraße Oder-km 584,7 bis Uferstraße Oder-km 583,5  
Beurteilung von Gebäuden hinsichtlich HW-Sicherheit



Auftraggeber: **Landesamt für Umwelt**  
Seeburger Chaussee 2  
14476 Potsdam OT Groß Glienicke

Datum: 01.08.2019

Projekt-Nr.: 50-19-022

Bearbeitet durch: **BPM Ingenieure GmbH**  
Waisenhausstraße 10  
09599 Freiberg  
Tel.: 03731 78308400



Dipl.-Ing. Uwe Förster  
Fachingenieur für Brückenbau  
Ingenieur für Bauwerksprüfung  
Projektbearbeiter

# Inhaltsverzeichnis

<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>6</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>Anlagenverzeichnis</b> .....	<b>10</b>
<b>1 Veranlassung und Zielstellung</b> .....	<b>11</b>
1.1 Allgemein.....	11
1.2 Aufgabenstellung.....	12
<b>2 Planungsgrundlagen</b> .....	<b>13</b>
2.1 Vermessungstechnische Grundlagen .....	13
2.2 Dokumente, Planunterlagen.....	13
<b>3 Bestehende Verhältnisse und Randbedingungen</b> .....	<b>15</b>
3.1 Unterhaltungslast und Unterhaltungsumfang, derzeitig/zukünftig .....	15
3.2 Territoriale Einordnung und Flächennutzung .....	15
3.3 Hydrologische und hydraulische Verhältnisse.....	15
3.4 Verdachts- und Altlastenflächen .....	16
3.5 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse.....	17
<b>4 Allgemeine Grundlagen / Vorgehensweise</b> .....	<b>18</b>
4.1 Gebäudebestand.....	18
4.1.1 Vorgehensweise, Methodik .....	18
4.1.2 Ergebnisse.....	18
4.2 Spundwände, Ufersicherung.....	19
4.2.1 Vorgehensweise, Methodik .....	19
4.2.2 Ergebnisse.....	21
<b>5 Untersuchung und Beurteilung des Gebäudebestandes innerhalb der HW 200 Linie</b> .....	<b>22</b>
5.1 Lage der Gebäude .....	22
5.2 Ergebnisse der visuellen Kontrollen.....	23
5.2.1 Allgemeine Vorbemerkungen .....	23
5.2.2 Uferstraße 3 – Ärztehaus .....	25
5.2.3 Holzmarkt 3 .....	27
5.2.4 Holzmarkt 4a .....	28
5.2.5 Holzmarkt 7 – Kartoffelhaus .....	29
5.2.6 Carl-Philipp-Emanuel-Bach-Straße 2 .....	31
5.2.7 Faberstraße 2 und 2a .....	33

5.2.8	Carl-Philipp-Emanuel-Bach-Straße 11 – Museum Viadrina .....	36
5.2.9	Hanewald 9 – Oderspeicher .....	38
5.2.10	Collegienstraße 10 – Musikschule / Gedenkstätte / Café .....	42
5.2.11	Collegienstraße 10 – Konzerthalle .....	45
<b>6</b>	<b>Untersuchung und Beurteilung der Spundwand im Abschnitt 1 .....</b>	<b>47</b>
6.1	Lage des Abschnittes .....	47
6.2	Zusammenfassung der Ergebnisse Sichtkontrolle Stahlbetonholm im Abschnitt 1 .....	48
6.3	IST-Zustand .....	49
6.3.1	Uferwand / Spundwand .....	49
6.3.2	Baugrundverhältnisse .....	52
6.4	Untersuchungsergebnisse .....	59
6.4.1	Vorbemerkungen .....	59
6.4.2	Sichtkontrolle .....	59
6.4.3	Schichtdickenmessung .....	60
6.5	Nachrechnung IST-Zustand .....	62
6.5.1	Grundlagen .....	62
6.5.2	Ansätze und Annahmen .....	62
6.5.3	Interpretation der Berechnungsergebnisse .....	65
6.6	Schlussfolgerungen Abschnitt 1 .....	66
6.6.1	Numerische Untersuchung .....	66
6.6.2	Sichtkontrolle .....	66
6.6.3	Fazit .....	66
6.7	Varianten Ersatzneubau Abschnitt 1 .....	67
6.7.1	Variante 1 .....	67
6.7.2	Variante 2a .....	69
6.7.3	Variante 2b .....	71
6.7.4	Variante 3 .....	73
6.7.5	Wertung der Varianten / Vorzugsvariante .....	74
<b>7</b>	<b>Untersuchung und Beurteilung der Spundwand im Abschnitt 2 .....</b>	<b>75</b>
7.1	Lage des Abschnittes .....	75
7.2	Zusammenfassung der Ergebnisse Sichtkontrolle Stahlbetonholm im Abschnitt 2 .....	76
7.3	IST-Zustand .....	76
7.3.1	Uferwand / Spundwand .....	76
7.3.2	Baugrundverhältnisse .....	78
7.4	Untersuchungsergebnisse .....	78
7.4.1	Vorbemerkungen .....	78
7.4.2	Sichtkontrolle .....	79
7.4.3	Schichtdickenmessung .....	79

7.5	Nachrechnung IST-Zustand .....	82
7.5.1	Grundlagen .....	82
7.5.2	Ansätze und Annahmen .....	82
7.5.3	Interpretation der Berechnungsergebnisse .....	85
7.6	Schlussfolgerungen Abschnitt 2 .....	86
7.6.1	Numerische Untersuchung .....	86
7.6.2	Sichtkontrolle .....	86
7.6.3	Fazit .....	86
<b>8</b>	<b>Untersuchung und Beurteilung der Spundwand im Abschnitt 3 .....</b>	<b>88</b>
8.1	Lage des Abschnittes .....	88
8.2	Zusammenfassung der Ergebnisse Sichtkontrolle Stahlbetonholm im Abschnitt 3 .....	89
8.3	IST-Zustand .....	89
8.3.1	Uferwand / Spundwand .....	89
8.3.2	Baugrundverhältnisse .....	90
8.4	Untersuchungsergebnisse .....	90
8.4.1	Vorbemerkungen .....	90
8.4.2	Sichtkontrolle .....	91
8.4.3	Schichtdickenmessung .....	91
8.5	Nachrechnung IST-Zustand .....	92
8.5.1	Grundlagen .....	92
8.5.2	Ansätze und Annahmen .....	93
8.5.3	Interpretation der Berechnungsergebnisse .....	94
8.6	Schlussfolgerungen Abschnitt 3 .....	95
8.6.1	Numerische Untersuchung .....	95
8.6.2	Sichtkontrolle .....	95
8.6.3	Fazit .....	95
<b>9</b>	<b>Untersuchung und Beurteilung der Spundwand im Abschnitt 4 .....</b>	<b>96</b>
9.1	Lage des Abschnittes .....	96
9.2	Zusammenfassung der Ergebnisse Sichtkontrolle Stahlbetonholm im Abschnitt 4 .....	96
9.3	IST-Zustand .....	97
9.3.1	Uferwand / Spundwand .....	97
9.3.2	Baugrundverhältnisse .....	97
9.4	Untersuchungsergebnisse .....	98
9.4.1	Vorbemerkungen .....	98
9.4.2	Sichtkontrolle .....	98
9.4.3	Schichtdickenmessung .....	99
9.5	Nachrechnung IST-Zustand .....	100
9.5.1	Grundlagen .....	100



9.5.2	Ansätze und Annahmen .....	100
9.5.3	Interpretation der Berechnungsergebnisse .....	101
9.6	Schlussfolgerungen Abschnitt 4 .....	101
<b>10</b>	<b>Untersuchung und Beurteilung der Spundwand im Abschnitt 5 .....</b>	<b>102</b>
10.1	Lage des Abschnittes .....	102
10.2	Zusammenfassung der Ergebnisse Sichtkontrolle Stahlbetonholm im Abschnitt 5 .....	102
10.3	IST-Zustand .....	103
10.3.1	Uferwand / Spundwand .....	103
10.3.2	Baugrundverhältnisse .....	104
10.4	Untersuchungsergebnisse .....	105
10.4.1	Vorbemerkungen .....	105
10.4.2	Sichtkontrolle .....	105
10.4.3	Schichtdickenmessung .....	106
10.5	Nachrechnung IST-Zustand .....	108
10.5.1	Grundlagen .....	108
10.5.2	Ansätze und Annahmen .....	108
10.5.3	Interpretation der Berechnungsergebnisse .....	109
10.6	Schlussfolgerungen Abschnitt 5 .....	110
10.6.1	Numerische Untersuchung .....	110
10.6.2	Sichtkontrolle .....	110
10.6.3	Fazit .....	110
<b>11</b>	<b>Schlussbemerkung .....</b>	<b>111</b>
11.1	Erläuterungen zu den Ergebnissen Spundwände .....	111
11.2	Erläuterungen zu den Kosten / Bauzeiten Abschnitt 1 .....	112

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Vermessungstechnische Planungsgrundlagen.....	13
Tabelle 2 Bemessungshochwasser HW 200.....	16
Tabelle 3 Bodenmechanische Kennwerte nach [1]: .....	54
Tabelle 4 Bodenklassifikation nach [5].....	57
Tabelle 5 Bodenkennwerte nach [5].....	58
Tabelle 6 Ergebnisse Schichtdickenmessungen Abschnitt 1 .....	60
Tabelle 7 Medianwerte der Messungen (Restdicken) Abschnitt 1.....	61
Tabelle 8 Profilwerte H 134 (Sollwerte).....	63
Tabelle 9 Profilwerte L IV n (Sollwerte).....	64
Tabelle 10 Wertung der Varianten.....	74
Tabelle 11 Ergebnisse Schichtdickenmessung Abschnitt 2.....	80
Tabelle 12 Medianwerte der Messungen (Restdicken) Abschnitt 2.....	81
Tabelle 13 Profilwerte H 134 (Sollwerte).....	83
Tabelle 14 Profilwerte AZ 18 (Sollwerte).....	84
Tabelle 15 Ergebnisse Schichtdickenmessung Abschnitt 3 .....	91
Tabelle 16 Medianwerte der Messungen (Restdicken) Abschnitt 2.....	92
Tabelle 17 Profilwerte SB 74 (Sollwerte) .....	93
Tabelle 18 Ergebnisse Schichtdickenmessung Abschnitt 4 .....	99
Tabelle 19 Medianwerte der Messungen (Restdicken) Abschnitt 4.....	99
Tabelle 20 Profilwerte SB 74 (Sollwerte) .....	100
Tabelle 21 Ergebnisse Schichtdickenmessung Abschnitt 5 .....	106
Tabelle 22 Medianwerte der Messungen (Restdicken) Abschnitt 5.....	107
Tabelle 23 Profilwerte BZ 17 (Sollwerte).....	108

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Pegelstand Frankfurt (Oder) .....	19
Abbildung 1 Materialdickenmessgerät .....	20
Abbildung 2 Schadensklassen flächige Korrosion .....	21
Abbildung 3 Lageplan Gebäude Teil 1 (südlich Stadtbrücke) .....	22
Abbildung 4 Lageplan Gebäude Teil 2 (Nähe Römertreppe) .....	23
Abbildung 5 Beispiele für durchfeuchtetes Kellermauerwerk .....	24
Abbildung 6 Ansicht Ärztehaus Uferseite .....	25
Abbildung 7 Kellerwand mit Durchfeuchtung .....	25
Abbildung 8 Zugang zum Heizraum Gebäuderückseite (HW-sicher) .....	26
Abbildung 9 Eingangsbereich Gebäuderückseite .....	27
Abbildung 10 Eingangsbereich Gebäuderückseite .....	28
Abbildung 11 Durchfeuchtetes Mauerwerk .....	28
Abbildung 12 Fassade Uferseite .....	29
Abbildung 13 Kelleröffnungen .....	29
Abbildung 14 Nach außen geführte Be- und Entlüftung .....	30
Abbildung 15 Kellerraum mit durchfeuchteten Wänden .....	30
Abbildung 16 Uferseite .....	31
Abbildung 17 Eingang zum Gewölbekeller .....	31
Abbildung 18 Gewölbekeller .....	32
Abbildung 19 Eingang 2a .....	33
Abbildung 20 Kellerluke und Zugang zum Heizungskeller .....	33
Abbildung 21 Zugang zum Heizungskeller .....	34
Abbildung 22 Zugang von innen .....	34
Abbildung 23 Heizungsanlage .....	35
Abbildung 24 Eingangsbereich .....	36
Abbildung 25 Gewölbekeller .....	36
Abbildung 26 Außenfenster .....	37
Abbildung 27 Durchfeuchtete Kellerwände .....	37
Abbildung 28 Ansicht Oderspeicher Südseite .....	38

Abbildung 29 Kellerfenster/Lichtschächte.....	38
Abbildung 30 Bodengleiches 2-flügliges Fenster (Oderseite).....	39
Abbildung 31 Eingang Südseite (Terrasse) .....	39
Abbildung 32 Anlagen im Keller .....	40
Abbildung 33 Kühlraum/Lagerraum .....	40
Abbildung 34 Kellerfenster .....	41
Abbildung 35 Durchfeuchtete Kellerwände Gedenkstätte .....	42
Abbildung 36 Kellerfenster Gedenkstätte .....	42
Abbildung 37 Kellerluken Musikschule, Haupteingang .....	43
Abbildung 38 Ansicht Café .....	43
Abbildung 39 Kellerluke Café .....	44
Abbildung 40 Kellerzugang Café .....	44
Abbildung 41 Haupteingang Uferseite .....	45
Abbildung 42 Seiteneingang.....	45
Abbildung 43 Durchfeuchtete Pfeiler .....	46
Abbildung 44 Schacht Lastenaufzug .....	46
Abbildung 45 Lage des Abschnittes 1.....	47
Abbildung 46 Bereich Regelprofil B im Abschnitt 1.....	49
Abbildung 47 Bereich Regelprofil C im Abschnitt 1.....	50
Abbildung 48 Regelprofil B .....	50
Abbildung 49 Regelprofil C.....	51
Abbildung 50 Im Projektgebiet durchgeführte Untersuchungen Gutachten [1] .....	52
Abbildung 51 Bohrprofile .....	53
Abbildung 52 Bohrungen im Projektbereich Gutachten [1] .....	53
Abbildung 53 Lage der Bohrungen im Abschnitt 1 zu Bericht [5].....	55
Abbildung 54 Bohrung B7 Bericht [5].....	56
Abbildung 55 Prinzipskizze Variante 1 .....	67
Abbildung 56 Prinzipskizze Variante 2a.....	69
Abbildung 57 Prinzipskizze Variante 2b.....	71
Abbildung 58 Prinzipskizze Variante 3.....	73

Abbildung 59 Lage des Abschnittes 2.....	75
Abbildung 60 Lage der Regelprofile (Spundwandabschnitte) im Abschnitt 2.....	76
Abbildung 61 Regelprofil E (Brückenpfeiler).....	77
Abbildung 62 Regelprofil D.....	77
Abbildung 63 Regelprofil A.....	78
Abbildung 64 Lage des Abschnittes 3.....	88
Abbildung 65 Regelprofil Abschnitt 3.....	90
Abbildung 66 Lage des Abschnittes 4.....	96
Abbildung 67 Regelprofil Abschnitt 4.....	97
Abbildung 68 Lage des Abschnittes 5.....	102
Abbildung 69 Regelprofil Abschnitt 5 Rundstahlanker.....	103
Abbildung 70 Regelprofil Abschnitt 5 Verpressanker.....	104

## Anlagenverzeichnis

- Anlage 1<sup>1</sup>: Fotodokumentation Beurteilung Spundwände Abschnitte 1 bis 5  
Anlage 2: Nachrechnung IST-Zustand Spundwandabschnitte Abschnitte 1 bis 5  
Anlage 3: Kostenannahme Varianten Ersatzneubau Abschnitt 1  
Anlage 4: Begutachtung Gebäude

---

<sup>1</sup> Anmerkung zu Anlage 1: Die Fotos stellen lediglich eine Auswahl der Aufnahmen dar, da sich die Schadensbilder wiederholen

# 1 Veranlassung und Zielstellung

## 1.1 Allgemein

Das Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft vertreten durch das Landesamt für Umwelt, Seeburger Chaussee 2, 14476 Potsdam OT Groß Glienicke hat die Dr.-Ing. Heinrich Ingenieurgesellschaft mbH mit der weiterführenden Planung für die Verbesserung des Hochwasserschutzes in Frankfurt (Oder) auf ein HQ 200 entlang der Uferpromenade beauftragt.

Die Deich- und Uferanlagen von Frankfurt (Oder) wurden zuletzt in der Folge des Sommerhochwassers von 1997 saniert und erhöht. Dieses 100-jährige Hochwasser führte zu einem Höchstwasserstand von 6,57 m am Pegel Frankfurt (Oder) (Fluss-km 584,0), wobei Teile der Innenstadt überschwemmt wurden.

Entlang der Uferpromenade wurden Fehlhöhen bis zum Bemessungswasserstand HW 100 durch ein mobiles System (Abnahme 03/2004) ergänzt. Da das mobile System nicht für Eisdruck bemessen ist, kommt es bei Winterhochwasser nicht zum Einsatz. Im Winter besteht weiterhin eine Hochwassergefahr für den Bereich der Uferpromenade. Der Bemessungswasserstand wird auf ein 200-jährliches Hochwasser erhöht.

Die Hochwassermanagementplanung kam somit 2016 zu dem Ergebnis, dass die Innenstadt von Frankfurt (Oder) nicht ausreichend geschützt ist. Daraufhin wurde 2017 eine Machbarkeitsstudie zur Verbesserung des Hochwasserschutzes Frankfurt (Oder) auf HQ 200 vorgelegt. Als Vorzugslösung wurde eine zurückgesetzte Hochwasserschutzlinie (aus dem Bereich der Ufermauer heraus) erarbeitet. Diese lässt im Hochwasserfall die Überflutung der Uferpromenade zu und bezieht die auf der Rückseite der Uferpromenade liegenden Gebäude und Geländeformationen in die Schutzlinie ein. Diese Vorzugsvariante wurde 2018 in der Vorplanung näher untersucht, wo sie im Süden an den Deich (Uferstraße) und im Norden an die Ufermauer (Ziegelstraße) anschließt.



## 1.2 Aufgabenstellung

Die Entwurfsplanung basiert auf den Ergebnissen der Vorplanung vom 10.12.2018 und damit der Vorzugsvariante A.

Ziel der Entwurfsplanung ist es, die Vorzugslösung A der Vorplanung konstruktiv, technisch und gestalterisch zu vertiefen. Schwerpunkte dabei sind:

- Fixierung der zurückgesetzten Hochwasserschutzlinie
- Dimensionierung der erforderlichen Stemmtore
- Lokalisierung der Öffnungsverschlüsse
- Anpassung der Planung an die Ergebnisse des aktuell erstellten 2d-HN-Modells /L7/
- Berücksichtigung der Untersuchungen zur Sanierungsfähigkeit des Betonholmes der Uferwand
- Berücksichtigung der Belange der Stadt Frankfurt (Oder)
- Berücksichtigung der betroffenen Medienträger
- Lösungsmöglichkeiten zur wasserundurchlässigen Einbindung der Medien in die Bohrpfahlwände
- Berücksichtigung der Belange der Eigentümer
- Realisierung des städtebaulichen Konzepts /L8/ mit einer freien Sicht auf die Oder

### **Für BPM umfasst die Aufgabenstellung Folgendes (Inhalt dieses Berichtes):**

- Untersuchung der Spundwände hinsichtlich ihres Zustandes und somit Restlebensdauer sowie Bewertung
- Lösungsvorschläge für ggf. erforderliche Ersatzneubauten Ufersicherung
- Kostenannahmen Ersatzneubauten
- Bauzeitannahmen Ersatzneubauten
- Untersuchung bestimmter, in die zurückgesetzte HWS-Linie eingebundene Gebäude auf Hochwassersicherheit und Bewertung

## 2 Planungsgrundlagen

### 2.1 Vermessungstechnische Grundlagen

Tabelle 1 Vermessungstechnische Planungsgrundlagen

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Quelle	Stand	Höhen- und Lagebezug
1	digitale Stadtkarte des Kataster- und Vermessungsamtes	Kataster- und Vermessungsamtes der Stadt Frankfurt (Oder)	07/2013	DHHN92 bzw. DHHN2016, ETRS1989 UTM Zone 33N

### 2.2 Dokumente, Planunterlagen

- [1] Baugrundgutachten Instandsetzung der Ufermauer in Frankfurt (Oder), Ingenieurbüro Köbsch, 15.10.1997
- [2] Geotechnischer Bericht Ufermauer in Frankfurt (Oder) im Bereich Stadtbrücke bis Hafen – Hohlraumerkundung -, Ingenieurbüro Köbsch, 08.10.1998
- [3] Verbesserung des Hochwasserschutzes Frankfurt (Oder) auf HW 200, Machbarkeitsstudie, iKD Ingenieur-Consult GmbH Dresden, 15.01.2018
- [4] Vorplanung: Verbesserung des HWS Frankfurt (Oder) auf ein HW 200, aufgestellt durch iKD Ingenieur – Consult GmbH Dresden, 10/2018
- [5] Geotechnischer Bericht zur Baugrundvoruntersuchung, Verbesserung des Hochwasserschutzes Frankfurt (Oder) auf ein HW 200, iKD Ingenieur – Consult GmbH Dresden, 10.12.2018
- [6] Gutachten zur Sichtprüfung Betonholm, SGHG Ingenieurdiagnostik Bautechnik GmbH Dresden, 04.07.2018
- [7] Erläuterungsbericht Rekonstruktion Uferanlage (südlich Stadtbrücke)
- [8] Rekonstruktion Uferanlage Längsschnitt,
- [9] Rekonstruktion Uferanlage Regelquerschnitt 1, CHV Ingenieurbüro Frankfurt/O., 1991
- [10] Rekonstruktion Uferanlage Regelquerschnitt 2, CHV Ingenieurbüro Frankfurt/O., 1991
- [11] Sanierung Ufermauer Frankfurt (Oder) Rammplan Teil 1, PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH, Dresden, 1999

- [12] Sanierung Ufermauer Frankfurt (Oder) Rammplan Teil 2, PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH, Dresden, 1999
- [13] Sanierung Ufermauer Frankfurt (Oder) Lageplan und Übersicht, PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH, Dresden, 1999
- [14] Sanierung Ufermauer Frankfurt (Oder) Regelquerschnitte, PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH, Dresden, 2000
- [15] Sanierung Ufermauer Frankfurt (Oder) Berechnungsschnitte, PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH, Dresden, 1999
- [16] Sanierung Ufermauer Frankfurt (Oder) Bestandsübersichtsplan, PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH, Dresden, 1999
- [17] Sanierung Ufermauer Frankfurt (Oder) Bericht, Zusammenstellung Bestandsunterlagen, PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH, Dresden, 1999
- [18] Bestandsplan Oderspundwand TP Betonholm Bl. 2, Dipl.-Ing. H. Möhring Vermessungsingenieure, 1999
- [19] Bestandsplan Oderspundwand TP Betonholm Bl. 3, Dipl.-Ing. H. Möhring Vermessungsingenieure, 1999
- [20] Lageplan 1 Bereich südl. der Stadtbrücke (Holzmarkt) Vorzugsvariante, iKD Ingenieur-Consult GmbH Dresden, 2018
- [21] Lageplan 2 Bereich nördl. der Stadtbrücke (Römertreppe) Vorzugsvariante, iKD Ingenieur-Consult GmbH Dresden, 2018
- [22] Uferwand Frankfurt (Oder) – Historie (BA alt, neu) Blatt 1-4, Landesamt für Umwelt Potsdam, 2019

### **3 Bestehende Verhältnisse und Randbedingungen**

#### **3.1 Unterhaltungslast und Unterhaltungsumfang, derzeitig/zukünftig**

Der Baulastträger für die Verbesserung des Hochwasserschutzes in Frankfurt (Oder) auf ein HW 200 ist das Landesamt für Umwelt. Betrieb und Unterhaltung obliegen dem jeweiligen Eigentümer bzw. Betreiber.

#### **3.2 Territoriale Einordnung und Flächennutzung**

Das Bearbeitungsgebiet befindet sich im Zentrum der Stadt Frankfurt (Oder).

Stadt: Frankfurt (Oder)

Gemarkung: Frankfurt (Oder)

#### **3.3 Hydrologische und hydraulische Verhältnisse**

Die maßgeblichen Daten für das Bemessungshochwasser HW 200 sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2 Bemessungshochwasser HW 200

Station (Fluss km)	2d-HN Modellierung Inros Lackner, Abgabestand 15.11.2018	interpoliert auf Grundlage der Hydrologischen Fachauskunft LfU, W12 vom 30.08.2017	Bemerkung
583,30	24,61		
583,40	24,60		
583,50	24,58		
583,60	24,54		
583,70	24,50		
583,80	24,44		
583,90	24,34		
584,00	<b>24,26</b>	<b>24,26</b>	Pegel Frankfurt (Oder)
584,10		24,23	
584,20		24,20	
584,30		24,18	
584,40		24,15	
584,50		<b>24,12</b>	
584,60		24,09	
584,70		24,06	
584,80		24,04	
584,90		24,01	
585,00		<b>23,97</b>	
585,10		23,94	
585,20		23,91	
585,30		<b>23,88</b>	Pegel Frankfurt (Oder) 1
585,40		23,85	
585,50		23,82	
585,60		23,79	
585,70		23,76	
585,80		23,74	
585,90		23,71	

### 3.4 Verdachts- und Altlastenflächen

Nach jetzigem Kenntnisstand befinden sich im Planungsbereich keine Verdachts- und Altlastenflächen.

### 3.5 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Für den Südbereich liegen aktuelle Baugrunduntersuchungen vor. Baugrunduntersuchungen für den Bereich nördlich der Stadtbrücke sind zuletzt im Zuge der Planungen und Bauausführungen der bestehenden Uferwände erfolgt. Es liegen weitere Unterlagen aus den Jahren 1997/1998 vor. Danach besteht die Uferpromenade aus Auffüllungen von 7,00 m bis 10,00 m Mächtigkeit. Darunter steht eine 3,00 m bis 10,00 m mächtige Schicht aus pleistozänen Beckenschluffen und -tonen an (teilweise mit sandigen Einlagerungen), die von pleistozänen Beckensanden unterlagert ist. Die Lagerungsdichte der grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen reicht von sehr locker bis dicht. Die Beckensedimente weisen generell eine dichte Lagerung auf und sind schwer rammbar.

Im Bereich der Uferpromenade ist zudem mit dem Vorhandensein unterirdischer Hohlräume zu rechnen. Diese gehen wahrscheinlich auf frühere Auskolkungen im Uferbereich und rück-schreitende Erosionen zurück. Hohlräume wurden im Zuge der bauvorbereitenden Arbeiten für den Neubau der Uferwand nördlich der Stadtbrücke 1998 und auch in den aktuellen Baugrunduntersuchungen angetroffen. Das Vorhandensein weiterer Hohlräume kann nicht ausgeschlossen werden. Aus diesem Grund besteht planungsbegleitend zwingend weiterer Untersuchungsbedarf, insbesondere im Südbereich. Nach Auskunft des Tiefbauamtes wurden im Bereich nördlich der Stadtbrücke die erkundeten Hohlräume im Zuge der damaligen Baumaßnahmen an der Uferwand teilverfüllt (im Verankerungsbereich wurden die Hohlräume verpresst).

Die im gesamten Bearbeitungsgebiet anstehenden Auffüllungen sind gute Grundwasserleiter. Die Korrespondenz des Grundwasserspiegels mit dem Oderwasserstand ist jedoch durch die teilweise Abriegelung des Grundwasserleiters zur Oder durch die Uferwand deutlich beeinflusst. Bei den aktuellen Baugrundaufschlüssen im unmittelbaren Uferbereich wurden Grundwasserstände mit ca. 0,50 m über Oder-Niveau angetroffen. Die vorhandenen Grundwassermessstellen weisen eine Korrelation der Ganglinien der Grundwasserstände mit dem Oderwasserstand auf, jedoch auch eine deutliche Dämpfung. Allerdings liegen diese auch in einer Entfernung von 150 m bis 200 m zur Oder.

## **4 Allgemeine Grundlagen / Vorgehensweise**

### **4.1 Gebäudebestand**

#### **4.1.1 Vorgehensweise, Methodik**

Verschiedene Gebäude, die sich innerhalb der HW 200 Linie befinden werden hinsichtlich ihrer HW-Sicherheit begutachtet und beurteilt. Dabei werden vor allem die betroffenen Gebäudeteile (Keller, Erdgeschoss) visuell auf eventuelle Schwächen (Öffnungen u. ä. innerhalb des HW 200) sowie der Zustand der Bausubstanz untersucht.

Die Begutachtung der Gebäude fand am 11.06./12.06. sowie 20.06.2019 statt.

#### **4.1.2 Ergebnisse**

Auswertung und Beurteilung der Ergebnisse siehe 5.



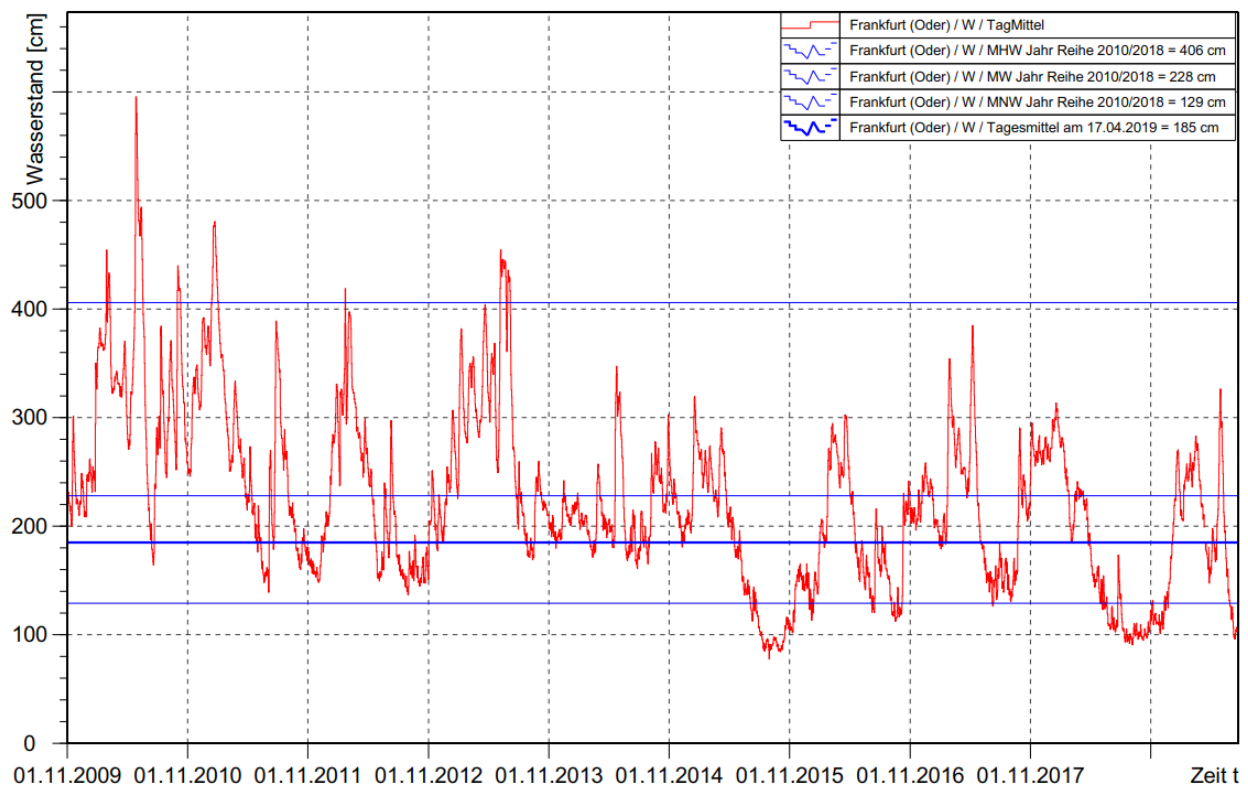
## 4.2 Spundwände, Ufersicherung

### 4.2.1 Vorgehensweise, Methodik

Die Begutachtung der Spundwände erfolgte am 16. und 17. April 2019.

Zum Zeitpunkt der Untersuchung wies die Oder einen Wasserstand (Tagesmittel) von 185 cm aus. Das Wetter war trocken und sonnig, ca. 14°C.

Abbildung 1 Pegelstand Frankfurt (Oder)



Die Abschnitte werden wasserseitig mittels Boot befahren und einer eingehenden Sichtkontrolle unterzogen, um den Zustand der Spundwände und Anker festzustellen. Zusätzlich werden ca. alle 15 – 20 m bzw. an auffälligen Stellen, Dickenmessungen der Spundbohlen durchgeführt<sup>3</sup>. Für diese Messungen kommt das Ultraschall Materialdickenmessgerät SAUTER TN 230 0.1 US zur Anwendung.

Das Modell TN-US ist ein digitales Ultraschall Materialdickenmessgerät. Es basiert auf denselben Bedienungsprinzipien wie SONAR. Mit dem TN-US kann die Materialdicke verschiedenster

<sup>3</sup> In weiteren Planungsphasen ist ggf. ein weiteres, dichteres Messraster erforderlich.

Materialien mit einer Messgenauigkeit von bis zu 0,1 mm bzw. 0,01 mm gemessen werden. Es kann für eine Vielzahl metallischer und nichtmetallischer, homogener Materialien eingesetzt werden.

Das digitale Ultraschall Materialdickenmessgerät misst die Dicke eines Teils oder einer Struktur, indem es die Zeit exakt misst, die für einen kurzen Ultraschallimpuls gebraucht wird, von einem Schallgeber gesteuert, um durch die Dicke eines Materials zu dringen, anschließend von der Rückseite oder der Innenfläche reflektiert zu werden und zum Schallgeber zurückgeschickt zu werden.

Diese gemessene Zwei- Wege Übertragungszeit wird durch 2 dividiert, (die den Hin- und Rückweg darstellt), und dann mit der Schallgeschwindigkeit des entsprechenden Materials multipliziert. Das Ergebnis wird mit der folgenden Formel ausgedrückt:

$$H = (v \times t) / 2$$

H -- Materialdicke des Testobjekts

v -- Schallgeschwindigkeit des entsprechenden Materials

t -- die gemessene Transit- Zeit des Schalls

Abbildung 2 Materialdickenmessgerät



In der Auswertung werden die Messergebnisse mit den Soll-Schichtdicken der eingebauten Spundbohlen verglichen. Aus diesem Vergleich kann eine mittlere Abrostung ermittelt werden.

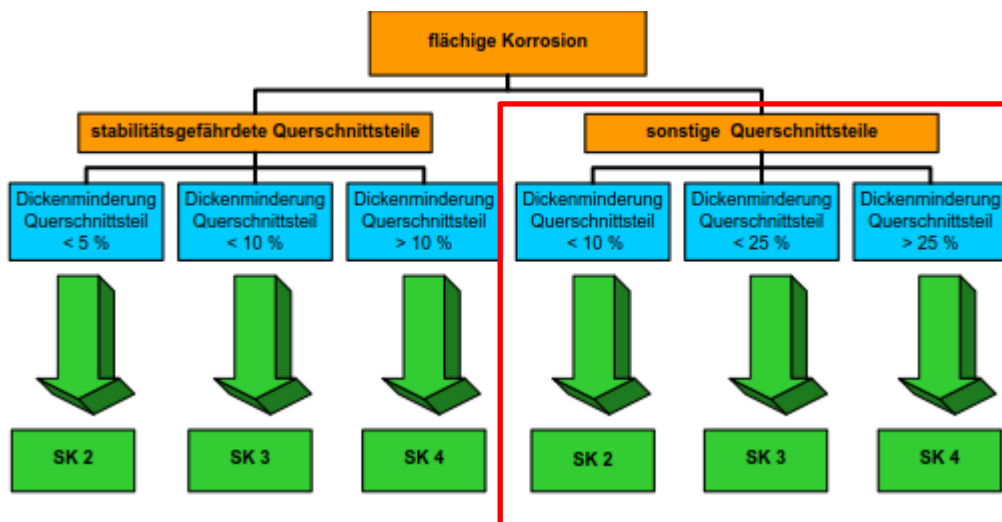
In einem weiteren Schritt erfolgt eine statische Berechnung der Spundbohlen mit einer gemittelten Restdicke im Bestandszustand.

Die Berechnungsergebnisse werden ebenfalls zur Beurteilung des Zustandes herangezogen.

Die vorhandenen Anker bzw. Ankerköpfe werden in die Sichtkontrollen einbezogen und verbal bewertet.

Die Bewertung des Zustandes bzw. die Schadensintensität der Ufersicherung (Spundwand/Anker) erfolgt gemäß BAW-Merkblatt „Schadensklassifizierung an Verkehrswasserbauwerke (MSV) Ausgabe 2018: Zuordnung der Abschnitte zu den Schadensklassen SK 1 bis SK 4.

Abbildung 3 Schadensklassen flächige Korrosion



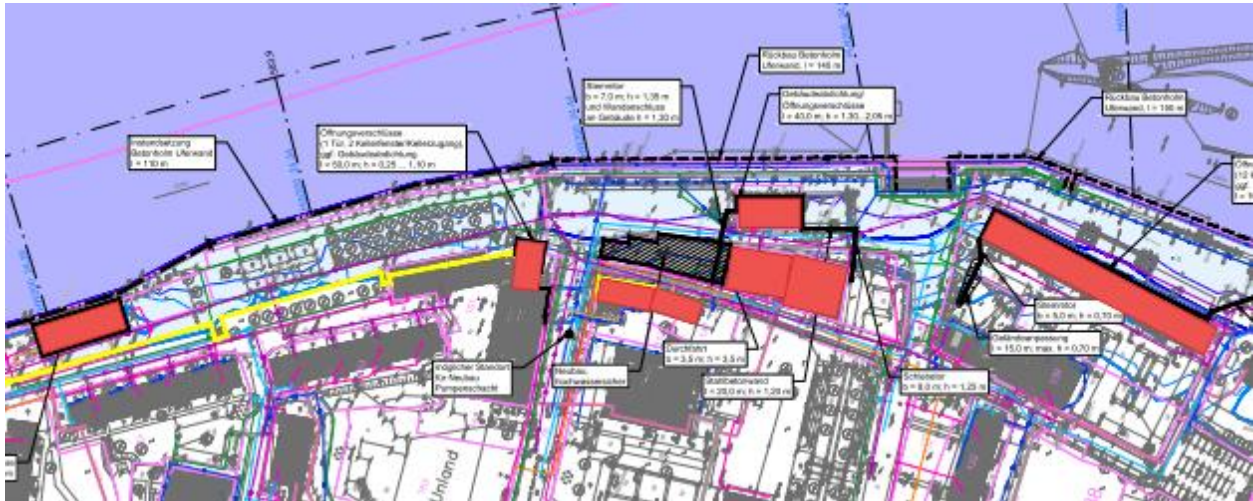
#### 4.2.2 Ergebnisse

Auswertung und Beurteilung der Ergebnisse siehe Kapitel 6, 7, 8, 9, 10 sowie Anlage 1.

## 5 Untersuchung und Beurteilung des Gebäudebestandes innerhalb der HW 200 Linie

### 5.1 Lage der Gebäude

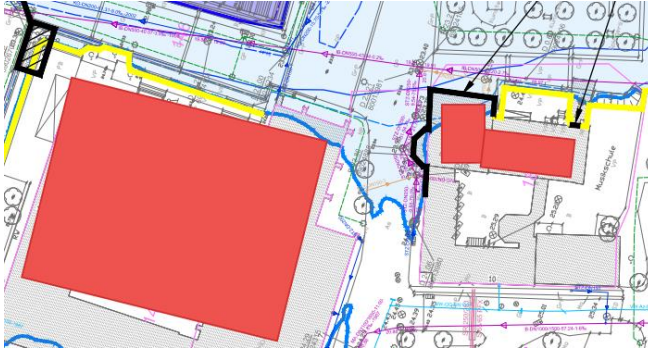
Abbildung 4 Lageplan Gebäude Teil 1 (südlich Stadtbrücke)



Von Süden nach Norden:

- Ärztehaus (Uferstraße 3)
- Holzmarkt 3 und 4a
- Holzmarkt 7 Kartoffelhaus
- Faberstraße 2 und 2a
- Carl-Philipp-Emanuel-Bach-Straße 2
- Carl-Philipp-Emanuel-Bach-Straße 11, Museum Viadrina
- Hanewald 9 Oderspeicher

Abbildung 5 Lageplan Gebäude Teil 2 (Nähe Römertreppe)



Von Süden nach Norden:

- Collegienstraße 10 Musikschule, Gedenkstätte, Café
- Collegienstraße 10 Konzerthalle

## 5.2 Ergebnisse der visuellen Kontrollen

### 5.2.1 Allgemeine Vorbemerkungen

Die Begutachtung der betreffenden Gebäude (Kellerräume, Erdgeschosse) erfolgte am 11.06., 12.06 sowie 20.06.2019.

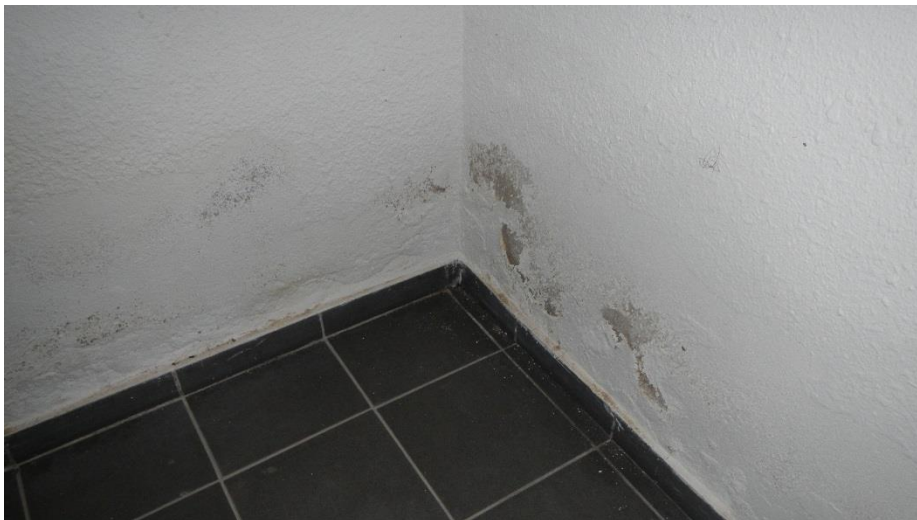
In allen begangenen Kellerräumen wurde im Mauerwerk Feuchtigkeit festgestellt. Dies zeigte sich an Nassstellen sowie teilweise abblätterndem Putz. Die aufsteigende Feuchtigkeit war in den meisten Fällen bis zu einer Höhe von ca. 1,0 m (über OK Fußboden) erkennbar.

Als Ursachen kann man fehlende Abdichtungen sowie den hohen Grundwasserstand benennen. Tiefgehende Schäden der Bausubstanz infolge der Durchfeuchtungen waren am betroffenen Mauerwerk nicht erkennbar.

Siehe auch Anlage 4



Abbildung 6 Beispiele für durchfeuchtetes Kellermauerwerk



## 5.2.2 Uferstraße 3 – Ärztehaus

Im Keller des Gebäudes sind zwei Pumpen vorhanden (eine zum Untersuchungszeitpunkt defekt).

Die Kellerfenster und der Eingangsbereich wären von einem HW 200 betroffen, dort sind Öffnungsverschlüsse vorzusehen. Aufgrund feuchter Kellerwände ist eine Belüftung der Kellerräume erforderlich und daher keine dauerhaften Verschlüsse möglich.

Abbildung 7 Ansicht Ärztehaus Uferseite



Abbildung 8 Kellerwand mit Durchfeuchtung





Abbildung 9 Zugang zum Heizraum Gebäuderückseite (HW-sicher)



### 5.2.3 Holzmarkt 3

Aufgrund der geometrischen Gegebenheiten (Höhenlage, Lage der Öffnungen) sind an der Gebäuderückseite keine weiteren Maßnahmen für die Hochwassersicherheit (HW 200) erforderlich. Der Vordereingang muss mit entsprechenden Maßnahmen gesichert werden.

Abbildung 10 Eingangsbereich Gebäuderückseite



#### 5.2.4 Holzmarkt 4a

Aufgrund der geometrischen Gegebenheiten (Höhenlage, Lage der Öffnungen) sind keine weiteren Maßnahmen für die Hochwassersicherheit (HW 200) an der Gebäuderückseite erforderlich. Die Vorderseite des Gebäudes muss mit geeigneten Maßnahmen gesichert werden.

Abbildung 11 Eingangsbereich Gebäuderückseite



Abbildung 12 Durchfeuchtetes Mauerwerk



### 5.2.5 Holzmarkt 7 – Kartoffelhaus

Im Keller des Gebäudes ist eine Pumpe vorhanden.

Die Öffnungen (Keller, Erdgeschoss) wären von einem HW 200 betroffen, dort sind Öffnungsverschlüsse vorzusehen. Eine nach außen geführte Entlüftung (sh. Abbildung 15) müsste mit der Austrittsöffnung bis über HW 200 geführt werden.

Abbildung 13 Fassade Uferseite



Abbildung 14 Kelleröffnungen





Abbildung 15 Nach außen geführte Be- und Entlüftung



Abbildung 16 Kellerraum mit durchfeuchteten Wänden



### 5.2.6 Carl-Philipp-Emanuel-Bach-Straße 2

Das Gebäude ist HW-sicher gebaut (hochgeständert mittels Gründung auf Pfahlrost).

Aufgrund der geometrischen Gegebenheiten (Höhenlage, Lage der Öffnungen) sind keine weiteren Maßnahmen für die Hochwassersicherheit (HW 200) erforderlich.

Laut Aussage Eigentümer ist einströmendes Wasser in den Gewölbekeller tolerierbar. Andernfalls wäre hier ein entsprechender Öffnungsverschluss erforderlich.

Abbildung 17 Uferseite



Abbildung 18 Eingang zum Gewölbekeller



Abbildung 19 Gewölbekeller





### 5.2.7 Faberstraße 2 und 2a

Die Häuser 2 und 2a verfügen über einen gemeinsamen Heizungskeller.

Die Öffnungen (Heizungskeller, Eingänge, Kellerluke) wären von einem HW 200 betroffen, dort sind Öffnungsverschlüsse vorzusehen.

In der Wohnung Nr. 2a konnten an einer tragenden Wand Setzungsrisse festgestellt werden. Laut Eigentümer traten diese Risse unmittelbar nach bzw. im Zusammenhang mit dem Hochwasser von 2010 auf. Daher sollte hier auch die Gründungssituation näher betrachtet werden.

Abbildung 20 Eingang 2a



Abbildung 21 Kellerluke und Zugang zum Heizungskeller



Abbildung 22 Zugang zum Heizungskeller



Abbildung 23 Zugang von innen



Abbildung 24 Heizungsanlage





### 5.2.8 Carl-Philipp-Emanuel-Bach-Straße 11 – Museum Viadrina

Die Öffnungen (Keller, Erdgeschoss) wären von einem HW 200 betroffen, dort sind Öffnungsverschlüsse vorzusehen.

Abbildung 25 Eingangsbereich



Abbildung 26 Gewölbekeller



Abbildung 27 Außenfenster



Abbildung 28 Durchfeuchtete Kellerwände





### 5.2.9 Hanewald 9 – Oderspeicher

Der ehemalige Oderspeicher wird als Restaurant genutzt. Die Öffnungen (komplettes Gebäude Keller, Erdgeschoss) wären von einem HW 200 betroffen, dort sind Öffnungsverschlüsse vorzusehen.

In den Kellerräumen befinden sich diverse Anlagen für die Gastronomie (Kühlung, Getränke etc.)

Abbildung 29 Ansicht Oderspeicher Südseite



Abbildung 30 Kellerfenster/Lichtschächte



Abbildung 31 Bodengleiches 2-flügliges Fenster (Oderseite)



Abbildung 32 Eingang Südseite (Terrasse)

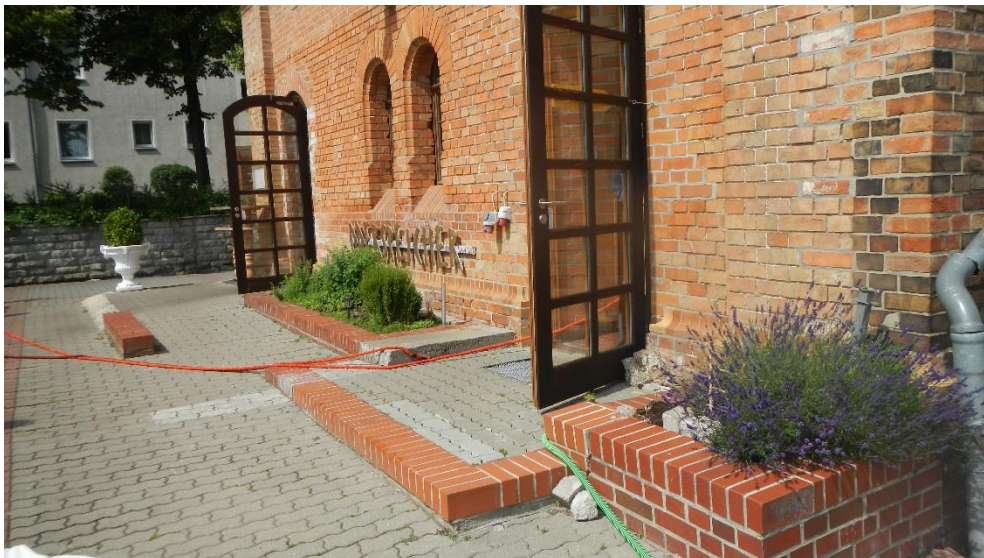




Abbildung 33 Anlagen im Keller



Abbildung 34 Kühlraum/Lagerraum





Abbildung 35 Kellerfenster



### 5.2.10 Collegienstraße 10 – Musikschule / Gedenkstätte / Café

Die Öffnungen (Keller, Erdgeschoss Uferseite sowie Nordseite) wären von einem HW 200 betroffen, dort sind Öffnungsverschlüsse vorzusehen.

Abbildung 36 Durchfeuchtete Kellerwände Gedenkstätte



Abbildung 37 Kellerfenster Gedenkstätte



Abbildung 38 Kellerluken Musikschule, Haupteingang



Abbildung 39 Ansicht Café





Abbildung 40 Kellerluke Café



Abbildung 41 Kellerzugang Café



### 5.2.11 Collegienstraße 10 – Konzerthalle

Aufgrund der geometrischen Gegebenheiten (Höhenlage, Lage der Öffnungen) sind keine weiteren Maßnahmen für die Hochwassersicherheit (HW 200) erforderlich.

Abbildung 42 Haupteingang Uferseite



Abbildung 43 Seiteneingang

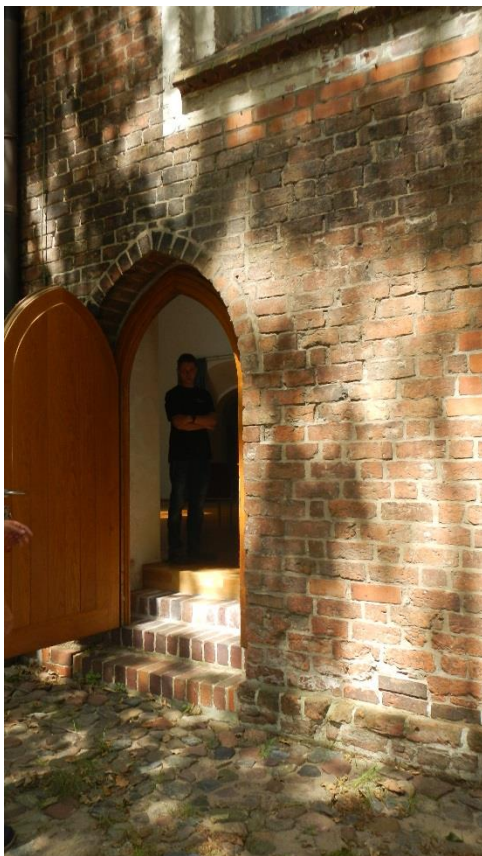




Abbildung 44 Durchfeuchtete Pfeiler



Abbildung 45 Schacht Lastenaufzug

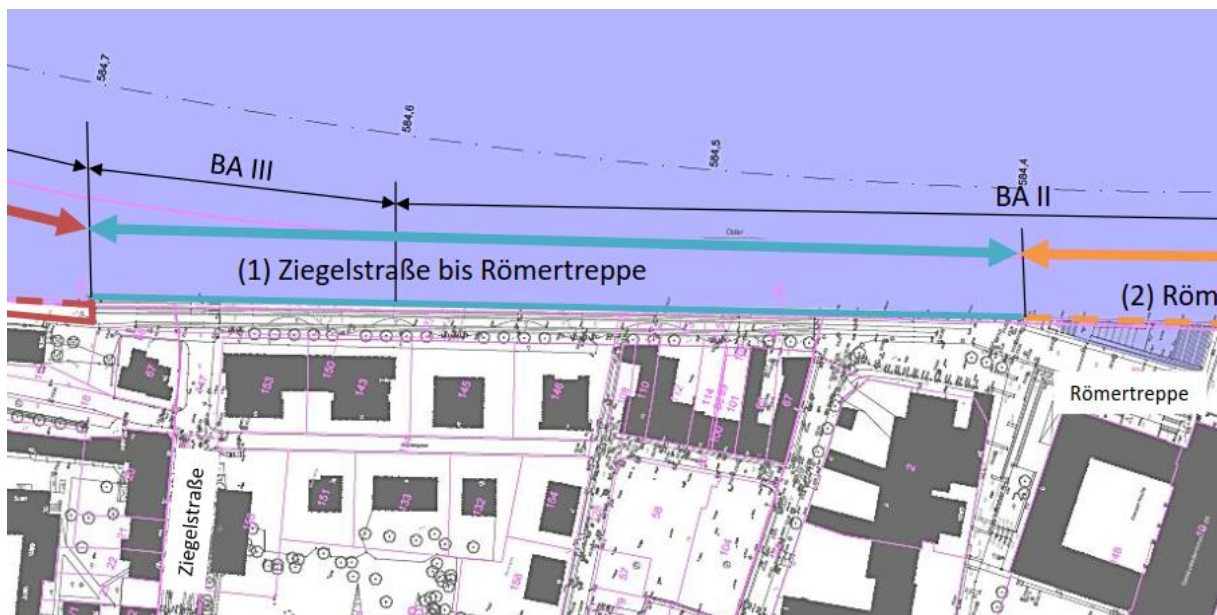


## 6 Untersuchung und Beurteilung der Spundwand im Abschnitt 1

### 6.1 Lage des Abschnittes

Der zu untersuchende Abschnitt befindet sich im (nach alter Bezeichnung) BA III und teilweise im BA II. Nach neuer Bezeichnung ist das der Abschnitt (1) Ziegelstraße bis Römertreppe (Fluss-km 584,4 bis 584,7).

Abbildung 46 Lage des Abschnittes 1



Die Länge des Abschnittes beträgt ca. 300 m.

Im BA III wurde in den 1950er Jahren eine Stahlspundwand vor die alte Uferkonstruktion gerammt. Dort wurde im Rahmen der „Sanierung Ufermauer“ der Betonholm nachgerüstet. Im BA II wurde vor die alte Uferkonstruktion eine Stahlspundwand gepresst (ca. Mitte bis Ende 1990er Jahre).

## **6.2 Zusammenfassung der Ergebnisse Sichtkontrolle Stahlbetonholm im Abschnitt 1**

Im Juli 2018 wurden durch die SGHG Ingenieurdiagnostik Bautechnik GmbH Dresden Sichtkontrollen des Betonholmes auf gesamter Länge (Einteilung im Bericht der SGHG: Abschnitte A bis F) durchgeführt.

Der hier behandelte Abschnitt 1 befindet sich im Abschnitt F des Gutachtens Sichtkontrolle Betonholm.

Auf ganzer Länge des Betonholmes wurden folgende Schäden festgestellt:

- Risse in Form von Längs-, Quer- und Schrägrissen
- Risse als Netzzrisse
- Schäden an Raumfugen bzw. Raumfugenkanten
- Abplatzungen
- Schäden und Mängel an Einbauteilen

Der Betonholm des Abschnittes 1 wurde im Ergebnis der Untersuchungen in die Schadensklasse SK 2 eingestuft (Schaden, der aktuell die Tragfähigkeit und/oder die Gebrauchstauglichkeit nicht oder nur geringfügig beeinträchtigt, aber mit vermuteter Entwicklung eine Beeinträchtigung darstellen wird). Eine weitere Beobachtung im Rahmen des vorgesehenen Prüfzyklus ist ausreichend.

Siehe auch [6].



## 6.3 IST-Zustand

### 6.3.1 Uferwand / Spundwand

Im Zuge der Sanierung der Uferbefestigung wurden die folgenden Systeme angewendet.

Der Abschnitt 1 (alt BA II und BA III) ist aufgeteilt in Regelprofil B und Regelprofil C.

Abbildung 47 Bereich Regelprofil B im Abschnitt 1

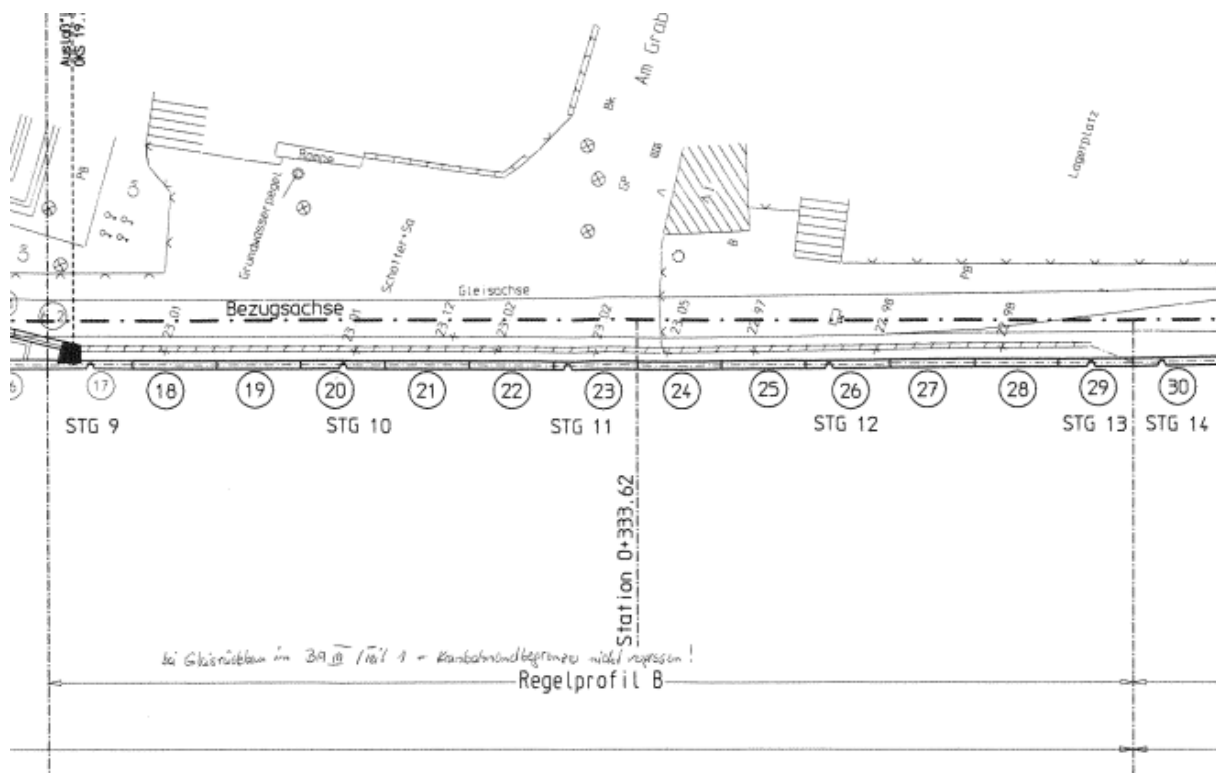


Abbildung 48 Bereich Regelprofil C im Abschnitt 1

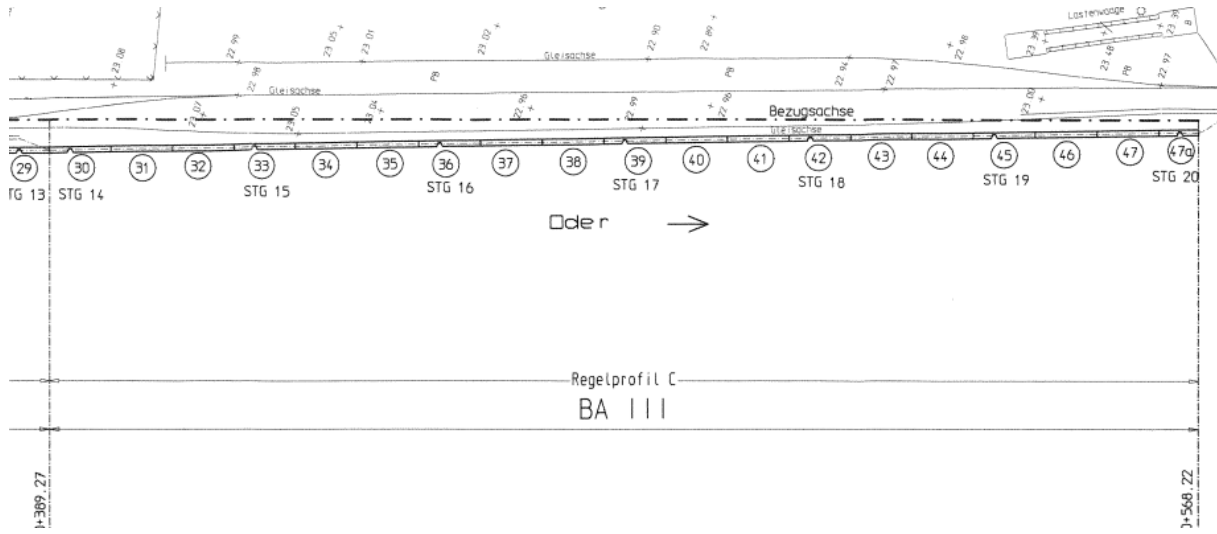


Abbildung 49 Regelprofil B

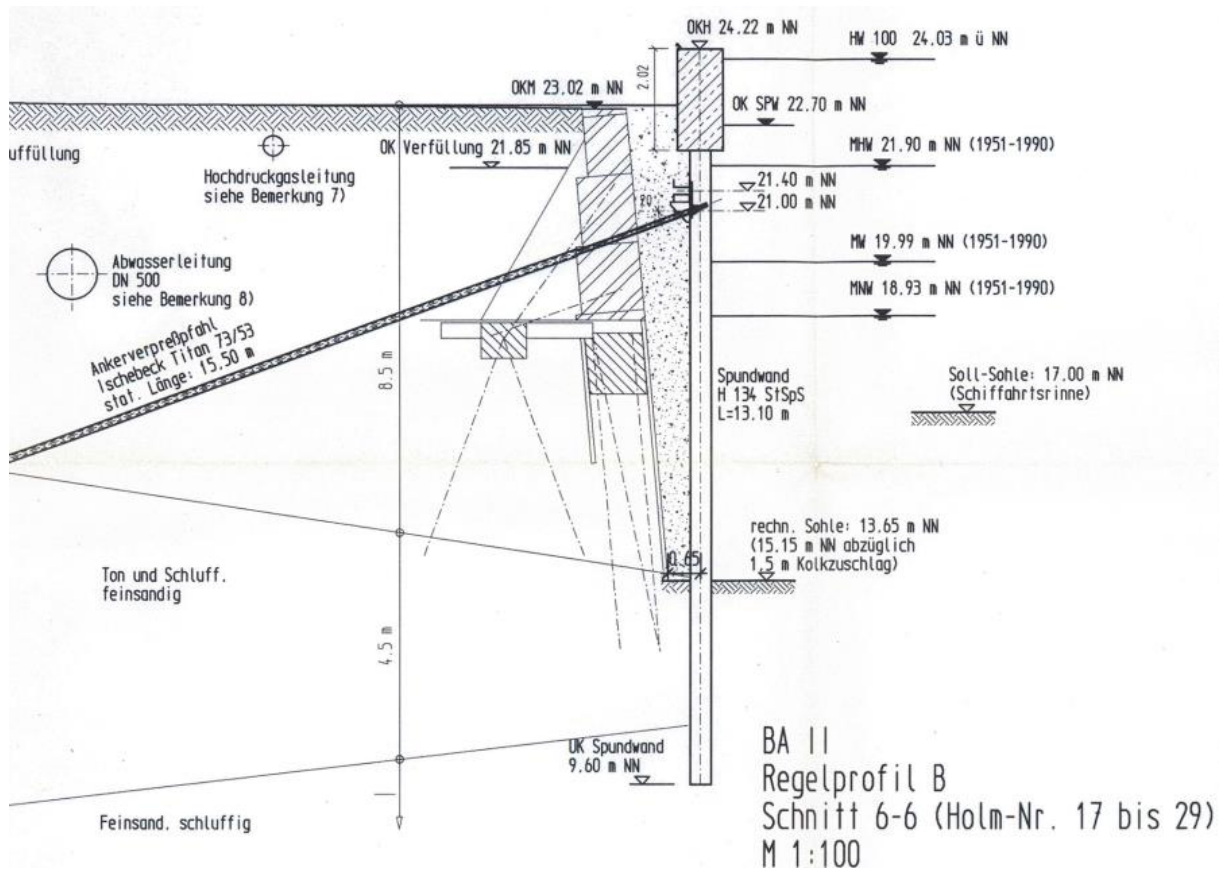
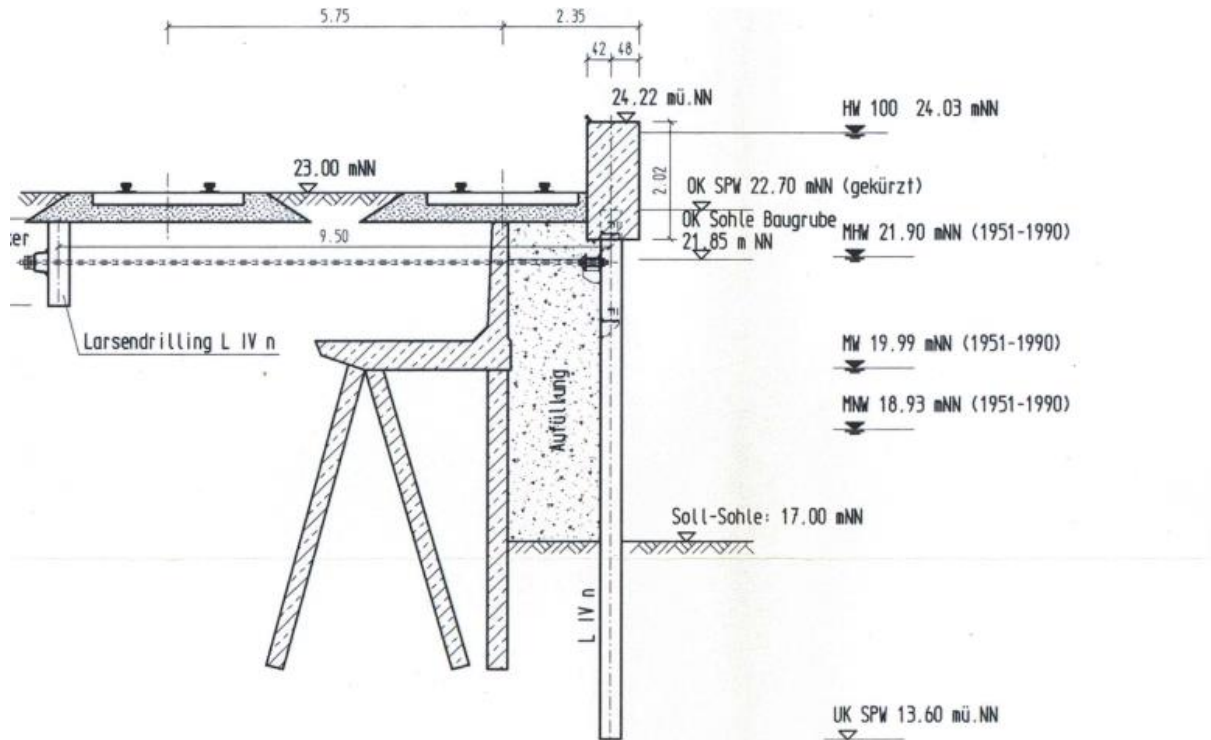


Abbildung 50 Regelprofil C



BA III  
 Regelprofil C  
 Schnitt Bollwerk (Holm-Nr. 30 bis 47a)  
 M 1:100

Anmerkung: Die in Abbildung 50 dargestellten Gleise sind nicht mehr in Betrieb.

### 6.3.2 Baugrundverhältnisse

Zur Verifizierung der Baugrundverhältnisse stehen folgende Gutachten zur Verfügung:

- [1] Baugrundgutachten Instandsetzung der Ufermauer in Frankfurt (Oder), Ingenieurbüro Köbsch, 15.10.1997
- [2] Geotechnischer Bericht Ufermauer in Frankfurt (Oder) im Bereich Stadtbrücke bis Hafen – Hohlraumerkundung -, Ingenieurbüro Köbsch, 08.10.1998
- [5] Geotechnischer Bericht zur Baugrundvoruntersuchung, Verbesserung des Hochwasserschutzes Frankfurt (Oder) auf ein HW 200, iKD Ingenieur – Consult GmbH Dresden, 10.12.2018

[1] und [2] wurden im Vorfeld der Ertüchtigungsmaßnahmen 1998/99 durchgeführt, [5] wurde im Zuge der Planungen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes beauftragt und im Oktober 2018 durchgeführt.

Abbildung 51 Im Projektgebiet durchgeführte Untersuchungen Gutachten [1]

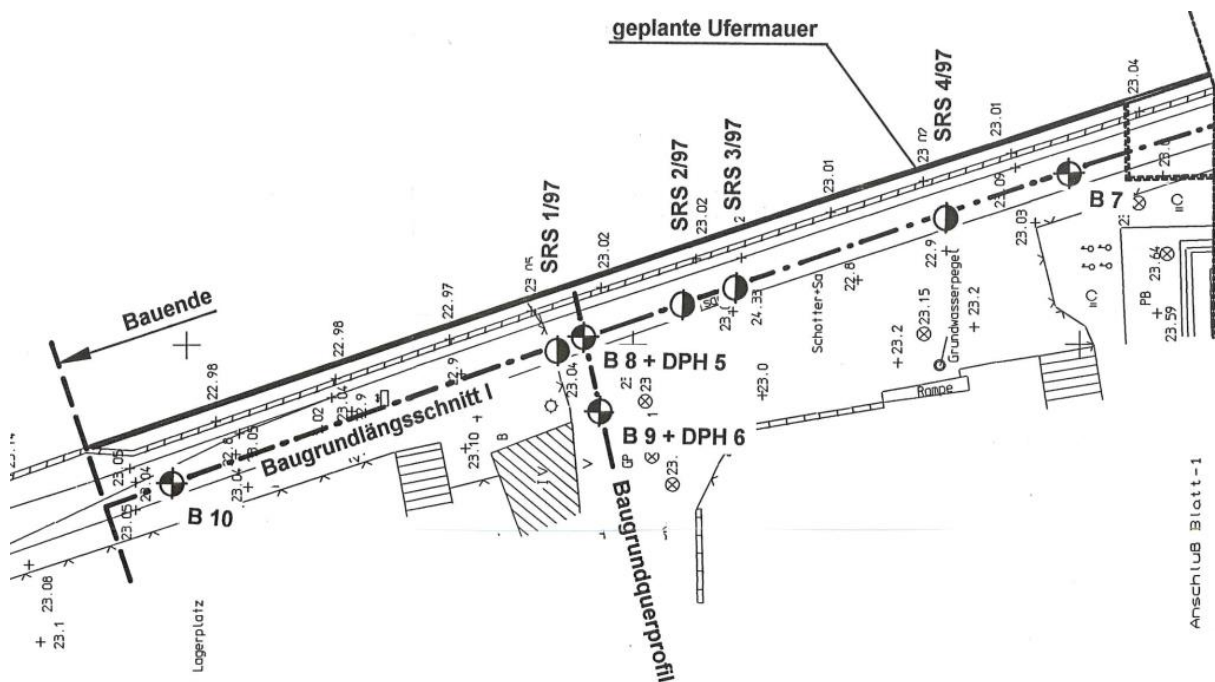


Abbildung 52 Bohrprofile

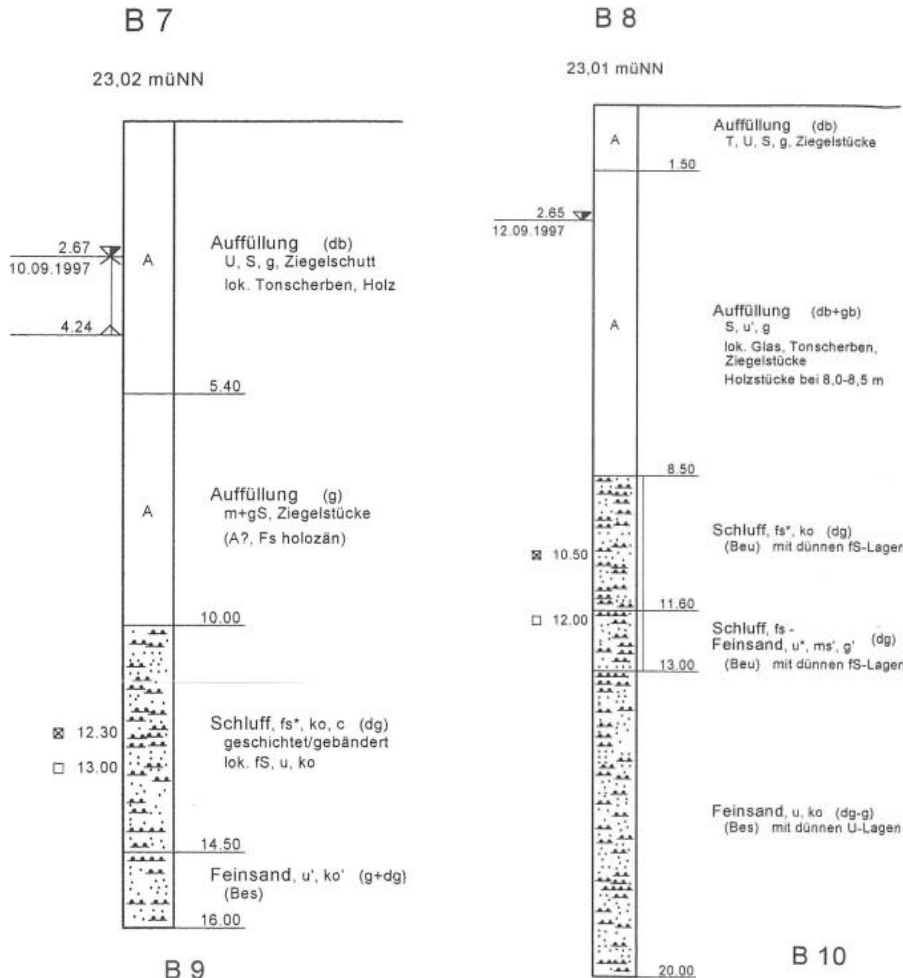


Abbildung 53 Bohrungen im Projektbereich Gutachten [1]

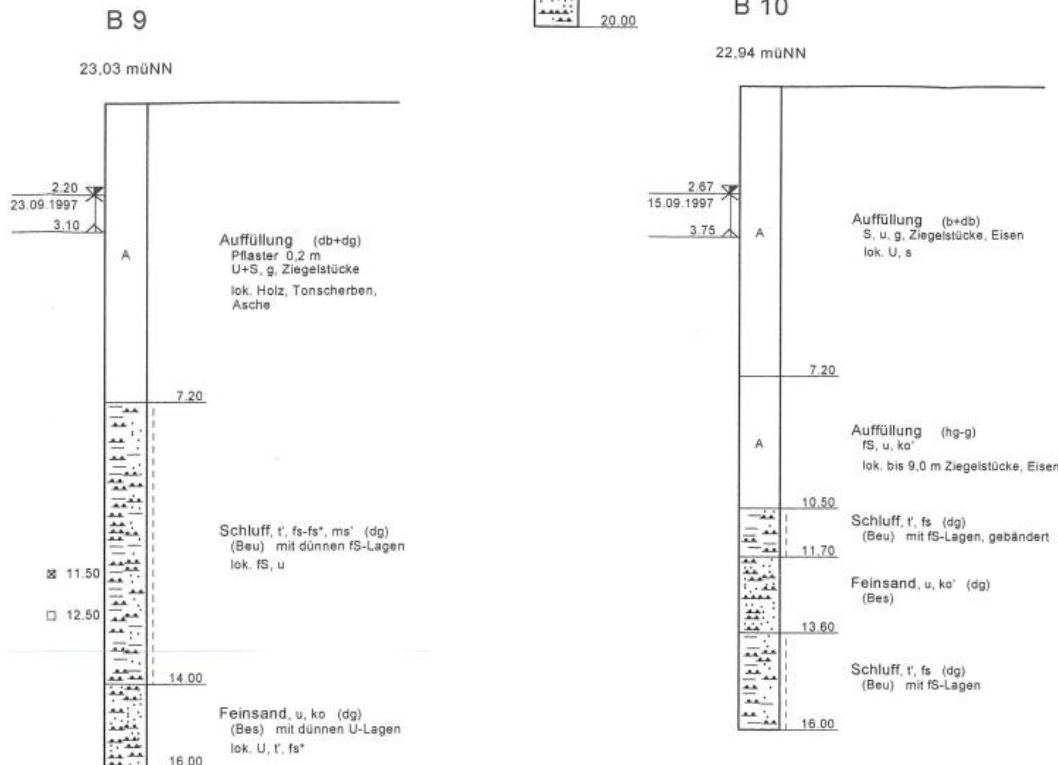


Tabelle 3 Bodenmechanische Kennwerte nach [1]:

	Auf- fü- lung,  bindig	Auf- fü- lung,  schwach und nicht bindig	Schluff orga- nisch  Auelehm Auesand	Ton und Schluff, fein- sandig  Becken- ton + Ge- schiebe- mergel/ Becken- schluff	Fein- sand, schluffig  Becken- sand/ Schmelz- wasser- sand
wirksamer Reibungs- winkel $\varphi'$ in °	25-27,5	30-32,5	25	21-23/ 25-27	32,5/ 35
wirksame Kohäsion $c'$ in kN/m <sup>2</sup>	5	-	4	20/ 6	4/ 0
natürliche Rohwichte $\gamma_n$ in kN/m <sup>3</sup>	14 - 18	14 - 18	14 - 18	19 - 21	18 - 19
Rohwichte unter Auftrieb $\gamma'$ in kN/m <sup>3</sup>	9-10	9-10	9-10	10	11
Steifemodul $E_s$ in MN/m <sup>2</sup>	7,5-10	7,5-15	5-15	12-20	30-60

Der Bericht [5] bezieht sich mit seinen Untersuchungen vorwiegend auf den Rückraum der Uferpromenade (Rückverlegung der Hochwasserschutzanlage).

Im Abschnitt 1 wurden in der Nähe der Römertreppe 2 Bohrungen durchgeführt (B7/lg F 30/97, B8/lg F 31/97 und B9/lg F 32/97).



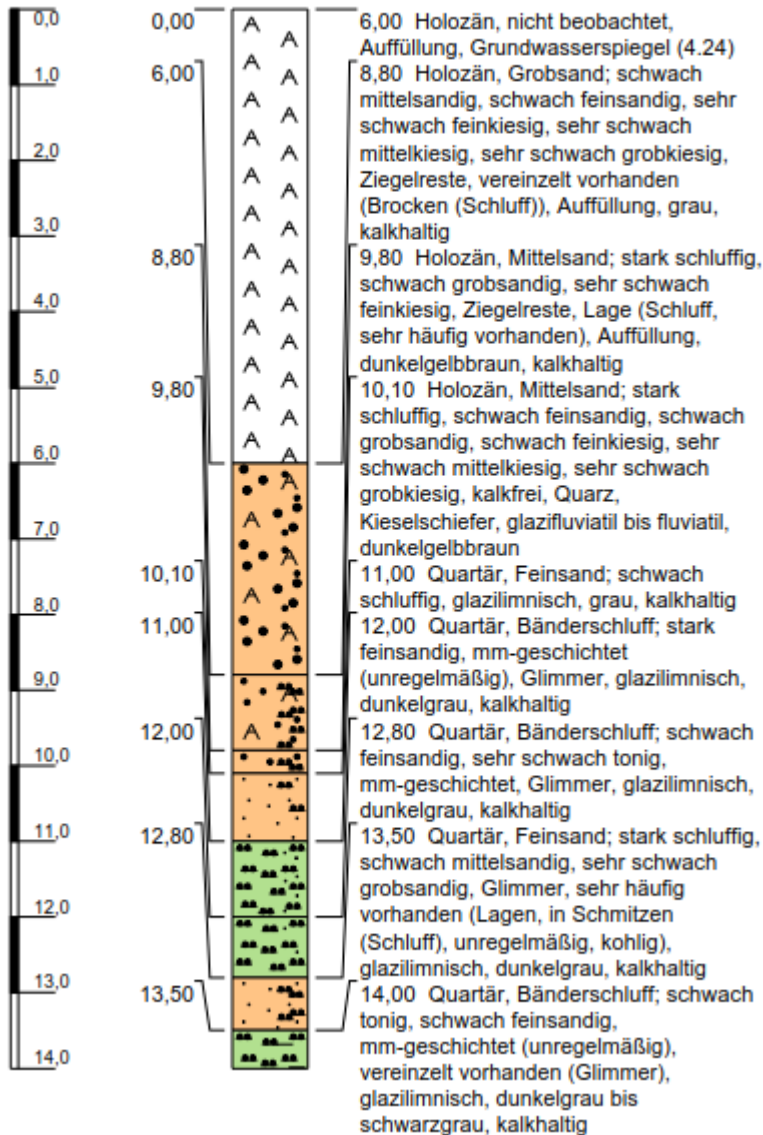
Abbildung 54 Lage der Bohrungen im Abschnitt 1 zu Bericht [5]



Abbildung 55 Bohrung B7 Bericht [5]

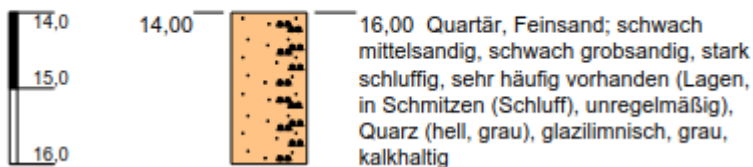
m u. GOK (23,03 m NN)

Ig F 30/97



m u. GOK (23,03 m NN)

Ig F 30/97



Zu den Bohrungen B8 und B9 liegen keine Bohrprofile vor.



Tabelle 4 Bodenklassifikation nach [5]

Schicht	Bezeichnung	Bodengruppe DIN 18196	Homogenbereich DIN 18300	Frostempfindlichkeit ZTVE-StB 17
S 1.1	Auffüllung, bindig bzw. gemischtkörnig mit plastischen Eigenschaften	[SU*, UL, UM]	A 1	F3
S 1.2	Auffüllung, gemischtkörnig, ohne bindige Eigenschaften	[SU, SU*, GU]	A 2	F2– F3
S 1.3	Auffüllung, grobkörnig	[SW, SE, GE, GI, GW]		F1
S 2.2	mittel plastischer Schluff / Ton	UM, TM	B 1	F3
S 2.3	ausgeprägt plastischer Schluff / Ton	UA, TA, UA-OT, TA-OT	B 2	F2
S 3.1	Sand, plastische Eigenschaften	SU*	B 1	F 3
S 3.2	Sande, Kiese ohne plastische Eigenschaften	SU, SU-SU*	C	F2 – F3 (F1)
S 5.1	Schluff / Ton, organisch	UA-OT, TA-OT	B 2	F2
S 5.2	Torf	HN-HZ	D	-

Tabelle 5 Bodenkennwerte nach [5]

Schicht	Bodenart	$k_f$	$cal \gamma / cal \gamma'$	$cal \phi'$	$cal c'$	$E_s$
	DIN 18196	[m/s]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]
S 1.1 S 3.1	[SU*, UL, UM]	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-6}$	19,0 / 9,0 (w) 20,0 / 10,0 (st)	22,5	0 (w) 5 (st)	1-2,5 (w) 2,5-5 (st)
S 1.2	[SU, SU*, GU]	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-5}$	17,0 / 11,5	30,0	0	5 - 10
S 1.3	[SW, SE, GE, GI, GW]	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-3}$	19,0 / 11,0	32,5	0	10 - 20
S 2.2	UM, TM	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-7}$	18,0 / 8,0 (w)19,0 9,0 (st)	25,0	0 (w) 5 (st)	1-2,5 (w) 2,5-5 (st)
S 2.3 / S 5.1	UA-OT, TA-OT	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-7}$	19,0 / 9,0 (hf)	15,0	6 - 20	5-10
S 3.2	SU, SU-SU*	$1 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-4}$	16,5 / 9,0	30,0	0	10 - 30
S 5.2	HN-HZ	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-5}$	11 / 1	15	0	1 - 2

**Erläuterungen zur Bodenkennwert-Tabelle:**

cal  $\gamma$  ... Wichte, erdfeucht,  
 cal  $\gamma'$  ... Wichte, unter Auftrieb,  
 cal  $\phi'$  ... Reibungswinkel,  
 cal  $c'$  ... Kohäsion,  
 $E_s$  ... Steifemodul, Spannungsbereich 100 – 400 kN/m<sup>2</sup>,  
 (...) ... Angabe der Bodenart in Klammern; tritt nur untergeordnet auf,  
 Abkürzung Konsistenz: br ... breiig, w ... weich, st ... steif

## 6.4 Untersuchungsergebnisse

### 6.4.1 Vorbemerkungen

Im Untersuchungsbereich Abschnitt 1 wurden zwei Typen von Spundbohlen und Ankern eingebaut (siehe auch Abbildung 49 und Abbildung 50).

#### Regelprofil B (BA II):

Spundwand H 134 StSpS L = 13,10 m

Verpresspfahl Ischebeck Titan 73/53 stat. Länge 15,50 m Neigung 20°

#### Regelprofil C (BA III):

Spundwand L IV n L = 9,10 m

Horizontalanker

Im Abschnitt 1 wurden 17 Messpunkte (Nr. 7 bis Nr. 23, Abstand ca. 15 - 20 m) definiert und gekennzeichnet. Dort wurden die Schichtdickenmessungen durchgeführt.

### 6.4.2 Sichtkontrolle

Bei der Sichtkontrolle wurden die Spundbohlen und Ankerköpfe von der Wasserseite aus inspiziert.

Im gesamten Abschnitt wurde Oberflächenkorrosion festgestellt. In der Wasserwechselzone treten starke Abrostungen der Spundwände in plattiger Form auf, bereichsweise ließen sich diese Rostflächen abschälen bzw. abblättern.

Die Ankerköpfe waren teilweise ohne Abdeckung, stark korrodiert. Bei einzelnen Ankern hingen die Köpfe lose vor der Spundwand, so dass angenommen werden muss, dass die betreffenden Anker gerissen und/oder entspannt sind oder die äußere Tragfähigkeit nicht mehr gegeben ist (Baugrundversagen).

Der Beginn der Sichtkontrolle im Abschnitt 1 erfolgte ab ca. Fluss-km 584,7 (Messpunkt 7). Der letzte Messpunkt des Abschnittes 1 liegt ca. bei Fluss-km 584,4 (Messpunkt 23), Untersuchungsrichtung stromaufwärts.

Die Schadensbeschreibungen erfolgen in Anlage 1.

### 6.4.3 Schichtdickenmessung

Die Messungen wurden ca. 0,5 - 1,0 m oberhalb der Wasserwechselzone durchgeführt, da dort aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit (lose Roststellen, plattige Abrostungen) keine fehlerfreie Messung möglich war.

Die Nummerierung der Messstellen im Abschnitt 1 umfasst Nr. 7 bis Nr. 23 (Nummerierung stromaufwärts).

Der Teilbereich BA III (Regelprofil C, Länge ca. 180 m) des Abschnittes 1 umfasst die Messungen Nr. 7 bis 14, der Teilbereich BA II (Regelprofil B, Länge ca. 120 m) des Abschnittes 1 umfasst die Messungen Nr. 15 bis 23.

Tabelle 6 Ergebnisse Schichtdickenmessungen Abschnitt 1

BA (alt)	Messung Nr.	Spundwand Typ	Soll-Dicke	IST-Dicke
			mm	mm
III	7	L 4 n	15,50	9,40
III	8	L 4 n	15,50	10,10
III	9	L 4 n	15,50	5,20
III	10	L 4 n	15,50	5,50
III	11	L 4 n	15,50	4,90
III	12	L 4 n	15,50	4,80
III	13	L 4 n	15,50	4,90
III	14	L 4 n	15,50	4,80
II	15	H 134	10,00	3,80
II	16	H 134	10,00	5,10
II	17	H 134	10,00	4,70
II	18	H 134	10,00	4,70
II	19	H 134	10,00	4,20
II	20	H 134	10,00	4,40
II	21	H 134	10,00	7,90
II	22	H 134	10,00	7,50
II	23	H 134	10,00	8,80

Tabelle 7 Medianwerte der Messungen (Restdicken) Abschnitt 1

BA (alt)	Messung Nr.	Spundwand Typ	Soll-Dicke	IST-Dicke
			mm	mm
III	12	L 4 n	15,50	4,80
III	14	L 4 n	15,50	4,80
III	11	L 4 n	15,50	4,90
III	13	L 4 n	15,50	4,90
III	9	L 4 n	15,50	5,20
III	10	L 4 n	15,50	5,50
III	7	L 4 n	15,50	9,40
III	8	L 4 n	15,50	10,10
				<b>5,05</b>
II	15	H 134	10,00	3,80
II	16	H 134	10,00	5,10
II	19	H 134	10,00	4,20
II	20	H 134	10,00	4,40
II	17	H 134	10,00	4,70
II	18	H 134	10,00	4,70
II	22	H 134	10,00	7,50
II	21	H 134	10,00	7,90
II	23	H 134	10,00	8,80
				<b>4,70</b>

Die Medianwerte werden für die Nachrechnung des IST-Zustandes angesetzt (siehe Anlage 2).

Die Abrostungsraten (bezogen auf die Soll-Dicken) liegen bei ca. 67 % (BA III) bzw. 53 % (BA II).

Die jährliche Abrostung beträgt ca.:

**BA III** Einbau ca. 1953, Lebensdauer bisher ca. 65 Jahre, Abrostung ca. 0,16 mm/Jahr

**BA II** Einbau ca. Mitte bis Ende 1990er, Lebensdauer bisher ca. 25 Jahre, Abrostung ca. 0,20 mm/Jahr

## 6.5 Nachrechnung IST-Zustand

### 6.5.1 Grundlagen

Den Berechnungen lagen folgende Unterlagen zugrunde:

Siehe 2 Planungsgrundlagen sowie die bauaufsichtlich eingeführten technischen Baubestimmungen in der aktuellen Fassung

- DIN EN 1990 inkl. NA
- DIN EN 1991 inkl. NA
- DIN EN 1997 inkl. NA
- DIN 1054
- EAU 2012

### 6.5.2 Ansätze und Annahmen

Die Nachrechnungen erfolgen mit den gemessenen Restdicken (Medianwerte).

Die geometrischen Verhältnisse werden gemäß [14], [15] angesetzt.

Die Bodenkennwerte werden gemäß [1], [2] angesetzt.

Zur Nachrechnung wird die Software GGU-RETAIN der GGU-Software GmbH verwendet. Um das statische Modell zu kalibrieren, wird vorab eine Berechnung ohne Abrostung durchgeführt. Darauf aufsetzend wird anschließend der IST-Zustand (reduzierter Querschnitt) untersucht.

Der Horizontalzugstab in Regelprofil C wird im Modell vereinfacht als Auflager/Steife angenommen.

#### 6.5.2.1 Teilabschnitt BA II (alt)

Regelprofil B:

Spundwand H 134 StSpS L = 13,10 m



Tabelle 8 Profilwerte H 134 (Sollwerte)

Profilwerte			
Bezeichnung		Einheit	
Widerstandsmoment	W	cm <sup>3</sup> /m	1700,00
Trägheitsmoment	I	cm <sup>4</sup> /m	25500,00
Gewicht		kg/m	70,40
		kg/m <sup>2</sup>	134,00
Breite	b	mm	525,00
Pofilhöhe	h	mm	300,00
Flanschdicke	t <sub>f</sub>	mm	10,00
Stegdicke	t <sub>w</sub>	mm	9,50
Fläche	A	cm <sup>2</sup> /m	171,00

Verpresspfahl Ischebeck Titan 73/53 stat. Länge 15,50 m Neigung 20°

Ankerabstand ca. 2,0 m

#### Lastannahmen

Erddruck gemäß Bohrprofilen (ermittelt Programm)

Wasserspiegel flussseitig = Höhe Sohle (ungünstig), Wasserspiegel landseitig + 0,50 m (gemäß [1], [2], [5])

Auflasten:

Betonholm 25 kN/m<sup>3</sup> x 2,02 m x 0,9 m = 45,5 kN/m

16,7 kN/m<sup>2</sup> (LKW-Verkehr, Nutzlast, Annahme Lieferverkehr möglich LKW 30-t)

#### **6.5.2.2 Teilabschnitt BA III (alt)**

Regelprofil C:

Spundwand L IV n L = 9,10 m

Tabelle 9 Profilwerte L IV n (Sollwerte)

<b>Profilwerte</b>			
Bezeichnung		Einheit	
Widerstandsmoment	W	cm <sup>3</sup> /m	2500,00
Trägheitsmoment	I	cm <sup>4</sup> /m	55010,00
Gewicht		kg/m	86,20
		kg/m <sup>2</sup>	172,00
Breite	b	mm	500,00
Pofilhöhe	h	mm	440,00
Flanschdicke	t <sub>f</sub>	mm	15,50
Stegdicke	t <sub>w</sub>	mm	10,00
Fläche	A	cm <sup>2</sup> /m	219,00

Horizontalanker

### Lastannahmen

Erddruck gemäß Bohrprofilen (ermittelt Programm)

Wasserspiegel flussseitig = Höhe Sohle (ungünstig), Wasserspiegel landseitig + 0,50 m (gemäß [1], [2], [5])

Auflasten:

Betonholm 25 kN/m<sup>3</sup> x 2,02 m x 0,9 m = 45,5 kN/m

16,7 kN/m<sup>2</sup> (LKW-Verkehr, Nutzlast)

Berechnungsausdrucke siehe Anlage 2

### 6.5.3 Interpretation der Berechnungsergebnisse

Die Berechnungen wurden nach aktueller Vorschrift DIN EN 1997 durchgeführt.

Um das Modell für den IST-Zustand zu kalibrieren, wurden je Regelschnitt eine Vorberechnung durchgeführt. Dabei wurden diverse Parameter (Ausnahme Bodenkennwerte und Materialien) variiert, um einen Zustand zu erreichen, der der aktuellen Situation am nächsten kommt.

Allerdings wurde bei Festeingabe der verwendeten Spundwandlängen keine Konvergenz der Berechnungen erreicht. Nach Freigabe der fixen Spundwandlängen wurden Abmessungen errechnet, die ca. 2,0 m länger sind, als die eingebauten Bohlen. Diese Ergebnisse sind vermutlich auf Unterschiede in den Ansätzen und Lastfaktoren, Sicherheitsbeiwerten zwischen alten und neuen Normen zurückzuführen.

Die weiteren Berechnungen erfolgten auf der Grundlage der Ausgangsmodelle mit verlängerten Spundwänden.

Die jeweiligen Abrostungen der Spundwandprofile können im Programm eingegeben werden, die Ermittlung der neuen Querschnittswerte erfolgt programmintern. Sonstige Randbedingungen des Modells bleiben unverändert.

Je Regelschnitt wurden die Lastfälle LKW und/oder Fußgänger/Radfahrer untersucht.

**Die Standsicherheit der Spundwände im Abschnitt 1 konnte in keinem der Modelle mit reduziertem Querschnitt (Abrostung) rechnerisch nachgewiesen werden.**

## 6.6 Schlussfolgerungen Abschnitt 1

### 6.6.1 Numerische Untersuchung

Die verwendeten Spundwandlängen (IST-Zustand) konnten nicht nachgewiesen werden, der Nachweis gelang mit verlängerten Spundbohlen (ohne Abrostung).

Mit den aktuellen Werten der Restquerschnitte (Abrostung) konnten die Spundwände nicht nachgewiesen werden (die zulässigen Biegemomente wurden überschritten).

### 6.6.2 Sichtkontrolle

Bei der Messung der vorhandenen Schichtdicken wurden erhebliche Querschnitts-minderungen gemessen.

Die Abrostungen sind flächig vorhanden, in der Wasserwechselzone wurden großflächig abblätternde Roststellen festgestellt.

Die Bauteildickenminderung liegt großflächig bei  $> 25\%$   $\Rightarrow$  SK 4<sup>4</sup>.

Alle Ankerköpfe sind ebenfalls stark korrodiert, teilweise fehlen Abdeckungen bzw. hängen die Köpfe lose aus der Spundwand. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Anker nicht mehr tragen (innere oder äußere Tragfähigkeit nicht mehr vorhanden).

Verformungen der Spundwand (Ausbauchungen, Beulen, Schiefstellungen, Risse etc.) wurden bei der visuellen Kontrolle nicht festgestellt.

### 6.6.3 Fazit

Aufgrund der hohen Abrostungsraten kann keine seriöse Aussage zur Reststandzeit der Spundbohlen im Abschnitt 1 gemacht werden.

Im Zuge der Verbesserung des Hochwasserschutzes sollten die Bauteile kurzfristig komplett durch geeignete Konstruktionen ersetzt (Ersatzneubau) werden.

---

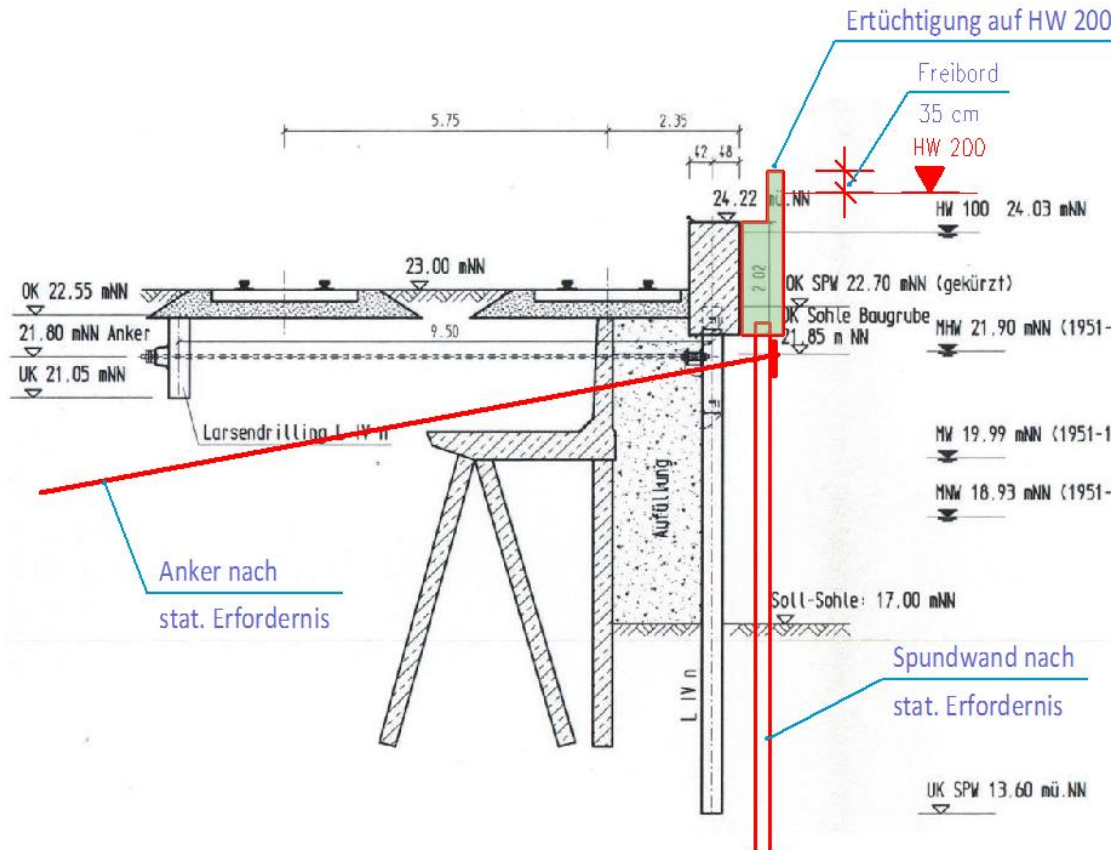
<sup>4</sup> Die Tragfähigkeit und/oder Gebrauchstauglichkeit des Bauteils sind nicht mehr gegeben. Schaden, der eine akute Gefährdung für die Menschen darstellt und/oder die Nutzung dieses Bauteils nicht mehr möglich macht. Während der Bauwerksprüfung sind sofortige Maßnahmen erforderlich, welche die Gefahr für Leib und Leben ausschließen bzw. abwenden.

## 6.7 Varianten Ersatzneubau Abschnitt 1

### 6.7.1 Variante 1

#### 6.7.1.1 Technische Lösung

Abbildung 56 Prinzipskizze Variante 1



#### Bauweise

Vorgesetzte Spundwand (verankert) mit Stahlbetonholm.

#### Vorteile

- Einfache Bauweise
- Geringer Eingriff in Uferanlagen/Straße
- Alle Arbeiten können von der Wasserseite ausgeführt werden
- Alte Spundwand muss nicht rückgebaut werden
- Kein temporärer Spundwandkasten erforderlich

## Nachteile

- Verringerung des Gewässerquerschnitts
- Rammen der Spundwände nicht möglich (Erschütterungen, Lärm)
- Höhere Kosten und längere Bauzeit aufgrund Bauverfahren (Einpressen)
- Alte Spundwände konnten teilw. nicht auf erf. Einbindetiefen gebracht werden (Hindernisse)

### **6.7.1.2 Schätzung Baukosten (Brutto)**

Ca. 3.3 Mio. EUR (11.000,00 EUR / lfd. m) siehe auch Anlage 3

### **6.7.1.3 Schätzung Bauzeit**

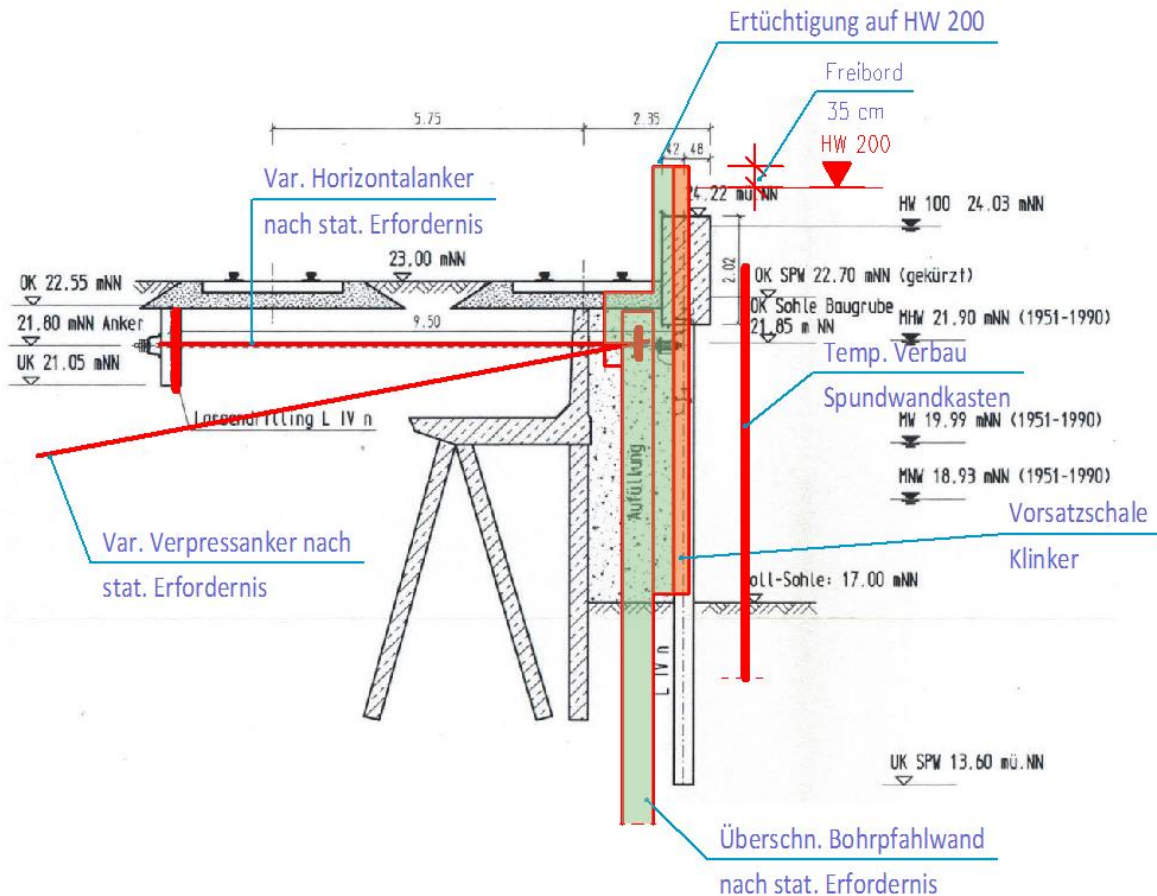
Ca. 14 Monate



## 6.7.2 Variante 2a

### 6.7.2.1 Technische Lösung

Abbildung 57 Prinzipskizze Variante 2a



### Bauweise

Überschnittene Bohrpfehlwand (verankert) mit Vorsatzschale (Klinkermauerwerk in Anlehnung an das historische Vorbild). Als Verankerung können Horizontalanker oder Verpressanker zur Anwendung kommen.

### Vorteile

- Einfache Bauweise
- Geringer Eingriff in Uferanlagen/Straße bei Variante Verpressanker
- Kein Eingriff in Gewässerquerschnitt
- Erschütterungsarme Bauweise

### Nachteile

- Alte Spundwand muss rückgebaut werden
- Temporärer Spundwandkasten erforderlich

#### **6.7.2.2 Schätzung Baukosten (Brutto)**

Ca. 5.96 Mio. EUR (19.880,00 EUR / lfd. m) siehe auch Anlage 3

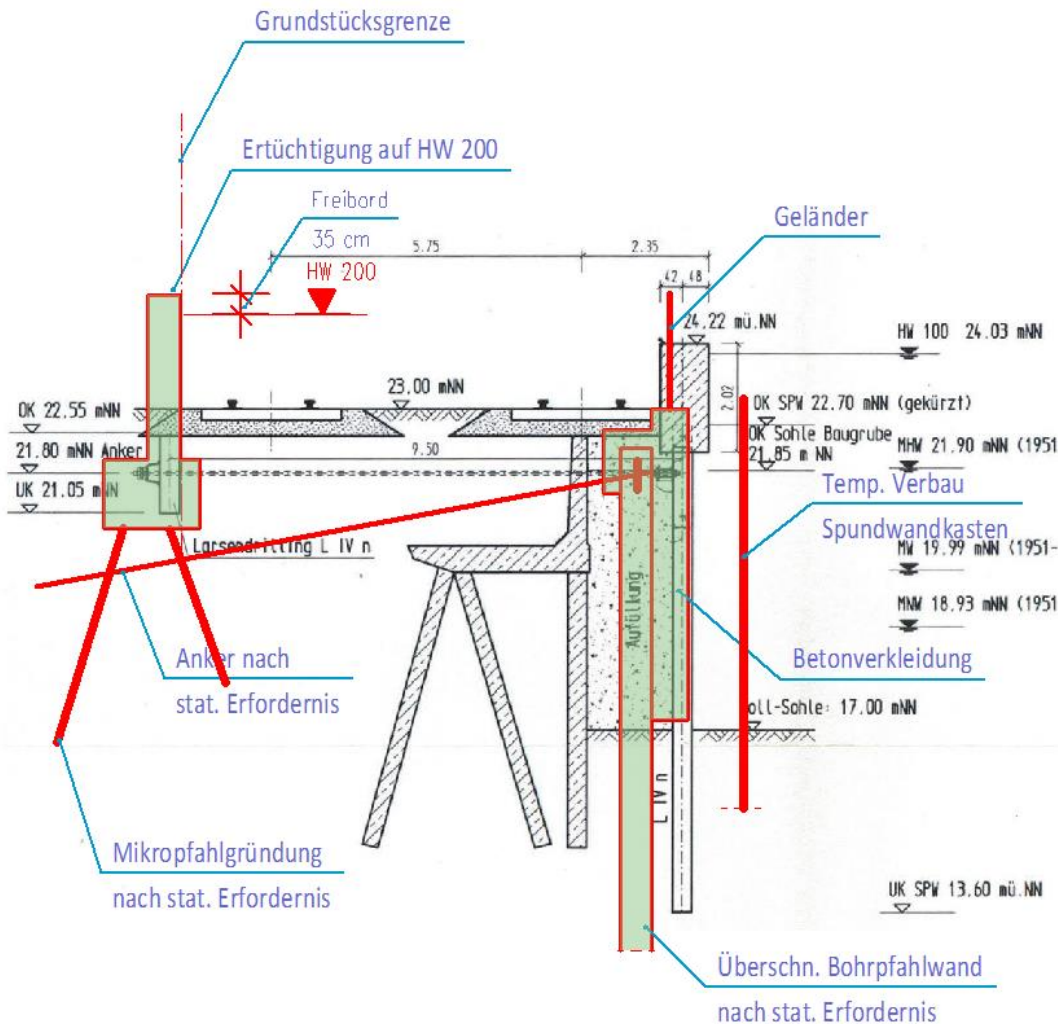
#### **6.7.2.3 Schätzung Bauzeit**

Ca. 18 Monate

## 6.7.3 Variante 2b

### 6.7.3.1 Technische Lösung

Abbildung 58 Prinzipskizze Variante 2b



### Bauweise

Überschnittene Bohrfpahlwand (verankert) mit Vorsatzschale (Klinkermauerwerk in Anlehnung an das historische Vorbild oder Sichtbeton) mit zurückgesetztem Hochwasserschutz

### Vorteile

- Geringer Eingriff in Uferanlagen/Straße
- Kein Eingriff in Gewässerquerschnitt
- Erschütterungsarme Bauweise

### Nachteile

- Alte Spundwand muss rückgebaut werden
- Temporärer Spundwandkasten erforderlich
- Baumaßnahme teilw. auf Privatgrund oder Verringerung des Straßenquerschnitts
- Überflutung der Straße wird in Kauf genommen (Unterspülungen möglich)
- Baubehinderungen infolge Leitungen etc. für Gründung HWS-Wand
- Sichteinschränkung Privatgrundstücke

#### **6.7.3.2 Schätzung Baukosten (Brutto)**

Ca. 6.9 Mio. EUR (22.900,00 EUR / lfd. m) siehe auch Anlage 3

#### **6.7.3.3 Schätzung Bauzeit**

Ca. 18 Monate



### Nachteile

- Alte Spundwand muss rückgebaut werden
- Temporärer Spundwandkasten erforderlich
- Großer Eingriff in Uferanlage/Straße erforderlich
- Baubehinderungen infolge Leitungen etc. für Baugrube
- Zusätzliche überschnittene Pfahlwand erforderlich (Ufersicherung, Abdichtung)
- Rückbau der alten Anlagen (Winkelstützwand etc.) erforderlich

#### 6.7.4.2 Schätzung Baukosten (Brutto)

Ca. 5.4 Mio. EUR (17.900,00 EUR / lfd. m) siehe auch Anlage 3

#### 6.7.4.3 Schätzung Bauzeit

Ca. 20 Monate

#### 6.7.5 Wertung der Varianten / Vorzugsvariante

Tabelle 10 Wertung der Varianten

Variante	Bauweise	Bauzeit	Kosten	Ästhetik
1	+	++	++	-
2a	++	+	+	++
2b	-	+	-	+
3	-	-	+	+

Unter Berücksichtigung der u. a. in Tabelle 10 aufgeführten Kriterien schlagen wir vor, Variante 2a als Vorzugsvariante für die weiteren Planungen zu berücksichtigen.

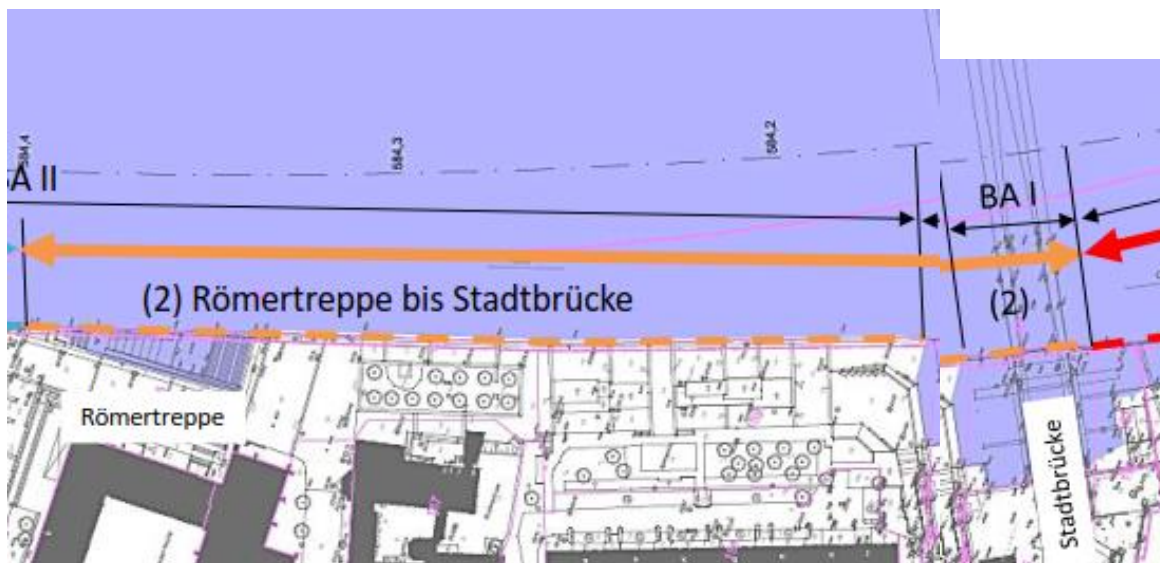


## 7 Untersuchung und Beurteilung der Spundwand im Abschnitt 2

### 7.1 Lage des Abschnittes

Der zu untersuchende Abschnitt befindet sich im (nach alter Bezeichnung) BA I und teilweise im BA II. Nach neuer Bezeichnung ist das der Abschnitt (2) Römertreppe bis Stadtbrücke (ca. Fluss-km 584,4 bis 584,15).

Abbildung 60 Lage des Abschnittes 2



Die Länge des Abschnittes beträgt ca. 250 m.

Der Abschnitt wurde Ende der 1990er Jahre erneuert.

## 7.2 Zusammenfassung der Ergebnisse Sichtkontrolle Stahlbetonholm im Abschnitt 2

Im Juli 2018 wurden durch die SGHG Ingenieurdiagnostik Bautechnik GmbH Dresden Sichtkontrollen des Betonholmes auf gesamter Länge (Einteilung im Bericht der SGHG: Abschnitte A bis F) durchgeführt.

Der hier behandelte Abschnitt 2 befindet sich in den Abschnitten E/D des Gutachtens Sichtkontrolle Betonholm.

Der Betonholm des Abschnittes 2 wurde im Ergebnis der Untersuchungen in die Schadensklasse SK 2 eingestuft.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind in [6] detailliert beschrieben.

## 7.3 IST-Zustand

### 7.3.1 Uferwand / Spundwand

Im Abschnitt 2 wurden 2 Spundwandtypen eingebaut:

- Bis Stadtbrücke Spundwandprofil H 134
- Im Bereich Stadtbrücke (Brückenpfeiler) Spundwandprofil AZ 18 S 355

Abbildung 61 Lage der Regelprofile (Spundwandabschnitte) im Abschnitt 2

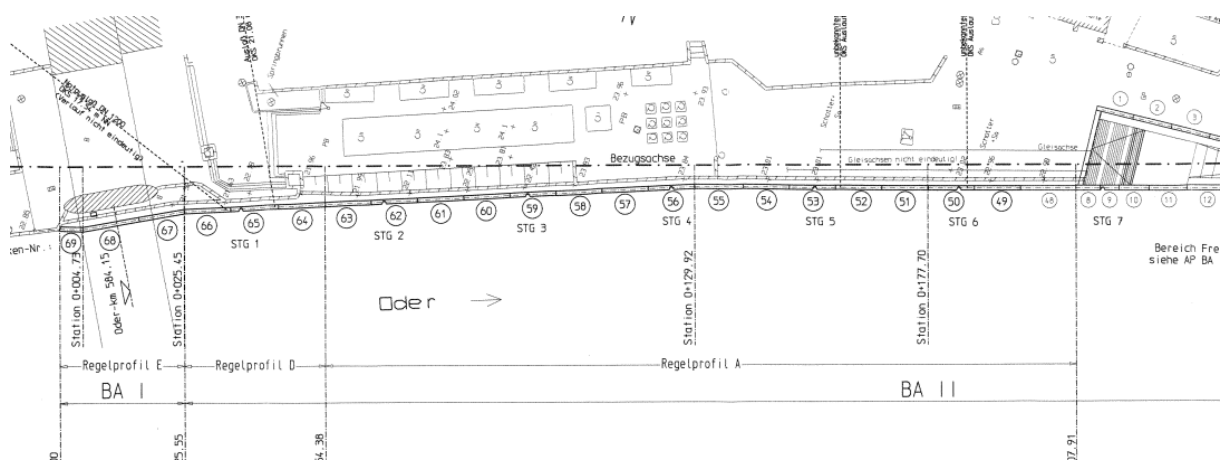


Abbildung 62 Regelprofil E (Brückenpfeiler)

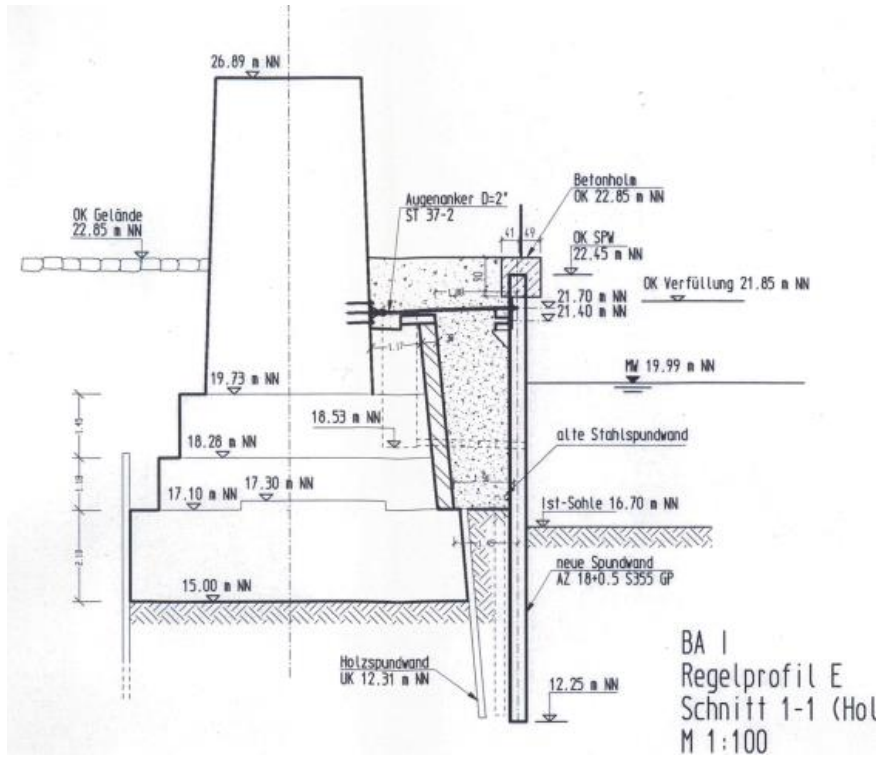


Abbildung 63 Regelprofil D

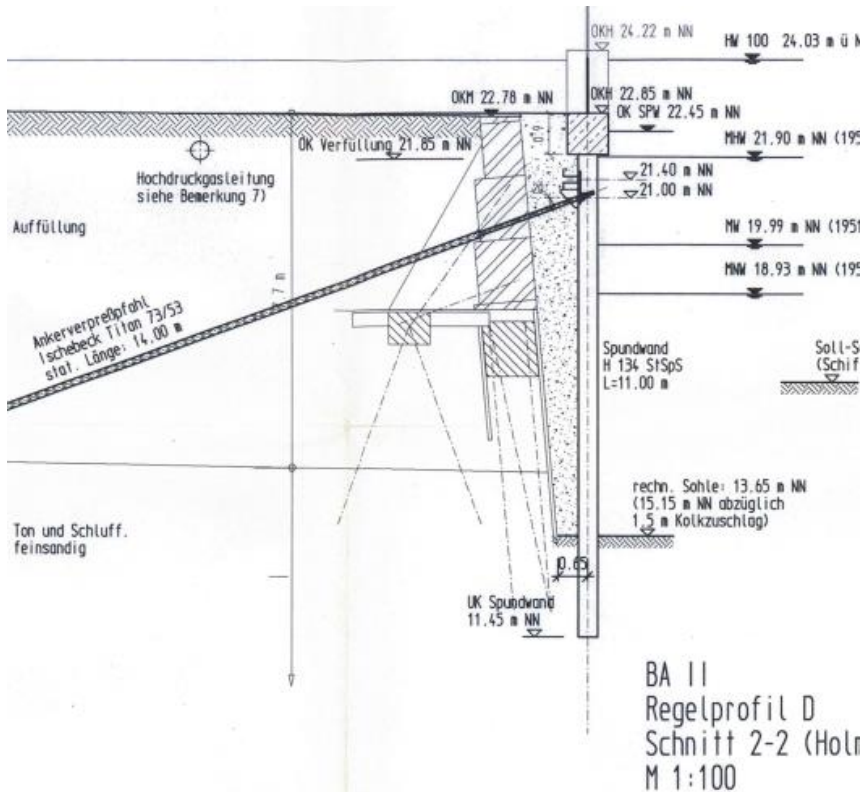
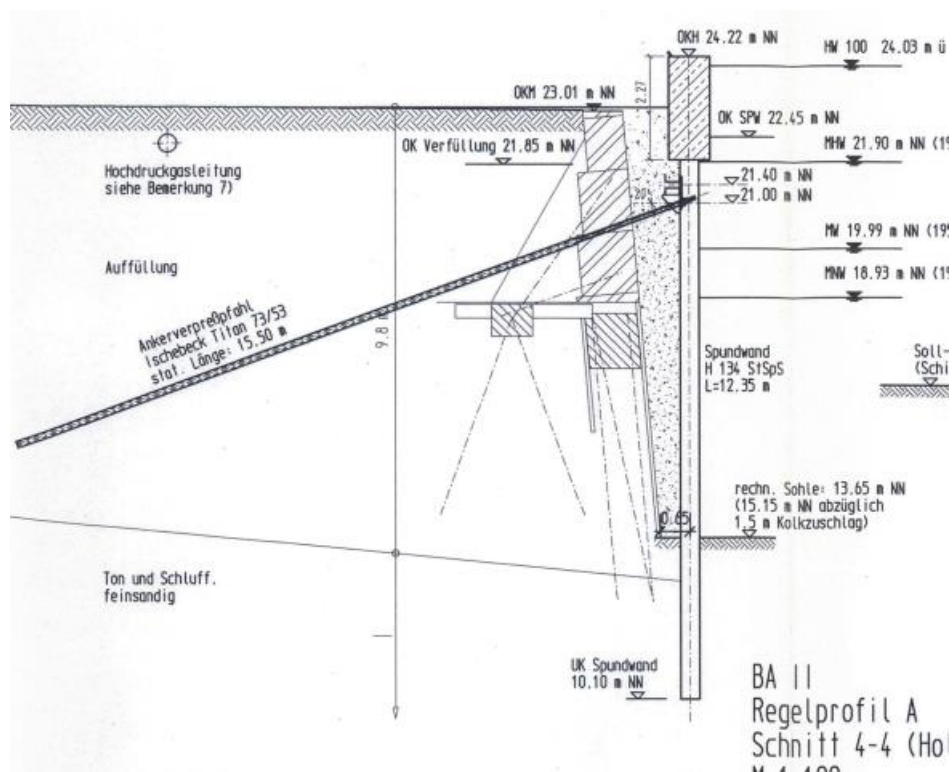


Abbildung 64 Regelprofil A



### 7.3.2 Baugrundverhältnisse

Siehe 6.3.2 und [2] sowie [5].

## 7.4 Untersuchungsergebnisse

### 7.4.1 Vorbemerkungen

Im Untersuchungsbereich Abschnitt 2 wurden zwei Typen von Spundbohlen und Ankern eingebaut (siehe auch Abbildung 62, Abbildung 63, Abbildung 64).

#### Regelprofil E:

Spundwand AZ 18 S 355 GP L = 10,20 m

Horizontalanker D = 2" St 37-2

#### Regelprofil D:

Spundwand H 134 StSpS L = 11,0 m

Verpressanker Ischebeck Titan 73/53 L = 14,00 m Ankerneigung 20°

### Regelprofil A:

Spundwand H 134 StSpS L = 11,45 m

Verpressanker Ischebeck Titan 73/53 L = 15,50 m Ankerneigung 20°

Im Abschnitt 2 wurden die Messpunkte Nr. 24 bis Nr. 45, Abstand ca. 15 - 20 m, definiert und gekennzeichnet. Dort wurden die Schichtdickenmessungen durchgeführt.

#### **7.4.2 Sichtkontrolle**

Bei der Sichtkontrolle wurden die Spundbohlen und Ankerköpfe von der Wasserseite aus inspiziert.

Im gesamten Abschnitt wurde Oberflächenkorrosion festgestellt. In der Wasserwechselzone treten stärkere Abrostungen der Spundwände in plattiger Form auf, teilweise abblättern.

Die Ankerköpfe waren teilweise korrodiert. Bei einzelnen Ankern hingen die Köpfe lose vor der Spundwand, so dass angenommen werden muss, dass die betreffenden Anker gerissen oder entspannt sind.

Die Untersuchung erfolgt stromaufwärts.

Die Schadensbeschreibungen erfolgen in Anlage 1.

#### **7.4.3 Schichtdickenmessung**

Die Messungen wurden ca. 0,5 - 1,0 m oberhalb der Wasserwechselzone durchgeführt, da dort aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit (lose Roststellen, plattige Abrostungen) keine fehlerfreie Messung möglich war.

Tabelle 11 Ergebnisse Schichtdickenmessung Abschnitt 2

Messung Nr.	Spundwand Typ	Soll-Dicke mm	IST-Dicke mm
24	H 134	10,00	9,50
25	H 134	10,00	9,50
26	H 134	10,00	9,50
27	H 134	10,00	9,00
28	H 134	10,00	9,00
29	H 134	10,00	9,00
30	H 134	10,00	9,30
31	H 134	10,00	9,00
32	H 134	10,00	9,00
33	H 134	10,00	9,00
34	H 134	10,00	9,30
35	H 134	10,00	9,50
36	H 134	10,00	9,40
37	H 134	10,00	9,40
38	H 134	10,00	9,50
39	H 134	10,00	9,60
40	H 134	10,00	9,50
41	H 134	10,00	9,40
42	AZ 18	9,50	5,70
43	AZ 18	9,50	9,00
44	AZ 18	9,50	9,00
45	AZ 18	9,50	6,00



Tabelle 12 Medianwerte der Messungen (Restdicken) Abschnitt 2

Messung Nr.	Spundwand Typ	Soll-Dicke mm	IST-Dicke mm
24	H 134	10,00	9,50
25	H 134	10,00	9,50
26	H 134	10,00	9,50
27	H 134	10,00	9,00
28	H 134	10,00	9,00
29	H 134	10,00	9,00
30	H 134	10,00	9,30
31	H 134	10,00	9,00
32	H 134	10,00	9,00
33	H 134	10,00	9,00
34	H 134	10,00	9,30
35	H 134	10,00	9,50
36	H 134	10,00	9,40
37	H 134	10,00	9,40
38	H 134	10,00	9,50
39	H 134	10,00	9,60
40	H 134	10,00	9,50
41	H 134	10,00	9,40
			<b>9,40</b>
42	AZ 18	9,50	5,70
43	AZ 18	9,50	9,00
44	AZ 18	9,50	9,00
45	AZ 18	9,50	6,00
			<b>7,50</b>

Die Medianwerte werden für die Nachrechnung des IST-Zustandes angesetzt (siehe Anlage 2).

Die jährliche Abrostung beträgt ca.:

H 134 Einbau ca. 1998, Lebensdauer bisher ca. 21 Jahre, Abrostung ca. 0,03 mm/Jahr

AZ 18 Einbau ca. 1998, Lebensdauer bisher ca. 21 Jahre, Abrostung ca. 0,09 mm/Jahr

## 7.5 Nachrechnung IST-Zustand

### 7.5.1 Grundlagen

Den Berechnungen lagen folgende Unterlagen zugrunde:

Siehe 2 Planungsgrundlagen sowie die bauaufsichtlich eingeführten technischen Baubestimmungen in der aktuellen Fassung

- DIN EN 1990 inkl. NA
- DIN EN 1991 inkl. NA
- DIN EN 1997 inkl. NA
- DIN 1054
- EAU 2012

### 7.5.2 Ansätze und Annahmen

Die Nachrechnungen erfolgen mit den gemessenen Restdicken (Medianwerte).

Die geometrischen Verhältnisse werden gemäß [14], [15] angesetzt.

Die Bodenkennwerte werden gemäß [1], [2] angesetzt.

Zur Nachrechnung wird die Software GGU-RETAIN der GGU-Software GmbH verwendet. Um das statische Modell zu kalibrieren, wird vorab eine Berechnung ohne Abrostung durchgeführt. Darauf aufsetzend wird anschließend der IST-Zustand (reduzierter Querschnitt) untersucht.

Der Horizontalzugstab in Regelprofil E wird im Modell vereinfacht als Auflager/Steife angenommen.

### 7.5.2.1 Teilabschnitt Regelprofile A/D

#### Regelprofile A/D:

Spundwand H 134 StSpS L = 12,35 m / 11,00 m

Tabelle 13 Profilwerte H 134 (Sollwerte)

Profilwerte			
Bezeichnung		Einheit	
Widerstandsmoment	W	cm <sup>3</sup> /m	1700,00
Trägheitsmoment	I	cm <sup>4</sup> /m	25500,00
Gewicht		kg/m	70,40
		kg/m <sup>2</sup>	134,00
Breite	b	mm	525,00
Profilhöhe	h	mm	300,00
Flanschdicke	t <sub>f</sub>	mm	10,00
Stegdicke	t <sub>w</sub>	mm	9,50
Fläche	A	cm <sup>2</sup> /m	171,00

Verpresspfahl Ischebeck Titan 73/53 stat. Länge 15,50 m Neigung 20°

Ankerabstand ca. 2,0 m

#### Lastannahmen

Erddruck gemäß Bohrprofilen (ermittelt Programm)

Wasserspiegel flussseitig = Höhe Sohle (ungünstig), Wasserspiegel landseitig + 0,50 m (gemäß [1], [2], [5])

Auflasten:

Betonholm 25 kN/m<sup>3</sup> x 2,02 m x 0,9 m = 45,5 kN/m

16,7 kN/m<sup>2</sup> (LKW-Verkehr, Nutzlast, Annahme Lieferverkehr möglich LKW 30-t)

### 7.5.2.2 Teilabschnitt Regelprofil E

#### Regelprofil E:

Spundwand AZ 18 S 355 GP L = 10,20 m

Tabelle 14 Profilwerte AZ 18 (Sollwerte)

Profilwerte			
Bezeichnung		Einheit	
Widerstandsmoment	W	cm <sup>3</sup> /m	1800,00
Trägheitsmoment	I	cm <sup>4</sup> /m	34200,00
Gewicht		kg/m	74,40
		kg/m <sup>2</sup>	118,00
Breite	b	mm	630,00
Pofilhöhe	h	mm	380,00
Flanschdicke	t <sub>f</sub>	mm	9,50
Stegdicke	t <sub>w</sub>	mm	9,50
Fläche	A	cm <sup>2</sup> /m	150,00

Horizontalanker

#### Lastannahmen

Erddruck gemäß Bohrprofilen (ermittelt Programm)

Wasserspiegel flussseitig = Höhe Sohle (ungünstig), Wasserspiegel landseitig + 0,50 m (gemäß [1], [2], [5])

Auflasten:

Betonholm 25 kN/m<sup>3</sup> x 2,02 m x 0,9 m = 45,5 kN/m

(Im Bereich der Brückenwiderlager, AZ 18, keine Auflasten aus LKW-Verkehr)

Berechnungsausdrucke siehe Anlage 2

### 7.5.3 Interpretation der Berechnungsergebnisse

Die Berechnungen wurden nach aktueller Vorschrift DIN EN 1997 durchgeführt.

Um das Modell für den IST-Zustand zu kalibrieren, wurde je Regelschnitt eine Vorberechnung durchgeführt. Dabei wurden diverse Parameter (Ausnahme Bodenkennwerte und Materialien) variiert, um einen Zustand zu erreichen, der der aktuellen Situation am nächsten kommt.

Allerdings wurde bei Festeingabe der verwendeten Spundwandlängen keine Konvergenz der Berechnungen erreicht. Nach Freigabe der fixen Spundwandlängen wurden Abmessungen errechnet, die länger sind, als die eingebauten Bohlen. Diese Ergebnisse sind vermutlich auf Unterschiede in den Ansätzen und Lastfaktoren, Sicherheitsbeiwerten zwischen alten und neuen Normen zurückzuführen.

Die weiteren Berechnungen erfolgten auf der Grundlage der Ausgangsmodelle mit verlängerten Spundwänden.

Die jeweiligen Abrostungen der Spundwandprofile können im Programm eingegeben werden, die Ermittlung der neuen Querschnittswerte erfolgt programmintern. Sonstige Randbedingungen des Modells bleiben unverändert.



## 7.6 Schlussfolgerungen Abschnitt 2

### 7.6.1 Numerische Untersuchung

Die verwendeten Spundwandlängen (IST-Zustand) konnten nicht nachgewiesen werden, der Nachweis gelang mit verlängerten Spundbohlen (ohne Abrostung).

Mit den aktuellen Werten der Restquerschnitte (Abrostung) konnten die Spundwände nachgewiesen werden.

### 7.6.2 Sichtkontrolle

Bei der Messung der vorhandenen Schichtdicken wurde Querschnittsminderungen gemessen.

Die Abrostungen sind flächig vorhanden, in der Wasserwechselzone wurden teilweise abblätternde Roststellen festgestellt.

H134: die Bauteildickenminderung liegt bei  $< 10\%$   $\Rightarrow$  SK 2<sup>5</sup>

AZ 18: die Bauteildickenminderung liegt bei  $< 25\%$   $\Rightarrow$  SK 3<sup>7</sup>.

Alle Ankerköpfe sind ebenfalls korrodiert, teilweise fehlen Abdeckungen bzw. hängen die Köpfe lose aus der Spundwand. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Anker nicht mehr tragen (innere oder äußere Tragfähigkeit nicht mehr vorhanden).

Verformungen der Spundwand (Ausbauchungen, Beulen, Schiefstellungen, Risse etc.) wurden bei der visuellen Kontrolle nicht festgestellt.

### 7.6.3 Fazit

Aufgrund der ermittelten Abrostungsraten sowie der Materialeigenschaften des verwendeten Spundwandtyps kann für den Abschnitt 2 für den Bereich Spundwandtyp H 134 eine Restnutzungsdauer von ca. 17 Jahren ermittelt werden. Für den Bereich des Spundwandtyps AZ 18 (Brückenpfeiler) konnte eine Restnutzungsdauer von ca. 18 Jahren rechnerisch ermittelt werden. Dieses Ergebnis widerspricht den höheren Abrostungsraten gegenüber dem Typ H 134

---

<sup>5</sup> Schaden, der aktuell die Tragfähigkeit und/oder die Gebrauchstauglichkeit nicht oder nur geringfügig beeinträchtigt, aber mit vermuteter Entwicklung eine Beeinträchtigung darstellen wird. Eine weitere Beobachtung im Rahmen des vorgesehenen Prüfzyklus ist ausreichend.

<sup>7</sup> Schaden, der aktuell die Tragfähigkeit und/oder die Gebrauchstauglichkeit beeinträchtigt; beide sind aber noch gegeben. Es ist zu prüfen, ob die weitere Beobachtung im Rahmen des vorgesehenen Prüfzyklus ausreichend ist oder ob eine Verkürzung des Intervalls erforderlich ist.

(bei annähernd gleichen Solldicken), und begründet sich im Ansatz geringerer Lasten aus Verkehr und damit einer größeren (rechnerischen) Tragreserve des Spundwandquerschnittes.

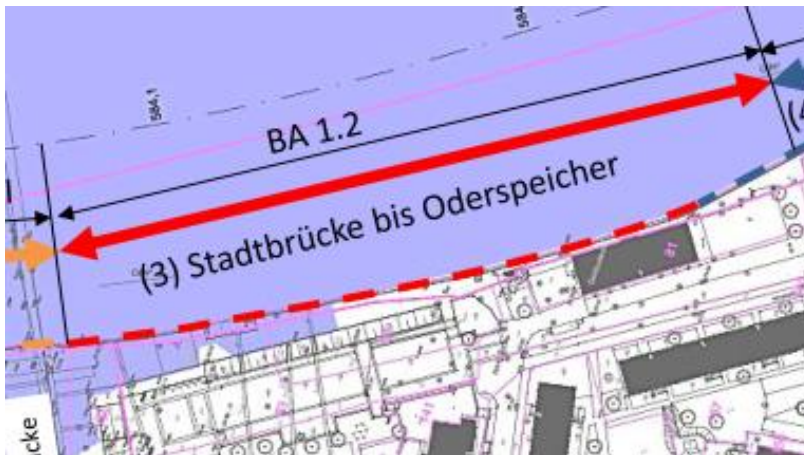
Im Zuge der Verbesserung des Hochwasserschutzes sollten die Bauteile mittelfristig durch geeignete Konstruktionen ersetzt (Ersatzneubau) werden.

## 8 Untersuchung und Beurteilung der Spundwand im Abschnitt 3

### 8.1 Lage des Abschnittes

Der zu untersuchende Abschnitt befindet sich nach alter Bezeichnung im BA 1.2. Nach neuer Bezeichnung ist das der Abschnitt (3) Stadtbrücke bis Oderspeicher (ca. Fluss-km 584,15 bis 583,93).

Abbildung 65 Lage des Abschnittes 3



Die Länge des Abschnittes beträgt ca. 220 m.

Der Abschnitt wurde Anfang der 1990er Jahre erneuert.

## **8.2 Zusammenfassung der Ergebnisse Sichtkontrolle Stahlbetonholm im Abschnitt 3**

Im Juli 2018 wurden durch die SGHG Ingenieurdiagnostik Bautechnik GmbH Dresden Sichtkontrollen des Betonholmes auf gesamter Länge (Einteilung im Bericht der SGHG: Abschnitte A bis F) durchgeführt.

Der hier behandelte Abschnitt 3 befindet sich im Abschnitt C des Gutachtens Sichtkontrolle Betonholm.

Der Betonholm des Abschnittes 3 wurde im Ergebnis der Untersuchungen in die Schadensklasse SK 3-4 eingestuft.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind in [6] detailliert beschrieben.

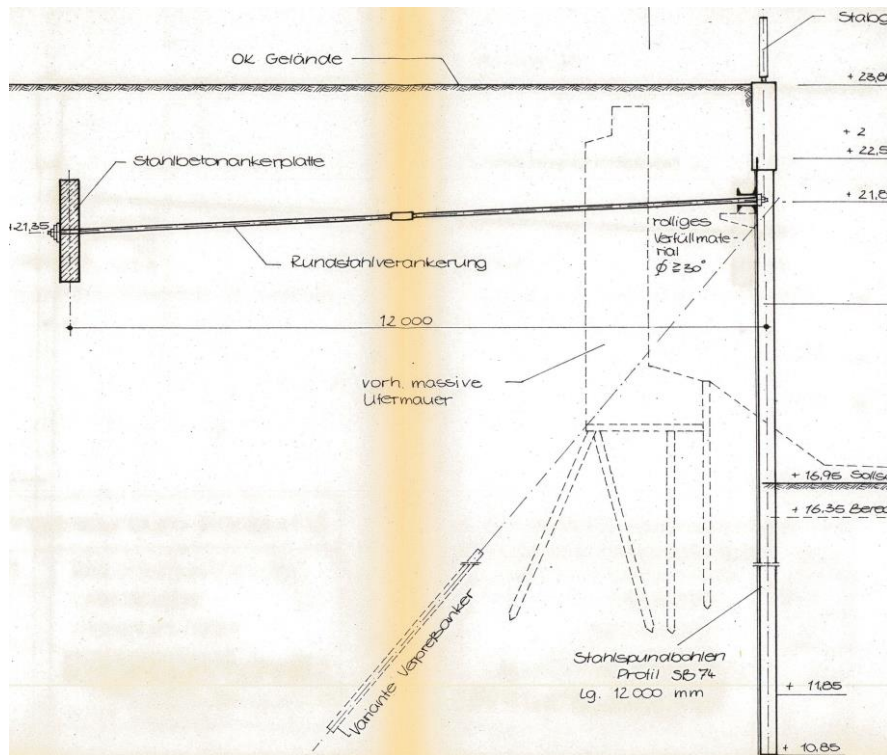
## **8.3 IST-Zustand**

### **8.3.1 Uferwand / Spundwand**

Im Abschnitt 3 wurde folgender Spundwandtyp eingebaut:

Spundwandprofil SB 74

Abbildung 66 Regelprofil Abschnitt 3



### 8.3.2 Baugrundverhältnisse

Siehe 6.3.2 und [2] sowie [5].

## 8.4 Untersuchungsergebnisse

### 8.4.1 Vorbemerkungen

Im Untersuchungsbereich Abschnitt 3 wurde ein Typ von Spundbohlen und Anker eingebaut (siehe auch Abbildung 66).

#### Regelprofil:

Spundwand SB 74 L = 12,00 m

Horizontalanker Rundstahl (Stahlgüte, Durchmesser nicht bekannt).

Im Abschnitt 3 wurden die Messpunkte Nr. 46 bis Nr. 58, Abstand ca. 15 - 20 m, definiert und gekennzeichnet. Dort wurden die Schichtdickenmessungen durchgeführt.



## 8.4.2 Sichtkontrolle

Bei der Sichtkontrolle wurden die Spundbohlen und Ankerköpfe von der Wasserseite aus inspiziert.

Im gesamten Abschnitt wurde Oberflächenkorrosion festgestellt. In der Wasserwechselzone treten stärkere Abrostungen der Spundwände in plattiger Form auf, teilweise abblätternd.

Die Ankerköpfe waren teilweise stark korrodiert. Bei einzelnen Ankern hingen die Köpfe lose vor der Spundwand, so dass angenommen werden muss, dass die betreffenden Anker gerissen oder entspannt sind.

Die Untersuchung erfolgt stromaufwärts.

Die Schadensbeschreibungen erfolgen in Anlage 1.

## 8.4.3 Schichtdickenmessung

Die Messungen wurden ca. 0,5 - 1,0 m oberhalb der Wasserwechselzone durchgeführt, da dort aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit (lose Roststellen, plattige Abrostungen) keine fehlerfreie Messung möglich war.

Tabelle 15 Ergebnisse Schichtdickenmessung Abschnitt 3

Messung Nr.	Spundwand Typ	Soll-Dicke mm	IST-Dicke mm
46	SB 74	14,80	6,20
47	SB 74	14,80	6,20
48	SB 74	14,80	6,90
49	SB 74	14,80	9,80
50	SB 74	14,80	8,40
51	SB 74	14,80	9,70
52	SB 74	14,80	9,70
53	SB 74	14,80	7,00
54	SB 74	14,80	10,10
55	SB 74	14,80	10,20
56	SB 74	14,80	10,10
57	SB 74	14,80	10,20
58	SB 74	14,80	8,60

Tabelle 16 Medianwerte der Messungen (Restdicken) Abschnitt 2

Messung Nr.	Spundwand Typ	Soll-Dicke mm	IST-Dicke mm
46	SB 74	14,80	6,20
47	SB 74	14,80	6,20
48	SB 74	14,80	6,90
49	SB 74	14,80	9,80
50	SB 74	14,80	8,40
51	SB 74	14,80	9,70
52	SB 74	14,80	9,70
53	SB 74	14,80	7,00
54	SB 74	14,80	10,10
55	SB 74	14,80	10,20
56	SB 74	14,80	10,10
57	SB 74	14,80	10,20
58	SB 74	14,80	8,60
			<b>9,70</b>

Die Medianwerte werden für die Nachrechnung des IST-Zustandes angesetzt (siehe Anlage 2).

Die jährliche Abrostung beträgt ca.:

SB 74 Einbau ca. 1990, Lebensdauer bisher ca. 29 Jahre, Abrostung ca. 0,17 mm/Jahr

## 8.5 Nachrechnung IST-Zustand

### 8.5.1 Grundlagen

Den Berechnungen lagen folgende Unterlagen zugrunde:

Siehe 2 Planungsgrundlagen sowie die bauaufsichtlich eingeführten technischen Baubestimmungen in der aktuellen Fassung

- DIN EN 1990 inkl. NA
- DIN EN 1991 inkl. NA
- DIN EN 1997 inkl. NA
- DIN 1054
- EAU 2012

## 8.5.2 Ansätze und Annahmen

Die Nachrechnungen erfolgen mit den gemessenen Restdicken (Medianwerte).

Die geometrischen Verhältnisse werden gemäß [14], [15] angesetzt.

Die Bodenkennwerte werden gemäß [1], [2] angesetzt.

Zur Nachrechnung wird die Software GGU-RETAIN der GGU-Software GmbH verwendet. Um das statische Modell zu kalibrieren, wird vorab eine Berechnung ohne Abrostung durchgeführt. Darauf aufsetzend wird anschließend der IST-Zustand (reduzierter Querschnitt) untersucht.

Der Horizontalzugstab wird im Modell vereinfacht als Auflager/Steife angenommen.

Spundwand SB 74 L = 12,00 m

Tabelle 17 Profilwerte SB 74 (Sollwerte)

Profilwerte			
Bezeichnung		Einheit	
Widerstandsmoment	W	cm <sup>3</sup> /m	2200,00
Trägheitsmoment	I	cm <sup>4</sup> /m	39500,00
Gewicht		kg/m	74,00
		kg/m <sup>2</sup>	185,00
Breite	b	mm	436,00
Profilhöhe	h	mm	205,00
Flanschdicke	t <sub>f</sub>	mm	14,80
Stegdicke	t <sub>w</sub>	mm	14,80
Fläche	A	cm <sup>2</sup> /m	236,00

Rundstahlverankerung

### Lastannahmen

Erddruck gemäß Bohrprofilen (ermittelt Programm)

Wasserspiegel flussseitig = Höhe Sohle (ungünstig), Wasserspiegel landseitig + 0,50 m (gemäß [1], [2], [5])

Auflasten:

Betonholm 25 kN/m<sup>3</sup> x 2,02 m x 0,9 m = 45,5 kN/m

16,7 kN/m<sup>2</sup> (LKW-Verkehr, Nutzlast, Annahme Lieferverkehr möglich LKW 30-t)

### 8.5.3 Interpretation der Berechnungsergebnisse

Die Berechnungen wurden nach aktueller Vorschrift DIN EN 1997 durchgeführt.

Um das Modell für den IST-Zustand zu kalibrieren, wurde je Regelschnitt eine Vorberechnung durchgeführt. Dabei wurden diverse Parameter (Ausnahme Bodenkennwerte und Materialien) variiert, um einen Zustand zu erreichen, der der aktuellen Situation am nächsten kommt.

Allerdings wurde bei Festeingabe der verwendeten Spundwandlängen keine Konvergenz der Berechnungen erreicht. Nach Freigabe der fixen Spundwandlängen wurden Abmessungen errechnet, die ca. 2,0 m länger sind, als die eingebauten Bohlen. Diese Ergebnisse sind vermutlich auf Unterschiede in den Ansätzen und Lastfaktoren, Sicherheitsbeiwerten zwischen alten und neuen Normen zurückzuführen.

Die weiteren Berechnungen erfolgten auf der Grundlage der Ausgangsmodelle mit verlängerten Spundwänden.

Die jeweiligen Abrostungen der Spundwandprofile können im Programm eingegeben werden, die Ermittlung der neuen Querschnittswerte erfolgt programmintern. Sonstige Randbedingungen des Modells bleiben unverändert.

Je Regelschnitt wurden die Lastfälle LKW und/oder Fußgänger/Radfahrer untersucht.

## 8.6 Schlussfolgerungen Abschnitt 3

### 8.6.1 Numerische Untersuchung

Die verwendeten Spundwandlängen (IST-Zustand) konnten nicht nachgewiesen werden, der Nachweis gelang mit verlängerten Spundbohlen (ohne Abrostung).

Mit den aktuellen Werten der Restquerschnitte (Abrostung) konnten die Spundwände nachgewiesen werden.

### 8.6.2 Sichtkontrolle

Bei der Messung der vorhandenen Schichtdicken wurden Querschnittsminderungen gemessen.

Die Abrostungen sind flächig vorhanden, in der Wasserwechselzone wurden teilweise abblätternde Roststellen festgestellt.

Die Bauteildickenminderung liegt bei  $> 25\%$   $\Rightarrow$  SK 4.

Alle Ankerköpfe sind ebenfalls korrodiert, teilweise fehlen Abdeckungen bzw. hängen die Köpfe lose aus der Spundwand. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Anker nicht mehr tragen (innere oder äußere Tragfähigkeit nicht mehr vorhanden).

Verformungen der Spundwand (Ausbauchungen, Beulen, Schiefstellungen, Risse etc.) wurden bei der visuellen Kontrolle nicht festgestellt.

### 8.6.3 Fazit

Aufgrund der ermittelten Abrostungsraten sowie der Materialeigenschaften des verwendeten Spundwandtyps kann für den Abschnitt 3 für den Bereich Spundwandtyp SB 74 eine Restnutzungsdauer von ca. 5,3 Jahren abgeschätzt werden.

Im Zuge der Verbesserung des Hochwasserschutzes sollten die Bauteile kurzfristig durch geeignete Konstruktionen ersetzt (Ersatzneubau) werden.

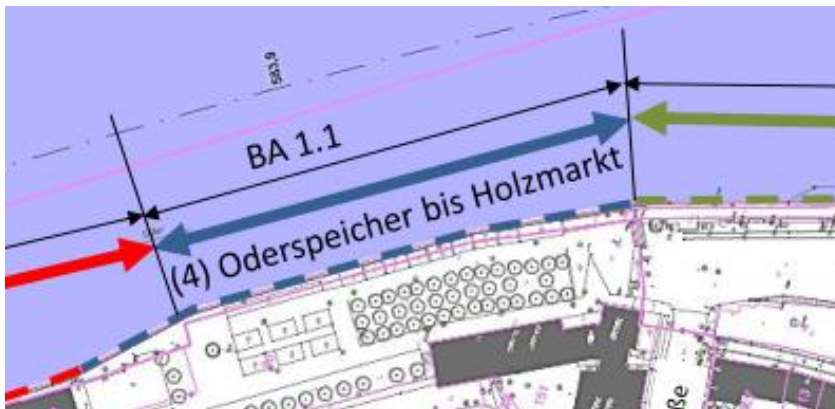


## 9 Untersuchung und Beurteilung der Spundwand im Abschnitt 4

### 9.1 Lage des Abschnittes

Der zu untersuchende Abschnitt befindet sich nach alter Bezeichnung im BA 1.1. Nach neuer Bezeichnung ist das der Abschnitt (4) Oderspeicher bis Holzmarkt (ca. Fluss-km 583,93 bis 583,82).

Abbildung 67 Lage des Abschnittes 4



Die Länge des Abschnittes beträgt ca. 110 m.

Der Abschnitt wurde Anfang der 1990er Jahre erneuert.

### 9.2 Zusammenfassung der Ergebnisse Sichtkontrolle Stahlbetonholm im Abschnitt 4

Im Juli 2018 wurden durch die SGHG Ingenieurdiagnostik Bautechnik GmbH Dresden Sichtkontrollen des Betonholmes auf gesamter Länge (Einteilung im Bericht der SGHG: Abschnitte A bis F) durchgeführt.

Der hier behandelte Abschnitt 4 befindet sich im Abschnitt C des Gutachtens Sichtkontrolle Betonholm.

Der Betonholm des Abschnittes 4 wurde im Ergebnis der Untersuchungen in die Schadensklasse SK 2 eingestuft.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind in [6] detailliert beschrieben.

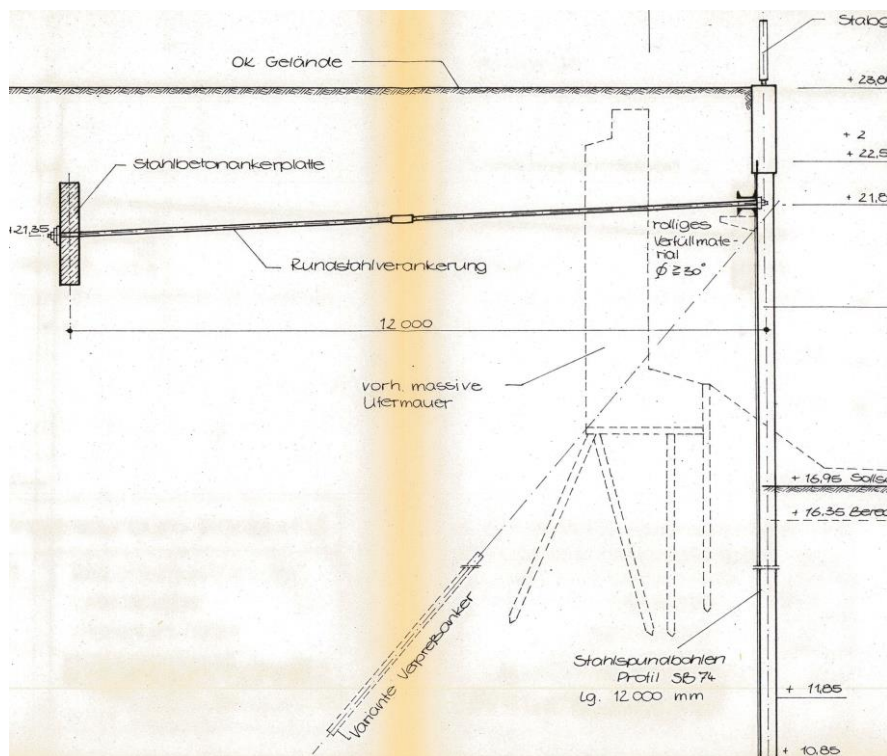
## 9.3 IST-Zustand

### 9.3.1 Uferwand / Spundwand

Im Abschnitt 4 wurde folgender Spundwandtyp eingebaut:

Spundwandprofil SB 74

Abbildung 68 Regelprofil Abschnitt 4



### 9.3.2 Baugrundverhältnisse

Siehe 6.3.2 und [2] sowie [5].

## 9.4 Untersuchungsergebnisse

### 9.4.1 Vorbemerkungen

Im Untersuchungsbereich Abschnitt 4 wurde ein Typ von Spundbohlen und Ankern eingebaut (siehe auch Abbildung 66).

#### Regelprofil:

Spundwand SB 74 L = 12,00 m

Horizontalanker Rundstahl (Stahlgüte, Durchmesser nicht bekannt).

Im Abschnitt 4 wurden die Messpunkte Nr. 59 bis Nr. 66, Abstand ca. 15 - 20 m, definiert und gekennzeichnet. Dort wurden die Schichtdickenmessungen durchgeführt.

### 9.4.2 Sichtkontrolle

Bei der Sichtkontrolle wurden die Spundbohlen und Ankerköpfe von der Wasserseite aus inspiziert.

Im gesamten Abschnitt wurde Oberflächenkorrosion festgestellt. In der Wasserwechselzone treten stärkere Abrostungen der Spundwände in plattiger Form auf.

Die Ankerköpfe waren teilweise korrodiert. Bei einzelnen Ankern hingen die Köpfe lose vor der Spundwand, so dass angenommen werden muss, dass die betreffenden Anker gerissen oder entspannt sind.

Die Untersuchung erfolgt stromaufwärts.

Die Schadensbeschreibungen erfolgen in Anlage 1.

### 9.4.3 Schichtdickenmessung

Die Messungen wurden ca. 0,5 - 1,0 m oberhalb der Wasserwechselzone durchgeführt, da dort aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit (lose Roststellen, plattige Abrostungen) keine fehlerfreie Messung möglich war.

Tabelle 18 Ergebnisse Schichtdickenmessung Abschnitt 4

Messung Nr.	Spundwand Typ	Soll-Dicke mm	IST-Dicke mm
59	SB 74	14,80	10,10
60	SB 74	14,80	9,60
61	SB 74	14,80	8,30
62	SB 74	14,80	9,90
63	SB 74	14,80	8,40
64	SB 74	14,80	9,90
65	SB 74	14,80	7,30
66	SB 74	14,80	9,80

Tabelle 19 Medianwerte der Messungen (Restdicken) Abschnitt 4

Messung Nr.	Spundwand Typ	Soll-Dicke mm	IST-Dicke mm
59	SB 74	14,80	10,10
60	SB 74	14,80	9,60
61	SB 74	14,80	8,30
62	SB 74	14,80	9,90
63	SB 74	14,80	8,40
64	SB 74	14,80	9,90
65	SB 74	14,80	7,30
66	SB 74	14,80	9,80
			<b>9,70</b>

Die Medianwerte werden für die Nachrechnung des IST-Zustandes angesetzt (siehe Anlage 2).

Die jährliche Abrostung beträgt ca.:

SB 74 Einbau ca. 1990, Lebensdauer bisher ca. 29 Jahre, Abrostung ca. 0,17 mm/Jahr

## 9.5 Nachrechnung IST-Zustand

### 9.5.1 Grundlagen

Den Berechnungen lagen folgende Unterlagen zugrunde:

siehe 2 Planungsgrundlagen sowie die bauaufsichtlich eingeführten technischen Baubestimmungen in der aktuellen Fassung

- DIN EN 1990 inkl. NA
- DIN EN 1991 inkl. NA
- DIN EN 1997 inkl. NA
- DIN 1054
- EAU 2012

### 9.5.2 Ansätze und Annahmen

Die Nachrechnungen erfolgen mit den gemessenen Restdicken (Medianwerte).

Die geometrischen Verhältnisse werden gemäß [14], [15] angesetzt.

Die Bodenkennwerte werden gemäß [1], [2] angesetzt.

Zur Nachrechnung wird die Software GGU-RETAIN der GGU-Software GmbH verwendet. Um das statische Modell zu kalibrieren, wird vorab eine Berechnung ohne Abrostung durchgeführt. Darauf aufsetzend wird anschließend der IST-Zustand (reduzierter Querschnitt) untersucht.

Der Horizontalzugstab wird im Modell vereinfacht als Auflager/Steife angenommen.

Spundwand SB 74 L = 12,00 m

Tabelle 20 Profilwerte SB 74 (Sollwerte)

Profilwerte			
Bezeichnung		Einheit	
Widerstandsmoment	W	cm <sup>3</sup> /m	2200,00
Trägheitsmoment	I	cm <sup>4</sup> /m	39500,00
Gewicht		kg/m	74,00
		kg/m <sup>2</sup>	185,00
Breite	b	mm	436,00
Profilhöhe	h	mm	205,00
Flanschdicke	t <sub>f</sub>	mm	14,80
Stegdicke	t <sub>w</sub>	mm	14,80
Fläche	A	cm <sup>2</sup> /m	236,00

Rundstahlverankerung

### Lastannahmen

Erddruck gemäß Bohrprofilen (ermittelt Programm)

Wasserspiegel flussseitig = Höhe Sohle (ungünstig), Wasserspiegel landseitig + 0,50 m (gemäß [1], [2], [5])

Auflasten:

Betonholm  $25 \text{ kN/m}^3 \times 2,02 \text{ m} \times 0,9 \text{ m} = 45,5 \text{ kN/m}$

$16,7 \text{ kN/m}^2$  (LKW-Verkehr, Nutzlast, Annahme Lieferverkehr möglich LKW 30-t)

### **9.5.3 Interpretation der Berechnungsergebnisse**

Analog Abschnitt 3

### **9.6 Schlussfolgerungen Abschnitt 4**

Analog Abschnitt 3

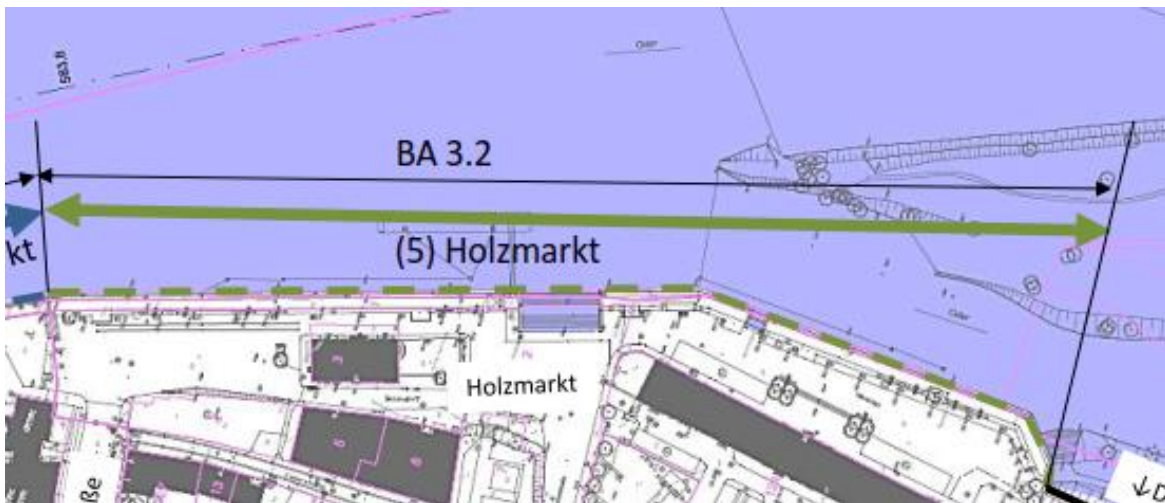


## 10 Untersuchung und Beurteilung der Spundwand im Abschnitt 5

### 10.1 Lage des Abschnittes

Der zu untersuchende Abschnitt befindet sich nach alter Bezeichnung im BA 3.2. Nach neuer Bezeichnung ist das der Abschnitt (5) Holzmarkt (ca. Fluss-km 583,82 bis 583,50).

Abbildung 69 Lage des Abschnittes 5



Die Länge des Abschnittes beträgt ca. 320 m.

Der Abschnitt wurde Anfang der 1990er Jahre erneuert.

### 10.2 Zusammenfassung der Ergebnisse Sichtkontrolle Stahlbetonholm im Abschnitt 5

Im Juli 2018 wurden durch die SGHG Ingenieurdiagnostik Bautechnik GmbH Dresden Sichtkontrollen des Betonholmes auf gesamter Länge (Einteilung im Bericht der SGHG: Abschnitte A bis F) durchgeführt.

Der hier behandelte Abschnitt 5 befindet sich in den Abschnitten A/B des Gutachtens Sichtkontrolle Betonholm.

Der Betonholm des Abschnittes 5 wurde im Ergebnis der Untersuchungen in die Schadensklasse SK 2 eingestuft.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind in [6] detailliert beschrieben.

## 10.3 IST-Zustand

### 10.3.1 Uferwand / Spundwand

Im Abschnitt 5 wurde folgender Spundwandtyp eingebaut:

Spundwandprofil BZ 17 mit Rundstahlanker horizontal (Regel) bzw. Verpressanker geneigt (bei vorhandenen baulichen Zwangspunkten)

Abbildung 70 Regelprofil Abschnitt 5 Rundstahlanker

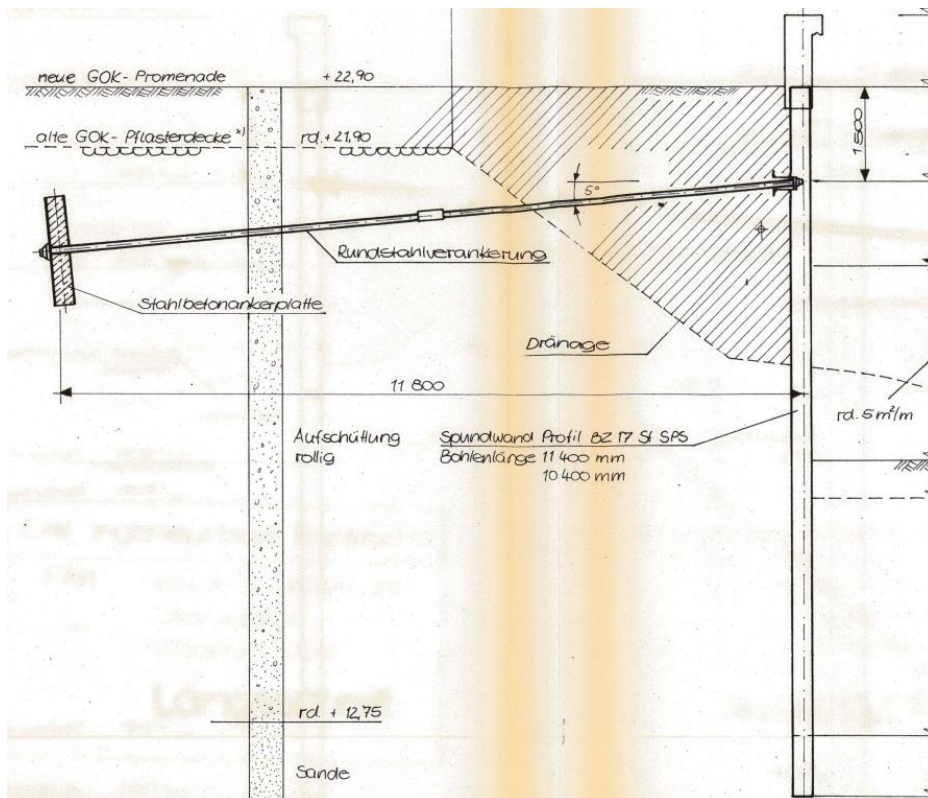
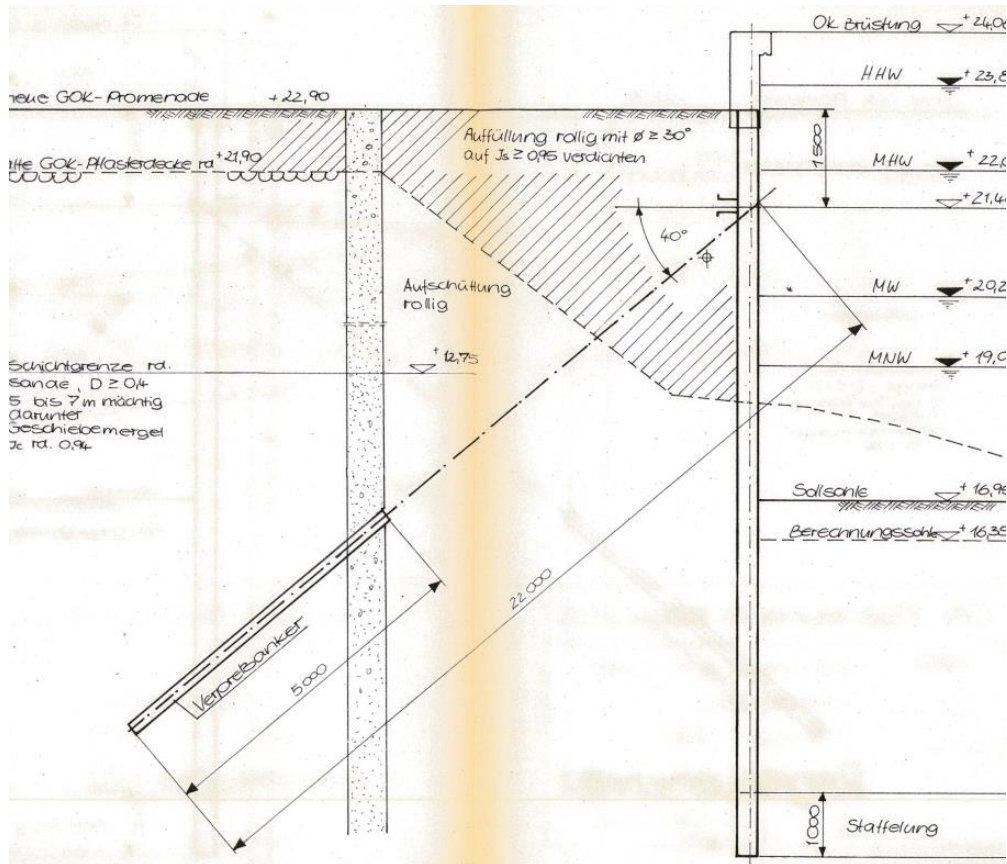


Abbildung 71 Regelprofil Abschnitt 5 Verpressanker



### 10.3.2 Baugrundverhältnisse

Siehe 6.3.2 und [2] sowie [5].

## 10.4 Untersuchungsergebnisse

### 10.4.1 Vorbemerkungen

Im Untersuchungsbereich Abschnitt 5 wurde ein Typ von Spundbohlen und 2 Varianten von Ankern eingebaut (siehe auch Abbildung 70 und Abbildung 71).

#### Regelprofil:

Spundwand BZ 17 L = 10,40 m / 11,40 m

Horizontalanker Rundstahl (Stahlgüte, Durchmesser nicht bekannt)

Verpressanker, Neigung 40° (Ankertyp nicht bekannt)

Im Abschnitt 5 wurden die Messpunkte Nr. 67 bis Nr. 91, Abstand ca. 15 - 20 m, definiert und gekennzeichnet. Dort wurden die Schichtdickenmessungen durchgeführt.

### 10.4.2 Sichtkontrolle

Bei der Sichtkontrolle wurden die Spundbohlen und Ankerköpfe von der Wasserseite aus inspiziert.

Im gesamten Abschnitt wurde Oberflächenkorrosion festgestellt. In der Wasserwechselzone treten stärkere Abrostungen der Spundwände in plattiger Form auf.

Die Ankerköpfe waren teilweise korrodiert. Bei einzelnen Ankern hingen die Köpfe lose vor der Spundwand, so dass angenommen werden muss, dass die betreffenden Anker gerissen oder entspannt sind.

Die Untersuchung erfolgt stromaufwärts.

Die Schadensbeschreibungen erfolgen in Anlage 1.

### 10.4.3 Schichtdickenmessung

Die Messungen wurden ca. 0,5 - 1,0 m oberhalb der Wasserwechselzone durchgeführt, da dort aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit (lose Roststellen, plattige Abrostungen) keine fehlerfreie Messung möglich war.

Tabelle 21 Ergebnisse Schichtdickenmessung Abschnitt 5

Messung Nr.	Spundwand Typ	Soll-Dicke mm	IST-Dicke mm
67	BZ 17	10,00	9,50
68	BZ 17	10,00	9,50
69	BZ 17	10,00	9,30
70	BZ 17	10,00	9,80
71	BZ 17	10,00	9,00
72	BZ 17	10,00	9,80
73	BZ 17	10,00	9,80
74	BZ 17	10,00	9,70
75	BZ 17	10,00	9,70
76	BZ 17	10,00	9,50
77	BZ 17	10,00	9,50
78	BZ 17	10,00	9,40
79	BZ 17	10,00	9,70
80	BZ 17	10,00	9,60
81	BZ 17	10,00	9,80
82	BZ 17	10,00	9,50
83	BZ 17	10,00	8,90
84	BZ 17	10,00	9,60
85	BZ 17	10,00	9,50
86	BZ 17	10,00	9,10
87	BZ 17	10,00	9,40
88	BZ 17	10,00	9,50
89	BZ 17	10,00	9,20
90	BZ 17	10,00	9,60
91	BZ 17	10,00	9,70

Tabelle 22 Medianwerte der Messungen (Restdicken) Abschnitt 5

Messung Nr.	Spundwand Typ	Soll-Dicke mm	IST-Dicke mm
67	BZ 17	10,00	9,50
68	BZ 17	10,00	9,50
69	BZ 17	10,00	9,30
70	BZ 17	10,00	9,80
71	BZ 17	10,00	9,00
72	BZ 17	10,00	9,80
73	BZ 17	10,00	9,80
74	BZ 17	10,00	9,70
75	BZ 17	10,00	9,70
76	BZ 17	10,00	9,50
77	BZ 17	10,00	9,50
78	BZ 17	10,00	9,40
79	BZ 17	10,00	9,70
80	BZ 17	10,00	9,60
81	BZ 17	10,00	9,80
82	BZ 17	10,00	9,50
83	BZ 17	10,00	8,90
84	BZ 17	10,00	9,60
85	BZ 17	10,00	9,50
86	BZ 17	10,00	9,10
87	BZ 17	10,00	9,40
88	BZ 17	10,00	9,50
89	BZ 17	10,00	9,20
90	BZ 17	10,00	9,60
91	BZ 17	10,00	9,70
			<b>9,50</b>

Die Medianwerte werden für die Nachrechnung des IST-Zustandes angesetzt (siehe Anlage 2).

Die jährliche Abrostung beträgt ca.:

BZ 17 Einbau ca. 1990, Lebensdauer bisher ca. 29 Jahre, Abrostung ca. 0,02 mm/Jahr



## 10.5 Nachrechnung IST-Zustand

### 10.5.1 Grundlagen

Den Berechnungen lagen folgende Unterlagen zugrunde:

Siehe 2 Planungsgrundlagen sowie die bauaufsichtlich eingeführten technischen Baubestimmungen in der aktuellen Fassung

- DIN EN 1990 inkl. NA
- DIN EN 1991 inkl. NA
- DIN EN 1997 inkl. NA
- DIN 1054
- EAU 2012

### 10.5.2 Ansätze und Annahmen

Die Nachrechnungen erfolgen mit den gemessenen Restdicken (Medianwerte).

Die geometrischen Verhältnisse werden gemäß [14], [15] angesetzt.

Die Bodenkennwerte werden gemäß [1], [2] angesetzt.

Zur Nachrechnung wird die Software GGU-RETAIN der GGU-Software GmbH verwendet. Um das statische Modell zu kalibrieren, wird vorab eine Berechnung ohne Abrostung durchgeführt. Darauf aufsetzend wird anschließend der IST-Zustand (reduzierter Querschnitt) untersucht.

Der Horizontalzugstab wird im Modell vereinfacht als Auflager/Steife angenommen.

Spundwand BZ 17 L = 10,40/11,40 m

Tabelle 23 Profilwerte BZ 17 (Sollwerte)

Profilwerte			
Bezeichnung		Einheit	
Widerstandsmoment	W	cm <sup>3</sup> /m	1670,00
Trägheitsmoment	I	cm <sup>4</sup> /m	25080,00
Gewicht		kg/m	65,40
		kg/m <sup>2</sup>	131,00
Breite	b	mm	500,00
Profilhöhe	h	mm	300,00
Flanschdicke	t <sub>f</sub>	mm	10,00
Stegdicke	t <sub>w</sub>	mm	10,00

Rundstahlverankerung bzw. Verpressanker

### Lastannahmen

Erddruck gemäß Bohrprofilen (ermittelt Programm)

Wasserspiegel flussseitig = Höhe Sohle (ungünstig), Wasserspiegel landseitig + 0,50 m (gemäß [1], [2], [5])

Auflasten:

Betonholm  $25 \text{ kN/m}^3 \times 2,02 \text{ m} \times 0,9 \text{ m} = 45,5 \text{ kN/m}$

$16,7 \text{ kN/m}^2$  (LKW-Verkehr, Nutzlast, Annahme Lieferverkehr möglich LKW 30-t)

### **10.5.3 Interpretation der Berechnungsergebnisse**

Die Berechnungen wurden nach aktueller Vorschrift DIN EN 1997 durchgeführt.

Um das Modell für den IST-Zustand zu kalibrieren, wurde je Regelschnitt eine Vorberechnung durchgeführt. Dabei wurden diverse Parameter (Ausnahme Bodenkennwerte und Materialien) variiert, um einen Zustand zu erreichen, der der aktuellen Situation am nächsten kommt.

Allerdings wurde bei Festeingabe der verwendeten Spundwandlängen keine Konvergenz der Berechnungen erreicht. Nach Freigabe der fixen Spundwandlängen wurden Abmessungen errechnet, die länger sind, als die eingebauten Bohlen. Diese Ergebnisse sind vermutlich auf Unterschiede in den Ansätzen und Lastfaktoren, Sicherheitsbeiwerten zwischen alten und neuen Normen zurückzuführen.

Die weiteren Berechnungen erfolgten auf der Grundlage der Ausgangsmodelle mit verlängerten Spundwänden.

Die jeweiligen Abrostungen der Spundwandprofile können im Programm eingegeben werden, die Ermittlung der neuen Querschnittswerte erfolgt programmintern. Sonstige Randbedingungen des Modells bleiben unverändert.

Je Regelschnitt wurden die Lastfälle LKW und/oder Fußgänger/Radfahrer untersucht.

## 10.6 Schlussfolgerungen Abschnitt 5

### 10.6.1 Numerische Untersuchung

Die verwendeten Spundwandlängen (IST-Zustand) konnten nicht nachgewiesen werden, der Nachweis gelang mit verlängerten Spundbohlen (ohne Abrostung).

Mit den aktuellen Werten der Restquerschnitte (Abrostung) konnten die Spundwände nachgewiesen werden.

### 10.6.2 Sichtkontrolle

Bei der Messung der vorhandenen Schichtdicken wurde Querschnittsminderungen gemessen.

Die Abrostungen sind flächig vorhanden, in der Wasserwechselzone wurden teilweise abblätternde Roststellen festgestellt.

Die Bauteildickenminderung liegt bei  $< 10\%$   $\Rightarrow$  SK 2.

Alle Ankerköpfe sind ebenfalls korrodiert, teilweise fehlen Abdeckungen bzw. hängen die Köpfe lose aus der Spundwand. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Anker nicht mehr tragen (innere oder äußere Tragfähigkeit nicht mehr vorhanden).

Verformungen der Spundwand (Ausbauchungen, Beulen, Schiefstellungen, Risse etc.) wurden bei der visuellen Kontrolle nicht festgestellt.

### 10.6.3 Fazit

Aufgrund der ermittelten Abrostungsraten sowie der Materialeigenschaften des verwendeten Spundwandtyps kann für den Abschnitt für den Spundwandtyp BZ 17 eine Restnutzungsdauer von ca. 25 Jahren abgeschätzt werden.

Im Zuge der Verbesserung des Hochwasserschutzes sollten die Bauteile mittelfristig durch geeignete Konstruktionen ersetzt (Ersatzneubau) werden.

## 11 Schlussbemerkung

### 11.1 Erläuterungen zu den Ergebnissen Spundwände

Generell ist es so, dass der IST-Zustand mit den eingebauten Spundwandlängen nicht nachgewiesen werden konnte. Vermutlich ist bei den Bemessungen seinerzeit die alte Uferbefestigung als mittragend angesetzt worden. Eine weitere Rolle könnten auch die im Laufe der Zeit mehrfach geänderten Sicherheitskonzepte der Berechnungen spielen. In den aktuellen Berechnungen wurden jeweils längere (zusätzlich ca. 2 m erforderlich) Spundbohlen ermittelt. Um weiterrechnen zu können, sehen wir es als vertretbar an, in dieser Planungsphase mit den erforderlichen errechneten Längen weiterzuarbeiten, um die Standsicherheit und Restnutzungsdauer bestimmen zu können.

Die Restnutzungsdauer der Spundwandabschnitte wurde numerisch ermittelt. Aus den gemessenen Werten wurden, basierend auf der Standzeit der Spundbohlen, jährliche Abrostungsraten abgeschätzt. Für die weitere Abrostung wurde, aus Vereinfachungsgründen, ein linearer Verlauf angenommen. Tatsächlich ist es so, dass jüngere Spundbohlen schneller rosten und sich dieser Prozess im Laufe der Zeit verlangsamt. Dies ist jedoch kaum erfassbar, da von vielen äußeren Faktoren abhängig (Stahlgüte, Wasserqualität, Umweltbedingungen etc.). Die Annahme eines linearen Verlaufes ist daher konservativ aber auf der sicheren Seite liegend. Theoretisch könnte man vermutlich zu den rechnerisch ermittelten Restnutzungsdauern ca. 5 bis 10 Jahre dazurechnen. Allerdings ist dieser Wert beim derzeitigen Kenntnisstand rein spekulativ.

Im ersten Schritt wurde der IST-Zustand (inkl. vorh. Abrostung) berechnet. Dann wurde in weiteren Berechnungsschritten iterativ ermittelt, bis zu welcher Restdicke das System gerade noch funktioniert. Aus der Differenz IST-Zustand und berechnete Restdicke wurde auf Basis der Abrostungsraten pro Jahr die Reststandzeit in Jahren abgeschätzt.

## **11.2 Erläuterungen zu den Kosten / Bauzeiten Abschnitt 1**

Bauzeit- und Kostenangaben sind Annahmen, die zum derzeitigen Kenntnis- und Planungsstand auf sehr groben Informationen beruhen.

Sie dienen zur Einstufung und Gewichtung der Varianten Ersatzneubau Abschnitt 1.

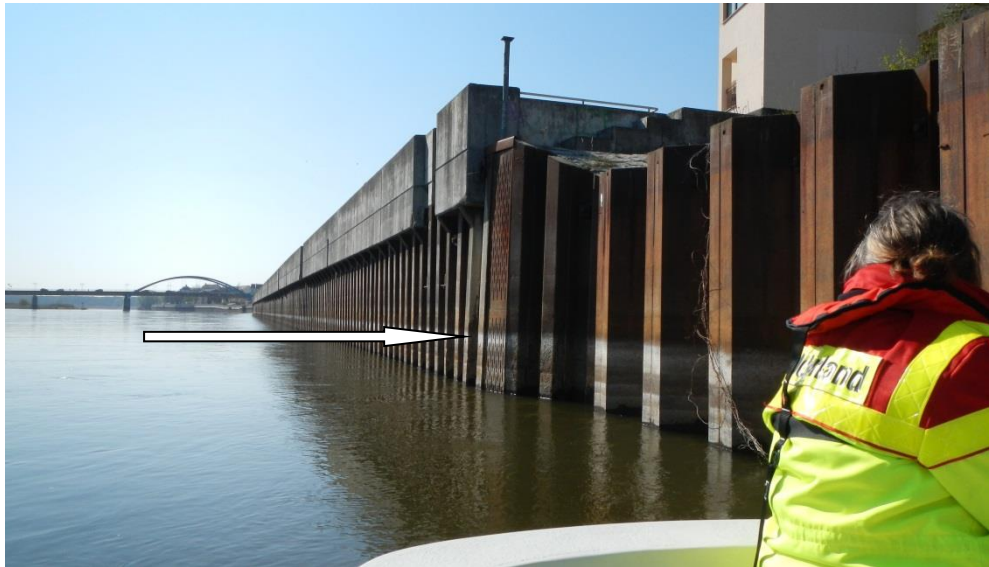


Bild 1 Beginn Sichtkontrolle Abschnitt 1 Messpunkt 7



Bild 2 Messpunkt 7

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 1</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 3 Beginn Abschnitt 1

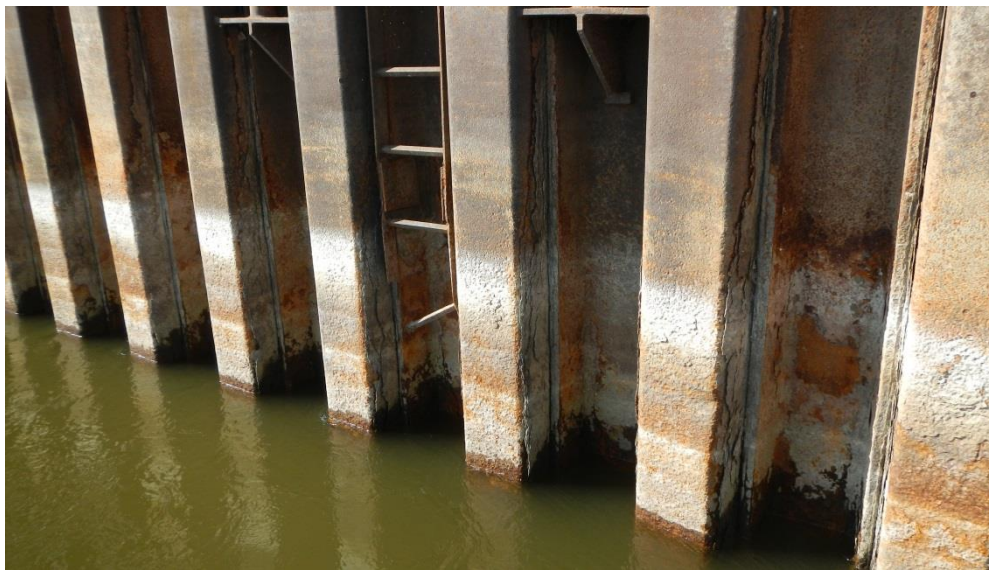


Bild 4 Starke Korrosion in der Wasserwechselzone

<b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Abschnitt 1		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.: -	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:



Bild 5 Plattige Abrostungen (links), loser Ankerkopf (rechts)



Bild 6 Messpunkt 8

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 1</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 7 Plattige Abrostungen



Bild 8 Plattige Abrostungen

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 1</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr.     50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr.     1.1
	Bearb.:    ufö	Datum:



Bild 9 Messpunkt 9



Bild 10 Großflächige, tiefe Abrostungen in Wasserwechselzone


<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 1</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 11 Messpunkt 10

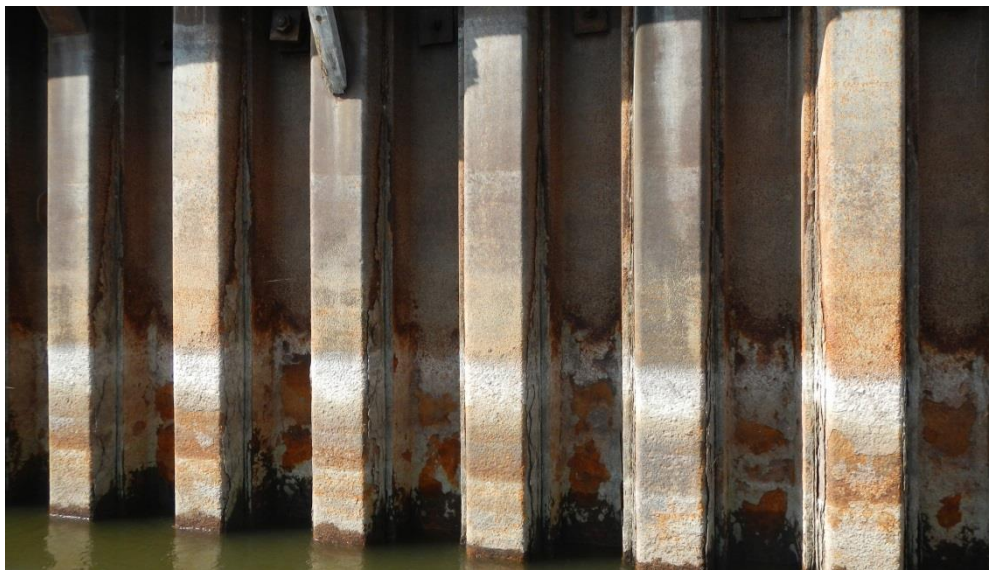


Bild 12 Großflächige, tiefe Abrostungen in Wasserwechselzone

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 1</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:

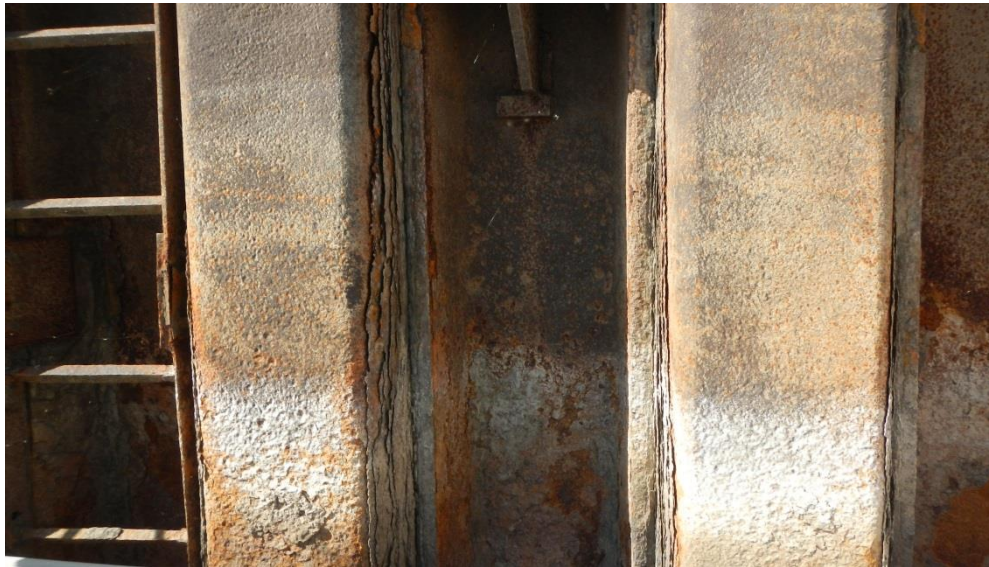


Bild 13 Großflächige, tiefe Abrostungen in Wasserwechselzone



Bild 14 Großflächige, tiefe Abrostungen in Wasserwechselzone

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 1</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:



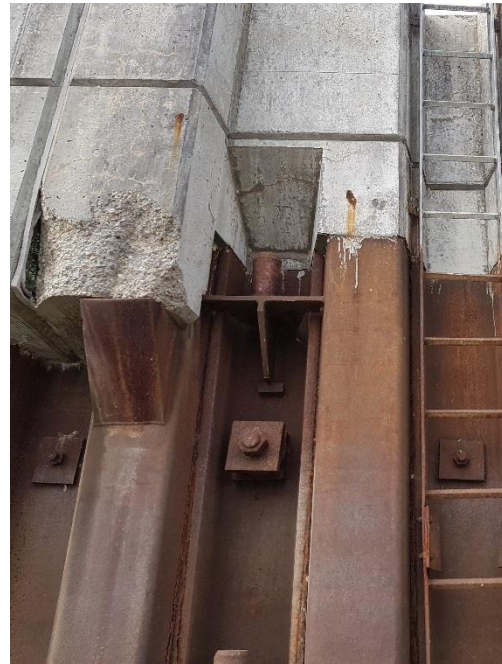


Bild 15 Lose Ankerplatten



Bild 16 Abrostungen

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 1</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 17 Messpunkt 15

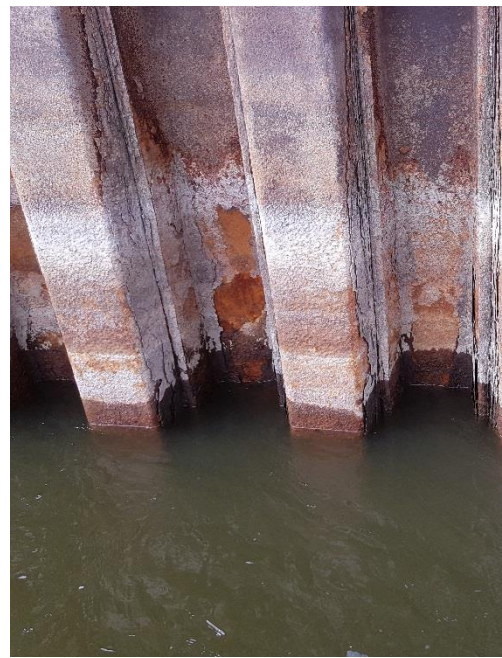


Bild 18 Starke Abrostungen

<b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Abschnitt 1		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 19 Plattige Abrostungen



Bild 20 Großflächige Abrostungen

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 1</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 21 Messpunkt 17



Bild 22 Plattige Abrostungen

<b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Abschnitt 1		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 23 Messpunkt 18

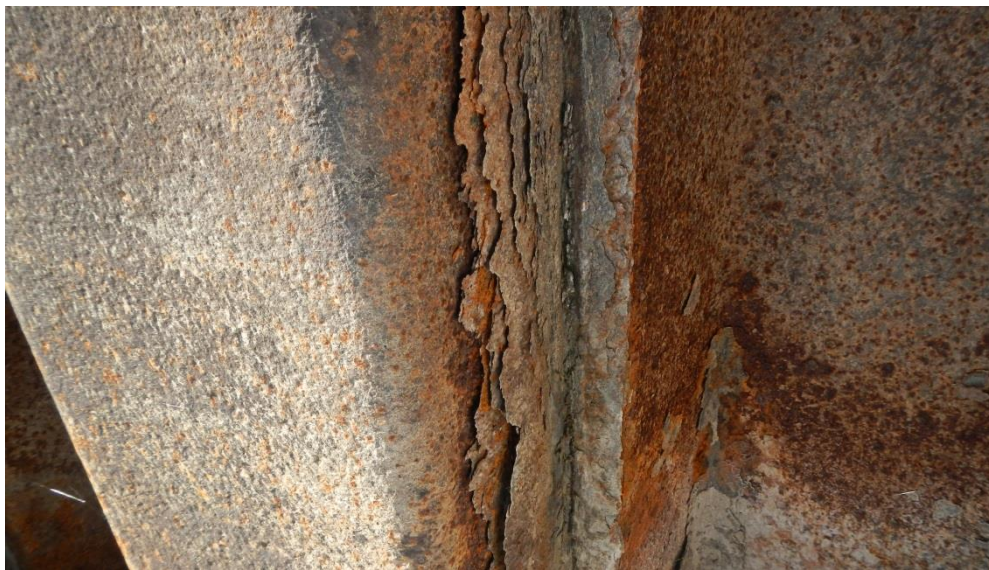


Bild 24 Starke Abrostungen

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 1</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 25 Messpunkt 19



Bild 26 Starke Rostschäden

<b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Abschnitt 1		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
		Proj.-Nr. 50-19-022 Anl.-Nr. 1.1 Datum:
Fotodokumentation	Gez.: Bearb.: ufö	

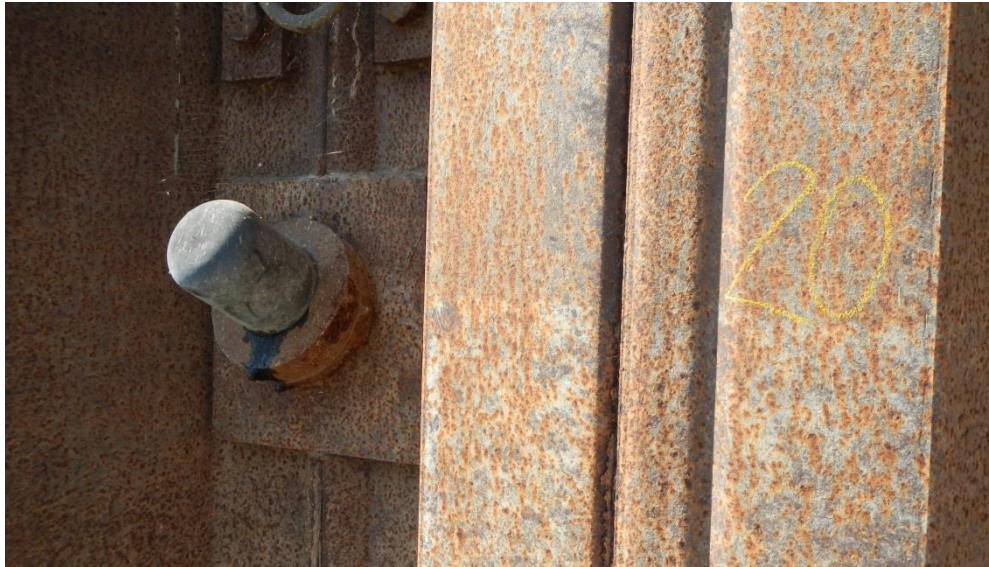


Bild 27 Messpunkt 20

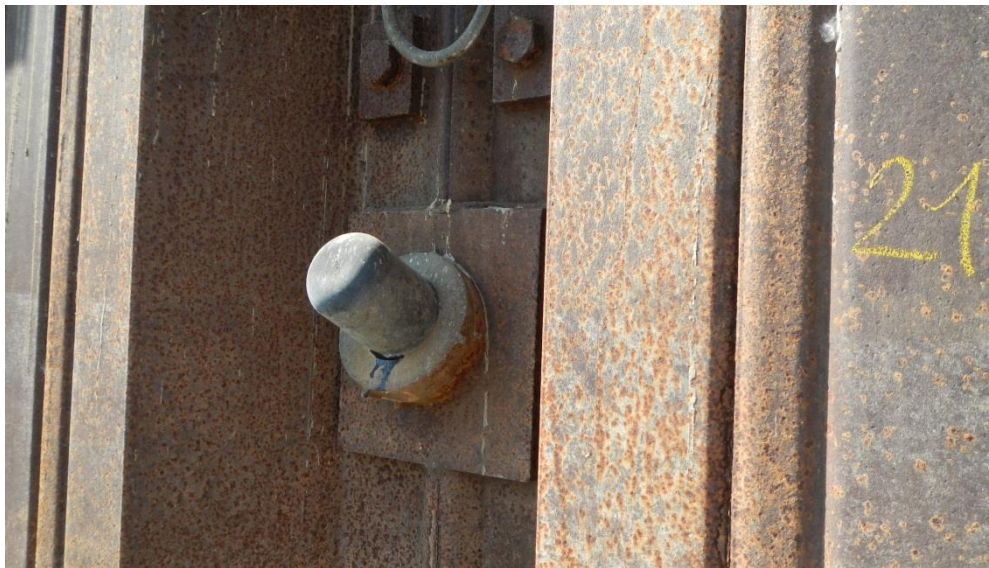


Bild 28 Messpunkt 21

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 1</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 29 Rostschäden



Bild 30 Rostschäden

<b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Abschnitt 1		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:

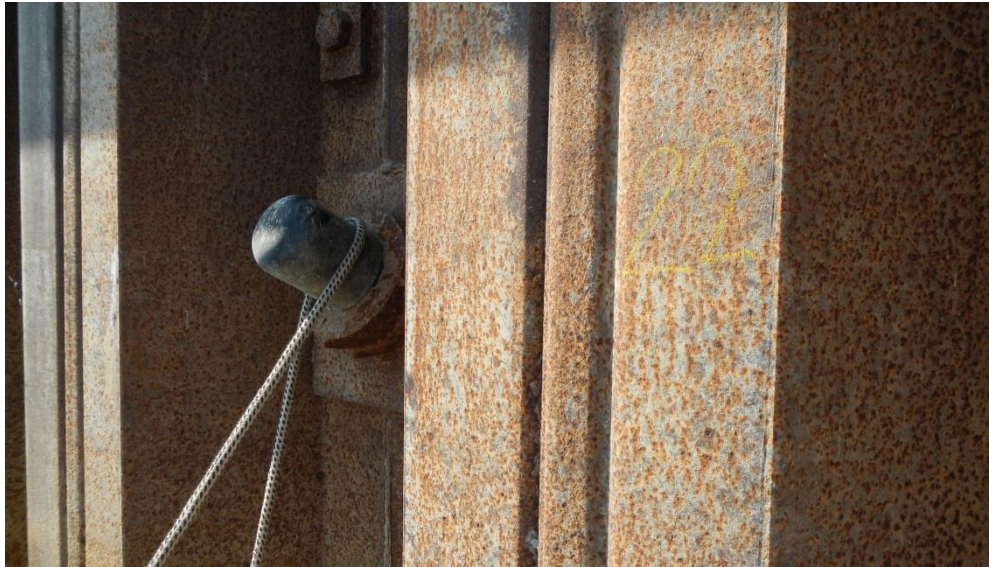


Bild 31 Messpunkt 22



Bild 32 Rostschäden

<b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Abschnitt 1		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 33 Rostschäden an Ankerkopf



Bild 34 Rostschäden, Abplatzungen

<b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Abschnitt 1		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 35 Rostschäden am Ankerkopf



Bild 36 Stark korrodierte Ankerköpfe, teilw. Austritt von Dichtmittel

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 1</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 37 Bewuchs durch Durchrostungsstelle



Bild 38 Bewuchs, Abrostungen

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 1</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.1
	Bearb.: ufö	Datum:



Bild 39 Messpunkt 23 – Ende Abschnitt 1

<b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Abschnitt 1		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg	
		Proj.-Nr.	50-19-022
Fotodokumentation	Gez.:	Anl.-Nr.	1.1
	Bearb.: ufö	Datum:	





Bild 1 Beginn Abschnitt 2



Bild 2 Korrosion an Ankerköpfen

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 2</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.2
	Bearb.: ufö	Datum:



Bild 3 Messpunkt 25



Bild 4 Großflächige Korrosion

<b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Abschnitt 2		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.: -	Anl.-Nr. 1.2
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 5 Messpunkt 26



Bild 6 Korrosion

<b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Abschnitt 2		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.2
	Bearb. ufö	Datum:



Bild 7 Flächige Korrosion



Bild 8 Plattige Abrostungen

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 2</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.2
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 9 Durchgerostete Spundbohle (Wasseraustritt)



Bild 10 Korrosion Ankerkopf

<b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Abschnitt 2		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.2
	Bearb.: ufö	Datum:



Bild 11      Messpunkt 45 Ende Abschnitt 2

Projekt: <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Abschnitt 2</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg	
		Proj.-Nr.	50-19-022
Fotodokumentation	Gez.:	Anl.-Nr.	1
	Bearb.: ufö	Datum:	1.2





Bild 1 Messpunkt 46 Beginn Abschnitt 3



Bild 2 Korrosion

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 3</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.3
	Bearb.: ufö	Datum:



Bild 3 Abrostungen



Bild 4 Abrostungen

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 3</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.: -	Anl.-Nr. 1.3
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 5 Bewuchs



Bild 6 Messpunkt 48 Korrodierte Ankerköpfe

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 3</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.3
	Bearb.: ufö	Datum:



Bild 7 Korrodierter Ankerkopf



Bild 8 Undichter Ankerkopf

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 3</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.3
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 9 Auslass stark korrodiert



Bild 10 Messpunkt 58 Ende Abschnitt 3

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 3</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.3
	Bearb.: ufö	Datum:



Bild 1 Messpunkt 59 Beginn Abschnitt 4



Bild 2 Undichter Ankerkopf

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 4</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.4
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 3 Korrosion



Bild 4 Abrostungen

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 4</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.: -	Anl.-Nr. 1.4
	Bearb.: ufö	Datum:

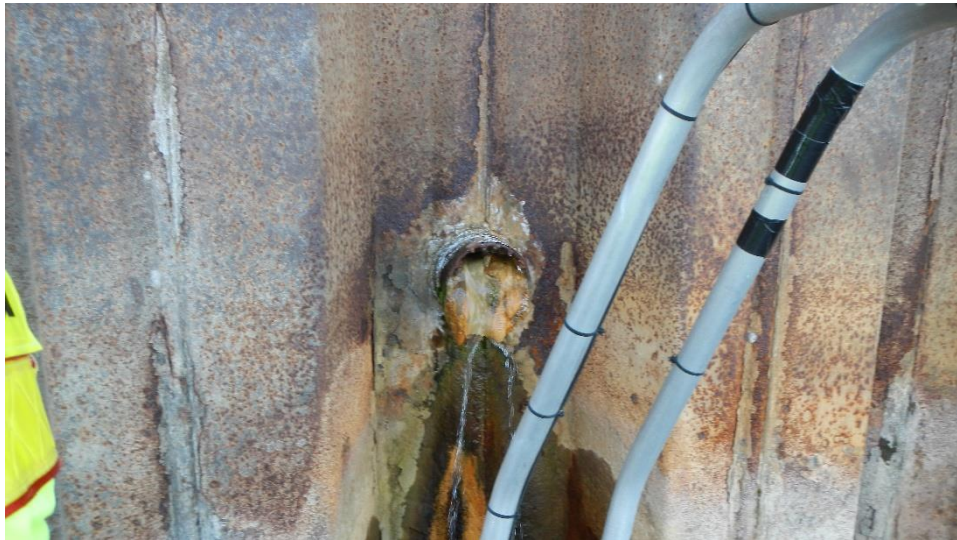


Bild 5 Auslauf korrodiert

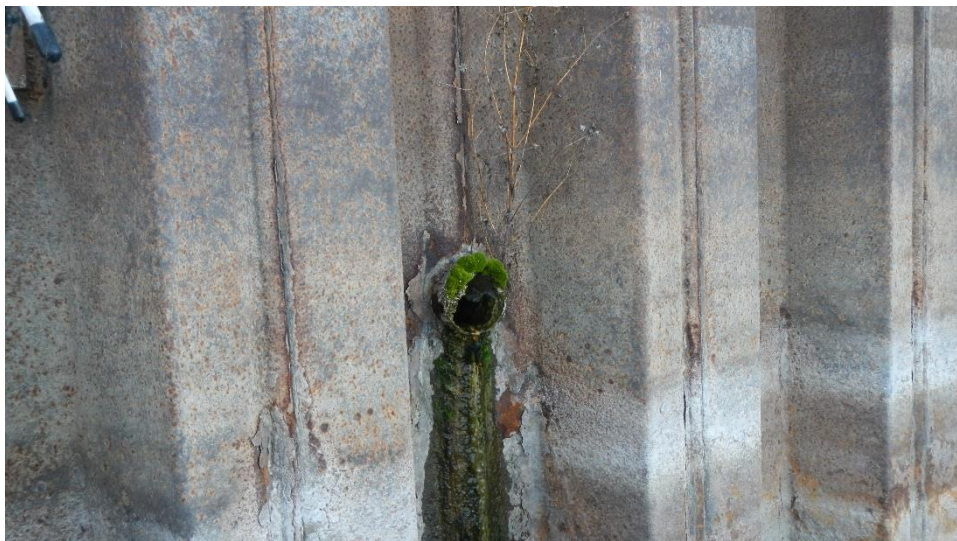


Bild 6 Auslauf korrodiert

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 4</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.4
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 7      Messpunkt 66 Ende Abschnitt 4

Projekt: <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Abschnitt 4</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg	
		Proj.-Nr.	50-19-022
Fotodokumentation	Gez.:	Anl.-Nr.	1.4
	Bearb.:	Datum:	



Bild 1 Messpunkt 67 Beginn Abschnitt 5



Bild 2 Flächige Abrostungen

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 5</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.5
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 3 Plattige Abrostungen



Bild 4 Auslass mit Bewuchs

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 5</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.: -	Anl.-Nr. 1.5
	Bearb.: ufö	Datum:



Bild 5 Auslass mit Bewuchs - Detail



Bild 6 Auslass mit Bewuchs - Detail

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 5</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.5
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 7 Messpunkt 69 Korrodierter Ankerkopf



Bild 8 Messpunkt 75

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 5</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.5
	Bearb.: ufö	Datum:

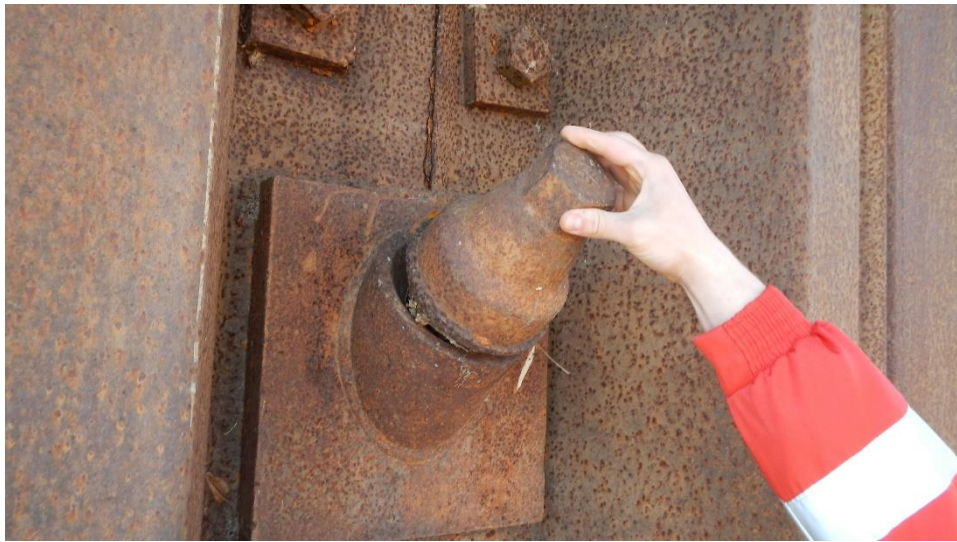


Bild 9 Loser Ankerkopf



Bild 10 Messpunkt 78 Korrodierter Ankerkopf

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 5</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.5
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 11 Messpunkt 84 Korrosion Spundwand/Ankerkopf



Bild 12 Messpunkt 87

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 5</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.5
	Bearb.: ufö	Datum:



Bild 13 Korrosion Anker, plattige Abrostungen Wasserwechselzone



Bild 14 Messpunkt 91 Ende Abschnitt 5

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Abschnitt 5</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 1.5
	Bearb.: ufö	Datum:



Anlage 2.1

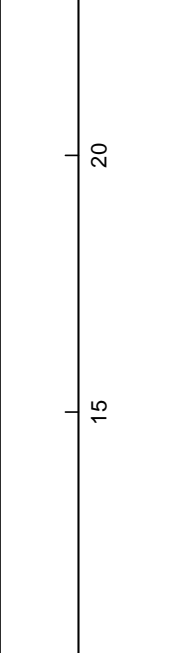
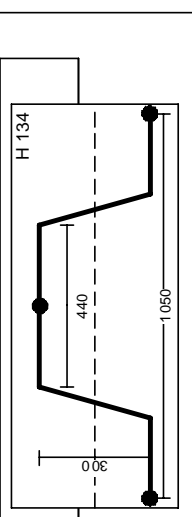
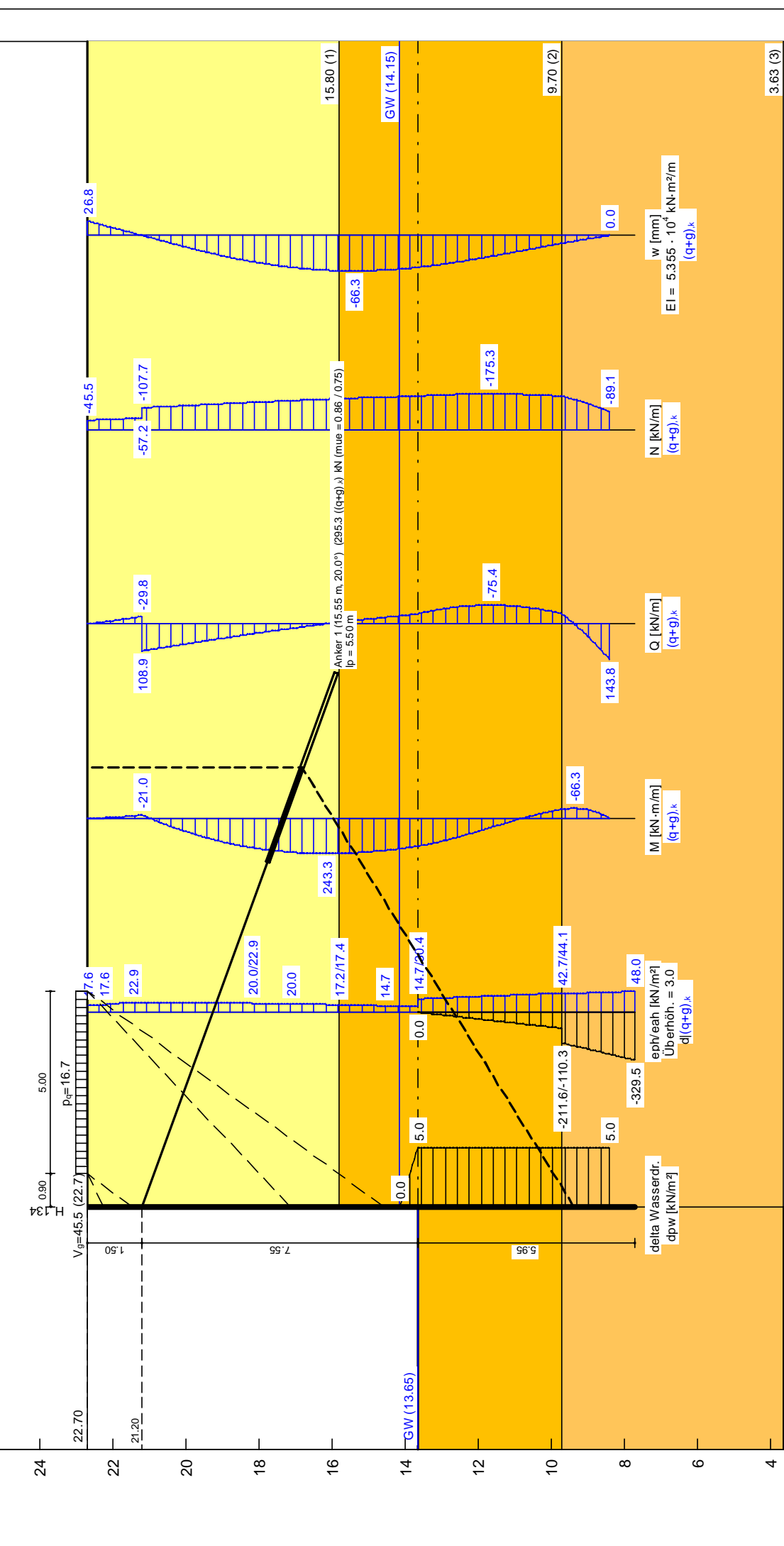
Nachrechnung IST-Zustand Abschnitt 1

**Bemessung:**  
 $\gamma_{MO} = 1.00 / \gamma_{M1} = 1.10$   
 $\epsilon = 0.990 \rightarrow b_r / t_r / \epsilon = 44.4$   
 Querschnittsklasse: 2  
 $M_{Ed} = 333.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $N_{Ed} = 0.5 \text{ kN/m}$   
 $V_{Ed} = -205.0 \text{ kN/m}$  (Druck)  
 Profil: H 134 Stahlgüte: S 240 GP  
 Wasserdruckdifferenz = 0.50 m  
 $b = 525.0 \text{ mm} / b_r = 440.0 \text{ mm}$   
 $t_r = 10.0 \text{ mm} / t_w = 9.5 \text{ mm} / A = 171.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 300.0 \text{ mm} / \alpha = 68.0^\circ$   
 $W_{pl} = 2000.0 \text{ cm}^3/\text{m} / I = 25500.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

**Nachweis  $M_{Rd}$**   
 $M_{s,Rd} = 480.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{s,Rd} / M_{s,Rd} = 0.695$   
 Knicklänge = 11.20 m  
 $N_{s,Rd} = 4213.3 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} / N_{s,Rd} = 0.049 > 0.04 \rightarrow$  Knicknachweis  
 $\mu = N_{s,Rd} / [\chi \cdot N_{pl,Rd} \cdot (\gamma_{MO} / \gamma_{M1})] + 1.15 \cdot M_{Ed} / M_{s,Rd} \cdot (\gamma_{MO} / \gamma_{M1}) \leq 1.0$   
 $\lambda = 0.9869 \rightarrow$  Bild 6.4 (DIN EN 1993-1-1)  
 $\rightarrow \chi = 0.4738$   
 $\mu = 0.116 + 0.879 = 0.995$   
 max  $\mu = 0.995$   
 keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.

**Regelprofil B** Ist-Zustand ohne Abrostung  
 Norm: EC 7  
 Spundwand  
 Anker- Stiefenabstand = 2.00 m  
 H 134  
 Erddrucklagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.b  
 Ersatzerdruddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF

**Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)**  
 Bemessungssituation: max M, qg  
 $M_{Ed} = 333.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $N_{Ed} = 0.5 \text{ kN/m}$   
 $V_{Ed} = -205.0 \text{ kN/m}$  (Druck)  
 Profil: H 134 Stahlgüte: S 240 GP  
 Wasserdruckdifferenz = 0.50 m  
 $b = 525.0 \text{ mm} / b_r = 440.0 \text{ mm}$   
 $t_r = 10.0 \text{ mm} / t_w = 9.5 \text{ mm} / A = 171.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 300.0 \text{ mm} / \alpha = 68.0^\circ$   
 $W_{pl} = 2000.0 \text{ cm}^3/\text{m} / I = 25500.0 \text{ cm}^4/\text{m}$



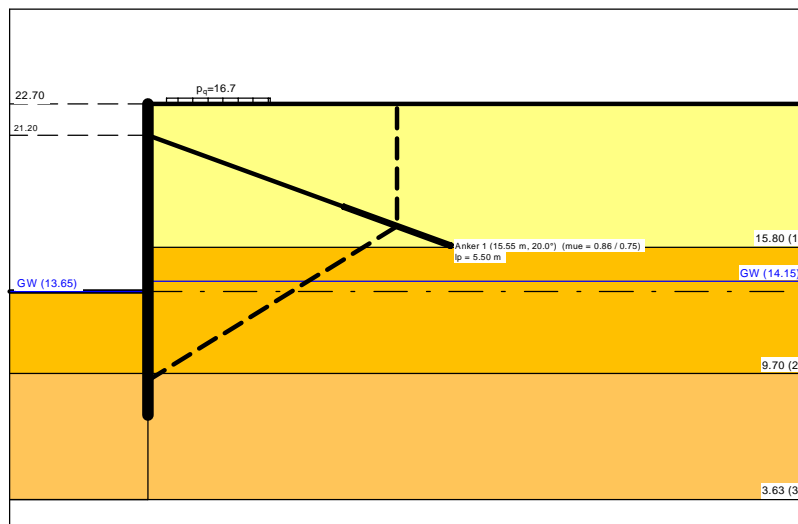
Boden	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{1,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$C_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
0-15m	16.0	10.0	27.0	0.0	5.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Auffüllung
15-20m	20.0	10.0	25.0	0.0	20.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Ton, Schluff
20-24m	18.0	11.0	33.0	0.0	4.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Feinsand

# Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Regelprofil B Ist-Zustand ohne Abrostung



## Indices:

- d = Bemessungswert
- k = charakteristisch
- g = Ständig, einschließlich Wasserdruck
- q = Veränderlich
- g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck
- w = Wasserdruck

Wandkopf = 22.70 mNN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m  
 Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 13.65 mNN  
 Grundwasserstand (rechts) = 14.15 mNN  
 Grundwasserstand (links) = 13.65 mNN  
 Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

## Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
 Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

## Lasten (zweiseitig begrenzt)

Nr.	sig(v) [-]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	Tiefe [m]	y(1) [m]	y(2) [m]	y(3) [m]	y(4) [m]	Verkehrslast [-]
1	16.70	0.90	5.90	22.70	22.24	21.45	17.14	14.57	ja

(Verkehrslasten werden nicht umgelagert)  
 Steuerparameter = 0.50

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)  
 Horizontalkräfte (nach rechts positiv)  
 Vertikalkräfte (nach unten positiv)

Nr.	Tiefe [m]	M,g,k [kN·m/m]	M,q,k [kN·m/m]	H,g,k [kN/m]	H,q,k [kN/m]	V,g,k [kN/m]	V,q,k [kN/m]
1	22.70	0.00	0.00	0.00	0.00	45.50	0.00

Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.b

Art des Fußlagers:  
 Profillänge von 15.00 m fest und Einspannung bestimmen  
 Einspanngrad = 56.9 %

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:  
 $E_{ph,d} = 793.86 \text{ kN/m}$  ( $E_{pv,d} = -220.75 \text{ kN/m}$ )  
 Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) =  $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$   
 $B_{h(g+q),d} = 793.86 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,g,d} = 756.22 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,q,d} = 37.64 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,w,d} = 69.28 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte  $C_h$  (Blum)  
 $C_{h,k} = 143.83 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,g,k} = 132.31 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,q,k} = 11.51 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,w,k} = 10.64 \text{ kN/m}$

Anker und Steifen  
 Anker- Steifenabstand = 2.00 m

Nr.	y	Neigung	Länge	$N_d$	$N_k$	$N_{g,k}$	$N_{w,k}$	EA	EI	
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN·m <sup>2</sup> ]	
1	21.20	20.00	12.80	406.19	295.27	244.75	4.03	4.200E+7	-	Anker

Bodenkennwerte

Schicht	UK	$\gamma_k$	$\gamma'_{k}$	$\varphi_k$	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/ $\varphi$	d(a)/ $\varphi$	qc	cu,k
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	15.80	16.00	10.00	27.00	0.00	5.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
2	9.70	20.00	10.00	25.00	0.00	20.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
3	3.63	18.00	11.00	33.00	0.00	4.00	-0.667	0.667	10.00	0.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion  $\leq 0.0$ .

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$	kagh(40°)
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	15.80	0.318	0.993	27.000	18.01	54.20	0.179
2	9.70	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00	0.179
3	3.63	0.245	0.855	33.000	22.01	57.76	0.179

Aktive Erddruckordinaten ( $[g+q],k$ )

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
22.700	22.241	17.601	17.601	0.00	0.00
22.241	21.700	17.601	21.239	0.00	0.00
21.700	21.452	21.239	22.905	0.00	0.00
21.452	21.200	22.905	22.905	0.00	0.00
21.200	20.700	22.905	22.905	0.00	0.00
20.700	19.650	22.905	22.905	0.00	0.00
19.650	18.650	22.905	22.905	0.00	0.00
18.650	17.650	22.905	19.971	0.00	0.00
17.650	17.137	19.971	19.971	0.00	0.00
17.137	16.650	19.971	18.964	0.00	0.00
16.650	16.150	18.964	17.928	0.00	0.00
16.150	15.800	17.928	17.204	0.00	0.00
15.800	15.650	17.428	17.090	0.00	0.00
15.650	14.658	17.090	14.856	0.00	0.00
14.658	14.575	14.856	14.667	0.00	0.00
14.575	14.150	14.667	14.667	0.00	0.00
14.150	13.650	14.667	14.667	0.00	5.00
13.650	12.650	30.432	33.888	5.00	5.00
12.650	11.700	33.888	37.172	5.00	5.00
11.700	10.700	37.172	40.628	5.00	5.00
10.700	9.700	40.628	44.084	5.00	5.00
9.700	8.699	42.650	45.349	5.00	5.00
8.699	8.399	45.349	46.159	5.00	5.00
8.399	3.630	46.159	59.021	5.00	5.00

Passive Erddruckbeiwerte



bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
2	9.70	3.909	5.182	25.000	-16.67	21.54
3	3.63	7.499	8.604	33.000	-22.01	16.00

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
13.65	12.65	0.00	-27.92
12.65	11.70	-27.92	-54.45
11.70	10.70	-54.45	-82.37
10.70	9.70	-82.37	-110.29
9.70	8.70	-211.59	-270.54
8.70	8.40	-270.54	-288.23
8.40	3.63	-288.23	-569.24

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
22.70	-61.4	0.0	0.0	
22.24	-65.8	-10.9	-2.5	
21.70	-71.4	-25.2	-12.1	
21.45	-74.3	-32.8	-19.3	
21.20	-77.4	-40.8	-28.6	190.8
21.20	-146.9	150.1	-28.6	
20.70	-152.9	134.2	42.5	
19.65	-165.7	100.9	165.9	
18.65	-177.8	69.2	250.9	
17.65	-189.2	39.6	304.9	
17.14	-194.8	25.4	321.5	
16.65	-199.9	12.3	330.7	
16.15	-205.0	-0.5	333.6	
15.80	-208.3	-8.9	331.9	
15.65	-209.7	-12.5	330.3	
14.66	-217.9	-34.1	307.0	
14.57	-218.6	-35.7	304.0	
14.15	-221.9	-44.1	287.1	
13.65	-225.7	-55.7	262.3	
12.65	-236.2	-91.4	186.7	
11.70	-239.4	-102.8	92.7	
10.70	-235.7	-91.0	-6.2	
9.70	-224.7	-54.9	-81.2	
8.70	-149.3	129.4	-48.7	
8.40	-122.1	195.9	0.0	

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
22.70	-61.4	0.0	0.0	
22.24	-65.8	-10.9	-2.5	
21.70	-71.0	-23.8	-11.9	
21.45	-73.3	-29.6	-18.5	
21.20	-75.7	-35.6	-26.7	155.2
21.20	-132.2	119.6	-26.7	
20.70	-137.0	107.7	30.1	
19.65	-147.0	82.8	130.1	
18.65	-156.6	59.0	201.0	
17.65	-165.4	37.4	248.7	
17.14	-169.6	27.3	265.3	
16.65	-173.6	17.6	276.3	
16.15	-177.8	7.7	282.6	
15.80	-180.6	0.8	284.1	
15.65	-181.8	-2.2	284.0	
14.66	-189.5	-21.8	272.1	
14.57	-190.1	-23.5	270.2	
14.15	-193.4	-31.9	258.5	
13.65	-197.3	-43.5	239.8	
12.65	-208.0	-79.9	176.2	
11.70	-211.8	-93.4	92.3	

10.70	-209.2	-85.3	1.0
9.70	-199.8	-54.5	-70.8
8.70	-129.7	116.7	-44.2
8.40	-104.3	178.6	0.0

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	-45.5	0.0	0.0	
22.24	-48.7	-8.1	-1.9	
21.70	-52.9	-18.6	-9.0	
21.45	-55.0	-24.1	-14.3	
21.20	-57.2	-29.8	-21.0	138.7
21.20	-107.7	108.9	-21.0	
20.70	-112.1	97.4	30.5	
19.65	-121.3	73.4	120.2	
18.65	-130.1	50.5	182.2	
17.65	-138.4	29.2	221.7	
17.14	-142.4	19.0	234.0	
16.65	-146.1	9.5	240.9	
16.15	-149.8	0.3	243.3	
15.80	-152.3	-5.9	242.3	
15.65	-153.2	-8.5	241.3	
14.66	-159.3	-24.3	224.8	
14.57	-159.8	-25.6	222.7	
14.15	-162.2	-31.8	210.5	
13.65	-165.1	-40.4	192.6	
12.65	-172.9	-66.9	137.5	
11.70	-175.3	-75.4	68.6	
10.70	-172.6	-67.0	-4.0	
9.70	-164.6	-40.6	-59.3	
8.70	-109.1	94.9	-35.7	
8.40	-89.1	143.8	0.0	

Schnittgrößen (g,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	-45.5	0.0	0.0	
22.24	-48.7	-8.1	-1.9	
21.70	-52.6	-17.6	-8.8	
21.45	-54.3	-22.0	-13.7	
21.20	-56.1	-26.4	-19.8	115.0
21.20	-98.0	88.6	-19.8	
20.70	-101.5	79.8	22.3	
19.65	-108.9	61.3	96.4	
18.65	-116.0	43.7	148.9	
17.65	-122.5	27.7	184.3	
17.14	-125.6	20.2	196.6	
16.65	-128.6	13.1	204.6	
16.15	-131.7	5.7	209.3	
15.80	-133.8	0.6	210.4	
15.65	-134.7	-1.6	210.4	
14.66	-140.4	-16.2	201.6	
14.57	-140.8	-17.4	200.2	
14.15	-143.3	-23.6	191.5	
13.65	-146.1	-32.2	177.6	
12.65	-154.1	-59.2	130.5	
11.70	-156.9	-69.2	68.3	
10.70	-155.0	-63.2	0.8	
9.70	-148.0	-40.4	-52.4	
8.70	-96.0	86.4	-32.7	
8.40	-77.3	132.3	0.0	

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	0.0	0.0	0.0	
22.24	0.0	0.0	0.0	
21.70	-0.3	-1.0	-0.2	
21.45	-0.7	-2.1	-0.6	
21.20	-1.1	-3.4	-1.2	23.7
21.20	-9.8	20.3	-1.2	

20.70	-10.6	17.7	8.2
19.65	-12.4	12.1	23.9
18.65	-14.2	6.8	33.3
17.65	-15.9	1.5	37.4
17.14	-16.8	-1.2	37.5
16.65	-17.5	-3.6	36.3
16.15	-18.1	-5.5	34.0
15.80	-18.5	-6.5	31.9
15.65	-18.6	-6.9	30.9
14.66	-19.0	-8.2	23.2
14.57	-19.0	-8.2	22.6
14.15	-19.0	-8.2	19.1
13.65	-19.0	-8.2	15.0
12.65	-18.8	-7.7	7.0
11.70	-18.4	-6.3	0.3
10.70	-17.6	-3.8	-4.8
9.70	-16.6	-0.3	-6.9
8.70	-13.1	8.5	-3.0
8.40	-11.8	11.5	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	0.0	0.0	0.0	
22.24	0.0	0.0	0.0	
21.70	0.0	0.0	0.0	
21.45	0.0	0.0	0.0	
21.20	0.0	0.0	0.0	1.9
21.20	-0.7	1.9	0.0	
20.70	-0.7	1.9	0.9	
19.65	-0.7	1.9	2.9	
18.65	-0.7	1.9	4.8	
17.65	-0.7	1.9	6.7	
17.14	-0.7	1.9	7.7	
16.65	-0.7	1.9	8.6	
16.15	-0.7	1.9	9.6	
15.80	-0.7	1.9	10.2	
15.65	-0.7	1.9	10.5	
14.66	-0.7	1.9	12.4	
14.57	-0.7	1.9	12.5	
14.15	-0.7	1.9	13.3	
13.65	-0.7	0.6	14.1	
12.65	-0.4	-3.4	12.5	
11.70	0.4	-5.6	8.1	
10.70	1.7	-6.0	2.2	
9.70	3.7	-4.6	-3.2	
8.70	10.2	6.5	-2.6	
8.40	12.4	10.6	0.0	

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit  $EI = 5.355E+4 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
22.70	26.8	22.65	25.9	22.29	19.4	22.24	18.5	22.24	18.5	22.20	17.8	21.75	9.7
21.70	8.8	21.70	8.8	21.65	7.9	21.50	5.2	21.45	4.3	21.45	4.3	21.40	3.4
21.25	0.6	21.20	-0.3	21.20	-0.3	21.15	-1.2	20.75	-8.5	20.70	-9.4	20.70	-9.4
20.65	-10.3	19.70	-27.0	19.65	-27.8	19.65	-27.8	19.60	-28.6	18.70	-42.4	18.65	-43.1
18.65	-43.1	18.60	-43.7	17.70	-54.5	17.65	-55.0	17.65	-55.0	17.60	-55.5	17.20	-59.0
17.14	-59.5	17.14	-59.5	17.09	-59.9	16.70	-62.5	16.65	-62.8	16.65	-62.8	16.60	-63.1
16.20	-64.9	16.15	-65.0	16.15	-65.0	16.10	-65.2	15.85	-65.8	15.80	-65.9	15.80	-65.9
15.75	-66.0	15.70	-66.1	15.65	-66.1	15.65	-66.1	15.60	-66.2	14.70	-65.1	14.66	-65.0
14.66	-65.0	14.62	-64.9	14.62	-64.9	14.57	-64.7	14.57	-64.7	14.52	-64.5	14.20	-63.1
14.15	-62.8	14.15	-62.8	14.10	-62.5	13.70	-60.0	13.65	-59.7	13.65	-59.7	13.60	-59.3
12.70	-51.3	12.65	-50.8	12.65	-50.8	12.60	-50.3	11.75	-40.6	11.70	-40.0	11.70	-40.0
11.65	-39.4	10.75	-28.0	10.70	-27.4	10.70	-27.4	10.65	-26.8	9.75	-15.5	9.70	-14.9
9.70	-14.9	9.65	-14.3	8.75	-3.8	8.70	-3.3	8.70	-3.3	8.65	-2.7	8.45	-0.5
8.40	0.0												

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

$\phi_{i,[g+q],k} = -0.62663390$

Theoretischer Fußpunkt = 8.399 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
 Bemessungssituation: max M<sub>gq</sub>  
 M<sub>Ed</sub> = 333.6 kN·m/m  
 V<sub>Ed</sub> = 0.5 kN/m  
 N<sub>Ed</sub> = -205.0 kN/m (Druck)  
 Profil: H 134 Stahlgüte: S 240 GP  
 Wasserdruckdifferenz = 0.50 m  
 b = 525.0 mm / b<sub>f</sub> = 440.0 mm  
 t<sub>f</sub> = 10.0 mm / t<sub>w</sub> = 9.5 mm / A = 171.0 cm<sup>2</sup>/m  
 h = 300.0 mm / α = 68.0 °  
 W<sub>pl</sub> = 2000.0 cm<sup>3</sup>/m / I = 25500.0 cm<sup>4</sup>/m  
 γ<sub>M0</sub> = 1.00 / γ<sub>M1</sub> = 1.10  
 ε = 0.990 -> b<sub>f</sub> / t<sub>f</sub> / ε = 44.4  
 Querschnittsklasse: 2  
 f<sub>y,red</sub> = 240.0 N/mm<sup>2</sup>  
 M<sub>c,Rd</sub> = 480.0 kN·m/m  
 V<sub>pl,Rd</sub> = 727.1 kN/m (μ = 0.001)  
 N<sub>pl,Rd</sub> = 4104.0 kN/m (μ = 0.050)  
 Querkraft-Interaktion  
 V<sub>Ed</sub> ≤ 0.5 · V<sub>pl,Rd</sub> -> keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis M<sub>Rd</sub>  
 M<sub>c,Rd</sub> = 480.0 kN·m/m  
 μ = M<sub>Ed</sub> / M<sub>c,Rd</sub> = 0.695  
 Knicklänge = 11.20 m  
 N<sub>cr</sub> = 4213.3 kN/m  
 N<sub>Ed</sub> / N<sub>cr</sub> = 0.049 > 0.04 -> Knicknachweis  
 μ = N<sub>Ed</sub> / [χ · N<sub>pl,Rd</sub> · (γ<sub>M0</sub> / γ<sub>M1</sub>)] +  
 1,15 · M<sub>Ed</sub> / M<sub>c,Rd</sub> · (γ<sub>M0</sub> / γ<sub>M1</sub>) ≤ 1,0  
 λ = 0.9869 -> Bild 6.4 (DIN EN 1993-1-1)  
 -> χ = 0.4738  
 μ = 0.116 + 0.879 = 0.995  
 max μ = 0.995

max M<sub>d</sub> = 333.6 kN·m/m (Tiefe = 16.15 m)  
 Zugehörige Werte: N<sub>d</sub> = -205.0 kN/m; Q<sub>d</sub> = -0.5 kN/m; w<sub>k</sub> = 65.0 mm

max Q<sub>d</sub> = 195.9 kN·m/m (Tiefe = 8.40 m)  
 Zugehörige Werte: N<sub>d</sub> = -122.1 kN/m; M<sub>d</sub> = 0.0 kN·m/m; w<sub>k</sub> = 0.0 mm

max N<sub>d</sub> = 239.4 kN/m (Tiefe = 11.70 m)  
 Zugehörige Werte: Q<sub>d</sub> = -102.8 kN/m; M<sub>d</sub> = 92.7 kN·m/m; w<sub>k</sub> = 54.6 mm

max w<sub>k</sub> = 66.3 mm (Tiefe = 15.40 m)  
 Zugehörige Werte: N<sub>d</sub> = -211.9 kN/m; Q<sub>d</sub> = -18.2 kN/m; M<sub>d</sub> = 326.5 kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 11.37 %  
 Einbindetiefe t<sub>g</sub> = 5.95 m  
 Profillänge = 15.00 m

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit  
 UK Schicht = 9.70  
 Gewicht = 39.50 kN/m<sup>2</sup>  
 Strömungskraft = 1.77 kN/m<sup>2</sup>  
 gamma(Gewicht) = 0.95  
 gamma(Strömungskraft) = 1.45  
 Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.068  
 = 0.068 = (1.45 · 1.77) / (0.95 · 39.50)

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Tiefe Gleitfuge  
 Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 13.33 m  
 A<sub>h,g,d</sub> = A<sub>h,g,k</sub> · γ<sub>G</sub> und A<sub>h,d</sub> = A<sub>h,g,k</sub> · γ<sub>G</sub> + A<sub>h,q,k</sub> · γ<sub>Q</sub>  
 mögl A<sub>h,g,d</sub> = mögl A<sub>h,g,k</sub> / γ<sub>Ep</sub> und mögl A<sub>d</sub> = mögl A<sub>k</sub> / γ<sub>Ep</sub>  
 mue = Ausnutzungsgrad ≤ 1.0

Nr	Tiefe	Länge	Höhe(Ankerw.)	A <sub>h,d</sub>	mögl A <sub>h,d</sub>	mue,gq	A <sub>h,g,d</sub>	mögl A <sub>h,g,d</sub>	mue,g
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[-]	[kN]	[kN]	[-]



1 21.20 12.80 0.00 381.69 446.23 0.855 310.49 413.94 0.750

Werte für ungünstigste Gleitfuge

Lastfall: g+q

x	y	G <sub>k</sub>	E <sub>ah,k</sub>	E <sub>av,k</sub>	Q <sub>x</sub>	Q <sub>y</sub>	C <sub>k</sub>	H	θ	φ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	9.37	-	336.4	105.3	-	-	-	-	-	-
0.53	9.70	99.6	321.2	99.3	-1.8	-85.3	2.5	0.0	31.76	33.0
6.90	13.65	1156.2	146.0	46.1	113.3	-955.1	150.1	0.0	31.76	25.0
6.99	13.70	12.0	144.5	45.6	1.2	-9.8	1.9	0.0	31.76	25.0
7.71	14.15	105.9	131.2	41.7	10.3	-86.5	17.1	0.0	31.76	25.0
7.79	14.20	11.5	129.8	41.2	1.1	-9.4	1.9	0.0	31.76	25.0
8.60	14.70	111.0	116.5	37.3	10.7	-90.1	19.0	0.0	31.76	25.0
9.41	15.20	102.9	104.8	33.8	9.8	-82.8	19.0	0.0	31.76	25.0
10.22	15.70	94.8	94.3	30.6	8.9	-75.2	19.0	0.0	31.76	25.0
10.38	15.80	18.0	92.3	30.0	1.7	-14.1	3.8	0.0	31.76	25.0
11.02	16.20	69.3	80.7	26.2	5.0	-59.9	3.8	0.0	31.76	27.0
11.83	16.70	80.8	67.3	21.9	5.8	-69.7	4.7	0.0	31.76	27.0
12.03	16.82	18.7	64.2	20.9	1.3	-16.1	1.2	0.0	31.76	27.0

Werte für ungünstigste Gleitfuge

Lastfall: g

x	y	G <sub>k</sub>	E <sub>ah,k</sub>	E <sub>av,k</sub>	Q <sub>x</sub>	Q <sub>y</sub>	C <sub>k</sub>	H	θ	φ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	9.37	-	305.9	95.4	-	-	-	-	-	-
0.53	9.70	99.6	292.1	89.8	-1.9	-86.3	2.5	0.0	31.76	33.0
6.90	13.65	1072.7	146.0	46.1	105.4	-888.7	150.1	0.0	31.76	25.0
6.99	13.70	12.0	144.5	45.6	1.2	-9.8	1.9	0.0	31.76	25.0
7.71	14.15	105.9	131.2	41.7	10.3	-86.5	17.1	0.0	31.76	25.0
7.79	14.20	11.5	129.8	41.2	1.1	-9.4	1.9	0.0	31.76	25.0
8.60	14.70	111.0	116.5	37.3	10.7	-90.1	19.0	0.0	31.76	25.0
9.41	15.20	102.9	104.8	33.8	9.8	-82.8	19.0	0.0	31.76	25.0
10.22	15.70	94.8	94.3	30.6	8.9	-75.2	19.0	0.0	31.76	25.0
10.38	15.80	18.0	92.3	30.0	1.7	-14.1	3.8	0.0	31.76	25.0
11.02	16.20	69.3	80.7	26.2	5.0	-59.9	3.8	0.0	31.76	27.0
11.83	16.70	80.8	67.3	21.9	5.8	-69.7	4.7	0.0	31.76	27.0
12.03	16.82	18.7	64.2	20.9	1.3	-16.1	1.2	0.0	31.76	27.0

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten f<sub>Q</sub> = 1.500 / 1.350 = 1.111

Teilsicherheit (Grundbruch) γ<sub>Rv</sub> = 1.400

Breite = 1.81 m

Gewicht G<sub>k</sub> (einschließlich Verkehr) = 513.55 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.111)

E<sub>av,k</sub> (δ = 2/3 · φ) = 126.77 [kN/m]

Kohäsionskraft K<sub>k</sub> = 164.50 [kN/m]

Grundbruchlast R<sub>n,k</sub> = 4833.79 [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel φ<sub>k</sub> = 29.59 [°]

Kohäsion c<sub>k</sub> = 0.00 [kN/m<sup>2</sup>]

N<sub>d</sub> = 17.576 / N<sub>b</sub> = 9.414 / N<sub>c</sub> = 29.186

σ<sub>ü</sub> = 132.000 [kN/m<sup>2</sup>]

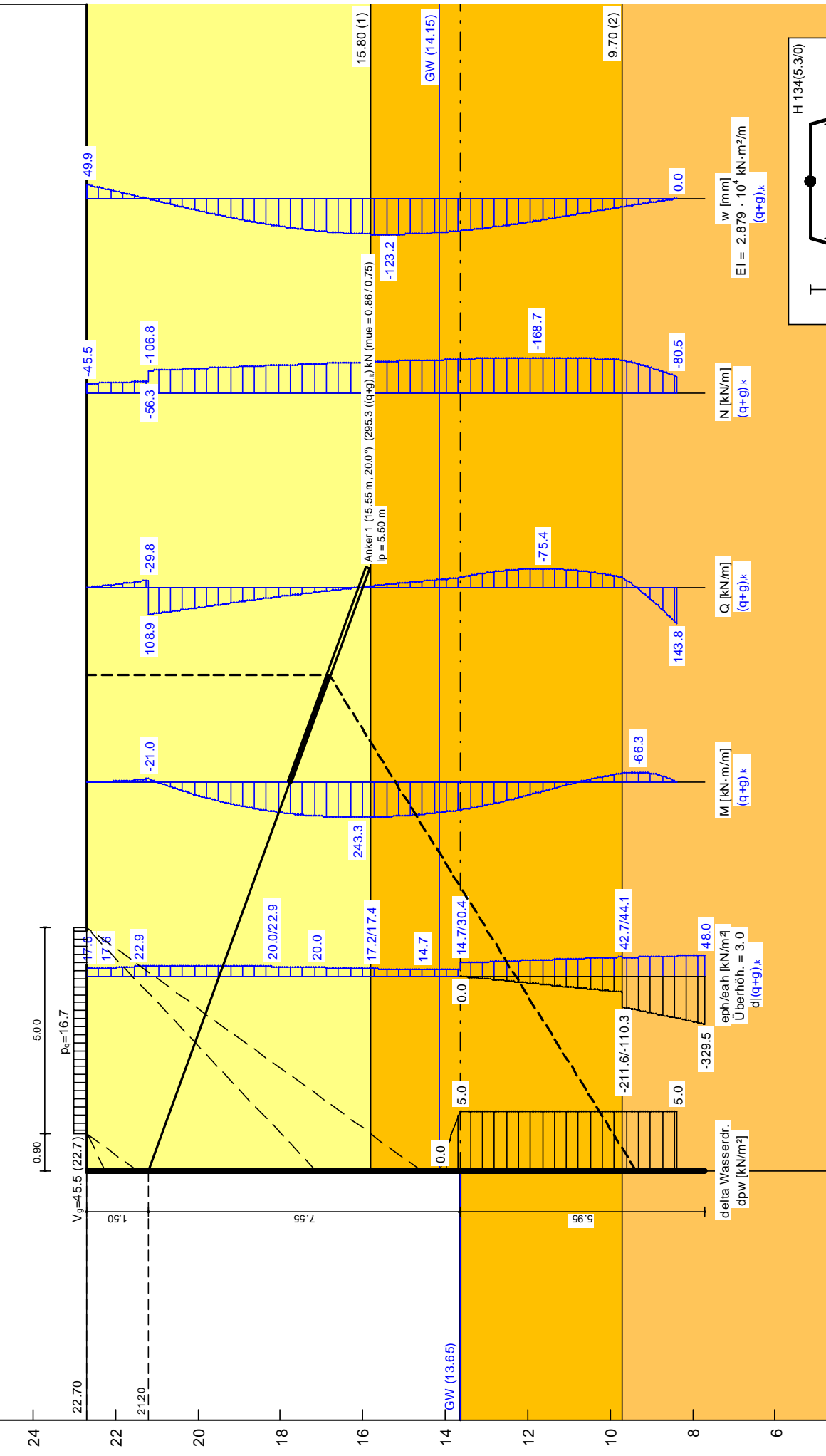
mue = [G<sub>k</sub> · γ<sub>G</sub>] / [(P<sub>g,k</sub> + K<sub>k</sub> + E<sub>av,k</sub>) / γ<sub>Gr</sub>] = 0.189

mue = [513.55 · 1.35] / [(4833.79 + 164.50 + 126.77) / 1.400] = 0.189

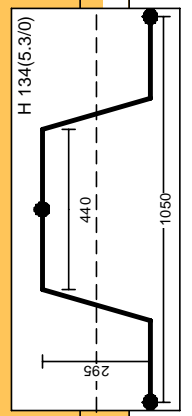
Regelprofil B ist-Zustand mit Abrostung  
 Norm: EC7  
 Spundwand  
 Anker-Streifenabstand = 2.00 m  
 H 134(5.3/0)  
 Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.b  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerdrukd-Belwert mit  $\phi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Bemessung:  
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
 Bemessungssituation: max M, qg  
 $M_{Ed} = 333.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.5 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} = -199.6 \text{ kN/m}$  (Druck)  
 Profil: H 134(5.3/0) Stahlgüte: S 240 GP  
 Wasserdrukdifferenz = 0.50 m  
 $b = 525.0 \text{ mm}$  /  $b_i = 440.0 \text{ mm}$   
 $t_i = 4.7 \text{ mm}$  /  $t_w = 4.2 \text{ mm}$  /  $A = 93.9 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 294.7 \text{ mm}$  /  $\alpha = 68.0^\circ$   
 $W_{pl} = 913.90 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 13707.9 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\gamma_{MO} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon_s = 1.419$  ->  $b_i / t_i / \varepsilon = 66.0$   
 Querschnittsklasse: 3  
 $f_{y,red} = 116.8 \text{ N/mm}^2$  (Kl. 4 -> Kl. 3)  
 $M_{c,Rd} = 106.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $M_{Ed} > M_{c,Rd}$   
 Nachweis nicht erfüllt !!



Boden	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{1k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{2k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_{Rk}$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\phi$ passiv	$\delta/\phi$ aktiv	$\delta/\phi$	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
1	16.0	10.0	27.0	0.0	5.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	0.00	0.00	Auflüfung
2	20.0	10.0	25.0	0.0	20.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	0.00	0.00	Ton, Schluff
3	18.0	11.0	33.0	0.0	4.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	0.00	0.00	Feinsand

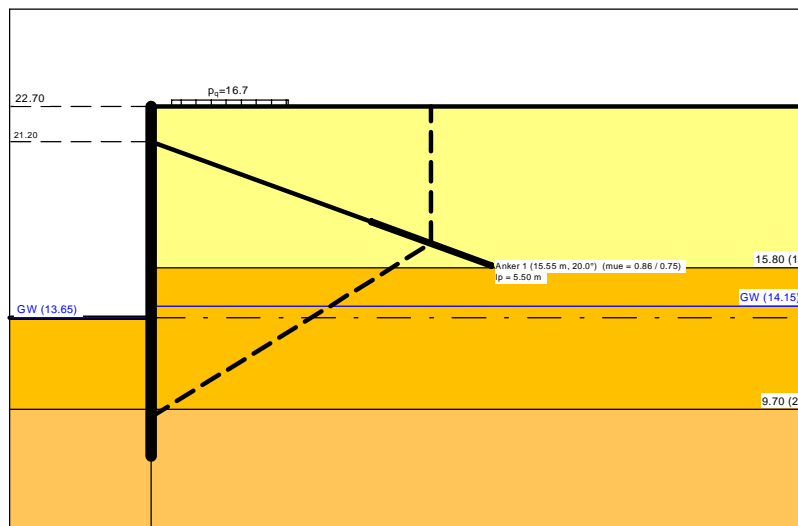


# Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Regelprofil B Ist-Zustand mit Abrostung



## Indices:

- d = Bemessungswert
- k = charakteristisch
- g = Ständig, einschließlich Wasserdruck
- q = Veränderlich
- g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck
- w = Wasserdruck

Wandkopf = 22.70 mNN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m  
 Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 13.65 mNN  
 Grundwasserstand (rechts) = 14.15 mNN  
 Grundwasserstand (links) = 13.65 mNN  
 Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

## Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
 Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

## Lasten (zweiseitig begrenzt)

Nr.	sig(v) [-]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	Tiefe [m]	y(1) [m]	y(2) [m]	y(3) [m]	y(4) [m]	Verkehrslast [-]
1	16.70	0.90	5.90	22.70	22.24	21.45	17.14	14.57	ja

(Verkehrslasten werden nicht umgelagert)  
 Steuerparameter = 0.50

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)  
 Horizontalkräfte (nach rechts positiv)  
 Vertikalkräfte (nach unten positiv)

Nr.	Tiefe [m]	M,g,k [kN·m/m]	M,q,k [kN·m/m]	H,g,k [kN/m]	H,q,k [kN/m]	V,g,k [kN/m]	V,q,k [kN/m]
1	22.70	0.00	0.00	0.00	0.00	45.50	0.00

Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.b

Art des Fußlagers:  
 Profillänge von 15.00 m fest und Einspannung bestimmen  
 Einspanngrad = 56.9 %

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:  
 $E_{ph,d} = 793.86 \text{ kN/m}$  ( $E_{pv,d} = -220.75 \text{ kN/m}$ )  
 Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) =  $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$   
 $B_{h(g+q),d} = 793.86 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,g,d} = 756.23 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,q,d} = 37.63 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,w,d} = 69.28 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte  $C_h$  (Blum)  
 $C_{h,k} = 143.81 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,g,k} = 132.30 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,q,k} = 11.51 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,w,k} = 10.64 \text{ kN/m}$

Anker und Steifen  
 Anker- Steifenabstand = 2.00 m

Nr.	y	Neigung	Länge	$N_d$	$N_k$	$N_{g,k}$	$N_{w,k}$	EA	EI	
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN·m <sup>2</sup> ]	
1	21.20	20.00	12.80	406.20	295.27	244.76	4.03	4.200E+7	-	Anker

Bodenkennwerte

Schicht	UK	$\gamma_k$	$\gamma'_{k}$	$\varphi_k$	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/ $\varphi$	d(a)/ $\varphi$	qc	cu,k
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	15.80	16.00	10.00	27.00	0.00	5.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
2	9.70	20.00	10.00	25.00	0.00	20.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
3	3.63	18.00	11.00	33.00	0.00	4.00	-0.667	0.667	10.00	0.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion  $\leq 0.0$ .

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$	kagh(40°)
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	15.80	0.318	0.993	27.000	18.01	54.20	0.179
2	9.70	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00	0.179
3	3.63	0.245	0.855	33.000	22.01	57.76	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
22.700	22.241	17.601	17.601	0.00	0.00
22.241	21.700	17.601	21.239	0.00	0.00
21.700	21.452	21.239	22.905	0.00	0.00
21.452	21.200	22.905	22.905	0.00	0.00
21.200	20.700	22.905	22.905	0.00	0.00
20.700	19.650	22.905	22.905	0.00	0.00
19.650	18.650	22.905	22.905	0.00	0.00
18.650	17.650	22.905	19.971	0.00	0.00
17.650	17.137	19.971	19.971	0.00	0.00
17.137	16.650	19.971	18.964	0.00	0.00
16.650	16.150	18.964	17.928	0.00	0.00
16.150	15.800	17.928	17.204	0.00	0.00
15.800	15.650	17.428	17.090	0.00	0.00
15.650	14.658	17.090	14.856	0.00	0.00
14.658	14.575	14.856	14.667	0.00	0.00
14.575	14.150	14.667	14.667	0.00	0.00
14.150	13.650	14.667	14.667	0.00	5.00
13.650	12.650	30.432	33.888	5.00	5.00
12.650	11.800	33.888	36.826	5.00	5.00
11.800	11.700	36.826	37.172	5.00	5.00
11.700	10.700	37.172	40.628	5.00	5.00
10.700	9.700	40.628	44.084	5.00	5.00
9.700	8.699	42.650	45.349	5.00	5.00
8.699	8.399	45.349	46.159	5.00	5.00
8.399	3.630	46.159	59.021	5.00	5.00



Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
2	9.70	3.909	5.182	25.000	-16.67	21.54
3	3.63	7.499	8.604	33.000	-22.01	16.00

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
13.65	12.65	0.00	-27.92
12.65	11.80	-27.92	-51.66
11.80	11.70	-51.66	-54.45
11.70	10.70	-54.45	-82.37
10.70	9.70	-82.37	-110.29
9.70	8.70	-211.59	-270.54
8.70	8.40	-270.54	-288.23
8.40	3.63	-288.23	-569.24

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
22.70	-61.4	0.0	0.0	
22.24	-65.4	-10.9	-2.5	
21.70	-70.6	-25.2	-12.1	
21.45	-73.3	-32.8	-19.3	
21.20	-76.2	-40.8	-28.6	190.8
21.20	-145.6	150.1	-28.6	
20.70	-151.3	134.2	42.5	
19.65	-163.2	100.9	165.9	
18.65	-174.5	69.2	250.9	
17.65	-185.1	39.6	304.9	
17.14	-190.2	25.4	321.6	
16.65	-195.0	12.3	330.7	
16.15	-199.6	-0.5	333.6	
15.80	-202.7	-8.9	331.9	
15.65	-203.9	-12.5	330.3	
14.66	-211.4	-34.1	307.0	
14.57	-211.9	-35.7	304.1	
14.15	-214.9	-44.1	287.1	
13.65	-218.4	-55.7	262.3	
12.65	-228.0	-91.4	186.7	
11.80	-230.5	-102.6	103.0	
11.70	-230.4	-102.8	92.7	
10.70	-225.9	-91.0	-6.2	
9.70	-214.1	-54.9	-81.1	
8.70	-137.8	129.4	-48.7	
8.40	-110.4	195.9	0.0	

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
22.70	-61.4	0.0	0.0	
22.24	-65.4	-10.9	-2.5	
21.70	-70.1	-23.8	-11.9	
21.45	-72.3	-29.6	-18.5	
21.20	-74.5	-35.6	-26.7	155.2
21.20	-131.0	119.6	-26.7	
20.70	-135.4	107.7	30.1	
19.65	-144.5	82.8	130.1	
18.65	-153.2	59.0	201.0	
17.65	-161.3	37.4	248.7	
17.14	-165.1	27.3	265.4	
16.65	-168.7	17.6	276.3	
16.15	-172.4	7.7	282.6	
15.80	-175.0	0.8	284.1	
15.65	-176.0	-2.2	284.0	
14.66	-182.9	-21.8	272.1	
14.57	-183.5	-23.5	270.2	
14.15	-186.4	-31.9	258.5	

13.65	-189.9	-43.5	239.8
12.65	-199.8	-79.9	176.2
11.80	-202.8	-92.9	101.6
11.70	-202.8	-93.4	92.3
10.70	-199.4	-85.3	1.0
9.70	-189.1	-54.5	-70.8
8.70	-118.2	116.7	-44.2
8.40	-92.7	178.6	0.0

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	-45.5	0.0	0.0	
22.24	-48.5	-8.1	-1.9	
21.70	-52.3	-18.6	-9.0	
21.45	-54.2	-24.1	-14.3	
21.20	-56.3	-29.8	-21.0	138.7
21.20	-106.8	108.9	-21.0	
20.70	-110.9	97.4	30.5	
19.65	-119.5	73.4	120.2	
18.65	-127.7	50.5	182.2	
17.65	-135.3	29.2	221.7	
17.14	-139.0	19.0	234.0	
16.65	-142.5	9.5	240.9	
16.15	-145.8	0.3	243.3	
15.80	-148.1	-5.9	242.3	
15.65	-149.0	-8.5	241.3	
14.66	-154.5	-24.3	224.8	
14.57	-154.9	-25.6	222.7	
14.15	-157.1	-31.8	210.6	
13.65	-159.6	-40.4	192.6	
12.65	-166.8	-66.8	137.5	
11.80	-168.7	-75.3	76.2	
11.70	-168.7	-75.4	68.7	
10.70	-165.4	-67.0	-4.0	
9.70	-156.7	-40.6	-59.3	
8.70	-100.6	94.9	-35.7	
8.40	-80.5	143.8	0.0	

Schnittgrößen (g,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	-45.5	0.0	0.0	
22.24	-48.5	-8.1	-1.9	
21.70	-52.0	-17.6	-8.8	
21.45	-53.6	-22.0	-13.7	
21.20	-55.2	-26.4	-19.8	115.0
21.20	-97.0	88.6	-19.8	
20.70	-100.3	79.8	22.3	
19.65	-107.1	61.3	96.4	
18.65	-113.5	43.7	148.9	
17.65	-119.4	27.7	184.3	
17.14	-122.3	20.2	196.6	
16.65	-125.0	13.1	204.7	
16.15	-127.7	5.7	209.4	
15.80	-129.6	0.6	210.5	
15.65	-130.4	-1.6	210.4	
14.66	-135.5	-16.2	201.6	
14.57	-135.9	-17.4	200.2	
14.15	-138.1	-23.6	191.5	
13.65	-140.7	-32.2	177.6	
12.65	-148.0	-59.2	130.5	
11.80	-150.2	-68.8	75.3	
11.70	-150.3	-69.2	68.4	
10.70	-147.7	-63.2	0.8	
9.70	-140.1	-40.4	-52.4	
8.70	-87.6	86.4	-32.7	
8.40	-68.6	132.3	0.0	

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
--------------	-------------	-------------	---------------	----------------

22.70	0.0	0.0	0.0	
22.24	0.0	0.0	0.0	
21.70	-0.3	-1.0	-0.2	
21.45	-0.7	-2.1	-0.6	
21.20	-1.1	-3.4	-1.2	23.7
21.20	-9.8	20.3	-1.2	
20.70	-10.6	17.7	8.2	
19.65	-12.4	12.1	23.9	
18.65	-14.2	6.8	33.3	
17.65	-15.9	1.5	37.4	
17.14	-16.8	-1.2	37.5	
16.65	-17.5	-3.6	36.3	
16.15	-18.1	-5.5	34.0	
15.80	-18.5	-6.5	31.9	
15.65	-18.6	-6.9	30.9	
14.66	-19.0	-8.2	23.2	
14.57	-19.0	-8.2	22.6	
14.15	-19.0	-8.2	19.1	
13.65	-19.0	-8.2	15.0	
12.65	-18.8	-7.7	7.0	
11.80	-18.5	-6.4	0.9	
11.70	-18.4	-6.3	0.3	
10.70	-17.7	-3.8	-4.8	
9.70	-16.6	-0.3	-6.9	
8.70	-13.1	8.5	-3.0	
8.40	-11.8	11.5	0.0	

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	0.0	0.0	0.0	
22.24	0.0	0.0	0.0	
21.70	0.0	0.0	0.0	
21.45	0.0	0.0	0.0	
21.20	0.0	0.0	0.0	1.9
21.20	-0.7	1.9	0.0	
20.70	-0.7	1.9	0.9	
19.65	-0.7	1.9	2.9	
18.65	-0.7	1.9	4.8	
17.65	-0.7	1.9	6.7	
17.14	-0.7	1.9	7.7	
16.65	-0.7	1.9	8.6	
16.15	-0.7	1.9	9.6	
15.80	-0.7	1.9	10.2	
15.65	-0.7	1.9	10.5	
14.66	-0.7	1.9	12.4	
14.57	-0.7	1.9	12.5	
14.15	-0.7	1.9	13.3	
13.65	-0.7	0.6	14.1	
12.65	-0.4	-3.4	12.5	
11.80	0.3	-5.4	8.7	
11.70	0.4	-5.6	8.1	
10.70	1.7	-6.0	2.2	
9.70	3.7	-4.6	-3.2	
8.70	10.2	6.5	-2.6	
8.40	12.4	10.6	0.0	

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit  $EI = 2.879E+4 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
22.70	49.9	22.65	48.2	22.29	36.3	22.24	34.6	22.24	34.6	22.20	33.2	21.75	18.1
21.70	16.4	21.70	16.4	21.65	14.7	21.50	9.7	21.45	8.1	21.45	8.1	21.40	6.4
21.25	1.3	21.20	-0.4	21.20	-0.4	21.15	-2.1	20.75	-15.7	20.70	-17.4	20.70	-17.4
20.65	-19.1	19.70	-50.0	19.65	-51.6	19.65	-51.6	19.60	-53.1	18.70	-78.7	18.65	-80.0
18.65	-80.0	18.60	-81.3	17.70	-101.3	17.65	-102.2	17.65	-102.2	17.60	-103.1	17.20	-109.8
17.14	-110.7	17.14	-110.7	17.09	-111.4	16.70	-116.2	16.65	-116.7	16.65	-116.7	16.60	-117.3
16.20	-120.6	16.15	-120.9	16.15	-120.9	16.10	-121.2	15.85	-122.4	15.80	-122.6	15.80	-122.6
15.75	-122.7	15.70	-122.8	15.65	-123.0	15.65	-123.0	15.60	-123.0	14.70	-121.1	14.66	-120.9
14.66	-120.9	14.62	-120.6	14.62	-120.6	14.57	-120.4	14.57	-120.4	14.52	-120.0	14.20	-117.3
14.15	-116.8	14.15	-116.8	14.10	-116.3	13.70	-111.6	13.65	-111.0	13.65	-111.0	13.60	-110.3
12.70	-95.4	12.65	-94.5	12.65	-94.5	12.60	-93.5	11.85	-77.8	11.80	-76.6	11.80	-76.6

11.75	-75.5	11.75	-75.5	11.70	-74.4	11.70	-74.4	11.65	-73.3	10.75	-52.2	10.70	-51.0
10.70	-51.0	10.65	-49.8	9.75	-28.8	9.70	-27.6	9.70	-27.6	9.65	-26.5	8.75	-7.2
8.70	-6.1	8.70	-6.1	8.65	-5.1	8.45	-1.0	8.40	0.0				

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,[g+q],k: -1.16542998

Theoretischer Fußpunkt = 8.399 m

max  $M_d$  = 333.6 kN·m/m (Tiefe = 16.15 m)

Zugehörige Werte:  $N_d$  = -199.6 kN/m;  $Q_d$  = -0.5 kN/m;  $w_k$  = 120.9 mm

max  $Q_d$  = 195.9 kN·m/m (Tiefe = 8.40 m)

Zugehörige Werte:  $N_d$  = -110.4 kN/m;  $M_d$  = 0.0 kN·m/m;  $w_k$  = 0.0 mm

max  $N_d$  = 230.5 kN/m (Tiefe = 11.80 m)

Zugehörige Werte:  $Q_d$  = -102.6 kN/m;  $M_d$  = 103.0 kN·m/m;  $w_k$  = 104.7 mm

max  $w_k$  = 123.2 mm (Tiefe = 15.40 m)

Zugehörige Werte:  $N_d$  = -205.9 kN/m;  $Q_d$  = -18.2 kN/m;  $M_d$  = 326.5 kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 11.37 %

Einbindetiefe  $t_g$  = 5.95 m

Profillänge = 15.00 m

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit

UK Schicht = 9.70

Gewicht = 39.50 kN/m<sup>2</sup>

Strömungskraft = 1.77 kN/m<sup>2</sup>

gamma(Gewicht) = 0.95

gamma(Strömungskraft) = 1.45

Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.068

= 0.068 = (1.45 · 1.77) / (0.95 · 39.50)

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Tiefe Gleitfuge

Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 13.33 m

$A_{h,g,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma_G$  und  $A_{h,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma_G + A_{h,q,k} \cdot \gamma_Q$

mögl  $A_{h,g,d} = \text{mögl } A_{h,g,k} / \gamma_{EP}$  und mögl  $A_d = \text{mögl } A_k / \gamma_{EP}$

$\mu_{ue} = \text{Ausnutzungsgrad} \leq 1.0$

Nr	Tiefe	Länge	Höhe(Ankerw.)	$A_{h,d}$	mögl $A_{h,d}$	$\mu_{ue,gq}$	$A_{h,g,d}$	mögl $A_{h,g,d}$	$\mu_{ue,g}$
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[-]	[kN]	[kN]	[-]
1	21.20	12.80	0.00	381.70	446.23	0.855	310.50	413.94	0.750

Werte für ungünstigste Gleitfuge

Lastfall: g+q

x	y	$G_k$	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	$Q_x$	$Q_y$	$C_k$	H	$\theta$	$\varphi$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	9.37	-	336.4	105.3	-	-	-	-	-	-
0.53	9.70	99.6	321.2	99.3	-1.8	-85.3	2.5	0.0	31.76	33.0
6.90	13.65	1156.2	146.0	46.1	113.3	-955.1	150.1	0.0	31.76	25.0
6.99	13.70	12.0	144.5	45.6	1.2	-9.8	1.9	0.0	31.76	25.0
7.71	14.15	105.9	131.2	41.7	10.3	-86.5	17.1	0.0	31.76	25.0
7.79	14.20	11.5	129.8	41.2	1.1	-9.4	1.9	0.0	31.76	25.0
8.60	14.70	111.0	116.5	37.3	10.7	-90.1	19.0	0.0	31.76	25.0
9.41	15.20	102.9	104.8	33.8	9.8	-82.8	19.0	0.0	31.76	25.0
10.22	15.70	94.8	94.3	30.6	8.9	-75.2	19.0	0.0	31.76	25.0
10.38	15.80	18.0	92.3	30.0	1.7	-14.1	3.8	0.0	31.76	25.0
11.02	16.20	69.3	80.7	26.2	5.0	-59.9	3.8	0.0	31.76	27.0
11.83	16.70	80.8	67.3	21.9	5.8	-69.7	4.7	0.0	31.76	27.0
12.03	16.82	18.7	64.2	20.9	1.3	-16.1	1.2	0.0	31.76	27.0

Werte für ungünstigste Gleitfuge

Lastfall: g

x	y	$G_k$	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	$Q_x$	$Q_y$	$C_k$	H	$\theta$	$\varphi$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	9.37	-	305.9	95.4	-	-	-	-	-	-
0.53	9.70	99.6	292.1	89.8	-1.9	-86.3	2.5	0.0	31.76	33.0
6.90	13.65	1072.7	146.0	46.1	105.4	-888.7	150.1	0.0	31.76	25.0



6.99	13.70	12.0	144.5	45.6	1.2	-9.8	1.9	0.0	31.76	25.0
7.71	14.15	105.9	131.2	41.7	10.3	-86.5	17.1	0.0	31.76	25.0
7.79	14.20	11.5	129.8	41.2	1.1	-9.4	1.9	0.0	31.76	25.0
8.60	14.70	111.0	116.5	37.3	10.7	-90.1	19.0	0.0	31.76	25.0
9.41	15.20	102.9	104.8	33.8	9.8	-82.8	19.0	0.0	31.76	25.0
10.22	15.70	94.8	94.3	30.6	8.9	-75.2	19.0	0.0	31.76	25.0
10.38	15.80	18.0	92.3	30.0	1.7	-14.1	3.8	0.0	31.76	25.0
11.02	16.20	69.3	80.7	26.2	5.0	-59.9	3.8	0.0	31.76	27.0
11.83	16.70	80.8	67.3	21.9	5.8	-69.7	4.7	0.0	31.76	27.0
12.03	16.82	18.7	64.2	20.9	1.3	-16.1	1.2	0.0	31.76	27.0

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten  $f_Q = 1.500 / 1.350 = 1.111$

Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Rv} = 1.400$

Breite = 1.81 m

Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 513.55 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.111)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 126.77$  [kN/m]

Kohäsionskraft  $K_k = 164.50$  [kN/m]

Grundbruchlast  $R_{n,k} = 4833.79$  [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel  $\varphi_k = 29.59$  [°]

Kohäsion  $c_k = 0.00$  [kN/m<sup>2</sup>]

$N_d = 17.576 / N_b = 9.414 / N_c = 29.186$

$\sigma_{\bar{u}} = 132.000$  [kN/m<sup>2</sup>]

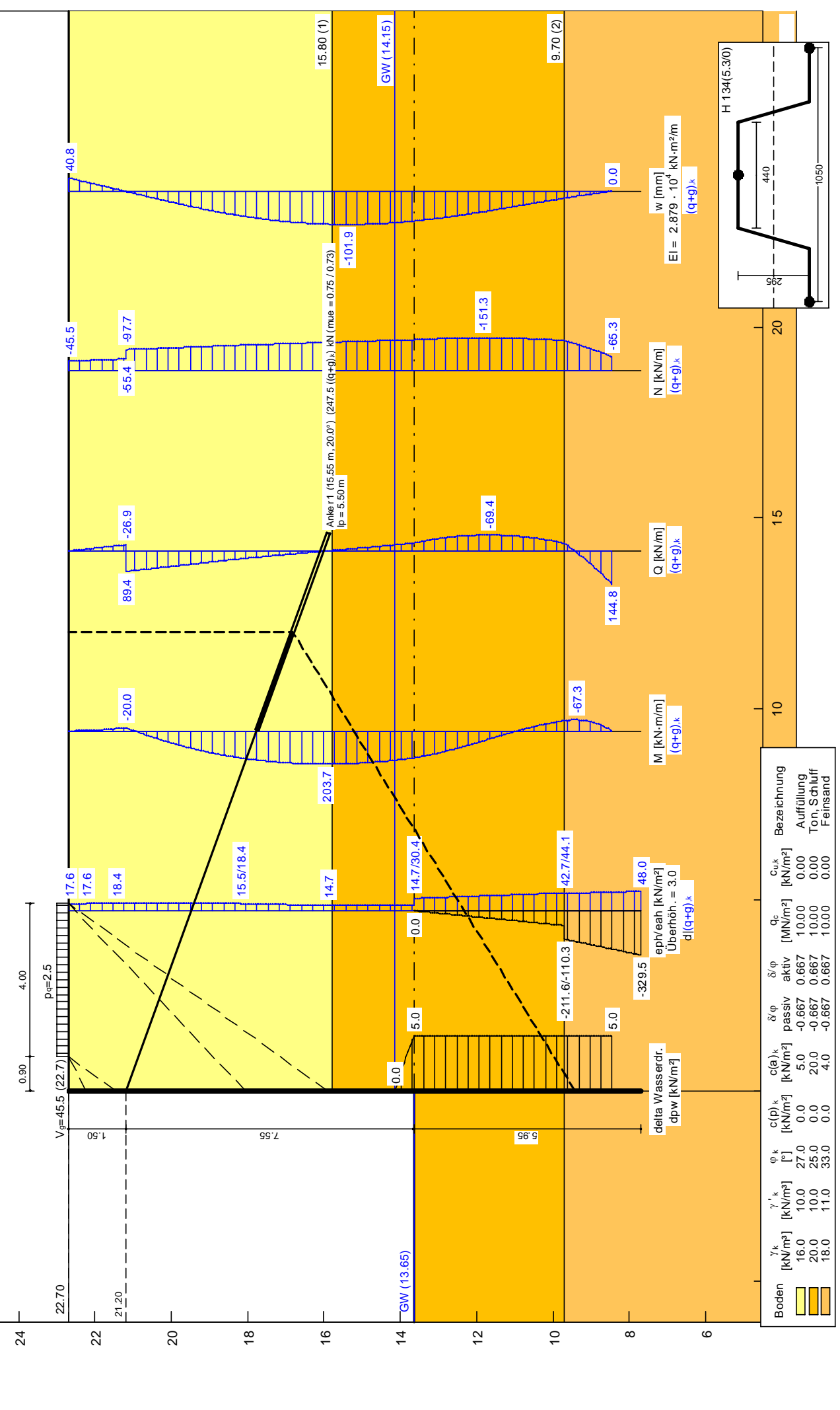
$\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.189$

$\mu_e = [513.55 \cdot 1.35] / [(4833.79 + 164.50 + 126.77) / 1.400] = 0.189$

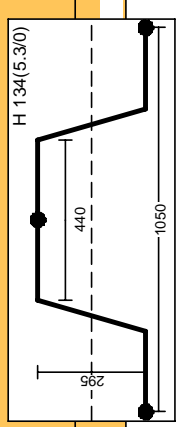
Regelprofil B Ist-Zustand mit Abrostung (ohne LKW)  
 Norm: EC 7  
 Spundwand  
 Anker-Stielenabstand = 2.00 m  
 H 134(5.3/0)  
 Erdrückumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.b  
 Aktiver Erdrück nach: DIN 4085  
 Ersatzerdrück-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erdrück nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Bemessung:  
 Bemessung nach EC 3 (el-el)  
 Bemessungssituation: max M,qg  
 $M_{Ed} = 275.4 \text{ kN-m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.3 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} = -176.5 \text{ kN/m}$  (Druck)  
 Profil: H 134(5.3/0) Stahlgüte: S 240 GP  
 Wasserdruckdifferenz = 0.50 m  
 $b = 525.0 \text{ mm}$  /  $b_r = 440.0 \text{ mm}$   
 $t_f = 4.7 \text{ mm}$  /  $t_w = 4.2 \text{ mm}$  /  $A = 93.9 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 294.7 \text{ mm}$  /  $\alpha = 68.0^\circ$   
 $W_{el} = 913.90 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 13707.9 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\gamma_{MO} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 1.419 \rightarrow b_r/t_f/\varepsilon = 66.0$   
 Querschnittsklasse: 3  
 $f_{y,red} = 116.8 \text{ N/mm}^2$  (Kl. 4 -> Kl. 3)  
 $M_{Ed} > M_{c,Rd1}$   
 Nachweis nicht erfüllt !!



Boden	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta'_{\varphi}$ passiv	$\delta'_{\varphi}$ aktiv	$\delta'_{\varphi}$	$q_c$ [MN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	16.0	10.0	27.0	0.0	5.0	-0.667	0.667	aktiv	10.00	0.00	Auffüllung
	20.0	10.0	25.0	0.0	20.0	-0.667	0.667	Ton, Schluff	10.00	0.00	Feinsand
	18.0	11.0	33.0	0.0	4.0	-0.667	0.667		10.00	0.00	



$w$  [mm]  
 $EI = 2.879 \cdot 10^4 \text{ kN-m}^2/\text{m}$   
 $(q+g)_k$

$N$  [kN/m]  
 $(q+g)_k$

$Q$  [kN/m]  
 $(q+g)_k$

$M$  [kN-m/m]  
 $(q+g)_k$

$\Delta p_w$  [kN/m²]  
 Überhö. = 3.0  
 $d[(q+g)_k]$

$\Delta p_w$  [kN/m²]  
 delta Wasserdr.

$c(p)_k$  [kN/m²]

$c(a)_k$  [kN/m²]

$\delta'_{\varphi}$

$\delta'_{\varphi}$

$\delta'_{\varphi}$

$q_c$

$c_{u,k}$

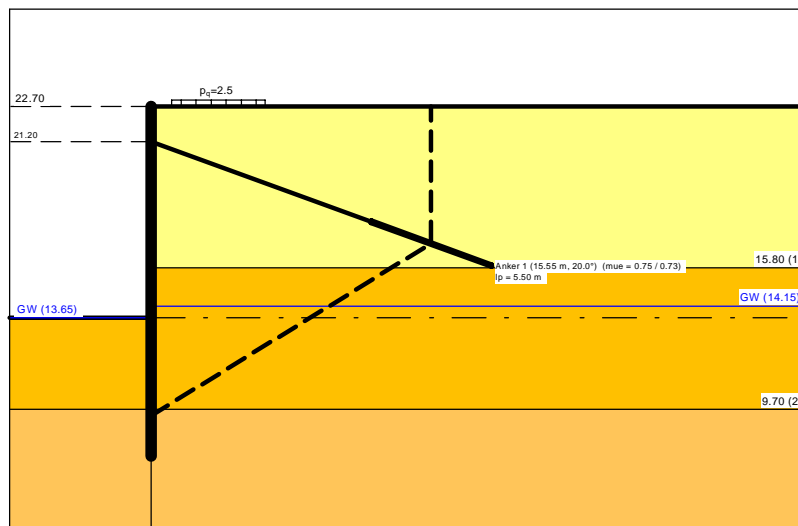
Bezeichnung

# Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Regelprofil B Ist-Zustand mit Abrostung (ohne LKW)



## Indices:

- d = Bemessungswert
- k = charakteristisch
- g = Ständig, einschließlich Wasserdruck
- q = Veränderlich
- g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck
- w = Wasserdruck

Wandkopf = 22.70 mNN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m  
 Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 13.65 mNN  
 Grundwasserstand (rechts) = 14.15 mNN  
 Grundwasserstand (links) = 13.65 mNN  
 Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

## Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
 Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

## Lasten (zweiseitig begrenzt)

Nr.	sig(v)	x(links)	x(rechts)	Tiefe	y(1)	y(2)	y(3)	y(4)	Verkehrslast
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]
1	2.50	0.90	4.90	22.70	22.24	21.45	18.06	15.91	ja

(Verkehrslasten werden nicht umgelagert)  
 Steuerparameter = 0.50

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)  
 Horizontalkräfte (nach rechts positiv)  
 Vertikalkräfte (nach unten positiv)

Nr.	Tiefe	M,g,k	M,q,k	H,g,k	H,q,k	V,g,k	V,q,k
[-]	[m]	[kN·m/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	22.70	0.00	0.00	0.00	0.00	45.50	0.00

Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.b

Art des Fußlagers:  
 Profillänge von 15.00 m fest und Einspannung bestimmen  
 Einspanngrad = 61.3 %

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:  
 $E_{ph,d} = 793.86 \text{ kN/m}$  ( $E_{pv,d} = -220.75 \text{ kN/m}$ )  
 Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) =  $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$   
 $B_{h(g+q),d} = 793.86 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,g,d} = 789.98 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,q,d} = 3.88 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,w,d} = 71.79 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte  $C_h$  (Blum)  
 $C_{h,k} = 144.78 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,g,k} = 143.56 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,q,k} = 1.23 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,w,k} = 11.41 \text{ kN/m}$

Anker und Steifen  
 Anker- Steifenabstand = 2.00 m

Nr.	y	Neigung	Länge	$N_d$	$N_k$	$N_{g,k}$	$N_{w,k}$	EA	EI	
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN·m <sup>2</sup> ]	
1	21.20	20.00	12.80	335.09	247.48	240.90	3.73	4.200E+7	-	Anker

Bodenkennwerte

Schicht	UK	$\gamma_k$	$\gamma'_{k}$	$\varphi_k$	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/ $\varphi$	d(a)/ $\varphi$	qc	cu,k
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	15.80	16.00	10.00	27.00	0.00	5.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
2	9.70	20.00	10.00	25.00	0.00	20.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
3	3.63	18.00	11.00	33.00	0.00	4.00	-0.667	0.667	10.00	0.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion  $\leq 0.0$ .

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$	kagh(40°)
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	15.80	0.318	0.993	27.000	18.01	54.20	0.179
2	9.70	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00	0.179
3	3.63	0.245	0.855	33.000	22.01	57.76	0.179

Aktive Erddruckordinaten ( $[g+q],k$ )

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
22.700	22.241	17.601	17.601	0.00	0.00
22.241	21.700	17.601	18.145	0.00	0.00
21.700	21.452	18.145	18.395	0.00	0.00
21.452	21.200	18.395	18.395	0.00	0.00
21.200	20.700	18.395	18.395	0.00	0.00
20.700	19.650	18.395	18.395	0.00	0.00
19.650	18.650	18.395	18.395	0.00	0.00
18.650	18.057	18.395	15.461	0.00	0.00
18.057	17.650	15.461	15.311	0.00	0.00
17.650	16.650	15.311	14.942	0.00	0.00
16.650	15.955	14.942	14.685	0.00	0.00
15.955	15.906	14.685	14.667	0.00	0.00
15.906	15.800	14.667	14.667	0.00	0.00
15.800	15.650	14.667	14.667	0.00	0.00
15.650	14.650	14.667	14.667	0.00	0.00
14.650	14.150	14.667	14.667	0.00	0.00
14.150	13.650	14.667	14.667	0.00	5.00
13.650	12.700	30.432	33.715	5.00	5.00
12.700	11.850	33.715	36.653	5.00	5.00
11.850	11.700	36.653	37.172	5.00	5.00
11.700	10.700	37.172	40.628	5.00	5.00
10.700	9.700	40.628	44.084	5.00	5.00
9.700	8.699	42.650	45.349	5.00	5.00
8.699	8.449	45.349	46.024	5.00	5.00
8.449	3.630	46.024	59.021	5.00	5.00



Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
2	9.70	3.909	5.182	25.000	-16.67	21.54
3	3.63	7.499	8.604	33.000	-22.01	16.00

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
13.65	12.70	0.00	-26.53
12.70	11.85	-26.53	-50.26
11.85	11.70	-50.26	-54.45
11.70	10.70	-54.45	-82.37
10.70	9.70	-82.37	-110.29
9.70	8.70	-211.59	-270.54
8.70	8.45	-270.54	-285.28
8.45	3.63	-285.28	-569.24

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
22.70	-61.4	0.0	0.0	
22.24	-65.4	-10.9	-2.5	
21.70	-70.2	-24.0	-11.9	
21.45	-72.5	-30.1	-18.6	
21.20	-74.8	-36.4	-27.0	157.4
21.20	-132.1	121.0	-27.0	
20.70	-136.6	108.6	30.4	
19.65	-146.2	82.4	130.6	
18.65	-155.3	57.4	200.5	
18.06	-160.5	43.2	230.2	
17.65	-163.7	34.7	246.0	
16.65	-171.3	14.2	270.4	
15.96	-176.5	0.3	275.4	
15.91	-176.9	-0.7	275.4	
15.80	-177.7	-2.8	275.2	
15.65	-178.7	-5.8	274.6	
14.65	-185.7	-25.6	258.9	
14.15	-189.1	-35.5	243.6	
13.65	-192.6	-47.1	223.1	
12.70	-201.9	-81.5	160.3	
11.85	-204.7	-93.5	84.7	
11.70	-204.6	-93.8	70.7	
10.70	-199.9	-81.7	-19.2	
9.70	-188.0	-45.2	-84.7	
8.70	-111.3	140.2	-41.9	
8.45	-88.4	195.6	0.0	

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
22.70	-61.4	0.0	0.0	
22.24	-65.4	-10.9	-2.5	
21.70	-70.1	-23.8	-11.9	
21.45	-72.3	-29.6	-18.5	
21.20	-74.5	-35.6	-26.7	152.8
21.20	-130.1	117.2	-26.7	
20.70	-134.5	105.3	28.9	
19.65	-143.6	80.3	126.3	
18.65	-152.4	56.6	194.8	
18.06	-157.3	43.1	224.2	
17.65	-160.4	35.0	240.1	
16.65	-167.8	15.2	265.2	
15.96	-173.0	1.4	270.9	
15.91	-173.3	0.5	271.0	
15.80	-174.1	-1.6	270.9	
15.65	-175.2	-4.6	270.4	
14.65	-182.1	-24.4	255.9	
14.15	-185.5	-34.3	241.3	

13.65	-189.0	-45.9	221.3
12.70	-198.4	-80.4	159.6
11.85	-201.2	-92.6	84.8
11.70	-201.1	-93.0	70.9
10.70	-196.6	-81.3	-18.2
9.70	-184.8	-45.3	-83.5
8.70	-108.6	138.8	-41.5
8.45	-86.0	193.8	0.0

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	-45.5	0.0	0.0	
22.24	-48.5	-8.1	-1.9	
21.70	-52.0	-17.7	-8.8	
21.45	-53.7	-22.3	-13.8	
21.20	-55.4	-26.9	-20.0	116.3
21.20	-97.7	89.4	-20.0	
20.70	-101.0	80.2	22.4	
19.65	-108.1	60.9	96.4	
18.65	-114.8	42.5	148.1	
18.06	-118.7	32.0	170.0	
17.65	-121.0	25.7	181.8	
16.65	-126.6	10.6	199.9	
15.96	-130.5	0.3	203.7	
15.91	-130.8	-0.4	203.7	
15.80	-131.4	-2.0	203.5	
15.65	-132.1	-4.2	203.1	
14.65	-137.3	-18.9	191.6	
14.15	-139.8	-26.2	180.3	
13.65	-142.4	-34.8	165.2	
12.70	-149.3	-60.3	118.7	
11.85	-151.3	-69.2	62.8	
11.70	-151.3	-69.4	52.4	
10.70	-147.9	-60.5	-14.1	
9.70	-139.0	-33.5	-62.6	
8.70	-82.2	103.8	-31.0	
8.45	-65.3	144.8	0.0	

Schnittgrößen (g,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	-45.5	0.0	0.0	
22.24	-48.5	-8.1	-1.9	
21.70	-52.0	-17.6	-8.8	
21.45	-53.6	-22.0	-13.7	
21.20	-55.2	-26.4	-19.8	113.2
21.20	-96.4	86.8	-19.8	
20.70	-99.6	78.0	21.4	
19.65	-106.4	59.5	93.6	
18.65	-112.9	41.9	144.3	
18.06	-116.5	31.9	166.1	
17.65	-118.8	25.9	177.8	
16.65	-124.3	11.3	196.4	
15.96	-128.1	1.1	200.7	
15.91	-128.4	0.3	200.7	
15.80	-129.0	-1.2	200.7	
15.65	-129.7	-3.4	200.3	
14.65	-134.9	-18.1	189.6	
14.15	-137.4	-25.4	178.7	
13.65	-140.0	-34.0	164.0	
12.70	-146.9	-59.5	118.2	
11.85	-149.0	-68.6	62.8	
11.70	-149.0	-68.9	52.5	
10.70	-145.6	-60.2	-13.5	
9.70	-136.9	-33.5	-61.9	
8.70	-80.5	102.8	-30.8	
8.45	-63.7	143.6	0.0	

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
--------------	-------------	-------------	---------------	----------------

22.70	0.0	0.0	0.0	
22.24	0.0	0.0	0.0	
21.70	0.0	-0.1	0.0	
21.45	-0.1	-0.3	-0.1	
21.20	-0.2	-0.5	-0.2	3.1
21.20	-1.3	2.6	-0.2	
20.70	-1.4	2.2	1.0	
19.65	-1.7	1.3	2.9	
18.65	-2.0	0.6	3.8	
18.06	-2.1	0.1	4.0	
17.65	-2.2	-0.2	4.0	
16.65	-2.3	-0.7	3.5	
15.96	-2.4	-0.8	3.0	
15.91	-2.4	-0.8	2.9	
15.80	-2.4	-0.8	2.9	
15.65	-2.4	-0.8	2.7	
14.65	-2.4	-0.8	2.0	
14.15	-2.4	-0.8	1.6	
13.65	-2.4	-0.8	1.2	
12.70	-2.4	-0.7	0.5	
11.85	-2.3	-0.6	-0.1	
11.70	-2.3	-0.6	-0.2	
10.70	-2.2	-0.3	-0.6	
9.70	-2.1	0.1	-0.8	
8.70	-1.8	1.0	-0.3	
8.45	-1.7	1.2	0.0	

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	0.0	0.0	0.0	
22.24	0.0	0.0	0.0	
21.70	0.0	0.0	0.0	
21.45	0.0	0.0	0.0	
21.20	0.0	0.0	0.0	1.8
21.20	-0.6	1.8	0.0	
20.70	-0.6	1.8	0.9	
19.65	-0.6	1.8	2.7	
18.65	-0.6	1.8	4.5	
18.06	-0.6	1.8	5.5	
17.65	-0.6	1.8	6.2	
16.65	-0.6	1.8	8.0	
15.96	-0.6	1.8	9.2	
15.91	-0.6	1.8	9.3	
15.80	-0.6	1.8	9.5	
15.65	-0.6	1.8	9.7	
14.65	-0.6	1.8	11.5	
14.15	-0.6	1.8	12.4	
13.65	-0.6	0.5	13.0	
12.70	-0.4	-3.4	11.5	
11.85	0.3	-5.3	7.7	
11.70	0.5	-5.5	6.9	
10.70	1.9	-5.8	1.1	
9.70	3.9	-4.0	-3.9	
8.70	10.7	7.8	-2.4	
8.45	12.7	11.4	0.0	

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit EI = 2.879E+4 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
22.70	40.8	22.65	39.5	22.29	29.7	22.24	28.3	22.24	28.3	22.20	27.1	21.75	14.8
21.70	13.4	21.70	13.4	21.65	12.1	21.50	8.0	21.45	6.6	21.45	6.6	21.40	5.2
21.25	1.0	21.20	-0.4	21.20	-0.4	21.15	-1.8	20.75	-12.9	20.70	-14.3	20.70	-14.3
20.65	-15.7	19.70	-41.2	19.65	-42.4	19.65	-42.4	19.60	-43.7	18.70	-64.9	18.65	-65.9
18.65	-65.9	18.60	-67.0	18.10	-76.7	18.06	-77.5	18.06	-77.5	18.01	-78.5	17.70	-83.6
17.65	-84.3	17.65	-84.3	17.60	-85.1	16.70	-96.0	16.65	-96.5	16.65	-96.5	16.60	-96.9
16.00	-100.6	15.96	-100.8	15.96	-100.8	15.91	-101.0	15.91	-101.0	15.85	-101.2	15.85	-101.2
15.80	-101.4	15.80	-101.4	15.75	-101.5	15.70	-101.6	15.65	-101.7	15.65	-101.7	15.60	-101.8
14.70	-100.2	14.65	-99.9	14.65	-99.9	14.60	-99.6	14.20	-96.9	14.15	-96.5	14.15	-96.5
14.10	-96.1	13.70	-92.1	13.65	-91.5	13.65	-91.5	13.60	-90.9	12.75	-79.1	12.70	-78.3
12.70	-78.3	12.65	-77.4	11.90	-64.2	11.85	-63.2	11.85	-63.2	11.80	-62.3	11.75	-61.3

11.70	-60.4	11.70	-60.4	11.65	-59.4	10.75	-41.7	10.70	-40.7	10.70	-40.7	10.65	-39.7
9.75	-22.3	9.70	-21.4	9.70	-21.4	9.65	-20.5	8.75	-4.9	8.70	-4.1	8.70	-4.1
8.65	-3.3	8.50	-0.8	8.45	0.0								

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,[g+q],k: -0.93105323

Theoretischer Fußpunkt = 8.449 m

max  $M_d = 275.4$  kN·m/m (Tiefe = 15.96 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = -176.5$  kN/m;  $Q_d = 0.3$  kN/m;  $w_k = 100.8$  mm

max  $Q_d = 195.6$  kN·m/m (Tiefe = 8.45 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = -88.4$  kN/m;  $M_d = 0.0$  kN·m/m;  $w_k = 0.0$  mm

max  $N_d = 204.7$  kN/m (Tiefe = 11.85 m)

Zugehörige Werte:  $Q_d = -93.5$  kN/m;  $M_d = 84.7$  kN·m/m;  $w_k = 85.5$  mm

max  $w_k = 101.9$  mm (Tiefe = 15.40 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = -180.5$  kN/m;  $Q_d = -10.7$  kN/m;  $M_d = 272.5$  kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 12.27 %

Einbindetiefe  $t_g = 5.95$  m

Profillänge = 15.00 m

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit

UK Schicht = 9.70

Gewicht = 39.50 kN/m<sup>2</sup>

Strömungskraft = 1.78 kN/m<sup>2</sup>

gamma(Gewicht) = 0.95

gamma(Strömungskraft) = 1.45

Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.069

= 0.069 = (1.45 · 1.78) / (0.95 · 39.50)

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Tiefe Gleitfuge

Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 13.28 m

$A_{h,g,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma_G$  und  $A_{h,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma_G + A_{h,q,k} \cdot \gamma_Q$

mögl  $A_{h,g,d} = \text{mögl } A_{h,g,k} / \gamma_{EP}$  und mögl  $A_d = \text{mögl } A_k / \gamma_{EP}$

$\mu_{ue} = \text{Ausnutzungsgrad} \leq 1.0$

Nr	Tiefe	Länge	Höhe(Ankerw.)	$A_{h,d}$	mögl $A_{h,d}$	$\mu_{ue,gq}$	$A_{h,g,d}$	mögl $A_{h,g,d}$	$\mu_{ue,g}$
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[-]	[kN]	[kN]	[-]
1	21.20	12.80	0.00	314.88	422.23	0.746	305.61	418.78	0.730

Werte für ungünstigste Gleitfuge

Lastfall: g+q

x	y	$G_k$	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	$Q_x$	$Q_y$	$C_k$	H	$\theta$	$\varphi$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	9.42	-	308.4	96.1	-	-	-	-	-	-
0.45	9.70	84.7	296.3	91.2	-1.8	-73.1	2.1	0.0	31.59	33.0
6.87	13.65	1090.0	146.0	46.1	104.3	-902.4	150.8	0.0	31.59	25.0
6.95	13.70	12.0	144.5	45.6	1.1	-9.9	1.9	0.0	31.59	25.0
7.68	14.15	106.6	131.2	41.7	10.1	-87.1	17.2	0.0	31.59	25.0
7.76	14.20	11.6	129.8	41.2	1.1	-9.5	1.9	0.0	31.59	25.0
8.58	14.70	111.7	116.5	37.3	10.5	-90.8	19.1	0.0	31.59	25.0
9.39	15.20	103.6	104.8	33.8	9.6	-83.4	19.1	0.0	31.59	25.0
10.20	15.70	95.4	94.3	30.6	8.8	-75.8	19.1	0.0	31.59	25.0
10.37	15.80	18.1	92.3	30.0	1.6	-14.2	3.8	0.0	31.59	25.0
11.02	16.20	69.7	80.7	26.2	4.8	-60.3	3.8	0.0	31.59	27.0
11.83	16.70	81.3	67.3	21.9	5.6	-70.1	4.8	0.0	31.59	27.0
12.03	16.82	18.9	64.2	20.9	1.3	-16.3	1.2	0.0	31.59	27.0

Werte für ungünstigste Gleitfuge

Lastfall: g

x	y	$G_k$	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	$Q_x$	$Q_y$	$C_k$	H	$\theta$	$\varphi$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	9.42	-	305.0	95.0	-	-	-	-	-	-
0.45	9.70	84.7	293.2	90.2	-1.8	-73.2	2.1	0.0	31.59	33.0
6.87	13.65	1080.0	146.0	46.1	103.3	-894.2	150.8	0.0	31.59	25.0



6.95	13.70	12.0	144.5	45.6	1.1	-9.9	1.9	0.0	31.59	25.0
7.68	14.15	106.6	131.2	41.7	10.1	-87.1	17.2	0.0	31.59	25.0
7.76	14.20	11.6	129.8	41.2	1.1	-9.5	1.9	0.0	31.59	25.0
8.58	14.70	111.7	116.5	37.3	10.5	-90.8	19.1	0.0	31.59	25.0
9.39	15.20	103.6	104.8	33.8	9.6	-83.4	19.1	0.0	31.59	25.0
10.20	15.70	95.4	94.3	30.6	8.8	-75.8	19.1	0.0	31.59	25.0
10.37	15.80	18.1	92.3	30.0	1.6	-14.2	3.8	0.0	31.59	25.0
11.02	16.20	69.7	80.7	26.2	4.8	-60.3	3.8	0.0	31.59	27.0
11.83	16.70	81.3	67.3	21.9	5.6	-70.1	4.8	0.0	31.59	27.0
12.03	16.82	18.9	64.2	20.9	1.3	-16.3	1.2	0.0	31.59	27.0

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten  $f_Q = 1.500 / 1.350 = 1.111$

Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Rv} = 1.400$

Breite = 1.81 m

Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 499.19 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.111)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 126.77$  [kN/m]

Kohäsionskraft  $K_k = 164.50$  [kN/m]

Grundbruchlast  $R_{n,k} = 4833.79$  [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel  $\varphi_k = 29.59$  [°]

Kohäsion  $c_k = 0.00$  [kN/m<sup>2</sup>]

$N_d = 17.576 / N_b = 9.414 / N_c = 29.186$

$\sigma_{\bar{u}} = 132.000$  [kN/m<sup>2</sup>]

$mue = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.184$

$mue = [499.19 \cdot 1.35] / [(4833.79 + 164.50 + 126.77) / 1.400] = 0.184$

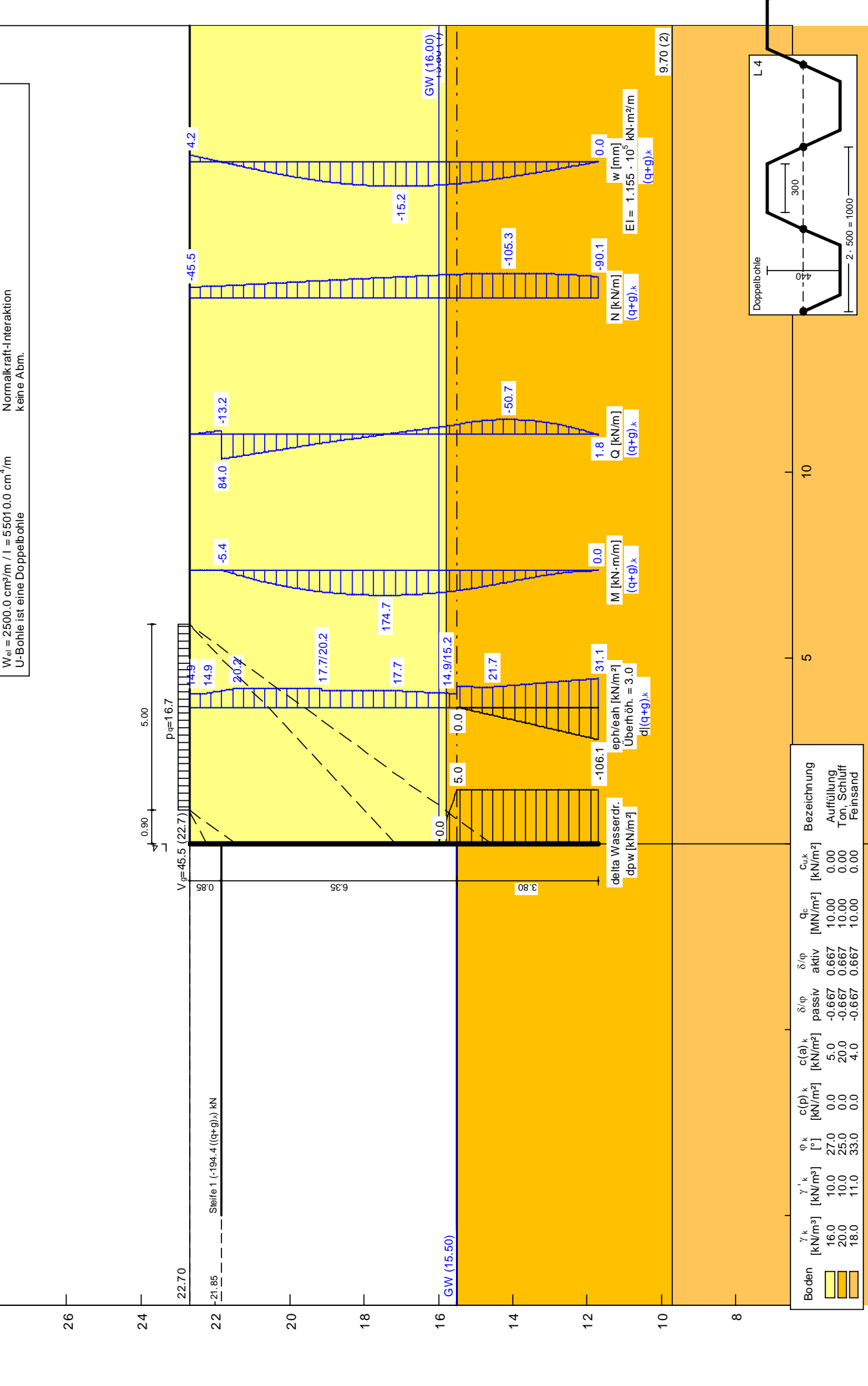
Regelprofil C I-st-Zustand ohne Abrostung  
 Norm: EC 7  
 Spundwand  
 Anker-Steifenabstand = 2.00 m  
 L 4  
 Erdruckumlagerung: EAB 20.12 Bild EB 70-1.b  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Einspanngrad = 0.015  
 Erf. Profillänge = 11.00 m  
 Erf. Einbindetiefe = 3.80 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
 Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50

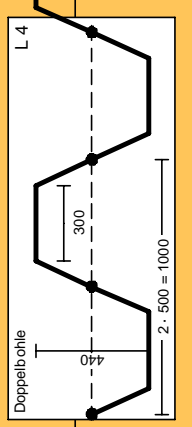
Bemessung:  
 Bemessung nach EC 3 (ei-el)  
 Bemessungssituation: max M<sub>Ed</sub>  
 M<sub>Ed</sub> = 241.9 kN·m/m  
 V<sub>Ed</sub> = 0.4 kN/m  
 N<sub>Ed</sub> = -117.4 kN/m (Druck)  
 Profil: L 4 Stahlgüte: S 240 GP  
 b = 500.0 mm / b<sub>t</sub> = 300.0 mm  
 t<sub>f</sub> = 15.5 mm / t<sub>w</sub> = 10.0 mm / A = 219.0 cm<sup>2</sup>/m  
 h = 440.0 mm /  $\alpha = 66.5^\circ$   
 W<sub>el</sub> = 2500.0 cm<sup>3</sup>/m / I = 5501.0 cm<sup>4</sup>/m  
 U-Bohle ist eine Doppelbohle

Nachweis M<sub>Ed</sub>  
 M<sub>c,Rd</sub> = 600.0 kN·m/m  
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.403$   
 Knicklänge = 10.10 m  
 N<sub>cr</sub> = 11176.8 kN/m  
 N<sub>Ed</sub> / N<sub>cr</sub> = 0.011 <= 0.04  
 -> Kein Knicknachweis  
 max  $\mu = 0.403$

$\gamma_{MO} = 1.00 / \gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_1 / t_f \cdot \varepsilon = 19.6$   
 Querschnittsklasse: 2  
 $\beta_B = 1.000 / \beta_D = 1.000$   
 $f_{y,red} = 240.0$  N/mm<sup>2</sup>  
 M<sub>c,Rd</sub> = 600.0 kN·m/m  
 V<sub>pl,Rd</sub> = 1176.4 kN/m ( $\mu = 0.000$ )  
 N<sub>pl,Rd</sub> = 5256.0 kN/m ( $\mu = 0.022$ )  
 Querkraft-Interaktion  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.



Boden	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{1k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	c(p) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	c(a) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta'_{/q}$ passiv	$\delta'_{/q}$ aktiv	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	16.0	10.0	27.0	0.0	5.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Auffüllung
	20.0	10.0	25.0	0.0	20.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Ton, Schluff
	18.0	11.0	33.0	0.0	4.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Feinsand

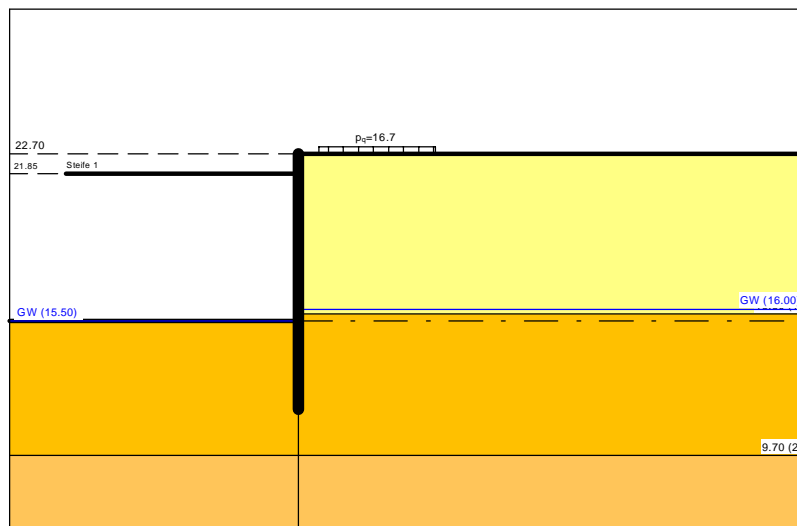


## Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Regelprofil C Ist-Zustand ohne Abrostung



### Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 22.70 mNN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 15.50 mNN

Grundwasserstand (rechts) = 16.00 mNN

Grundwasserstand (links) = 15.50 mNN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

### Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-P

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{Ep} = 1.40$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

### Lasten (zweiseitig begrenzt)

Nr.	sig(v) [-]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	Tiefe [m]	y(1) [m]	y(2) [m]	y(3) [m]	y(4) [m]	Verkehrslast [-]
1	16.70	0.90	5.90	22.70	22.24	21.45	17.14	14.57	ja

(Verkehrslasten werden nicht umgelagert)

Steuerparameter = 0.50

### Momente (im Uhrzeigersinn positiv)

Horizontalkräfte (nach rechts positiv)

Vertikalkräfte (nach unten positiv)

Nr.	Tiefe [m]	M,g,k [kN·m/m]	M,q,k [kN·m/m]	H,g,k [kN/m]	H,q,k [kN/m]	V,g,k [kN/m]	V,q,k [kN/m]
1	22.70	0.00	0.00	0.00	0.00	45.50	0.00

Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.b

Art des Fußlagers:

Profillänge von 11.00 m fest und Einspannung bestimmen

Einspanngrad = 1.5 %

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

$E_{ph,d} = 793.86 \text{ kN/m}$  ( $E_{pv,d} = -220.75 \text{ kN/m}$ )

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) =  $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$

$B_{h(g+q),d} = 793.86 \text{ kN/m}$

$B_{h,g,d} = 734.04 \text{ kN/m}$

$B_{h,q,d} = 59.82 \text{ kN/m}$

$B_{h,w,d} = 99.02 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte  $C_h$  (Blum)

$C_{h,k} = 1.77 \text{ kN/m}$

$C_{h,g,k} = 1.48 \text{ kN/m}$

$C_{h,q,k} = 0.29 \text{ kN/m}$

$C_{h,w,k} = 0.16 \text{ kN/m}$

Anker und Steifen

Anker- Steifenabstand = 2.00 m

$N_{d'}$  = Bemessungswert (Steifen) mit BS-P (1.35/1.50)

Nr.	y	Neigung	Länge	$N_d$	$N_k$	$N_{g,k}$	$N_{w,k}$	EA	EI	$N_{d'}$	
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN·m <sup>2</sup> ]	[kN]	
1	21.85	0.00	10.00	-268.66	-194.36	-152.57	-3.42	4.200E+7	4.200E+7	-268.66	Steife

Zusätzlich für Steifen

Steife 1

Vertikallast [kN/m<sup>2</sup>]: 0.00

max  $M_d$  [kN·m]: 0.00

gelenkig an Verbauwand angeschlossen

gegenüberliegende Seite gelenkig

x	y	w <sub>x,d</sub>	w <sub>y,d</sub>	$N_d$	$Q_d$	$M_d$
[m]	[m]	[mm]	[mm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
-10.00	21.85	0.0	0.0	-134.33	0.00	0.00
-9.00	21.85	0.0	0.0	-134.33	0.00	0.00
-9.00	21.85	0.0	0.0	-134.33	0.00	0.00
-8.00	21.85	0.0	0.1	-134.33	0.00	0.00
-7.00	21.85	0.0	0.1	-134.33	0.00	0.00
-6.00	21.85	0.0	0.1	-134.33	0.00	0.00
-5.00	21.85	0.0	0.1	-134.33	0.00	0.00
-4.00	21.85	0.0	0.2	-134.33	0.00	0.00
-3.00	21.85	0.0	0.2	-134.33	0.00	0.00
-2.00	21.85	-0.1	0.2	-134.33	0.00	0.00
-1.00	21.85	-0.1	0.2	-134.33	0.00	0.00
0.00	21.85	-0.1	0.3	-134.33	0.00	0.00

Bodenkennwerte

Schicht	UK	$\gamma_k$	$\gamma'_{,k}$	$\varphi_k$	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/ $\varphi$	d(a)/ $\varphi$	qc	cu,k
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	15.80	16.00	10.00	27.00	0.00	5.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
2	9.70	20.00	10.00	25.00	0.00	20.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
3	3.63	18.00	11.00	33.00	0.00	4.00	-0.667	0.667	10.00	0.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion  $\leq 0.0$ .

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$	$k_{agh}(40^\circ)$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	15.80	0.318	0.993	27.000	18.01	54.20	0.179
2	9.70	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00	0.179
3	3.63	0.245	0.855	33.000	22.01	57.76	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck oben	Wasserdruck unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
22.700	22.241	14.881	14.881	0.00	0.00
22.241	21.850	14.881	17.512	0.00	0.00
21.850	21.650	17.512	18.853	0.00	0.00
21.650	21.452	18.853	20.185	0.00	0.00



21.452	20.700	20.185	20.185	0.00	0.00
20.700	19.650	20.185	20.185	0.00	0.00
19.650	18.650	20.185	17.705	0.00	0.00
18.650	17.650	17.705	17.705	0.00	0.00
17.650	17.450	17.705	17.705	0.00	0.00
17.450	17.137	17.705	17.705	0.00	0.00
17.137	16.650	17.705	16.698	0.00	0.00
16.650	16.000	16.698	15.352	0.00	0.00
16.000	15.800	15.352	14.938	0.00	2.00
15.800	15.650	15.162	14.824	2.00	3.50
15.650	15.500	14.824	14.486	3.50	5.00
15.500	14.672	22.121	21.734	5.00	5.00
14.672	14.575	21.734	21.688	5.00	5.00
14.575	14.128	21.688	23.142	5.00	5.00
14.128	13.682	23.142	24.596	5.00	5.00
13.682	12.690	24.596	27.827	5.00	5.00
12.690	11.699	27.827	31.058	5.00	5.00
11.699	9.700	31.058	37.967	5.00	5.00
9.700	3.630	38.311	54.681	5.00	5.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	$K_{pgh}$	$K_{pch}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
2	9.70	3.909	5.182	25.000	-16.67	21.54
3	3.63	7.499	8.604	33.000	-22.01	16.00

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
15.65	15.50	0.00	0.00
15.50	14.67	0.00	-23.12
14.67	14.57	-23.12	-25.84
14.57	14.13	-25.84	-38.30
14.13	13.68	-38.30	-50.76
13.68	12.69	-50.76	-78.45
12.69	11.70	-78.45	-106.14
11.70	9.70	-106.14	-161.95
9.70	3.63	-310.68	-668.34

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
22.70	-61.4	0.0	0.0	
22.24	-65.5	-9.2	-2.1	
21.85	-69.2	-17.8	-7.4	-134.3
21.85	-69.2	116.5	-7.4	
21.65	-71.3	111.5	15.4	
21.45	-73.5	106.1	37.0	
20.70	-82.1	85.0	108.9	
19.65	-94.1	55.6	182.7	
18.65	-105.0	29.2	224.7	
17.65	-115.3	4.5	241.5	
17.45	-117.4	-0.4	241.9	
17.14	-120.7	-8.2	240.6	
16.65	-125.6	-19.8	233.7	
16.00	-131.8	-34.2	216.1	
15.80	-133.6	-38.7	208.8	
15.65	-134.9	-42.3	202.7	
15.50	-136.1	-46.2	196.1	
14.67	-142.5	-66.8	147.9	
14.57	-142.9	-67.9	141.4	
14.13	-143.6	-69.9	110.5	
13.68	-142.9	-67.2	79.7	
12.69	-136.3	-44.1	22.6	
11.70	-122.7	2.4	0.0	

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]

22.70	-61.4	0.0	0.0	
22.24	-65.5	-9.2	-2.1	
21.85	-68.9	-17.1	-7.3	-103.0
21.85	-68.9	85.9	-7.3	
21.65	-70.7	81.9	9.5	
21.45	-72.5	77.9	25.3	
20.70	-79.1	62.8	78.2	
19.65	-88.4	41.7	133.1	
18.65	-96.7	23.3	165.2	
17.65	-104.5	6.5	180.1	
17.45	-106.0	3.2	181.1	
17.14	-108.5	-2.0	181.3	
16.65	-112.3	-10.2	178.3	
16.00	-117.3	-21.1	168.1	
15.80	-118.9	-24.7	163.6	
15.65	-120.0	-27.8	159.6	
15.50	-121.1	-31.1	155.2	
14.67	-127.3	-51.1	120.1	
14.57	-127.7	-52.3	115.0	
14.13	-128.8	-55.6	90.8	
13.68	-128.6	-54.5	66.1	
12.69	-123.6	-36.8	19.0	
11.70	-112.3	2.0	0.0	

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	-45.5	0.0	0.0	
22.24	-48.5	-6.8	-1.6	
21.85	-51.2	-13.2	-5.4	-97.2
21.85	-51.2	84.0	-5.4	
21.65	-52.8	80.4	11.0	
21.45	-54.4	76.5	26.5	
20.70	-60.6	61.3	78.4	
19.65	-69.3	40.1	131.6	
18.65	-77.2	21.2	162.0	
17.65	-84.6	3.5	174.3	
17.45	-86.1	0.0	174.7	
17.14	-88.5	-5.6	173.8	
16.65	-92.0	-14.0	169.0	
16.00	-96.5	-24.4	156.5	
15.80	-97.9	-27.6	151.3	
15.65	-98.8	-30.3	147.0	
15.50	-99.7	-33.1	142.2	
14.67	-104.4	-48.3	107.5	
14.57	-104.7	-49.1	102.8	
14.13	-105.3	-50.7	80.4	
13.68	-104.8	-48.8	58.0	
12.69	-100.0	-32.1	16.5	
11.70	-90.1	1.8	0.0	

Schnittgrößen (g,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	-45.5	0.0	0.0	
22.24	-48.5	-6.8	-1.6	
21.85	-51.1	-12.6	-5.4	-76.3
21.85	-51.1	63.6	-5.4	
21.65	-52.4	60.7	7.0	
21.45	-53.7	57.7	18.8	
20.70	-58.6	46.5	58.0	
19.65	-65.5	30.9	98.6	
18.65	-71.7	17.3	122.4	
17.65	-77.4	4.9	133.4	
17.45	-78.6	2.4	134.1	
17.14	-80.4	-1.5	134.3	
16.65	-83.2	-7.5	132.1	
16.00	-86.9	-15.6	124.5	
15.80	-88.0	-18.3	121.2	
15.65	-88.9	-20.6	118.2	
15.50	-89.7	-23.1	115.0	
14.67	-94.3	-37.8	89.0	

14.57	-94.6	-38.8	85.2
14.13	-95.4	-41.2	67.3
13.68	-95.3	-40.4	48.9
12.69	-91.6	-27.3	14.1
11.70	-83.2	1.5	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	0.0	0.0	0.0	
22.24	0.0	0.0	0.0	
21.85	-0.2	-0.5	-0.1	-20.9
21.85	-0.2	20.4	-0.1	
21.65	-0.4	19.7	3.9	
21.45	-0.7	18.8	7.8	
20.70	-2.0	14.8	20.4	
19.65	-3.8	9.2	33.0	
18.65	-5.5	3.9	39.6	
17.65	-7.2	-1.4	40.9	
17.45	-7.6	-2.4	40.6	
17.14	-8.1	-4.1	39.5	
16.65	-8.9	-6.4	37.0	
16.00	-9.6	-8.8	32.0	
15.80	-9.8	-9.3	30.2	
15.65	-9.9	-9.7	28.7	
15.50	-10.0	-10.0	27.2	
14.67	-10.2	-10.5	18.6	
14.57	-10.1	-10.3	17.6	
14.13	-9.9	-9.5	13.1	
13.68	-9.6	-8.4	9.1	
12.69	-8.5	-4.8	2.4	
11.70	-6.9	0.3	0.0	

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	0.0	0.0	0.0	
22.24	0.0	0.0	0.0	
21.85	0.0	0.0	0.0	-1.7
21.85	0.0	1.7	0.0	
21.65	0.0	1.7	0.3	
21.45	0.0	1.7	0.7	
20.70	0.0	1.7	2.0	
19.65	0.0	1.7	3.8	
18.65	0.0	1.7	5.5	
17.65	0.0	1.7	7.2	
17.45	0.0	1.7	7.5	
17.14	0.0	1.7	8.1	
16.65	0.0	1.7	8.9	
16.00	0.0	1.7	10.0	
15.80	0.0	1.5	10.3	
15.65	0.0	1.1	10.5	
15.50	0.0	0.5	10.7	
14.67	0.3	-2.8	9.6	
14.57	0.3	-3.1	9.3	
14.13	0.7	-4.0	7.7	
13.68	1.3	-4.3	5.8	
12.69	3.1	-3.4	1.8	
11.70	5.6	0.2	0.0	

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit  $EI = 1.155E+5 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
22.70	4.2	22.65	4.0	22.29	2.2	22.24	1.9	22.20	1.7	21.90	0.2		
21.85	0.0	21.85	0.0	21.80	-0.3	21.70	-0.8	21.65	-1.1	21.60	-1.3		
21.50	-1.8	21.45	-2.0	21.45	-2.0	21.40	-2.3	20.75	-5.5	20.70	-5.7		
20.65	-5.9	19.70	-9.9	19.65	-10.1	19.65	-10.1	19.60	-10.3	18.70	-13.1	18.65	-13.2
18.65	-13.2	18.60	-13.3	17.70	-14.8	17.65	-14.9	17.65	-14.9	17.60	-14.9	17.50	-15.0
17.45	-15.0	17.45	-15.0	17.40	-15.1	17.20	-15.1	17.14	-15.2	17.14	-15.2	17.09	-15.2
16.70	-15.1	16.65	-15.1	16.65	-15.1	16.60	-15.0	16.05	-14.5	16.00	-14.4	16.00	-14.4
15.95	-14.3	15.85	-14.2	15.80	-14.1	15.80	-14.1	15.75	-14.0	15.70	-13.9	15.65	-13.8

15.65	-13.8	15.60	-13.7	15.55	-13.6	15.50	-13.5	15.50	-13.5	15.45	-13.4	14.72	-11.5
14.67	-11.3	14.67	-11.3	14.62	-11.2	14.62	-11.2	14.57	-11.0	14.57	-11.0	14.53	-10.9
14.18	-9.7	14.13	-9.6	14.13	-9.6	14.08	-9.4	13.73	-8.1	13.68	-7.9	13.68	-7.9
13.63	-7.8	12.74	-4.3	12.69	-4.1	12.69	-4.1	12.64	-3.9	11.75	-0.2	11.70	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

$\phi_{i,[g+q],k} = -0.23474873$

Theoretischer Fußpunkt = 11.699 m

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)

Bemessungssituation: max  $M_{i,gq}$

$M_{Ed} = 241.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$V_{Ed} = 0.4 \text{ kN/m}$

$N_{Ed} = -117.4 \text{ kN/m}$  (Druck)

Profil: L 4 Stahlgüte: S 240 GP

$b = 500.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 300.0 \text{ mm}$

$t_f = 15.5 \text{ mm}$  /  $t_w = 10.0 \text{ mm}$  /  $A = 219.0 \text{ cm}^2/\text{m}$

$h = 440.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 66.5^\circ$

$W_{el} = 2500.0 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 55010.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

U-Bohle ist eine Doppelbohle

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$

$\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 19.6$

Querschnittsklasse: 2

$\beta_B = 1.000$  /  $\beta_D = 1.000$

$f_{y,red} = 240.0 \text{ N/mm}^2$

$M_{c,Rd} = 600.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$V_{pl,Rd} = 1176.4 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.000$ )

$N_{pl,Rd} = 5256.0 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.022$ )

Querkraft-Interaktion

$V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis  $M_{Rd}$

$M_{c,Rd} = 600.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.403$

Knicklänge = 10.10 m

$N_{cr} = 11176.8 \text{ kN/m}$

$N_{Ed} / N_{cr} = 0.011 \leq 0.04$

$\rightarrow$  Kein Knicknachweis

max  $\mu = 0.403$

max  $M_d = 241.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 17.45 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = -117.4 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = -0.4 \text{ kN/m}$ ;  $w_k = 15.0 \text{ mm}$

max  $Q_d = 116.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 21.85 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = -69.2 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = -7.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.1 \text{ mm}$

max  $N_d = 143.6 \text{ kN/m}$  (Tiefe = 14.13 m)

Zugehörige Werte:  $Q_d = -69.9 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 110.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 13.2 \text{ mm}$

max  $w_k = 15.2 \text{ mm}$  (Tiefe = 17.04 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = -121.7 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = -10.6 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 239.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 0.30 %

Einbindetiefe  $t_g = 3.80 \text{ m}$

Profillänge = 11.00 m

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit

UK Schicht = 14.57

Gewicht = 9.25 kN/m<sup>2</sup>

Strömungskraft = 0.56 kN/m<sup>2</sup>

$\gamma(\text{Gewicht}) = 0.95$

$\gamma(\text{Strömungskraft}) = 1.45$

Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.092

= 0.092 =  $(1.45 \cdot 0.56) / (0.95 \cdot 9.25)$

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99



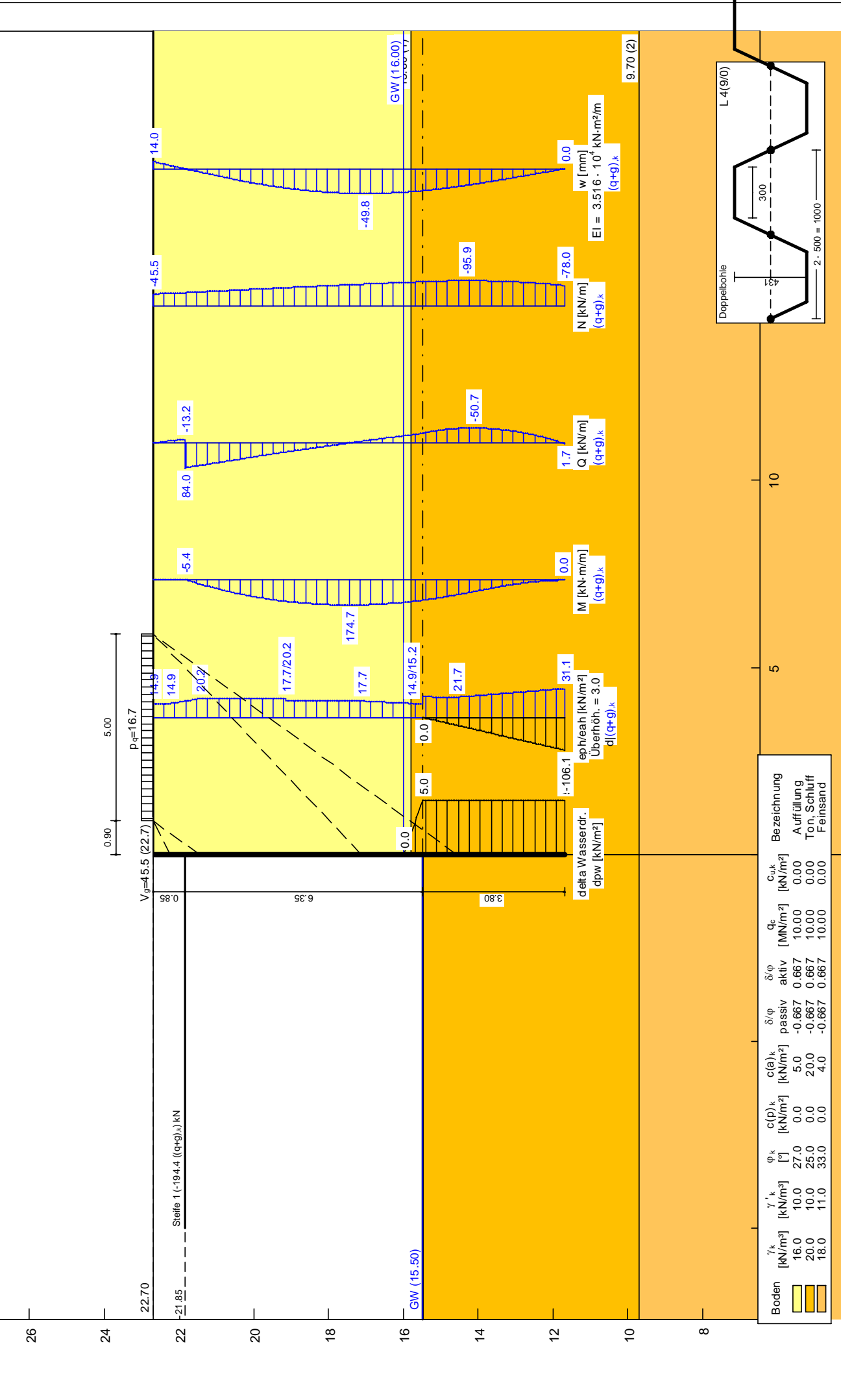
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt  
Faktor Verkehrslasten  $f_Q = 1.500 / 1.350 = 1.111$   
Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Rv} = 1.400$   
Breite = 1.44 m  
Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 288.23 [kN/m]  
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.111)  
 $E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 60.82$  [kN/m]  
Kohäsionskraft  $K_k = 116.50$  [kN/m]  
Grundbruchlast  $R_{n,k} = 2369.24$  [kN/m]  
Grundbruch mit:  
Reibungswinkel  $\varphi_k = 28.96$  [°]  
Kohäsion  $c_k = 0.00$  [kN/m<sup>2</sup>]  
 $N_d = 16.366 / N_b = 8.503 / N_c = 27.770$   
 $\sigma_{\bar{u}} = 85.200$  [kN/m<sup>2</sup>]  
 $\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.214$   
 $\mu_e = [288.23 \cdot 1.35] / [(2369.24 + 116.50 + 60.82) / 1.400] = 0.214$

Regelprofil C Ist-Zustand mit Abrostung  
 Norm: EC 7  
 Spundwand  
 Anker- Stiefenabstand = 2.00 m  
 L 4(9/0)  
 Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.b  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Bewert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF

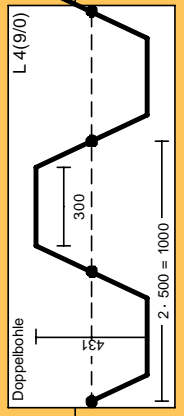
Einspanngrad = 0.015  
 Erf. Profillänge = 11.00 m  
 Erf. Einbindetiefe = 3.80 m  
 BS: DIN EN 1997-1: B.S.-P  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_{Qd} = 1.50$   
 $\gamma_{Ed} = 1.40$   
 Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50

**Bemessung:**  
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
 Bemessungssituation: max M,g,q  
 $M_{Ed} = 242.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.4 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} = -109.6 \text{ kN/m}$  (Druck)  
 Profil: L 4(9/0) Stahlgüte: S 240 GP  
 $b = 500.0 \text{ mm}$  /  $b_f = 300.0 \text{ mm}$   
 $t_f = 6.5 \text{ mm}$  /  $t_w = 1.0 \text{ mm}$  /  $A = 78.6 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $W_{el} = 761.10 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 16744.3 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 U-Bohle ist eine Doppelbohle

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 46.6$   
 Querschnittsklasse: 3  
 $\beta_B = 1.000$  /  $\beta_B = 1.000$   
 $f_{y,red} = 240.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 182.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $M_{Ed} > M_{c,Rd}$   
 Nachweis nicht erfüllt !!



Boden	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{1k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\rho$ passiv	$\delta/\rho$ aktiv	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	16.0	10.0	27.0	0.0	5.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Auffüllung
	20.0	10.0	25.0	0.0	20.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Ton, Schluff
	18.0	11.0	33.0	0.0	4.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Feinsand

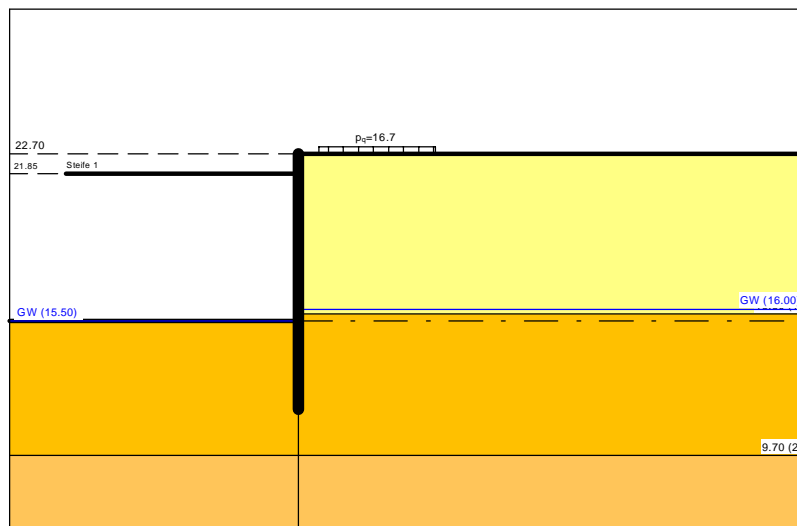


## Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Regelprofil C Ist-Zustand mit Abrostung



### Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 22.70 mNN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 15.50 mNN

Grundwasserstand (rechts) = 16.00 mNN

Grundwasserstand (links) = 15.50 mNN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

### Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-P

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{Ep} = 1.40$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

### Lasten (zweiseitig begrenzt)

Nr.	sig(v) [-]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	Tiefe [m]	y(1) [m]	y(2) [m]	y(3) [m]	y(4) [m]	Verkehrslast [-]
1	16.70	0.90	5.90	22.70	22.24	21.45	17.14	14.57	ja

(Verkehrslasten werden nicht umgelagert)

Steuerparameter = 0.50

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)

Horizontalkräfte (nach rechts positiv)

Vertikalkräfte (nach unten positiv)

Nr.	Tiefe [m]	M,g,k [kN·m/m]	M,q,k [kN·m/m]	H,g,k [kN/m]	H,q,k [kN/m]	V,g,k [kN/m]	V,q,k [kN/m]
1	22.70	0.00	0.00	0.00	0.00	45.50	0.00

Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.b

Art des Fußlagers:  
 Profillänge von 11.00 m fest und Einspannung bestimmen  
 Einspanngrad = 1.5 %

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:  
 $E_{ph,d} = 793.86 \text{ kN/m}$  ( $E_{pv,d} = -220.75 \text{ kN/m}$ )  
 Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) =  $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$   
 $B_{h(g+q),d} = 793.86 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,g,d} = 734.02 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,q,d} = 59.84 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,w,d} = 99.01 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte  $C_h$  (Blum)  
 $C_{h,k} = 1.72 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,g,k} = 1.43 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,q,k} = 0.29 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,w,k} = 0.16 \text{ kN/m}$

Anker und Steifen  
 Anker- Steifenabstand = 2.00 m  
 $N_{d'}$  = Bemessungswert (Steifen) mit BS-P (1.35/1.50)

Nr.	y	Neigung	Länge	$N_d$	$N_k$	$N_{g,k}$	$N_{w,k}$	EA	EI	$N_{d'}$	
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN·m <sup>2</sup> ]	[kN]	
1	21.85	0.00	10.00	-268.68	-194.38	-152.58	-3.43	4.200E+7	4.200E+7	-268.68	Steife

Zusätzlich für Steifen

Steife 1

Vertikallast [kN/m<sup>2</sup>]: 0.00

max  $M_d$  [kN·m]: 0.00

gelenkig an Verbauwand angeschlossen  
 gegenüberliegende Seite gelenkig

x	y	w <sub>x,d</sub>	w <sub>y,d</sub>	$N_d$	$Q_d$	$M_d$
[m]	[m]	[mm]	[mm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
-10.00	21.85	0.0	0.0	-134.34	0.00	0.00
-9.00	21.85	0.0	0.1	-134.34	0.00	0.00
-9.00	21.85	0.0	0.1	-134.34	0.00	0.00
-8.00	21.85	0.0	0.1	-134.34	0.00	0.00
-7.00	21.85	0.0	0.2	-134.34	0.00	0.00
-6.00	21.85	0.0	0.3	-134.34	0.00	0.00
-5.00	21.85	0.0	0.3	-134.34	0.00	0.00
-4.00	21.85	0.0	0.4	-134.34	0.00	0.00
-3.00	21.85	0.0	0.5	-134.34	0.00	0.00
-2.00	21.85	-0.1	0.5	-134.34	0.00	0.00
-1.00	21.85	-0.1	0.6	-134.34	0.00	0.00
0.00	21.85	-0.1	0.7	-134.34	0.00	0.00

Bodenkennwerte

Schicht	UK	$\gamma_k$	$\gamma'_{k}$	$\varphi_k$	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/ $\varphi$	d(a)/ $\varphi$	qc	cu,k
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	15.80	16.00	10.00	27.00	0.00	5.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
2	9.70	20.00	10.00	25.00	0.00	20.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
3	3.63	18.00	11.00	33.00	0.00	4.00	-0.667	0.667	10.00	0.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion  $\leq 0.0$ .

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$	$k_{agh}(40^\circ)$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	15.80	0.318	0.993	27.000	18.01	54.20	0.179
2	9.70	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00	0.179
3	3.63	0.245	0.855	33.000	22.01	57.76	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck oben	Wasserdruck unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
22.700	22.241	14.881	14.881	0.00	0.00
22.241	21.850	14.881	17.512	0.00	0.00
21.850	21.650	17.512	18.853	0.00	0.00
21.650	21.452	18.853	20.185	0.00	0.00



21.452	20.700	20.185	20.185	0.00	0.00
20.700	19.650	20.185	20.185	0.00	0.00
19.650	18.650	20.185	17.705	0.00	0.00
18.650	17.650	17.705	17.705	0.00	0.00
17.650	17.450	17.705	17.705	0.00	0.00
17.450	17.137	17.705	17.705	0.00	0.00
17.137	16.650	17.705	16.698	0.00	0.00
16.650	16.000	16.698	15.352	0.00	0.00
16.000	15.800	15.352	14.938	0.00	2.00
15.800	15.650	15.162	14.824	2.00	3.50
15.650	15.500	14.824	14.486	3.50	5.00
15.500	14.672	22.121	21.734	5.00	5.00
14.672	14.575	21.734	21.688	5.00	5.00
14.575	14.327	21.688	22.496	5.00	5.00
14.327	13.682	22.496	24.596	5.00	5.00
13.682	12.690	24.596	27.827	5.00	5.00
12.690	11.699	27.827	31.058	5.00	5.00
11.699	9.700	31.058	37.967	5.00	5.00
9.700	3.630	38.311	54.681	5.00	5.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	$K_{pgh}$	$K_{pch}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
2	9.70	3.909	5.182	25.000	-16.67	21.54
3	3.63	7.499	8.604	33.000	-22.01	16.00

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
15.65	15.50	0.00	0.00
15.50	14.67	0.00	-23.12
14.67	14.57	-23.12	-25.84
14.57	14.33	-25.84	-32.76
14.33	13.68	-32.76	-50.76
13.68	12.69	-50.76	-78.45
12.69	11.70	-78.45	-106.14
11.70	9.70	-106.14	-161.95
9.70	3.63	-310.68	-668.34

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
22.70	-61.4	0.0	0.0	
22.24	-64.8	-9.2	-2.1	
21.85	-67.9	-17.8	-7.4	-134.3
21.85	-67.9	116.5	-7.4	
21.65	-69.7	111.5	15.4	
21.45	-71.6	106.1	37.0	
20.70	-79.1	85.0	108.9	
19.65	-89.6	55.6	182.7	
18.65	-99.0	29.2	224.7	
17.65	-107.8	4.5	241.5	
17.45	-109.6	-0.4	242.0	
17.14	-112.4	-8.2	240.6	
16.65	-116.6	-19.8	233.8	
16.00	-121.8	-34.2	216.1	
15.80	-123.3	-38.7	208.9	
15.65	-124.4	-42.3	202.8	
15.50	-125.4	-46.2	196.2	
14.67	-130.6	-66.8	148.0	
14.57	-130.8	-67.9	141.5	
14.33	-131.0	-69.6	124.4	
13.68	-129.5	-67.2	79.8	
12.69	-121.5	-44.1	22.6	
11.70	-106.3	2.4	0.0	

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]

22.70	-61.4	0.0	0.0	
22.24	-64.8	-9.2	-2.1	
21.85	-67.7	-17.1	-7.3	-103.0
21.85	-67.7	85.9	-7.3	
21.65	-69.2	81.9	9.5	
21.45	-70.6	77.9	25.3	
20.70	-76.2	62.8	78.3	
19.65	-83.9	41.7	133.1	
18.65	-90.7	23.3	165.2	
17.65	-97.0	6.6	180.2	
17.45	-98.2	3.2	181.1	
17.14	-100.2	-2.0	181.3	
16.65	-103.3	-10.2	178.3	
16.00	-107.3	-21.1	168.2	
15.80	-108.6	-24.7	163.6	
15.65	-109.5	-27.8	159.7	
15.50	-110.3	-31.1	155.3	
14.67	-115.3	-51.1	120.1	
14.57	-115.6	-52.3	115.1	
14.33	-116.0	-54.7	101.8	
13.68	-115.2	-54.5	66.1	
12.69	-108.7	-36.9	19.1	
11.70	-95.9	1.9	0.0	

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	-45.5	0.0	0.0	
22.24	-48.0	-6.8	-1.6	
21.85	-50.3	-13.2	-5.4	-97.2
21.85	-50.3	84.0	-5.4	
21.65	-51.6	80.4	11.0	
21.45	-53.0	76.5	26.5	
20.70	-58.4	61.3	78.4	
19.65	-65.9	40.1	131.7	
18.65	-72.7	21.2	162.0	
17.65	-79.1	3.5	174.4	
17.45	-80.3	0.0	174.7	
17.14	-82.3	-5.6	173.8	
16.65	-85.4	-14.0	169.1	
16.00	-89.2	-24.4	156.6	
15.80	-90.3	-27.6	151.4	
15.65	-91.0	-30.3	147.0	
15.50	-91.8	-33.1	142.3	
14.67	-95.6	-48.3	107.6	
14.57	-95.8	-49.1	102.8	
14.33	-95.9	-50.4	90.5	
13.68	-94.9	-48.8	58.1	
12.69	-89.0	-32.2	16.5	
11.70	-78.0	1.7	0.0	

Schnittgrößen (g,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	-45.5	0.0	0.0	
22.24	-48.0	-6.8	-1.6	
21.85	-50.1	-12.6	-5.4	-76.3
21.85	-50.1	63.6	-5.4	
21.65	-51.2	60.7	7.0	
21.45	-52.3	57.7	18.8	
20.70	-56.4	46.5	58.0	
19.65	-62.1	30.9	98.6	
18.65	-67.2	17.3	122.4	
17.65	-71.8	4.9	133.4	
17.45	-72.8	2.4	134.2	
17.14	-74.2	-1.5	134.3	
16.65	-76.5	-7.5	132.1	
16.00	-79.5	-15.6	124.6	
15.80	-80.4	-18.3	121.2	
15.65	-81.1	-20.6	118.3	
15.50	-81.7	-23.1	115.0	
14.67	-85.4	-37.8	89.0	

14.57	-85.6	-38.8	85.3
14.33	-85.9	-40.5	75.4
13.68	-85.3	-40.4	49.0
12.69	-80.5	-27.3	14.1
11.70	-71.1	1.4	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	0.0	0.0	0.0	
22.24	0.0	0.0	0.0	
21.85	-0.2	-0.5	-0.1	-20.9
21.85	-0.2	20.4	-0.1	
21.65	-0.4	19.7	3.9	
21.45	-0.7	18.8	7.8	
20.70	-2.0	14.8	20.4	
19.65	-3.8	9.2	33.0	
18.65	-5.5	3.9	39.6	
17.65	-7.2	-1.4	40.9	
17.45	-7.6	-2.4	40.6	
17.14	-8.1	-4.1	39.5	
16.65	-8.9	-6.4	37.0	
16.00	-9.6	-8.8	32.0	
15.80	-9.8	-9.3	30.2	
15.65	-9.9	-9.7	28.7	
15.50	-10.0	-10.0	27.2	
14.67	-10.2	-10.5	18.6	
14.57	-10.1	-10.3	17.6	
14.33	-10.0	-9.9	15.0	
13.68	-9.6	-8.4	9.1	
12.69	-8.5	-4.8	2.4	
11.70	-6.9	0.3	0.0	

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	0.0	0.0	0.0	
22.24	0.0	0.0	0.0	
21.85	0.0	0.0	0.0	-1.7
21.85	0.0	1.7	0.0	
21.65	0.0	1.7	0.3	
21.45	0.0	1.7	0.7	
20.70	0.0	1.7	2.0	
19.65	0.0	1.7	3.8	
18.65	0.0	1.7	5.5	
17.65	0.0	1.7	7.2	
17.45	0.0	1.7	7.5	
17.14	0.0	1.7	8.1	
16.65	0.0	1.7	8.9	
16.00	0.0	1.7	10.0	
15.80	0.0	1.5	10.3	
15.65	0.0	1.1	10.5	
15.50	0.0	0.5	10.7	
14.67	0.3	-2.8	9.6	
14.57	0.3	-3.1	9.3	
14.33	0.5	-3.6	8.5	
13.68	1.3	-4.3	5.8	
12.69	3.1	-3.4	1.8	
11.70	5.6	0.2	0.0	

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit  $EI = 3.516E+4 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
22.70	14.0	22.65	13.2	22.29	7.3	22.24	6.4	22.24	6.4	22.20	5.8	21.90	0.8
21.85	0.0	21.85	0.0	21.80	-0.9	21.70	-2.5	21.65	-3.4	21.65	-3.4	21.60	-4.2
21.50	-5.8	21.45	-6.6	21.45	-6.6	21.40	-7.5	20.75	-17.9	20.70	-18.7	20.70	-18.7
20.65	-19.4	19.70	-32.6	19.65	-33.2	19.65	-33.2	19.60	-33.8	18.70	-42.9	18.65	-43.3
18.65	-43.3	18.60	-43.7	17.70	-48.7	17.65	-48.8	17.65	-48.8	17.60	-49.0	17.50	-49.2
17.45	-49.4	17.45	-49.4	17.40	-49.5	17.20	-49.7	17.14	-49.8	17.14	-49.8	17.09	-49.8
16.70	-49.5	16.65	-49.4	16.65	-49.4	16.60	-49.3	16.05	-47.5	16.00	-47.3	16.00	-47.3
15.95	-47.0	15.85	-46.5	15.80	-46.2	15.80	-46.2	15.75	-45.9	15.70	-45.6	15.65	-45.3

15.65	-45.3	15.60	-45.0	15.55	-44.6	15.50	-44.3	15.50	-44.3	15.45	-43.9	14.72	-37.7
14.67	-37.2	14.67	-37.2	14.62	-36.7	14.62	-36.7	14.57	-36.2	14.57	-36.2	14.53	-35.7
14.38	-34.1	14.33	-33.6	14.33	-33.6	14.28	-33.1	13.73	-26.7	13.68	-26.1	13.68	-26.1
13.63	-25.5	12.74	-14.0	12.69	-13.3	12.69	-13.3	12.64	-12.6	11.75	-0.7	11.70	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

$\phi_{i,[g+q],k}$ : -0.77089138

Theoretischer Fußpunkt = 11.699 m

max  $M_d$  = 242.0 kN·m/m (Tiefe = 17.45 m)

Zugehörige Werte:  $N_d$  = -109.6 kN/m;  $Q_d$  = -0.4 kN/m;  $w_k$  = 49.4 mm

max  $Q_d$  = 116.5 kN·m/m (Tiefe = 21.85 m)

Zugehörige Werte:  $N_d$  = -67.9 kN/m;  $M_d$  = -7.4 kN·m/m;  $w_k$  = 0.1 mm

max  $N_d$  = 131.0 kN/m (Tiefe = 14.33 m)

Zugehörige Werte:  $Q_d$  = -69.6 kN/m;  $M_d$  = 124.4 kN·m/m;  $w_k$  = 46.4 mm

max  $w_k$  = 49.8 mm (Tiefe = 17.04 m)

Zugehörige Werte:  $N_d$  = -113.2 kN/m;  $Q_d$  = -10.5 kN/m;  $M_d$  = 239.7 kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 0.30 %

Einbindetiefe  $t_g$  = 3.80 m

Profillänge = 11.00 m

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit

UK Schicht = 14.57

Gewicht = 9.25 kN/m<sup>2</sup>

Strömungskraft = 0.56 kN/m<sup>2</sup>

$\gamma$ (Gewicht) = 0.95

$\gamma$ (Strömungskraft) = 1.45

Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.092

= 0.092 = (1.45 · 0.56) / (0.95 · 9.25)

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten  $f_Q$  = 1.500 / 1.350 = 1.111

Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Rv}$  = 1.400

Breite = 1.44 m

Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 288.23 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.111)

$E_{av,k}$  ( $\delta = 2/3 \cdot \varphi$ ) = 60.82 [kN/m]

Kohäsionskraft  $K_k$  = 116.50 [kN/m]

Grundbruchlast  $R_{n,k}$  = 2369.24 [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel  $\varphi_k$  = 28.96 [°]

Kohäsion  $c_k$  = 0.00 [kN/m<sup>2</sup>]

$N_d$  = 16.366 /  $N_b$  = 8.503 /  $N_c$  = 27.770

$\sigma_{\bar{u}}$  = 85.200 [kN/m<sup>2</sup>]

$\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.214$

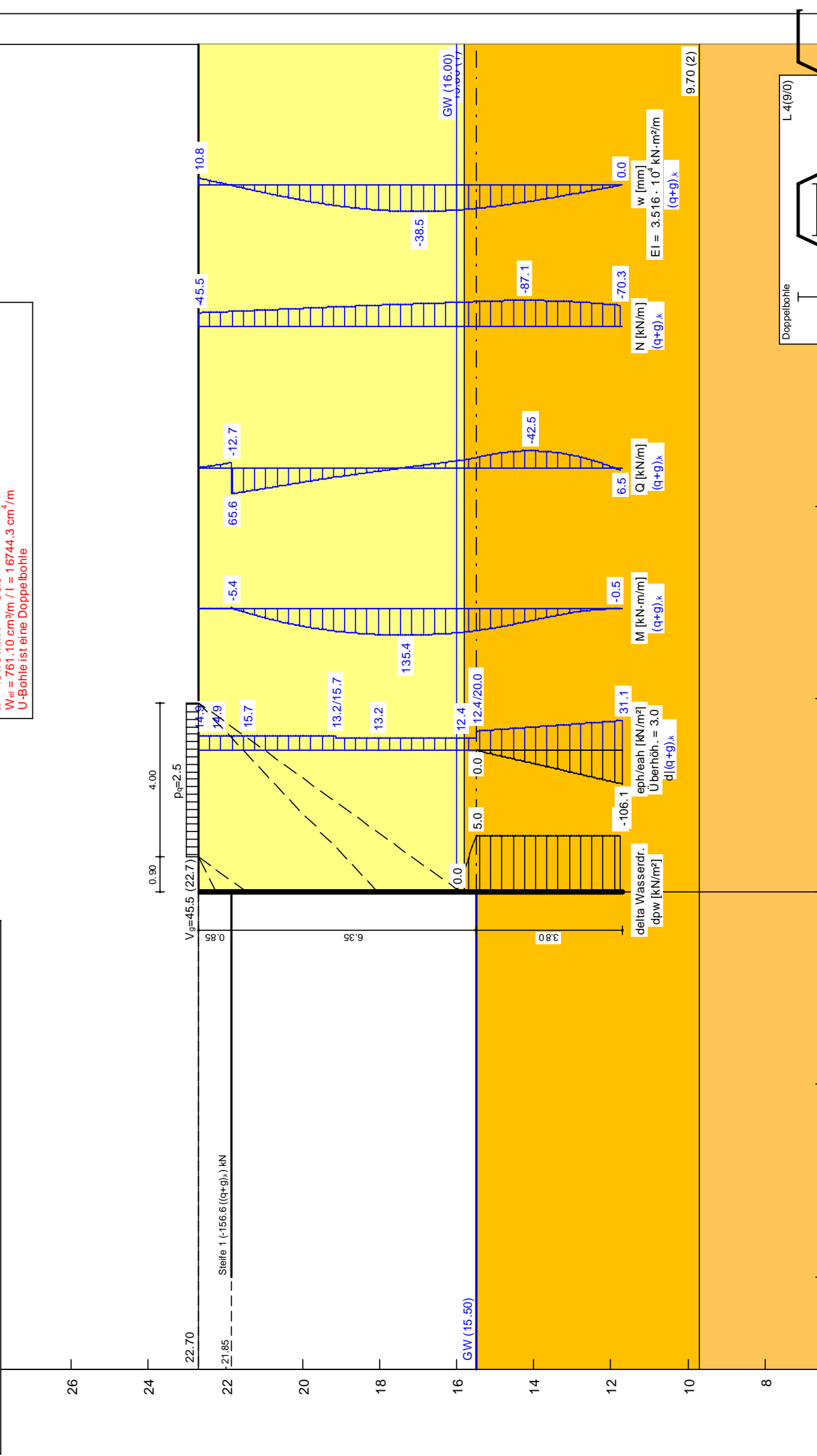
$\mu_e = [288.23 \cdot 1.35] / [(2369.24 + 116.50 + 60.82) / 1.400] = 0.214$

Regelprofil C Ist-Zustand mit Abrostung  
 Norm: EC 7  
 Spundwand  
 Anker- Stiefenabstand = 2.00 m  
 Erddruckumlagerung: EAB, 2012 Bild EB 70-1.b  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerdruick-Beiwert mit  $\phi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF

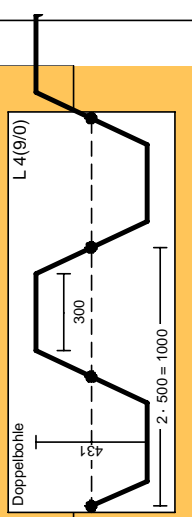
Einspanngrad = 0.065  
 Erf. Profillänge = 11.00 m  
 Erf. Einbindetiefe = 3.80 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 L 4(9/0)  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
 Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50

**Bemessung:**  
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
 Bemessungssituation: max M, Gg  
 $M_{Ed} = 183.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.3 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} = -100.2 \text{ kN/m}$  (Druck)  
 Profil: L 4(9/0) Stahlgüte: S 240 GP  
 $b = 500.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 1.0 \text{ mm}$  /  $A = 78.6 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 431.0 \text{ mm}$  /  $\alpha = 66.5^\circ$   
 $W_{pl} = 761.10 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 16744.3 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 U-Bohle ist eine Doppelbohle

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.990 \rightarrow b_I / t_I / \varepsilon = 46.6$   
 Querschnittsklasse: 3  
 $\beta_B = 1.000$  /  $\beta_P = 1.000$   
 $f_{y,red} = 240.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{C,Red} = 182.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $M_{Ed} > M_{C,Red}$   
 Nachweis nicht erfüllt !!



Boden	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{1k}$ [kN/m³]	$\phi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\phi$ passiv	$\delta/\phi$ aktiv	$q_c$ [MN/m²]	$Cu,k$ [kN/m²]	Bezeichnung
1	16.0	10.0	27.0	0.0	5.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Auffüllung Ton, Schluff
2	20.0	10.0	25.0	0.0	20.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Feinsand
3	18.0	11.0	33.0	0.0	4.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Feinsand



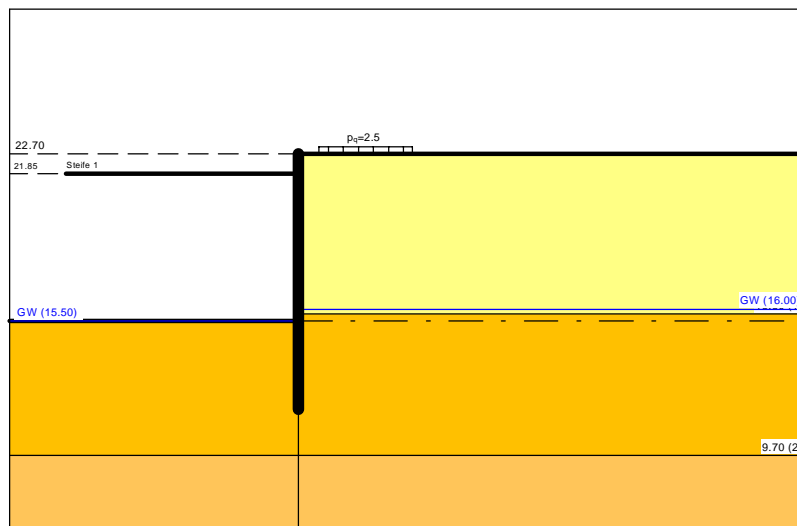


## Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Regelprofil C Ist-Zustand mit Abrostung



Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 22.70 mNN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 15.50 mNN

Grundwasserstand (rechts) = 16.00 mNN

Grundwasserstand (links) = 15.50 mNN

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-P

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{Ep} = 1.40$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Lasten (zweiseitig begrenzt)

Nr.	sig(v) [-]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	Tiefe [m]	y(1) [m]	y(2) [m]	y(3) [m]	y(4) [m]	Verkehrslast [-]
1	2.50	0.90	4.90	22.70	22.24	21.45	18.06	15.91	ja

(Verkehrslasten werden nicht umgelagert)

Steuerparameter = 0.50

Momente (im Uhrzeigersinn positiv)

Horizontalkräfte (nach rechts positiv)

Vertikalkräfte (nach unten positiv)

Nr.	Tiefe [m]	M,g,k [kN·m/m]	M,q,k [kN·m/m]	H,g,k [kN/m]	H,q,k [kN/m]	V,g,k [kN/m]	V,q,k [kN/m]
1	22.70	0.00	0.00	0.00	0.00	45.50	0.00

Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.b

Art des Fußlagers:

Profillänge von 11.00 m fest und Einspannung bestimmen

Einspanngrad = 6.5 %

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 793.86 kN/m (Epv,d = -220.75 kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000

Bh(g+q),d = 793.86 kN/m

Bh,g,d = 787.14 kN/m

Bh,q,d = 6.72 kN/m

Bh,w,d = 103.89 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)

Ch,k = 6.46 kN/m

Ch,g,k = 6.32 kN/m

Ch,q,k = 0.14 kN/m

Ch,w,k = 0.66 kN/m

Anker und Steifen

Anker- Steifenabstand = 2.00 m

N<sub>d</sub>' = Bemessungswert (Steifen) mit BS-P (1.35/1.50)

Nr.	y	Neigung	Länge	N <sub>d</sub>	N <sub>k</sub>	N <sub>g,k</sub>	N <sub>w,k</sub>	EA	EI	N <sub>d</sub> '	
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN·m <sup>2</sup> ]	[kN]	Steife
1	21.85	0.00	10.00	-212.28	-156.63	-151.10	-3.22	4.200E+7	4.200E+7	-212.28	Steife

Zusätzlich für Steifen

Steife 1

Vertikallast [kN/m<sup>2</sup>]: 0.00

max M<sub>d</sub> [kN·m]: 0.00

gelenkig an Verbauwand angeschlossen

gegenüberliegende Seite gelenkig

x	y	wx,d	wy,d	N <sub>d</sub>	Q <sub>d</sub>	M <sub>d</sub>
[m]	[m]	[mm]	[mm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
-10.00	21.85	0.0	0.0	-106.14	0.00	0.00
-9.00	21.85	0.0	0.1	-106.14	0.00	0.00
-9.00	21.85	0.0	0.1	-106.14	0.00	0.00
-8.00	21.85	0.0	0.1	-106.14	0.00	0.00
-7.00	21.85	0.0	0.2	-106.14	0.00	0.00
-6.00	21.85	0.0	0.2	-106.14	0.00	0.00
-5.00	21.85	0.0	0.3	-106.14	0.00	0.00
-4.00	21.85	0.0	0.4	-106.14	0.00	0.00
-3.00	21.85	0.0	0.4	-106.14	0.00	0.00
-2.00	21.85	0.0	0.5	-106.14	0.00	0.00
-1.00	21.85	0.0	0.5	-106.14	0.00	0.00
0.00	21.85	-0.1	0.6	-106.14	0.00	0.00

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ <sub>k</sub>	γ' <sub>k</sub>	φ <sub>k</sub>	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/φ	d(a)/φ	qc	cu,k
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	15.80	16.00	10.00	27.00	0.00	5.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
2	9.70	20.00	10.00	25.00	0.00	20.00	-0.667	0.667	10.00	0.00
3	3.63	18.00	11.00	33.00	0.00	4.00	-0.667	0.667	10.00	0.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit φ = 40 °

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird angewendet, wenn Kohäsion <> 0.0.

Ersatzerddruck-Beiwert kah wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	k <sub>agh</sub>	k <sub>ach</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ	kagh(40°)
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	15.80	0.318	0.993	27.000	18.01	54.20	0.179
2	9.70	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00	0.179
3	3.63	0.245	0.855	33.000	22.01	57.76	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck oben	Wasserdruck unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
22.700	22.241	14.881	14.881	0.00	0.00
22.241	21.850	14.881	15.275	0.00	0.00
21.850	21.650	15.275	15.476	0.00	0.00
21.650	21.452	15.476	15.675	0.00	0.00

21.452	20.700	15.675	15.675	0.00	0.00
20.700	19.650	15.675	15.675	0.00	0.00
19.650	18.650	15.675	13.195	0.00	0.00
18.650	18.057	13.195	13.195	0.00	0.00
18.057	17.650	13.195	13.045	0.00	0.00
17.650	17.400	13.045	12.953	0.00	0.00
17.400	16.650	12.953	12.676	0.00	0.00
16.650	16.000	12.676	12.436	0.00	0.00
16.000	15.906	12.436	12.401	0.00	0.94
15.906	15.800	12.401	12.401	0.94	2.00
15.800	15.650	12.401	12.401	2.00	3.50
15.650	15.500	12.401	12.401	3.50	5.00
15.500	14.700	20.036	22.356	5.00	5.00
14.700	14.250	22.356	23.662	5.00	5.00
14.250	13.699	23.662	25.257	5.00	5.00
13.699	12.699	25.257	28.158	5.00	5.00
12.699	11.749	28.158	30.913	5.00	5.00
11.749	9.700	30.913	37.967	5.00	5.00
9.700	3.630	38.311	54.681	5.00	5.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Schicht	UK	$K_{pgh}$	$K_{pch}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
2	9.70	3.909	5.182	25.000	-16.67	21.54
3	3.63	7.499	8.604	33.000	-22.01	16.00

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.40

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
15.65	15.50	0.00	0.00
15.50	14.70	0.00	-22.34
14.70	14.25	-22.34	-34.91
14.25	13.70	-34.91	-50.28
13.70	12.70	-50.28	-78.21
12.70	11.75	-78.21	-104.74
11.75	9.70	-104.74	-161.95
9.70	3.63	-310.68	-668.34

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
22.70	-61.4	0.0	0.0	
22.24	-64.8	-9.2	-2.1	
21.85	-67.7	-17.2	-7.3	-106.1
21.85	-67.7	88.9	-7.3	
21.65	-69.2	84.8	10.1	
21.45	-70.8	80.6	26.5	
20.70	-76.6	64.6	81.1	
19.65	-84.7	42.2	137.2	
18.65	-91.9	22.6	169.2	
18.06	-95.9	12.0	179.5	
17.65	-98.6	4.8	182.9	
17.40	-100.2	0.3	183.5	
16.65	-105.1	-12.7	178.9	
16.00	-109.2	-23.7	167.0	
15.91	-109.8	-25.3	164.7	
15.80	-110.5	-27.3	161.9	
15.65	-111.4	-30.4	157.6	
15.50	-112.2	-33.8	152.8	
14.70	-117.1	-53.1	117.0	
14.25	-117.8	-57.2	92.0	
13.70	-116.6	-55.6	60.6	
12.70	-109.0	-34.1	13.7	
11.75	-95.0	8.7	0.0	

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
22.70	-61.4	0.0	0.0	

22.24	-64.8	-9.2	-2.1	
21.85	-67.7	-17.1	-7.3	-102.0
21.85	-67.7	84.9	-7.3	
21.65	-69.2	80.9	9.3	
21.45	-70.6	76.9	24.9	
20.70	-76.2	61.8	77.1	
19.65	-83.9	40.7	130.9	
18.65	-90.7	22.3	162.0	
18.06	-94.4	12.4	172.3	
17.65	-97.0	5.6	176.0	
17.40	-98.5	1.4	176.8	
16.65	-103.3	-11.2	173.1	
16.00	-107.3	-22.1	162.3	
15.91	-107.9	-23.7	160.2	
15.80	-108.6	-25.7	157.6	
15.65	-109.5	-28.8	153.5	
15.50	-110.3	-32.1	148.9	
14.70	-115.2	-51.6	114.4	
14.25	-115.9	-55.8	90.1	
13.70	-114.9	-54.4	59.5	
12.70	-107.4	-33.4	13.5	
11.75	-93.7	8.5	0.0	

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	-45.5	0.0	0.0	
22.24	-48.0	-6.8	-1.6	
21.85	-50.2	-12.7	-5.4	-78.3
21.85	-50.2	65.6	-5.4	
21.65	-51.3	62.5	7.4	
21.45	-52.4	59.4	19.5	
20.70	-56.7	47.6	59.8	
19.65	-62.7	31.2	101.1	
18.65	-68.0	16.7	124.8	
18.06	-70.9	8.9	132.4	
17.65	-72.9	3.6	134.9	
17.40	-74.1	0.3	135.4	
16.65	-77.7	-9.3	132.1	
16.00	-80.8	-17.4	123.4	
15.91	-81.2	-18.6	121.7	
15.80	-81.7	-20.1	119.6	
15.65	-82.3	-22.4	116.4	
15.50	-83.0	-24.9	112.9	
14.70	-86.6	-39.2	86.5	
14.25	-87.1	-42.3	68.0	
13.70	-86.3	-41.1	44.8	
12.70	-80.6	-25.2	10.2	
11.75	-70.3	6.5	0.0	

Schnittgrößen (g,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	-45.5	0.0	0.0	
22.24	-48.0	-6.8	-1.6	
21.85	-50.1	-12.6	-5.4	-75.5
21.85	-50.1	62.9	-5.4	
21.65	-51.2	59.9	6.9	
21.45	-52.3	57.0	18.5	
20.70	-56.4	45.8	57.1	
19.65	-62.1	30.2	97.0	
18.65	-67.2	16.5	120.0	
18.06	-69.9	9.2	127.6	
17.65	-71.8	4.1	130.3	
17.40	-73.0	1.0	131.0	
16.65	-76.5	-8.3	128.3	
16.00	-79.5	-16.3	120.2	
15.91	-79.9	-17.5	118.7	
15.80	-80.4	-19.0	116.7	
15.65	-81.1	-21.3	113.7	
15.50	-81.7	-23.8	110.3	
14.70	-85.3	-38.2	84.8	

14.25	-85.9	-41.3	66.7
13.70	-85.1	-40.3	44.0
12.70	-79.6	-24.8	10.0
11.75	-69.4	6.3	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	0.0	0.0	0.0	
22.24	0.0	0.0	0.0	
21.85	0.0	-0.1	0.0	-2.8
21.85	0.0	2.7	0.0	
21.65	-0.1	2.6	0.5	
21.45	-0.1	2.5	1.0	
20.70	-0.3	1.9	2.6	
19.65	-0.6	1.0	4.1	
18.65	-0.8	0.2	4.8	
18.06	-1.0	-0.2	4.8	
17.65	-1.1	-0.5	4.6	
17.40	-1.1	-0.7	4.5	
16.65	-1.2	-1.0	3.8	
16.00	-1.3	-1.1	3.1	
15.91	-1.3	-1.1	3.0	
15.80	-1.3	-1.1	2.9	
15.65	-1.3	-1.1	2.7	
15.50	-1.3	-1.1	2.6	
14.70	-1.2	-1.0	1.7	
14.25	-1.2	-1.0	1.3	
13.70	-1.2	-0.8	0.8	
12.70	-1.0	-0.4	0.1	
11.75	-0.9	0.1	0.0	

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
22.70	0.0	0.0	0.0	
22.24	0.0	0.0	0.0	
21.85	0.0	0.0	0.0	-1.6
21.85	0.0	1.6	0.0	
21.65	0.0	1.6	0.3	
21.45	0.0	1.6	0.6	
20.70	0.0	1.6	1.8	
19.65	0.0	1.6	3.5	
18.65	0.0	1.6	5.1	
18.06	0.0	1.6	6.1	
17.65	0.0	1.6	6.8	
17.40	0.0	1.6	7.2	
16.65	0.0	1.6	8.4	
16.00	0.0	1.6	9.4	
15.91	0.0	1.6	9.6	
15.80	0.0	1.4	9.7	
15.65	0.0	1.0	9.9	
15.50	0.0	0.4	10.0	
14.70	0.3	-2.8	8.9	
14.25	0.6	-3.8	7.4	
13.70	1.3	-4.3	5.2	
12.70	3.2	-3.0	1.3	
11.75	5.7	0.7	0.0	

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit  $EI = 3.516E+4 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
22.70	10.8	22.65	10.1	22.29	5.6	22.24	5.0	22.24	5.0	22.20	4.4	21.90	0.6
21.85	0.0	21.85	0.0	21.80	-0.7	21.70	-2.0	21.65	-2.6	21.65	-2.6	21.60	-3.2
21.50	-4.5	21.45	-5.1	21.45	-5.1	21.40	-5.7	20.75	-13.8	20.70	-14.4	20.70	-14.4
20.65	-15.0	19.70	-25.1	19.65	-25.6	19.65	-25.6	19.60	-26.1	18.70	-33.1	18.65	-33.4
18.65	-33.4	18.60	-33.7	18.10	-36.2	18.06	-36.4	18.06	-36.4	18.01	-36.6	17.70	-37.6
17.65	-37.7	17.65	-37.7	17.60	-37.8	17.45	-38.1	17.40	-38.2	17.40	-38.2	17.35	-38.3
16.70	-38.3	16.65	-38.2	16.65	-38.2	16.60	-38.1	16.05	-36.7	16.00	-36.5	16.00	-36.5
15.95	-36.3	15.95	-36.3	15.91	-36.1	15.91	-36.1	15.85	-35.9	15.85	-35.9	15.80	-35.7
15.80	-35.7	15.75	-35.4	15.70	-35.2	15.65	-35.0	15.65	-35.0	15.60	-34.7	15.55	-34.4



15.50	-34.2	15.50	-34.2	15.45	-33.9	14.75	-29.2	14.70	-28.8	14.70	-28.8	14.65	-28.4
14.30	-25.5	14.25	-25.1	14.25	-25.1	14.20	-24.7	13.75	-20.5	13.70	-20.0	13.70	-20.0
13.65	-19.5	12.75	-10.4	12.70	-9.9	12.70	-9.9	12.65	-9.4	11.80	-0.5	11.75	0.0

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

$\phi_{i,[g+q],k}$ : -0.59892227

Theoretischer Fußpunkt = 11.749 m

max  $M_d$  = 183.5 kN·m/m (Tiefe = 17.40 m)

Zugehörige Werte:  $N_d$  = -100.2 kN/m;  $Q_d$  = 0.3 kN/m;  $w_k$  = 38.2 mm

max  $Q_d$  = 88.9 kN·m/m (Tiefe = 21.85 m)

Zugehörige Werte:  $N_d$  = -67.7 kN/m;  $M_d$  = -7.3 kN·m/m;  $w_k$  = 0.1 mm

max  $N_d$  = 117.8 kN/m (Tiefe = 14.25 m)

Zugehörige Werte:  $Q_d$  = -57.2 kN/m;  $M_d$  = 92.0 kN·m/m;  $w_k$  = 34.0 mm

max  $w_k$  = 38.5 mm (Tiefe = 17.05 m)

Zugehörige Werte:  $N_d$  = -102.5 kN/m;  $Q_d$  = -5.8 kN/m;  $M_d$  = 182.5 kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 1.30 %

Einbindetiefe  $t_g$  = 3.80 m

Profillänge = 11.00 m

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Hydraulische Grundbruchsicherheit

UK Schicht = 11.70

Gewicht = 38.00 kN/m<sup>2</sup>

Strömungskraft = 2.34 kN/m<sup>2</sup>

$\gamma$ (Gewicht) = 0.95

$\gamma$ (Strömungskraft) = 1.45

Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.094

= 0.094 = (1.45 · 2.34) / (0.95 · 38.00)

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten  $f_Q$  = 1.500 / 1.350 = 1.111

Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Rv}$  = 1.400

Breite = 1.44 m

Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 279.71 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.111)

$E_{av,k}$  ( $\delta = 2/3 \cdot \phi$ ) = 60.82 [kN/m]

Kohäsionskraft  $K_k$  = 116.50 [kN/m]

Grundbruchlast  $R_{n,k}$  = 2369.24 [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel  $\phi_k$  = 28.96 [°]

Kohäsion  $c_k$  = 0.00 [kN/m<sup>2</sup>]

$N_d$  = 16.366 /  $N_b$  = 8.503 /  $N_c$  = 27.770

$\sigma_{\bar{u}}$  = 85.200 [kN/m<sup>2</sup>]

$\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.208$

$\mu_e = [279.71 \cdot 1.35] / [(2369.24 + 116.50 + 60.82) / 1.400] = 0.208$

Anlage 2.2

Nachrechnung IST-Zustand Abschnitt 2

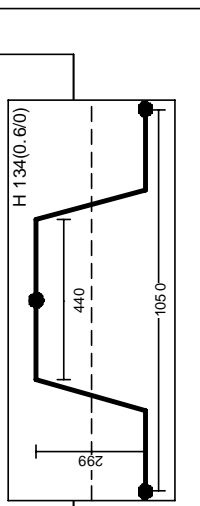
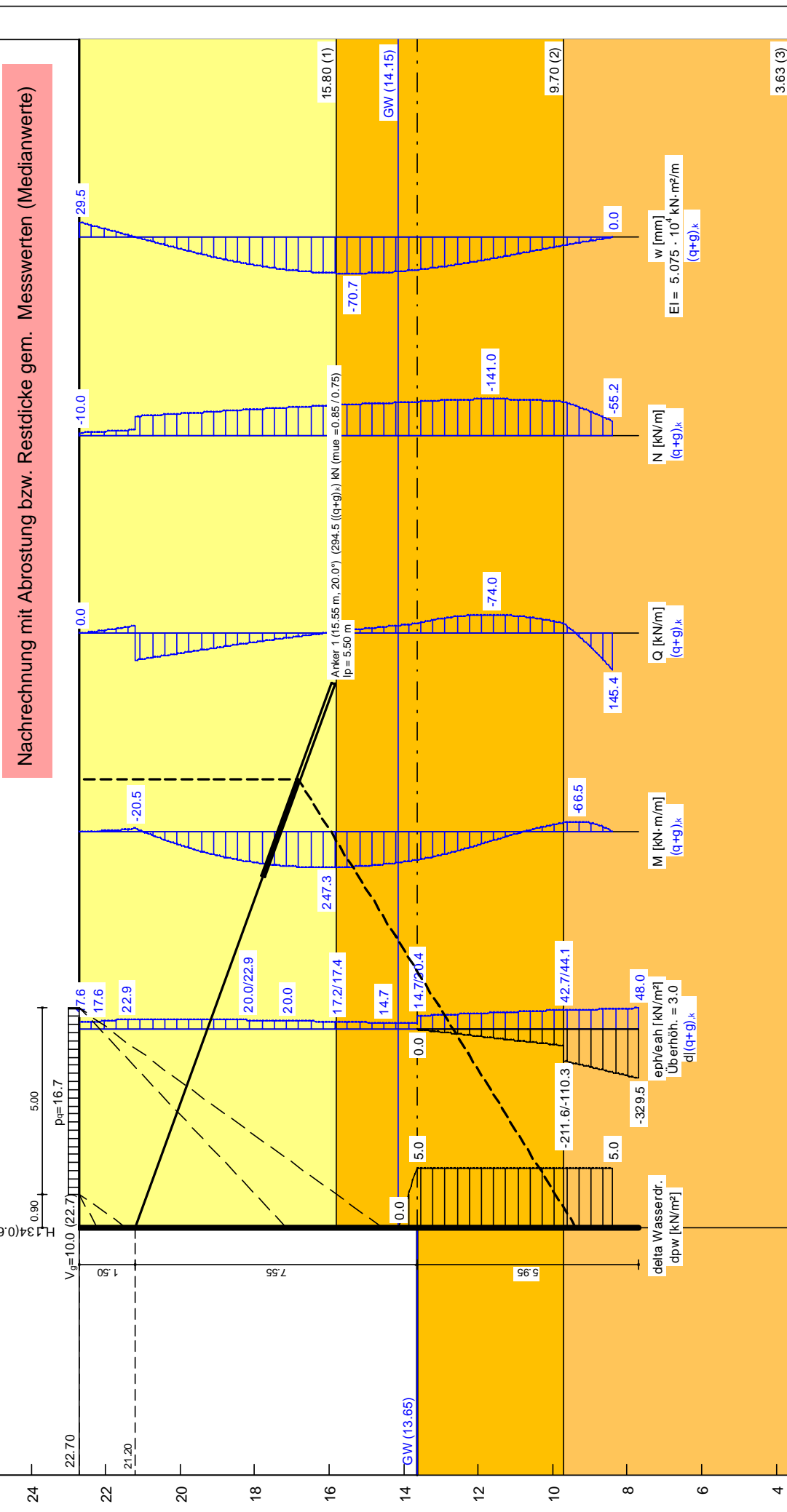
**Norm:** EC 7  
**Spundwand**  
**Anker-Steifenabstand** = 2.00 m  
**H 134(0.6/0)**  
**Erddruckumlagerung:** EAB 2012 Bild EB 70-1.b  
**Aktiver Erddruck nach:** DIN 4 085  
**Ersatzerddruck-Beiwert** mit  $\varphi = 40^\circ$   
**Pass. Erddruck nach:** DIN 4085:2017 ger. GF

**zur Luftseite:  $e_{o,d} / L = 1 / 200$**   
**Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50**

**Einspanngrad = 0.576**  
**Erf. Profillänge = 15.00 m**  
**Erf. Einbindetiefe = 5.95 m**  
**BS: DIN EN 1997-1; BS-P**  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
**Berechnung nach Theorie 2. Ordnung**  
**Vorkrümmung nach DIN EN 1993-1-1**

$M_{c,Ed} = 395.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.857$   
**Berechnung erfolgt nach Theorie 2. Ordnung**  
**getrennter Knicknachweis nicht erforderlich!**  
 $\max \mu = 0.857$

$\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\epsilon = 0.930 \rightarrow b_1 / t_1 / \epsilon = 50.3$   
**Querschnittsklasse:** 3  
 $f_{y,Ed} = 270.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 395.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{pl,Rd} = 696.7 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.001$ )  
 $N_{pl,Rd} = 3983.7 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.040$ )  
**Querkraft-Interaktion**  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
**Normalkraft-Interaktion**  
 keine Abm.  
**Nachweis  $M_{Rd}$**



Boden	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{1,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta'_{\varphi}$ passiv	$\delta'_{\varphi}$ aktiv	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
1	16.0	10.0	27.0	5.0	0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Auffüllung
2	20.0	10.0	25.0	20.0	0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Ton, Schluff
3	18.0	11.0	33.0	4.0	0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Feinsand

zur Luftseite:  $e_{\text{abd}}/L = 1/200$   
 Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50  
 zur Luftseite:  $e_{\text{abd}}/L = 1/200$   
 Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50

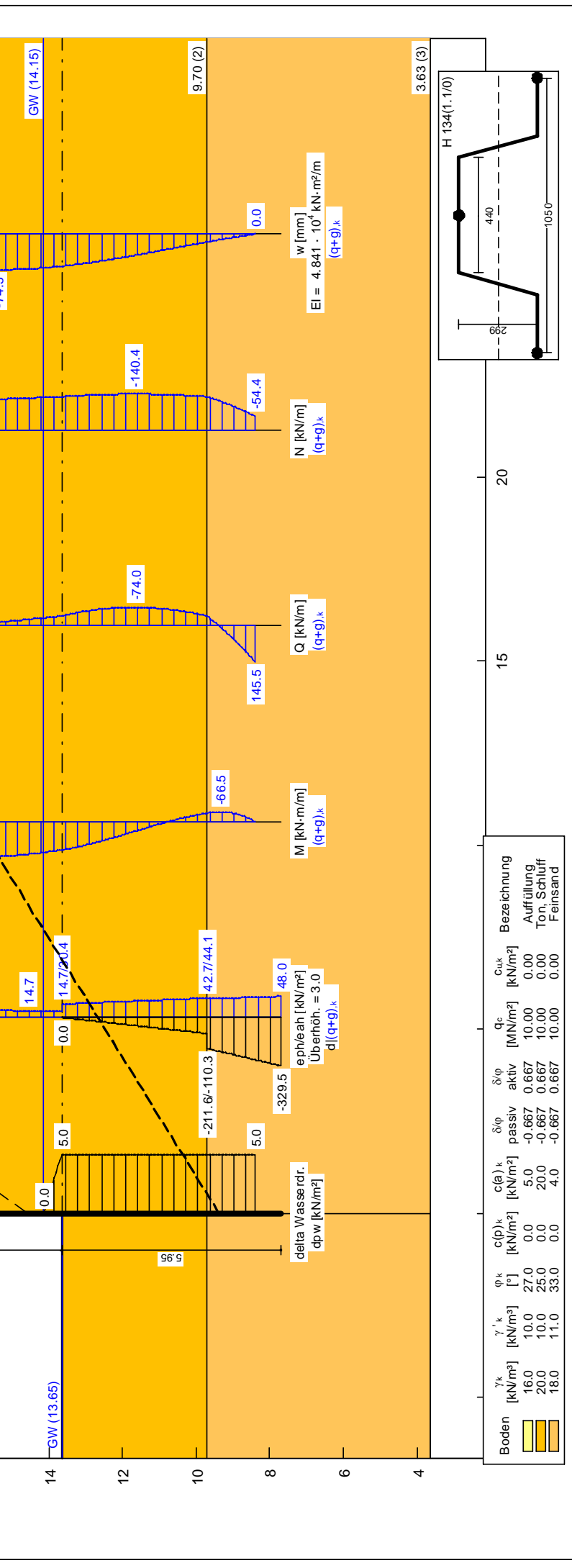
Abschnitt 2 H134 Abrostung E  
 Norm: EC 7  
 Spundwand  
 Anker-Streifenabstand = 2.00 m  
 H 134(1.1/0)  
 Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.b  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerdruk-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF

Einspanngrad = 0.576  
 Erf. Profillänge = 15.00 m  
 Erf. Einblentiefe = 5.95 m  
 BS: DINEN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_{EP} = 1.40$   
 Berechnung nach Theorie 2. Ordnung  
 Vorkrümmung nach DIN EN 1993-1-1

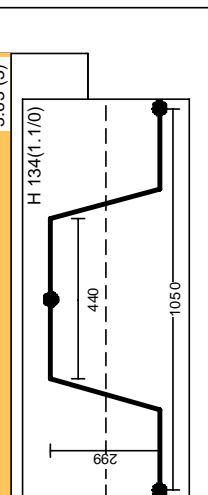
**H 134 Abschnitt 2**  
**Aus Standzeit und IST-Wert Abrostung geschätzte Abrostungsrate pro Jahr: 0,03 mm**  
**Gem. Berechnung max. Gesamtabrostung bis ca. 1,1 mm möglich (Standzeit):**  
**1,1 - 0,6 (Ist) = 0,5 mm → Reststandzeit: 0,5 mm / 0,03 mm/a = 16,7 Jahre**

Bemessung:  
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
 Bemessungssituation: max M,g  
 $M_{Ed} = 339.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.8 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} = -157.8 \text{ kN/m}$  (Druck)  
 Profil: H 134(1.1/0) Stahlgüte: S 270 GP  
 Wasserdruckdifferenz = 0.50 m  
 $b = 525.0 \text{ mm}$  /  $b_r = 440.0 \text{ mm}$   
 $t_f = 8.9 \text{ mm}$  /  $t_w = 8.4 \text{ mm}$  /  $A = 155.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 298.9 \text{ mm}$  /  $\alpha = 68.0^\circ$   
 $W_{pl} = 1536.80 \text{ cm}^3/\text{m}$  /  $I = 23051.4 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 Nachweis  $M_{Rd}$

$M_{Rd} = 377.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed}/M_{Rd} = 0.900$   
 Berechnung erfolgt nach Theorie 2. Ordnung  
 getrennter Knicknachweis nicht erforderlich!  
 max  $\mu = 0.900$



Boden	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{1k}$ [kN/m³]	$\varphi_{1k}$ [°]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta'_{\varphi}$ passiv	$\delta'_{\varphi}$ aktiv	$q_c$ [MN/m²]	$C_{uk}$ [kN/m²]	Bezeichnung
16.0	10.0	27.0	0.0	5.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Auffüllung
20.0	10.0	25.0	0.0	20.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Ton, Schluff
18.0	11.0	33.0	0.0	4.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Feinsand

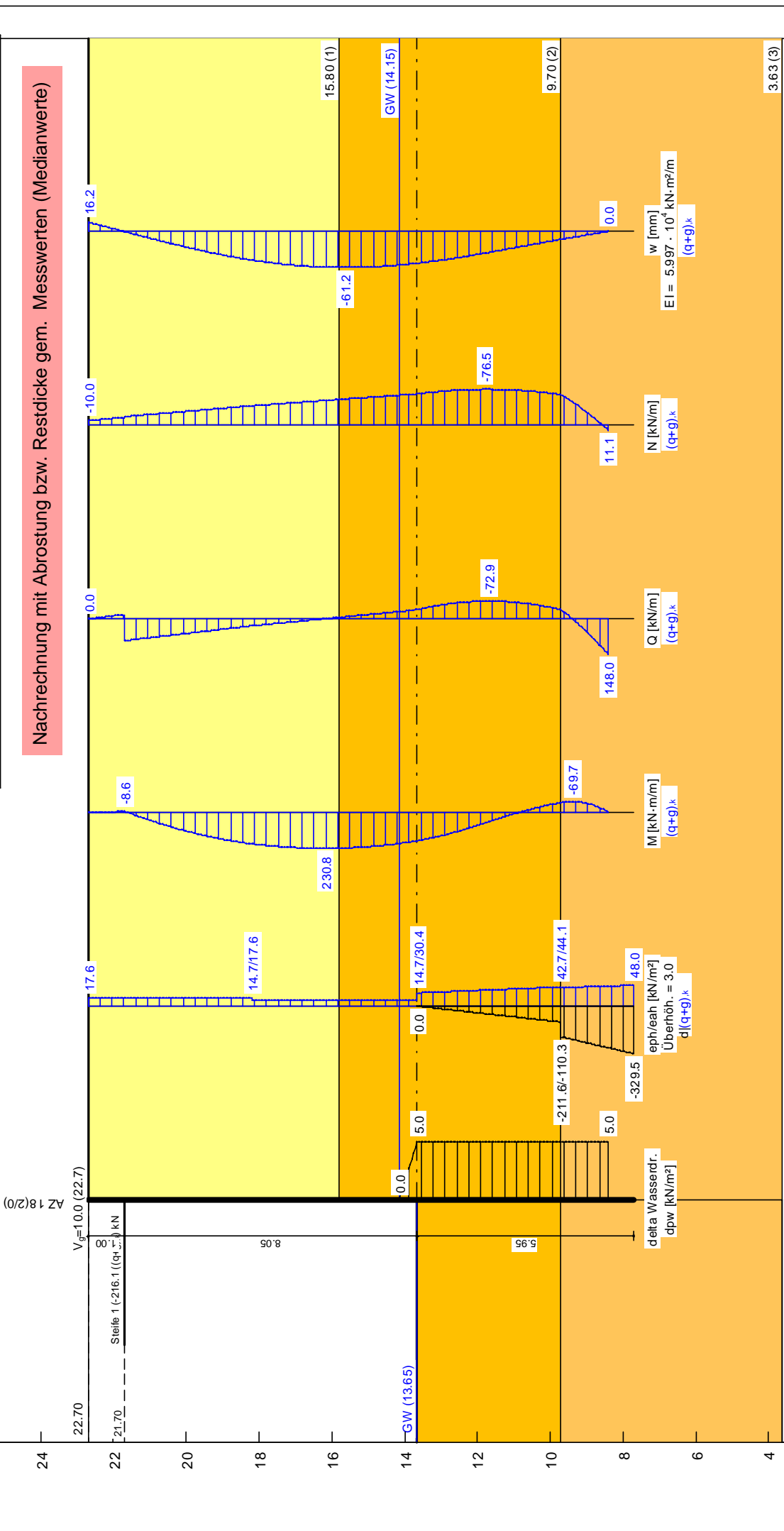


Abschnitt 2 AZ 18 Abrostung IST  
 Norm: EC 7  
 Spundwand  
 Anker- Stiefenabstand = 2.00 m  
 AZ 18(2/0)  
 Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.b  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerdruk-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF

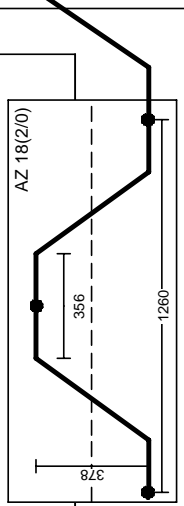
zur Luftseite:  $e_{0,d} / L = 1 / 200$   
 Einspanngrad = 0.588  
 Erf. Profillänge = 15.00 m  
 Erf. Einbindetiefe = 5.95 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_{0,c} = 1.50$   
 $\gamma_{0,p} = 1.40$   
 Berechnung nach Theorie 2. Ordnung  
 Vorkrümmung nach DIN EN 1993-1-1

$\gamma_{M1} = 1.10$   
 $c = 0.810 \rightarrow b_1 / t_1 / c = 58.6$   
 Querschnittsklasse: 3  
 $f_{y,red} = 355.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{c,Rd} = 485.1 \text{ kN-m/m}$   
 $V_{b,Rd} = 821.8 \text{ kN/m}$   
 $\mu = 0.000$   
 Berechnung erfolgt nach Theorie 2. Ordnung  
 getrennter Knicknachweis nicht erforderlich!  
 max  $\mu = 0.642$

Bemessung:  
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
 Bemessungssituation: max M,gg  
 $M_{Ed} = 311.6 \text{ kN-m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.3 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} = -71.2 \text{ kN/m}$  (Druck)  
 Profil: AZ 18(2/0) Stahlgüte: S 355 GP  
 Wasserdrukdifferenz = 0.50 m  
 $b = 630.0 \text{ mm} / t_w = 7.5 \text{ mm} / A = 124.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $t = 7.5 \text{ mm} / t_w = 7.5 \text{ mm} / A = 124.0 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 378.0 \text{ mm} / \alpha = 55.4^\circ$   
 $W_{pl} = 1503.00 \text{ cm}^3/\text{m} / I = 285556.5 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 Nachweis  $M_{Rd}$



**Nachrechnung mit Abrostung bzw. Restdicke gem. Messwerten (Medianwerte)**



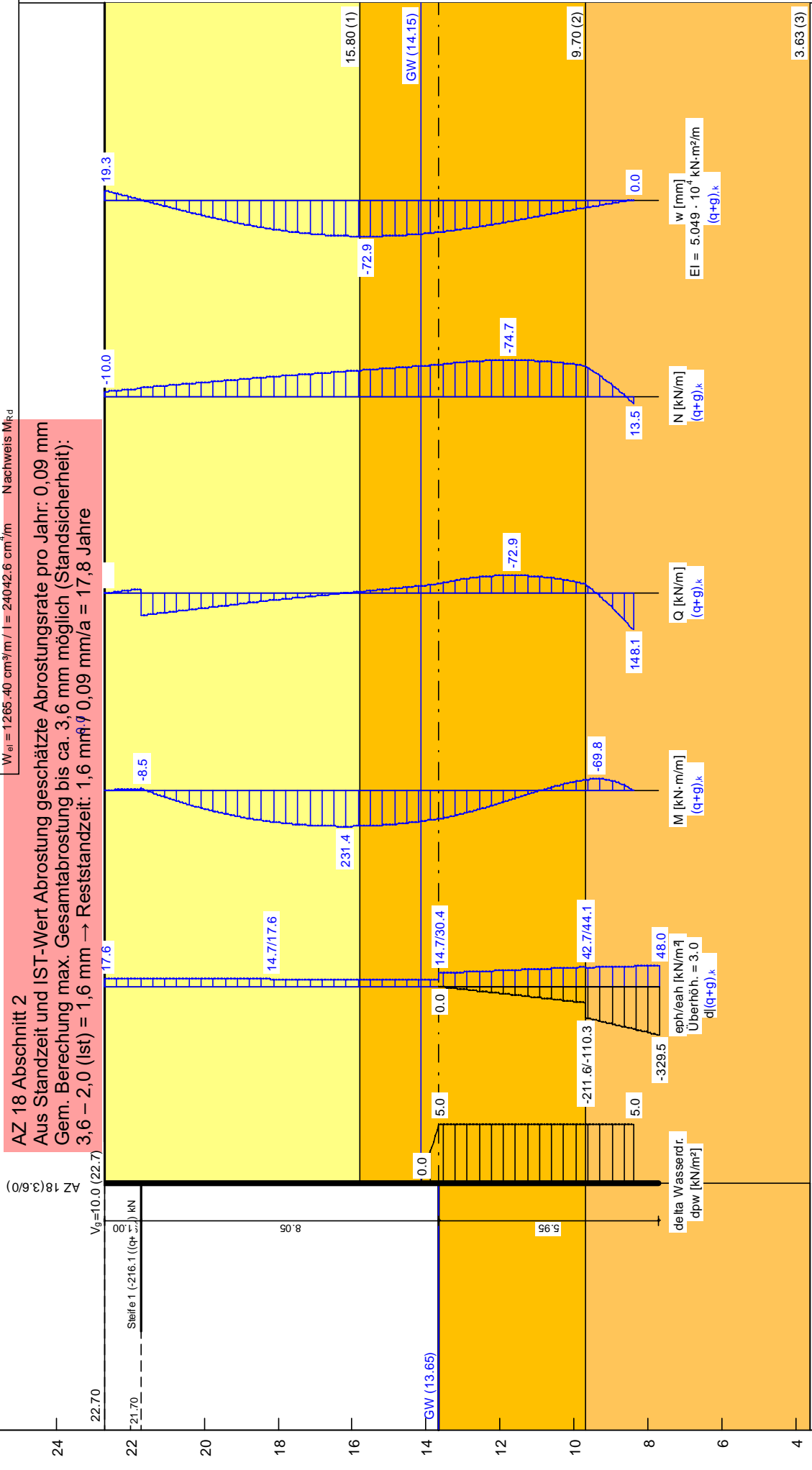
Boden	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{1,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\phi$ passiv	$\delta/\phi$ aktiv	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$C_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
1	16.0	10.0	27.0	5.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Auffüllung
2	20.0	10.0	25.0	20.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Ton, Schluff
3	18.0	11.0	33.0	4.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Feinsand



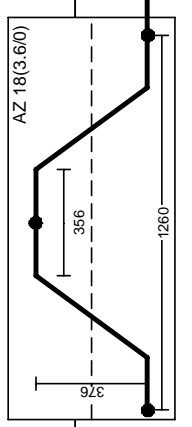
Abschnitt 2 AZ 18 Abrostung E  
 Norm: EC 7  
 Spundwand  
 Anker-Steifenabstand = 2.00 m  
 AZ 18(3.6/0)  
 Erdrückmagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.b  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzdrück-Bewert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF

zur Luftseite:  $e_{0,a} / L = 1 / 200$   
 Spannunggrad = 0.588  
 Erf. Profillänge = 15.00 m  
 Erf. Einbindetiefe = 5.95 m  
 BS: DIN EN 1997-1: B.S.-P  
 $\gamma_g = 1.35$   
 $\gamma_{Ed} = 1.40$   
 Berechnung nach Theorie 2. Ordnung  
 Vorkrümmung nach DIN EN 1993-1-1

$\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 0.914 \rightarrow b_r / t_r / \varepsilon = 66.0$   
 Querschnittsklasse: 3  
 $f_{y,red} = 281.1 \text{ N/mm}^2$  (Kl. 4  $\rightarrow$  Kl. 3)  
 $M_{c,Rd} = 323.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{p,Rd} = 511.9 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.001$ )  
 $N_{p,Rd} = 2639.6 \text{ kN/m}$  ( $\mu = 0.026$ )  
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{p,Rd} \rightarrow$  keine Abm.  
 Querkraft-Interaktion  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Ed}$



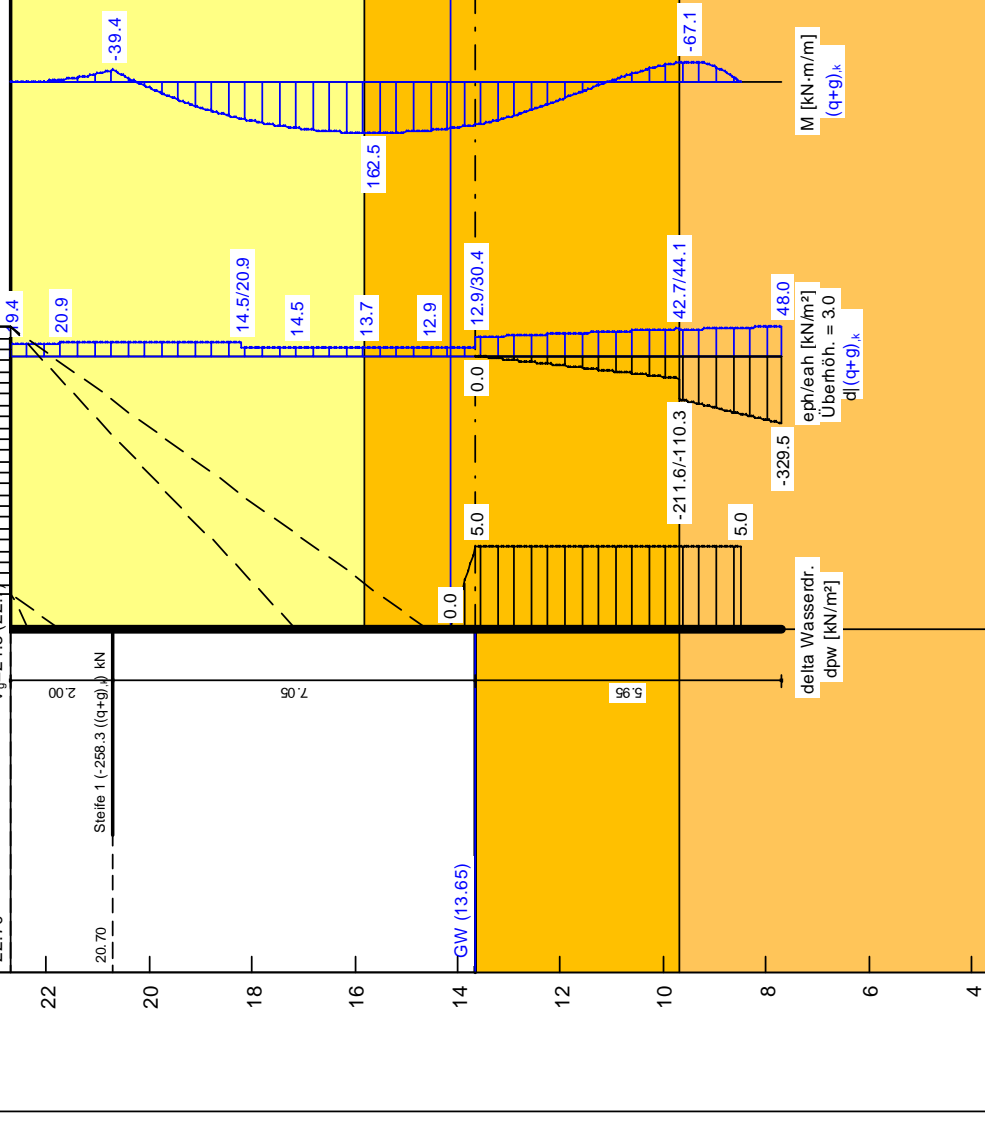
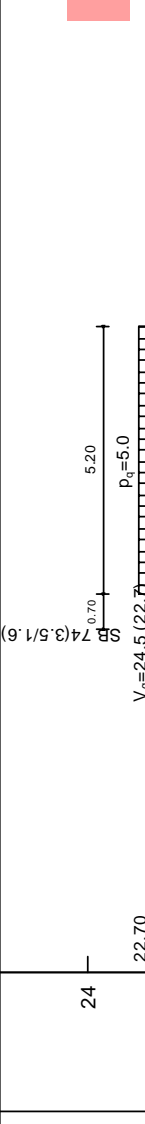
**AZ 18 Abschnitt 2**  
 Aus Standzeit und IST-Wert Abrostung geschätzte Abrostungsrate pro Jahr: 0,09 mm  
 Gem. Berechnung max. Gesamtabrostung bis ca. 3.6 mm möglich (Standicherheit):  
 3,6 – 2,0 (Ist) = 1,6 mm  $\rightarrow$  Reststandzeit: 1,6 mm / 0,09 mm/a = 17,8 Jahre



Boden	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{1,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$C_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
16.0	10.0	27.0	27.0	5.0	0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Auffüllung
20.0	10.0	25.0	25.0	20.0	0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Ton, Schluff
18.0	11.0	33.0	33.0	4.0	4.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Feinsand

Anlage 2.3  
Nachrechnung IST-Zustand Abschnitte 3 und 4

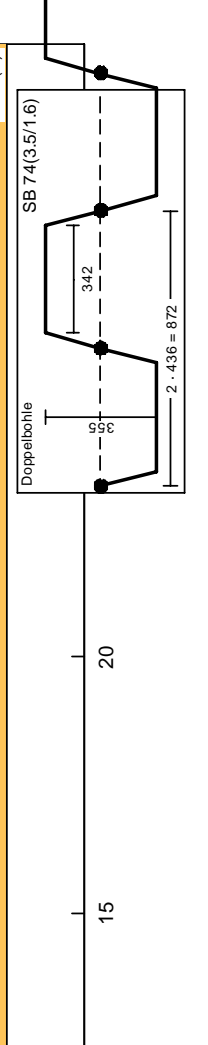
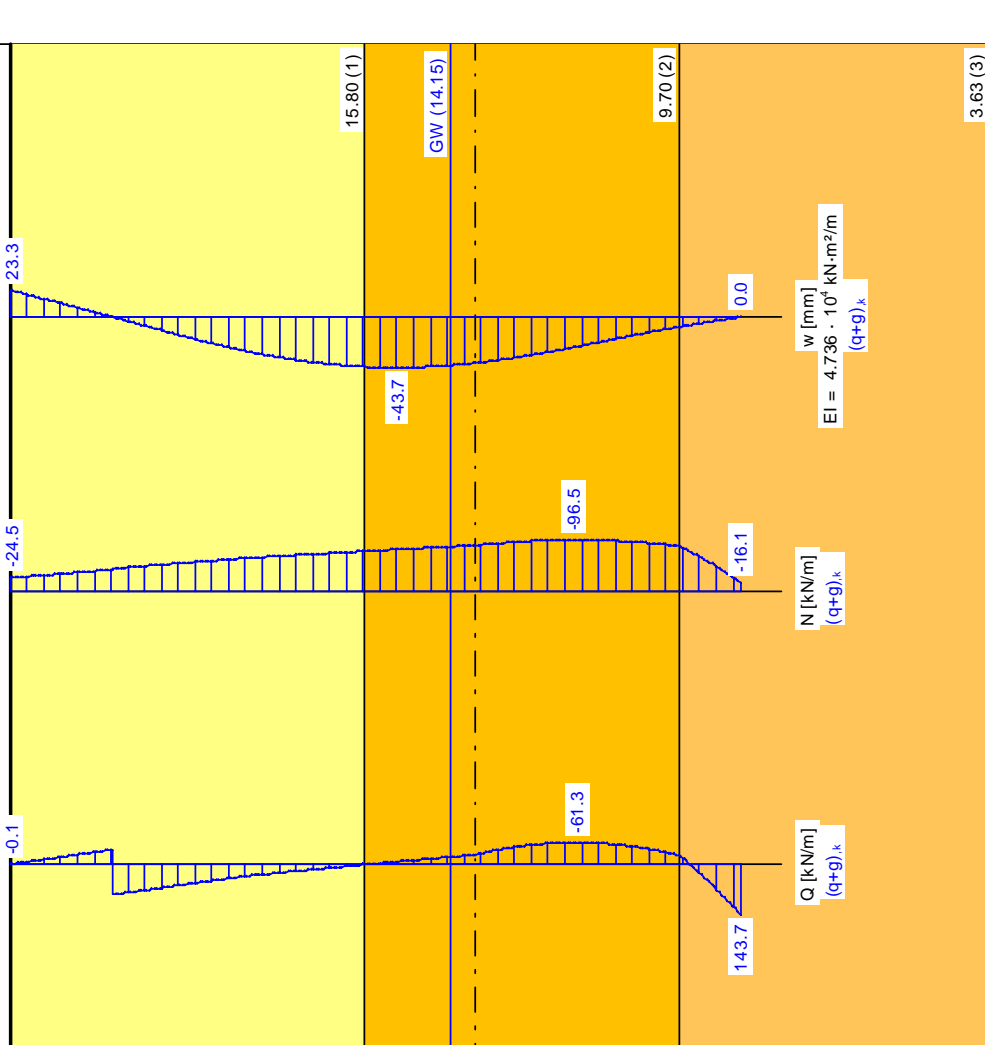
Abschnitt 3 SB 74 Abrostung IST zur Luftsichte:  $e_{v,d} / L = 1 / 200$   
 Norm: EC 7 Erf. Profilänge = 15,00 m Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0,50  
 Spundwand Erf. Einbindetiefe = 5,95 m BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 SB 74(3/5/1/6)  $\gamma_s = 1,35$   
 Erdruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  $\gamma_{EP} = 1,40$   
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085 Berechnung nach Theorie 2. Ordnung  
 Ersetzterdrück-Belwert mit  $\phi = 40^\circ$  Vorkrümmung nach DIN EN 1993-1-1  
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF



Boden	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{1,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{\phi}$ passiv	$\delta_{\phi}$ aktiv	$\delta_{\phi}$	$q_a$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{v,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
16.0	10.0	27.0	5.0	0.0	5.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	0.00	Auffüllung
20.0	10.0	25.0	20.0	0.0	20.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	0.00	Ton, Schluff
18.0	11.0	33.0	4.0	4.0	4.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	0.00	Feinsand

Bemessung:  $\gamma_{M1} = 1,10$   
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  $\epsilon = 0,990 \rightarrow b_t / t_s / \epsilon = 35,6$   
 Bemessungssituation: max M, qg Querschnittsklasse e: 2  
 $M_{Ed} = 220,4$  kN-m/m  $\beta_B = 1,000 / \beta_D = 1,000$   
 $V_{Ed} = 0,4$  kN/m  $t_{f,red} = 240,0$  N/mm<sup>2</sup>  
 $N_{Ed} = -103,2$  kN/m (Druck)  $M_{e,Red} = 273,3$  kN-m/m  
 Profil: SB 74(3/5/1/6) Stahlgüte: S 240 GP  $V_{p,Red} = 967,4$  kN/m ( $\mu = 0,000$ )  
 $b = 436,0$  mm /  $b_t = 342,0$  mm  $N_{p,Red} = 3261,8$  kN/m ( $\mu = 0,032$ )  
 $t_f = 9,7$  mm /  $t_w = 9,7$  mm /  $A = 149,5$  cm<sup>2</sup>/m Querkraft-Interaktion  
 $h = 354,9$  mm /  $\alpha = 65,0^\circ$   $V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{p,Red} \rightarrow$  keine Abm.  
 $W_{pl} = 1252,8$  cm<sup>3</sup>/m /  $I = 22550,0$  cm<sup>4</sup>/m Normalkraft-Interaktion  
 U-Bohle ist eine Doppelbohle keine Abm.

**Nachrechnung mit Abrostung bzw. Restdicke gem. Messwerten (Medianwerte)**



Abschnitt 3 SB 74 Abrostung End  
 Norm: EC 7  
 Spundwand  
 Anker-Steifenabstand = 2.00 m  
 SB 74(4/2)  
 Erdruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Belwert mit  $\varphi = 40^\circ$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF

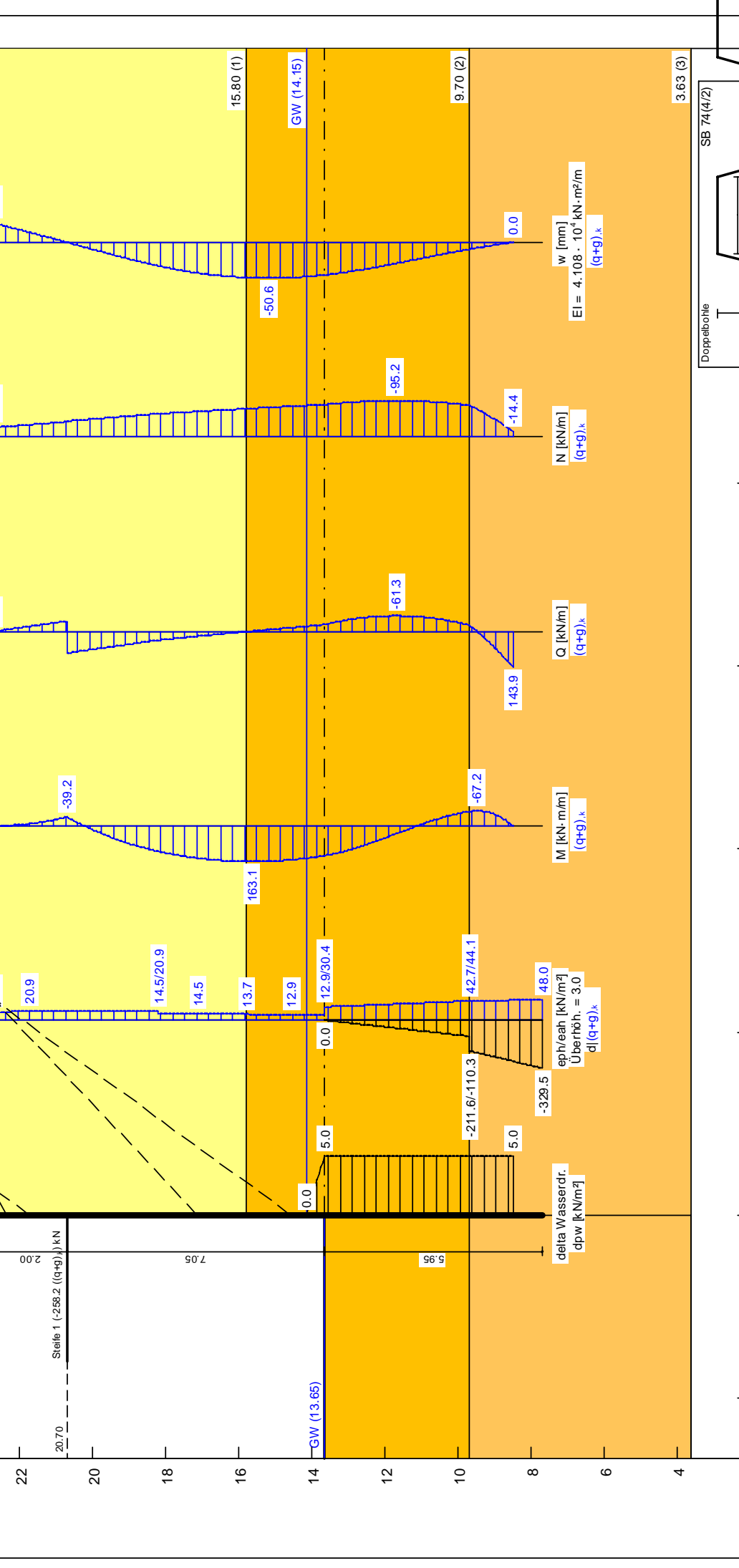
Einspanngrad = 0.684  
 Erf. Profillänge = 15.00 m  
 Erf. Einbindtiefe = 5.95 m  
 BS: DIN EN 1997-1: B-S-P  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Berechnung nach Theorie 2. Ordnung  
 Vorkrümmung nach DIN EN 1993-1-1

Bemessung:  
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
 Bemessungssituation: max. M, gq  
 $M_{Ed} = 221.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_{Ed} = 0.5 \text{ kN/m}$   
 $N_{Ed} = -102.1 \text{ kN/m}$  (Druck)  
 Profil: SB 74(4/2) Stahlgüte: S 240 GP  
 $b = 436.0 \text{ mm} / b_1 = 342.0 \text{ mm}$   
 $t = 8.8 \text{ mm} / t_w = 8.8 \text{ mm} / A = 134.3 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $h = 354.0 \text{ mm} / \alpha = 65.0$   
 $W_{pl} = 1086.70 \text{ cm}^3/\text{m} / I = 19559.9 \text{ cm}^4/\text{m}$   
 U-Bohle ist eine Doppelbohle.

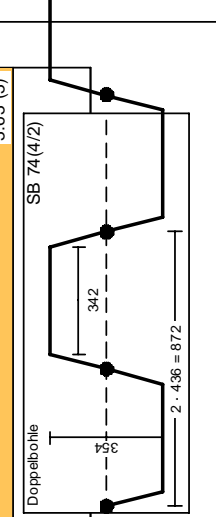
Nachweis  $M_{Ed}$   
 $M_{c,Rd} = 237.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.933$   
 Berechnung erfolgt nach Theorie 2. Ordnung  
 getrennter Knicknachweis nicht erforderlich!  
 max  $\mu = 0.933$

zur Luftseite:  $e_{a,d} / L = 1 / 200$   
 Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50

**SB 74 Abschnitt 3/4**  
 Aus Standzeit und IST-Wert Abrostung geschätzte Abrostungsrate pro Jahr: 0,17 mm  
 Gem. Berechnung max. Gesamtabrostung bis ca. 6 mm möglich (Standzeit):  
 6 - 5,1 (Ist) = 0,9 mm → Reststandzeit: 0,9 mm / 0,17 mm/a = 5,3 Jahre



Boden	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{1,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k$ [°]	$c(\rho)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
16.0	10.0	27.0	0.0	5.0	0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Auffüllung
20.0	10.0	25.0	0.0	20.0	0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Ton, Schluff
18.0	11.0	33.0	0.0	4.0	0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Feinsand



Anlage 2.4  
Nachrechnung IST-Zustand Abschnitt 5



**Bemessung:**  
 Bemessung nach EC 3 (el.-el.)  
 Bemessungssituation: max. M, gg  
 M<sub>Ed</sub> = 297.4 kN-m/m  
 V<sub>Ed</sub> = 0.8 kN/m  
 N<sub>Ed</sub> = -113.0 kN/m (Druck)  
 Profil: BZ 17(0.5/0) Stahlgüte: S270 GP  
 Wasserdruckdifferenz = 0.50 m  
 b = 500.0 mm / b<sub>t</sub> = 440.0 mm  
 t<sub>t</sub> = 9.5 mm / t<sub>w</sub> = 9.5 mm / A = 142.4 cm<sup>2</sup>/m  
 h = 299.5 mm / α = 68.0 °  
 W<sub>pl,y</sub> = 1594.10 cm<sup>3</sup>/m / I = 23911.2 cm<sup>4</sup>/m

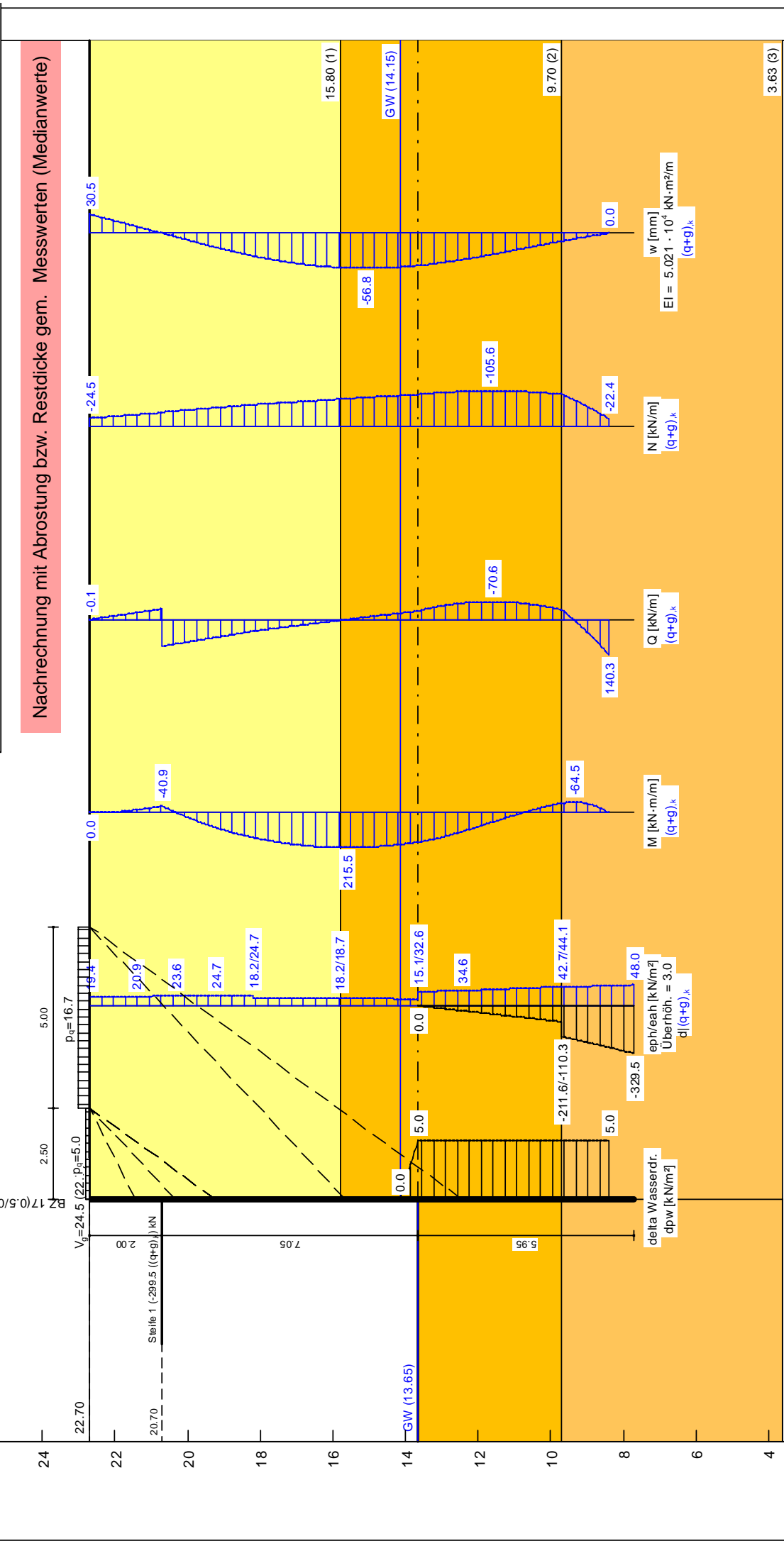
zur Luftseite: e<sub>0,d</sub> / L = 1 / 200  
 Steuerparameter zweiseitige Lasten = 0.50

Spannungsgrad = 0.600  
 Erf. Profillänge = 15.00 m  
 Erf. Einbindetiefe = 5.95 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-P  
 γ<sub>G</sub> = 1.35  
 γ<sub>Q</sub> = 1.50  
 γ<sub>EP</sub> = 1.40  
 Berechnung nach Theorie 2. Ordnung  
 Vorkrümmung nach DIN EN 1993-1-1

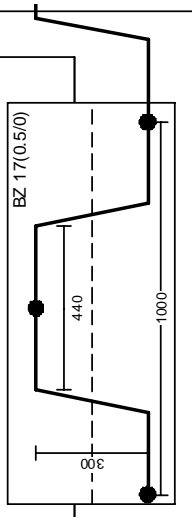
M<sub>c,Rd</sub> = 391.3 kN-m/m  
 μ = M<sub>Ed</sub> / M<sub>c,Rd</sub> = 0.760  
 Berechnung erfolgt nach Theorie 2. Ordnung  
 getrennter Knicknachweis nicht erforderlich!  
 max μ = 0.760

γ<sub>M1</sub> = 1.10  
 ε = 0.930 -> b<sub>t</sub> / t<sub>t</sub> / ε = 49.8  
 Querschnittsklasse: 3  
 f<sub>y,Rd</sub> = 270.0 N/mm<sup>2</sup>  
 M<sub>c,Rd</sub> = 391.3 kN-m/m  
 V<sub>pl,Rd</sub> = 780.8 kN/m (μ = 0.001)  
 N<sub>pl,Rd</sub> = 3495.3 kN/m (μ = 0.032)  
 Querkraft-Interaktion  
 V<sub>Ed</sub> ≤ 0.5 · V<sub>pl,Rd</sub> -> keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis M<sub>Ed</sub>

Abschnitt 5 BZ 17 Abrostung IST  
 Norm: EC 7  
 Soundwand  
 Anker- Stielenabstand = 2.00 m  
 BZ 17(0.5/0)  
 Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Belwert mit φ = 40 °  
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017 ger. GF



**Nachrechnung mit Abrostung bzw. Restdicke gem. Messwerten (Medianwerte)**



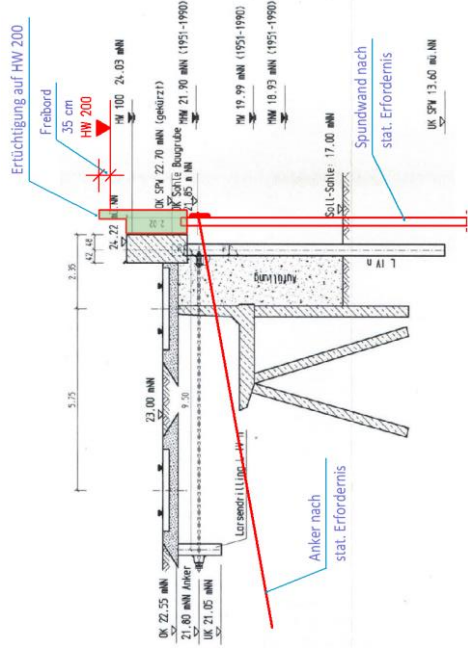
Boden	γ <sub>k</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	γ <sub>k</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	φ <sub>k</sub> [°]	c(p) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	c(a) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	δ <sub>/φ</sub> passiv	δ <sub>/φ</sub> aktiv	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
16.0	10.0	27.0	5.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Auffüllung
20.0	10.0	25.0	20.0	0.0	20.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	T on, Schluff
18.0	11.0	33.0	4.0	0.0	4.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	Feinsand



**Variante 1 Vorgesetzte Spundwand (Abschnitt 1)**

Abschnitt 1 Länge ca. 300 m

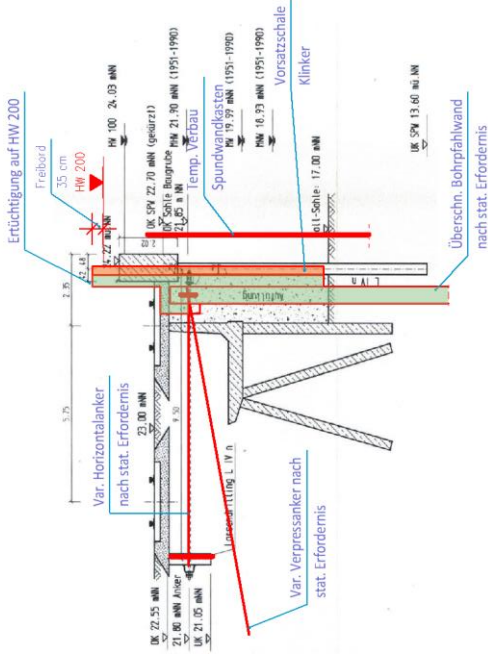
	Bemerkungen	ME	EP	Menge	GP
Rückbau	Baustelleneinrichtung	psch	250.000,00 €	1,00	250.000,00 €
Neubau	Betonholm	m3	250,00 €	540,00	135.000,00 €
	Spundwand	nicht erf.			
	Oberfläche	Strasse	150,00 €	1500,00	225.000,00 €
Dämmen Zwischenraum	Spundwand	m2	300,00 €	3900,00	1.170.000,00 €
	Anker	m3	250,00 €	1500,00	375.000,00 €
	Verpressanker	m	250,00 €	1400,00	350.000,00 €
Betonholm	Ortbeton	m3	550,00 €	300,00	165.000,00 €
	Schalung	m2	100,00 €	1500,00	150.000,00 €
	Bewehrung	t	1.500,00 €	45,00	67.500,00 €
Flächen	Decke	m2	250,00 €	1500,00	375.000,00 €
	Unterbau	m2	25,00 €	1500,00	37.500,00 €
					3.300.000,00 €
		pro m			11.000,00 €



**Variante 2a Bohrfahlwand (Abschnitt 1)**

Abschnitt 1 Länge ca. 300 m

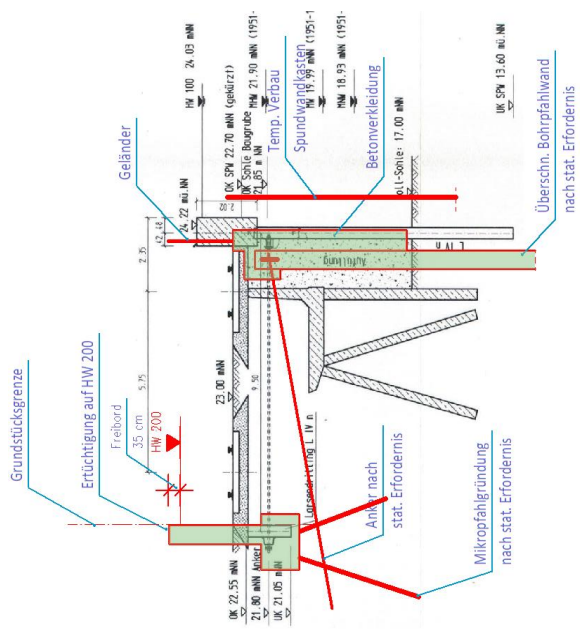
	ME	EP	Menge	GP
Baustelleneinrichtung	psch	250.000,00 €	1,00	250.000,00 €
Rückbau				
Betonholm	m3	250,00 €	540,00	135.000,00 €
Spundwand	m	200,00 €	300,00	60.000,00 €
Trennschnitt	m2	35,00 €	3000,00	105.000,00 €
Entspannen	St	200,00 €	100,00	20.000,00 €
Anker				
Oberfläche	m2	150,00 €	1500,00	225.000,00 €
Neubau				
Bohrfahlwand	m2	550,00 €	3900,00	2.145.000,00 €
Anker	m	250,00 €	1400,00	350.000,00 €
Verpressanker	m3	450,00 €	600,00	270.000,00 €
d=20	m2	100,00 €	1500,00	150.000,00 €
Betonschale	t	1.500,00 €	72,00	108.000,00 €
Schalung				
Bewehrung	m2	350,00 €	3000,00	1.050.000,00 €
Mauerwerk				
d=17,5				
Temp. SPW-Kasten	m2	100,00 €	3000,00	300.000,00 €
Betonholm				
Ortbeton	m3	550,00 €	300,00	165.000,00 €
Schalung	m2	100,00 €	1500,00	150.000,00 €
Bewehrung	t	1.500,00 €	45,00	67.500,00 €
Flächen				
Decke	m2	250,00 €	1500,00	375.000,00 €
Unterbau	m2	25,00 €	1500,00	37.500,00 €
			5.963.000,00 €	
			19.876,67 €	
			pro m	



**Variante 2b Bohrfahlwand (Abschnitt 1)**

Abschnitt 1 Länge ca. 300 m

	ME	EP	Menge	GP
Baustelleneinrichtung	psch	250.000,00 €	1,00	250.000,00 €
Rückbau				
Betonholm	m3	250,00 €	540,00	135.000,00 €
Spundwand	m	200,00 €	300,00	60.000,00 €
Trennschnitt	m2	35,00 €	3000,00	105.000,00 €
Entspannen	St	200,00 €	100,00	20.000,00 €
Anker	m2	150,00 €	3000,00	450.000,00 €
Oberfläche				
Neubau				
Bohrfahlwand	m2	550,00 €	3900,00	2.145.000,00 €
Anker	m	250,00 €	1400,00	350.000,00 €
inkl. Schablone				
Verpressanker				
d=20				
Betonschale				
Ortbeton	m3	450,00 €	600,00	270.000,00 €
Schalung	m2	100,00 €	1500,00	150.000,00 €
Bewehrung	t	1.500,00 €	72,00	108.000,00 €
Mauerwerk	m2	350,00 €	3000,00	1.050.000,00 €
d=17,5				
Temp. SPW-Kasten	m2	100,00 €	3000,00	300.000,00 €
Zusätzl. Stützwand				
HW 200				
Ortbeton	m3	450,00 €	600,00	270.000,00 €
Schalung	m2	100,00 €	2000,00	200.000,00 €
Bewehrung	t	1.500,00 €	84,00	126.000,00 €
Geländer	m	200,00 €	300,00	60.000,00 €
Flächen				
Decke	m2	250,00 €	3000,00	750.000,00 €
Unterbau	m2	25,00 €	3000,00	75.000,00 €
				6.874.000,00 €
			pro m	22.913,33 €

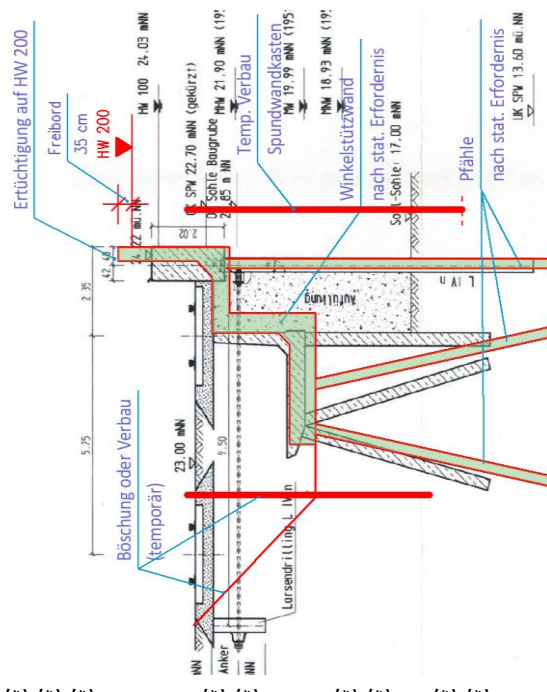




**Variante 3 Winkelstützwand auf Pfählen (Abschnitt 1)**

Abschnitt 1 Länge ca. 300 m

	ME	EP	Menge	GP
Baustelleneinrichtung	psch	250.000,00 €	1,00	250.000,00 €
Rückbau				
Betonholm	m3	250,00 €	540,00	135.000,00 €
Spundwand	m	100,00 €	300,00	30.000,00 €
Trennschnitt	m2	35,00 €	3000,00	105.000,00 €
Entspannen	St	200,00 €	100,00	20.000,00 €
Anker				
Oberfläche	m2	150,00 €	3000,00	450.000,00 €
Neubau				
Temp. SPW Wasserseit.	m2	100,00 €	3000,00	300.000,00 €
Temp. Verbau (Baugrube)	m2	65,00 €	1800,00	117.000,00 €
Erdarbeiten				
Aushub	m3	25,00 €	4200,00	105.000,00 €
Verfüllen	m3	36,00 €	4200,00	151.200,00 €
Bohrfahrwand (vorn)	m2	450,00 €	3000,00	1.350.000,00 €
Mikropfähle	m	180,00 €	3000,00	540.000,00 €
Winkelstützwand				
Ortbeton	m3	550,00 €	900,00	495.000,00 €
Schalung	m2	100,00 €	3000,00	300.000,00 €
Bewehrung	t	1.500,00 €	130,00	195.000,00 €
Flächen				
Decke	m2	250,00 €	3000,00	750.000,00 €
Unterbau	m2	25,00 €	3000,00	75.000,00 €
				5.368.200,00 €
			pro m	17.894,00 €



## Uferstraße 3 - Ärztehaus



Die Höhe HW 200 würde knapp unterhalb der OK oberste Stufe im Eingangsbereich (innen) liegen. Das heißt, ein Einströmen des Wassers von hier aus in das Erdgeschoss wäre nicht möglich.


Ein teilweiser Öffnungsverschluss wird dennoch empfohlen.

Bild 1 Haupteingang (Uferseite)



Sämtliche Kellerfenster der Uferseite (9 St.) müssen mit einem Öffnungsverschluss versehen werden. Aufgrund der feuchten Kellerräume und der damit erforderlichen Be- und Entlüftung ist ein dauerhafter Verschluss nicht möglich.

Bild 2 Kellerfenster (Uferseite)

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Begutachtung Gebäude</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 4
	Bearb.: ufö	Datum:

Uferstraße 3 - Ärztehaus

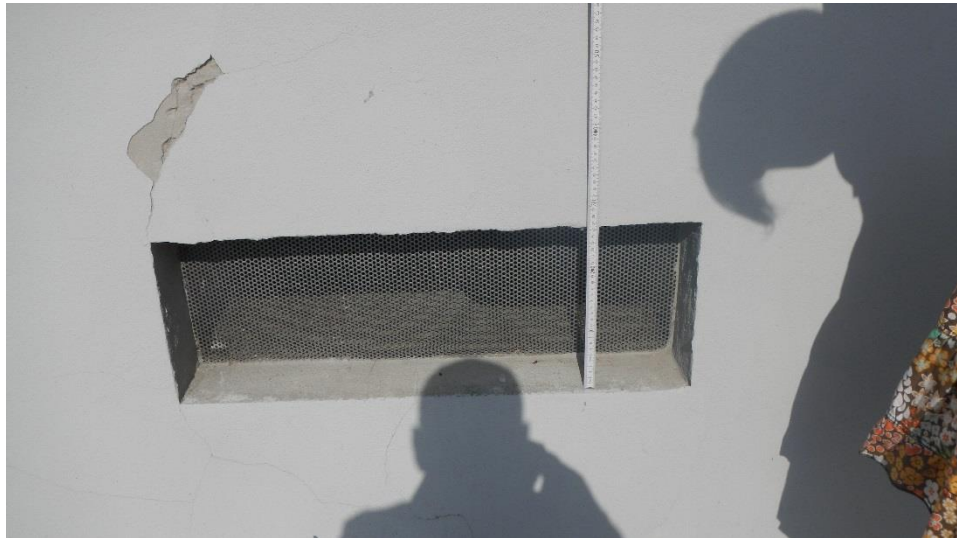


Bild 3 Kellerfenster Uferseite



Bild 4 Kellerfenster Uferseite

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>

Uferstraße 3 - Ärztehaus




Bild 5 Gebäuderückseite mit div. Zugängen



Aufgrund der Höhenlage HW-sicher, keine Maßnahmen erforderlich

Bild 6 Zugang zum Heizraum

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>	<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Datum:</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	



Uferstraße 3 - Ärztehaus




Aufgrund der Höhenlage HW-sicher, keine Maßnahmen erforderlich

Bild 7 Zugang Geschäft



Aufgrund der Höhenlage HW-sicher, keine Maßnahmen erforderlich

Bild 8 Zugang Ärztehaus

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>	<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>	<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>



Uferstraße 3 - Ärztehaus



Aufgrund der Höhenlage HW-sicher, keine Maßnahmen erforderlich

Bild 9 Zugang Geschäft



Zum jetzigen Planungsstand im HW-sicheren Bereich wg. Stemmtor

Bild 10 Zugang Ärztehaus

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>	<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Datum:</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	

## Uferstraße 3 - Ärztehaus



Aufgrund der Höhenlage HW-sicher, keine Maßnahmen erforderlich

Bild 11 Zugang Geschäft



<b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.: -	Anl.-Nr. 4
	Bearb.: ufö	Datum:



Bild 1 Eingang Gebäuderückseite (keine Maßnahmen erforderlich)



Bild 2 Zugang Heizraum Gebäuderückseite (keine Maßnahmen erforderlich)

<p><b>Projekt:</b>  <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b>  <b>HW 200</b>  <b>Begutachtung Gebäude</b></p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH                  Waisenhausstraße 10                  09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.:</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>

Holzmarkt 3 / 4a



Bild 3 Gebäuderückseite 3 und 4a (keine Maßnahmen erforderlich)



Bild 4 Hintereingang 4a (keine Maßnahmen erforderlich)


Fotodokumentation	<b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude	 BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
	Gez.: -	Proj.-Nr. 50-19-022 Anl.-Nr. 4
	Bearb.: ufö	Datum:





Bild 5 Vordereingang 4a



Bild 6 Fensterbrüstung Vorderseite

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>





Bild 7 Eingangsstufe Vorderseite



Bild 8 Teilansicht Vorderseite

<b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg		
		Proj.-Nr.	50-19-022	
Fotodokumentation	Gez.:	-	Anl.-Nr.	4
	Bearb.:	ufö	Datum:	



Bild 9 Teilansicht Vorderseite



Bild 10 Brüstung

Aufgrund der geometrischen Gegebenheiten (Lage der Öffnungen) sind an den Gebäuderückseiten keine Maßnahmen hinsichtlich Hochwasserschutz notwendig.

Alle Öffnungen der dem Fluss zugewendeten Seite (Vorderseite) müssen ebenfalls nicht verschlossen werden, da nach aktuellem Planungsstand geschützt durch eine HWS-Mauer und Stemmtore gegen HW 200.

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>



## Holzmarkt 7 - Kartoffelhaus



Sämtliche Öffnungen (Keller, Erdgeschoss) sind nicht HW-sicher. Geeignete Öffnungsverschlüsse sind vorzusehen (dies gilt auch für die dem Ufer zugewandten Fenster des EG). Aufgrund der Feuchtigkeit in den Kellerräumen sind permanente Verschlüsse nicht möglich. Die nach außen geführte Entlüftung (Bild 5) müsste mit der Austrittsöffnung bis über HW 200 geführt werden.

Bild 1 Uferseite Kartoffelhaus mit Kelleröffnungen



Bild 2 Kelleröffnung

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Begutachtung Gebäude</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 4
	Bearb.: ufö	Datum:

Holzmarkt 7 - Kartoffelhaus



Bild 3 Kelleröffnung, Fenster EG

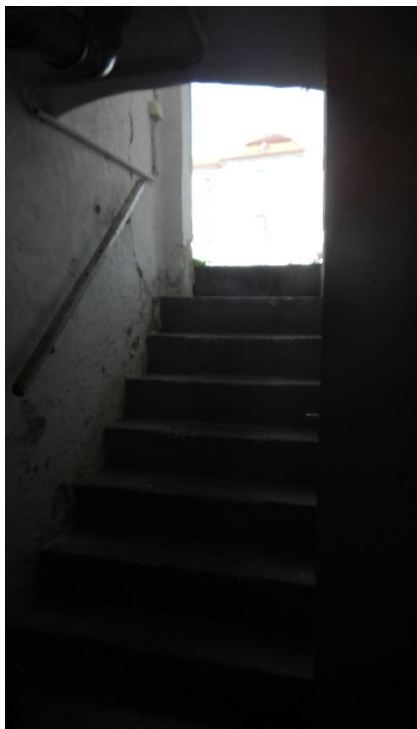



Bild 4 Zugang Keller

<p><b>Projekt:</b>  <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b>  <b>HW 200</b>  <b>Begutachtung Gebäude</b></p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH  Waisenhausstraße 10  09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>


Holzmarkt 7 - Kartoffelhaus



Bild 5 Kelleröffnung mit Lüftung



Bild 6 Übergang Gebäude - Terrasse

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>	<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Datum:</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	



Holzmarkt 7 - Kartoffelhaus



Bild 7 Kelleröffnung



Bild 8 Kellereingang

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>

Faberstraße 2 und 2a

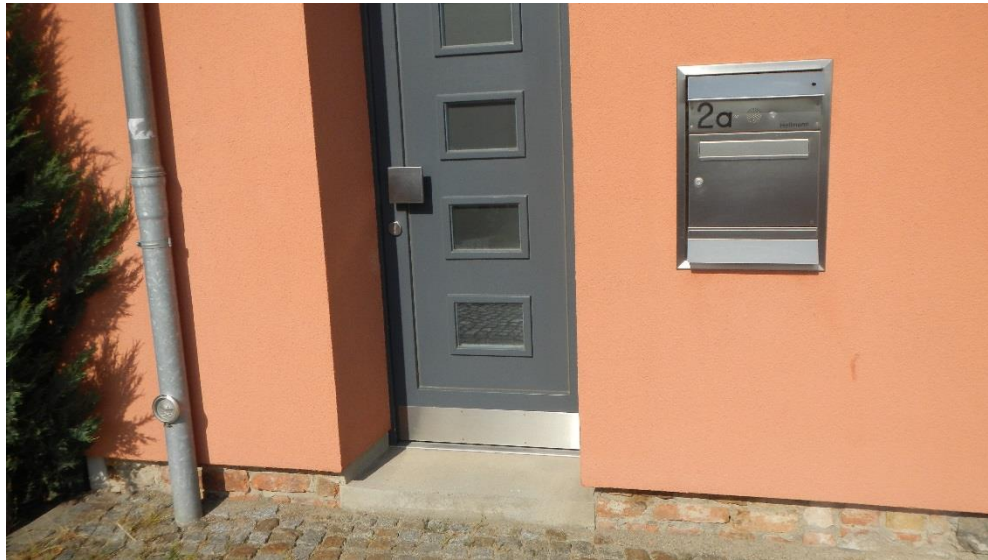



Bild 1 Eingang Vorderseite (Fluss)



Bild 2 Kellerluke und Zugang zum Heizungskeller

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.:</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>



Faberstraße 2 und 2a



Bild 3 Zugang zum Heizungskeller



Bild 4 Zugang von innen

Die Häuser 2 und 2a verfügen über einen gemeinsamen Heizungskeller.

Die Öffnungen (Heizungskeller, Eingänge, Kellerluke) wären von einem HW 200 betroffen, dort sind Öffnungsverschlüsse vorzusehen.

In der Wohnung Nr. 2a konnten an einer tragenden Wand Setzungsrisse festgestellt werden. Laut Eigentümer traten diese Risse unmittelbar nach bzw. im Zusammenhang mit dem Hochwasser von 2010 auf. Daher sollte hier auch die Gründungssituation näher betrachtet werden

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>

Carl-Philipp-Emanuel-Bach-Straße 2



Bild 1 Gebäudevorderseite (Fluss)



Bild 2 Eingang Gewölbekeller (Vorderseite)


<p><b>Projekt:</b>                  Verbesserung HWS Frankfurt/O.                  HW 200                  Begutachtung Gebäude</p>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.:	Anl.-Nr. 4
	Bearb.: ufö	Datum:



Bild 3 Garageneinfahrt (Giebelseite)

Das Gebäude ist HW-sicher gebaut (hochgeständert mittels Gründung auf Pfahlrost).

Aufgrund der geometrischen Gegebenheiten (Höhenlage, Lage der Öffnungen) sind keine weiteren Maßnahmen für die Hochwassersicherheit (HW 200) erforderlich.

Laut Aussage Eigentümer ist einströmendes Wasser in den Gewölbekeller (Eingang Vorderseite) tolerierbar. Andernfalls wäre hier ein entsprechender Öffnungsverschluss erforderlich

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Begutachtung Gebäude</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.: -	Anl.-Nr. 4
	Bearb.: ufö	Datum:



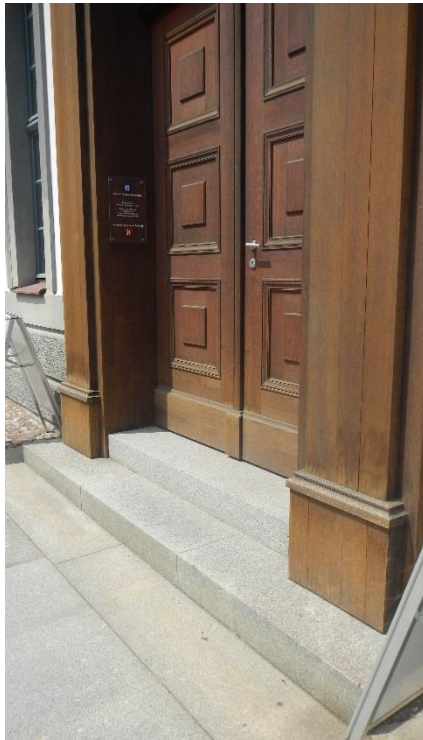


Bild 1 Haupteingang



Bild 2 Kellerluke


Projekt: <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg	
		Proj.-Nr.	50-19-022
		Gez.:	Anl.-Nr. 4
Fotodokumentation	Bearb.: ufö	Datum:	



Bild 3 Kellerluke



Bild 4 Zugang zu Gewölbekeller (Hofseite)


<p><b>Projekt:</b>                  Verbesserung HWS Frankfurt/O.                  HW 200                  Begutachtung Gebäude</p>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.: -	Anl.-Nr. 4
	Bearb.: ufö	Datum:



Bild 5 Kellerzugang

Die Öffnungen zu den Kellerräumen und Erdgeschosszugänge wären von einem HW 200 betroffen. Hier sind entsprechende Öffnungsverschlüsse vorzusehen.

Aufgrund der Feuchtigkeit in den Kellerräumen sind permanente Verschlüsse nicht möglich (Lüftung).

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>	<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>	<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.:</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>



# Hanewald 9 - Oderspeicher



Der ehemalige Oderspeicher wird als Restaurant genutzt. Alle Öffnungen (Keller, Erdgeschoss) wären von einem HW 200 betroffen, dort sind Öffnungsverschlüsse vorzusehen. In den Kellerräumen befinden sich diverse Anlagen für die Gastronomie (Kühlung, Getränke etc.). Wegen erforderlicher Belüftung der Kellerräume (Feuchtigkeit) sind permanente Verschlüsse nicht möglich.

Bild 1 Der Oder abgewandte Seite (Rückseite) mit Kellerluken

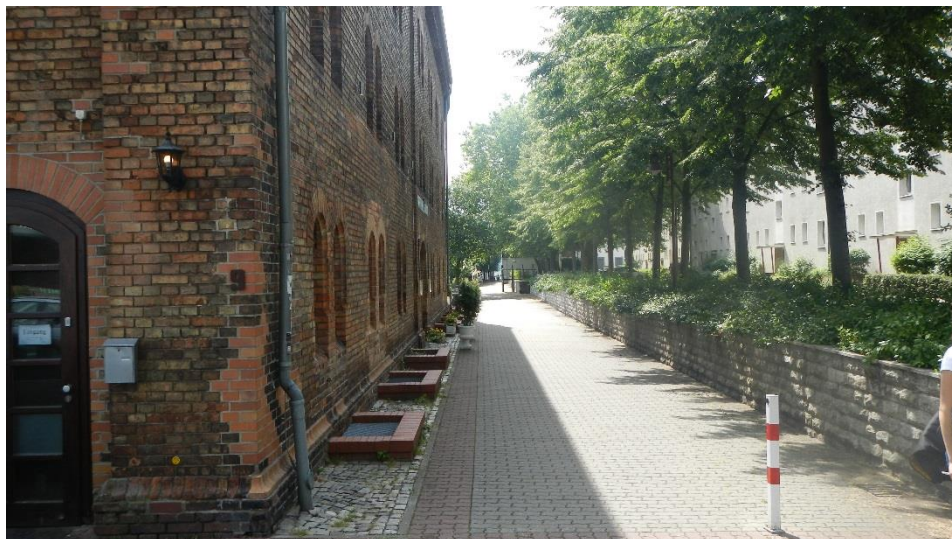


Bild 2 Rückseite

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.:</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>

Hanewald 9 - Oderspeicher



Bild 3 Nebeneingang Giebelseite



Bild 4 Fensterhöhe Rückseite

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>	<p>Gez.: -</p>	<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p></p>	<p>Datum:</p>



Hanewald 9 - Oderspeicher



Bild 5 Kellerluken Giebelseite



Bild 6 Vorderseite

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>



Bild 7 Ebenerdiges Fenster Vorderseite

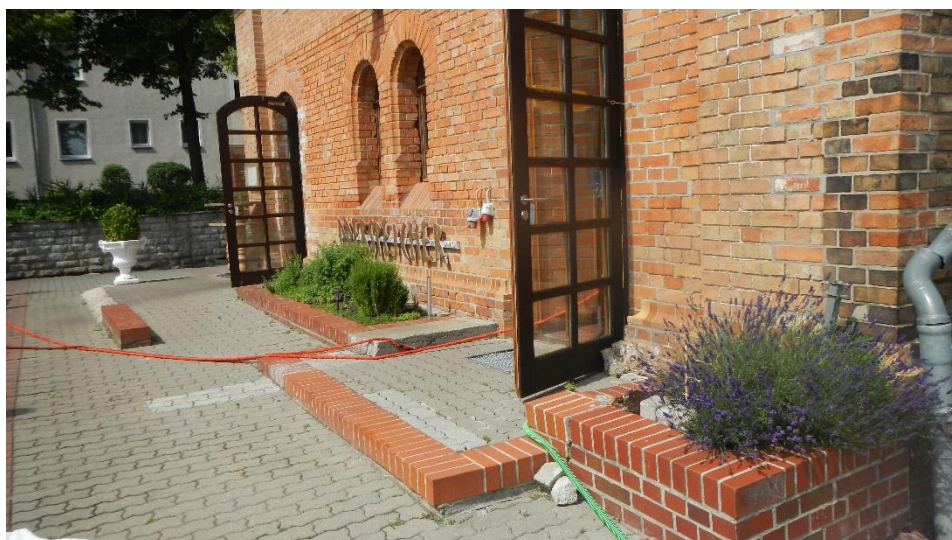



Bild 8 Zugänge von Terrasse

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>	<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Datum:</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	



Collegienstraße 10 – Musikschule / Gedenkstätte / Cafe



Bild 1 Haupteingang Gedenkstätte



Bild 2 Kellerluken Gedenkstätte


<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.:</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>



Bild 3 Hofeingang Gedenkstätte



Bild 4 Blick in Hof Gedenkstätte

<p><b>Projekt:</b>  <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b>  <b>HW 200</b>  <b>Begutachtung Gebäude</b></p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH                  Waisenhausstraße 10                  09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>

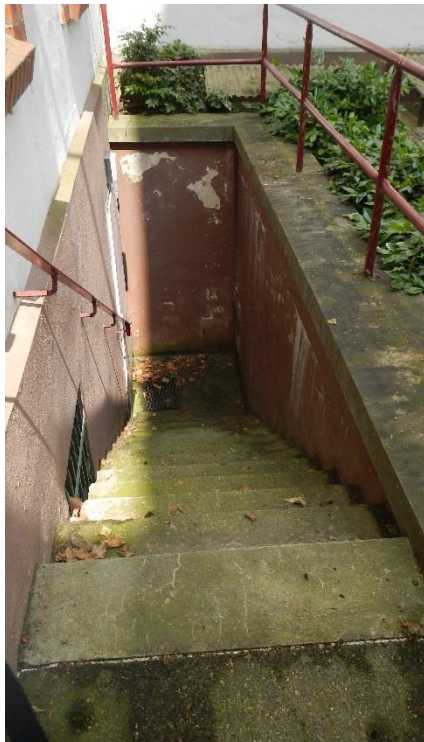


Bild 5 Hofzugang Keller Gedenkstätte



Bild 6 Kellerluken Gedenkstätte (Vorderseite)

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>



Collegienstraße 10 – Musikschule / Gedenkstätte / Cafe



Bild 7 Ansicht Cafe



Bild 8 Eingang Cafe

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>



Bild 9 Kellerluke Cafe



Bild 10 Zugang Keller Cafe

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>





Bild 11 Haupteingangsseite Musikschule



Kellerluken Musikschule

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>



Bild 11      Haupteingang Musikschule

Die Öffnungen (Keller, Erdgeschoss Uferseite sowie Nordseite) wären von einem HW 200 betroffen, dort sind Öffnungsverschlüsse vorzusehen.

Generell: aufgrund feuchter Kellerräume können keine permanenten Verschlüsse zur Anwendung kommen (Belüftung).

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Begutachtung Gebäude</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr.      50-19-022
	Gez.:      -	Anl.-Nr.      4
	Bearb.:      ufö	Datum:

Collegienstraße 10 - Konzerthalle



Bild 1 Haupteingang Oderseite

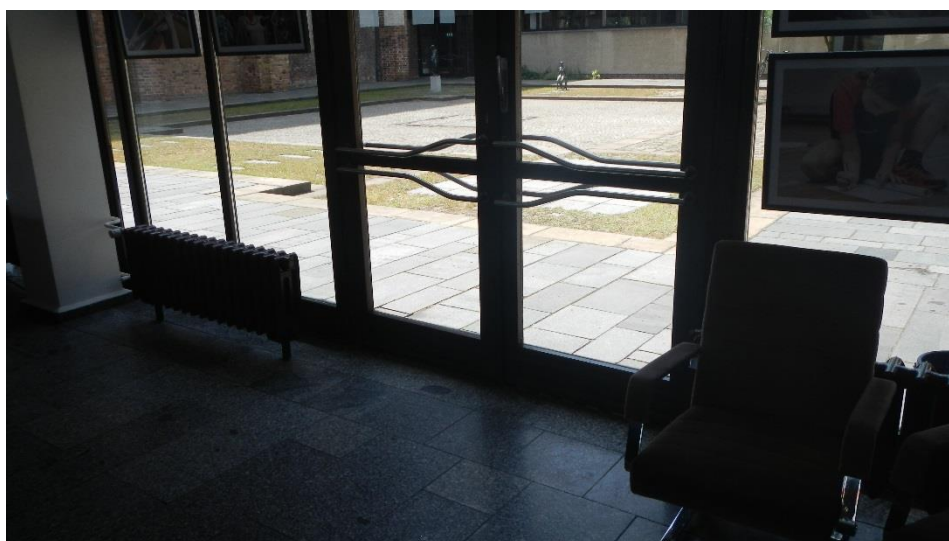


Bild 2 Hofeingang

<p><b>Projekt:</b> Verbesserung HWS Frankfurt/O. HW 200 Begutachtung Gebäude</p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.:</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>



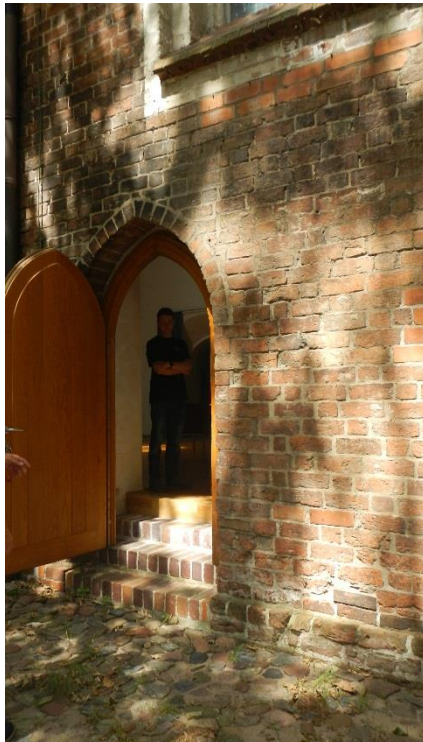


Bild 3 Seiteneingang



Bild 4 Seiteneingang

<p><b>Projekt:</b>  <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b>  <b>HW 200</b>  <b>Begutachtung Gebäude</b></p>		<p>BPM Ingenieurgesellschaft mbH  Waisenhausstraße 10  09599 Freiberg</p>
<p>Fotodokumentation</p>		<p>Proj.-Nr. 50-19-022</p>
	<p>Gez.: -</p>	<p>Anl.-Nr. 4</p>
	<p>Bearb.: ufö</p>	<p>Datum:</p>



Bild 5 Seiteneingang



Bild 6 Schacht Bühnenbereich


<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Begutachtung Gebäude</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.: -	Anl.-Nr. 4
	Bearb.: ufö	Datum:



Bild 7 Liftschacht



Bild 8 Wände mit aufsteigender Feuchtigkeit

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Begutachtung Gebäude</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.: -	Anl.-Nr. 4
	Bearb.: ufö	Datum:



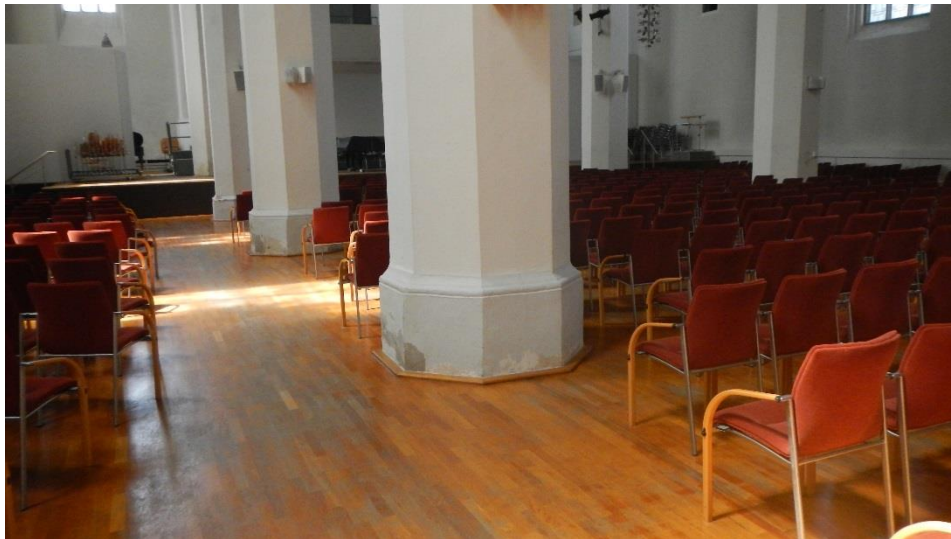


Bild 9 Feuchtigkeit in Stützenfüßen

Aufgrund der geometrischen Gegebenheiten (Höhenlage, Lage der Öffnungen) sind keine weiteren Maßnahmen für die Hochwasser-sicherheit (HW 200) erforderlich.

<b>Projekt:</b> <b>Verbesserung HWS Frankfurt/O.</b> <b>HW 200</b> <b>Begutachtung Gebäude</b>		BPM Ingenieurgesellschaft mbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg
Fotodokumentation		Proj.-Nr. 50-19-022
	Gez.: -	Anl.-Nr. 4
	Bearb.: ufö	Datum: