

Holz- und Fabrikenhafen (Süd)

Entwurfsbericht Bau

Statische Berechnung – Station 70,86 – 89,91



Auftraggeber:

**Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
für das Sondervermögen Überseestadt**

Stand:

12.10.2022

Holz- und Fabrikenhafen (Süd)

Entwurfsbericht Bau

Statische Berechnung – Station 70,86 – 89,91

Auftragnehmer:

Bremenports GmbH & Co. KG
Am Strom 2
27568 Bremen

Auftraggeber:

Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
für das Sondervermögen Überseestadt
Langenstraße 2-4
28195 Bremen

Bearbeitung:

Bastian Borchers

Version: 00

Stand: 12.10.2022

Projektnummer / Dok-ID:

Revisionsseite

Revision	Datum	Von Seite	Bis Seite	Index	Bearbeiter	Grund
00	12.10.2022	1	22		Borchers	Ersterstellung

Aufgestellt, Bremerhaven, 12.10.2022



Bastian Borchers (SC 111-11)

E-Mail: bastian.borchers@bremenports.de

Telefon: 0471 / 30901 - 229

Geprüft, Bremerhaven, 12.10.2022



Christian Pabst (SC 11)

E-Mail: christian.pabst@bremenports.de

Telefon: 0471 / 30901 - 215

Inhaltsverzeichnis

Revisionsseite	3
Inhaltsverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	5
Unterlagenverzeichnis	6
1 Vorbemerkungen	7
1.1 Allgemeines	7
2 Geometrische Randbedingungen	8
2.1 Übersicht	8
2.2 Berechnungssohle	11
2.3 Querschnitte	11
3 Baugrund	12
4 Wasserstände	13
4.1 Hafenwasserstände	13
4.2 Bemessungswasserstände	13
5 Teilsicherheitsbeiwerte	15
6 Abrostung	16
7 Spundwandberechnungen	17
7.1 Bemessungsprofil IX	17
7.1.1 Übersicht	17
7.1.2 Spundwand- und Ankernachweise	18
7.1.2.1 BS 3a - Normalfall	18
7.1.2.2 BS 3b - Extrem niedriger Wasserstand.....	19
7.1.2.3 BS 3c - Abfließendes Hochwasser	20
7.1.2.4 Zusammenfassung GGU Retain.....	21
8 Zusammenfassung	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Lage Holz- und Fabrikenhafen [U1]	8
Abbildung 2 Planungsbereich Holz- und Fabrikenhafen (Süd) [U2]	9
Abbildung 3 Lage der Kaje Station 70,86 - 89,91.....	10
Abbildung 4 Querschnitt Station 70,86 – 89,91 [U2]	11
Abbildung 5 Bodenkennwerte Erddruck [U3]	12
Abbildung 6 Hafenwasserstände am Pegel „Schleuse Oslebshausen“ [U2]	13
Abbildung 7 Bemessungswasserstände BS3a und BS3b BPI – BPVII [U2].....	13
Abbildung 8 Erd- und Wasserdruck am BPVI [U2].....	14
Abbildung 9 Korrosionsraten am BPVI [U2].....	16
Abbildung 10 Lage der Kaje Station 70,86 - 89,91 [U2]	17

Unterlagenverzeichnis

- [U1] bremenports,
Entwurfsunterlage Bau (EW-Bau),
Hochwasserschutz Rest Überseestadt,
Erläuterungsbericht
Stand: 05.05.2022

- [U2] bremenports,
Entwurfsunterlage Bau (EW-Bau),
Hochwasserschutz Rest Überseestadt,
Statische Berechnung – Spundwand – Station 8,06 – 125,00
Stand: 05.12.2019

- [U3] Rizkallah + Partner GmbH, Hannover
Überseestadt Bremen - Holz- und Fabrikenhafen Südseite,
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand (HWS) am Kühlhaus
Stand: 26.08.2016
Aktenzeichen: 1 91 7 -2015GU2

1 Vorbemerkungen

1.1 Allgemeines

Im Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/Bremen – Festland vom März 2007 werden für den Bereich der Unterweser neue Sollhöhen für die Hochwasserschutzanlagen (Bestickhöhen) gefordert.

Der zu berücksichtigende Bemessungswasserstand wurde 2008 neu ermittelt und die daraus resultierenden Bestickhöhen vom Senator für Umwelt Bau und Verkehr (SUBV) vorgegeben. Damit sind vereinheitlichte Bestickhöhen für zusammenhängende Uferabschnitte festgelegt.

Um die festgelegten Bestickhöhen zu erreichen, wurde ein Rahmenentwurf von der Inros-Lackner AG, Bremen für Teile der Überseestadt erstellt. Die neuen Bestickhöhe betragen zwischen NN + 8,00 m (Holz- und Fabrikenhafen) und NN + 8,40 m (Kranhafen, Getreidehafen).

Mit dem Prüfvermerk vom 20.05.2011 wurden vom SUBV Vorzugsvarianten für die verschiedenen Kajen der Überseestadt festgelegt.

Die bremenports GmbH & Co.KG wurde im Anschluss von der Wirtschaftsförderung Bremen (WfB) mit der Erarbeitung eines Bauentwurfes für den Holz-und Fabrikenhafen (Süd) beauftragt. Dieser sieht das Aufstocken der bestehenden Uferneigung (Hochwasserschutzwand) sowie die Errichtung zusätzlicher, rückgelagerter Hochwasserschutzwände.

Als Auflage für die bauliche Umsetzung der Vorzugsvariante hat der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr eine Restlebensdauer der bestehende Spundwand –als Teil der neuen Hochwasserschutzlinie- für 20 Jahre also bis ca. 2040 gefordert. Der Nachweis der Restlebensdauer wurde von bremenports -unter Ansatz lokaler Vorschüttungen- mit der statischen Berechnung [U2] erbracht.

Im Zuge der weiteren Entwurfsbearbeitung wurde bremenports aufgefordert, den Querschnitt mit der größten Vorschüttung zusätzlich für das Jahr 2022 ohne eine Vorschüttung nachzurechnen. Die Nachrechnung erfolgt in der vorliegenden statischen Berechnung unter Verwendung der aktuellen EAU 2022.

Eine baustatische Prüfung des Nachweises ist laut WfB nicht erforderlich.

2 Geometrische Randbedingungen

2.1 Übersicht

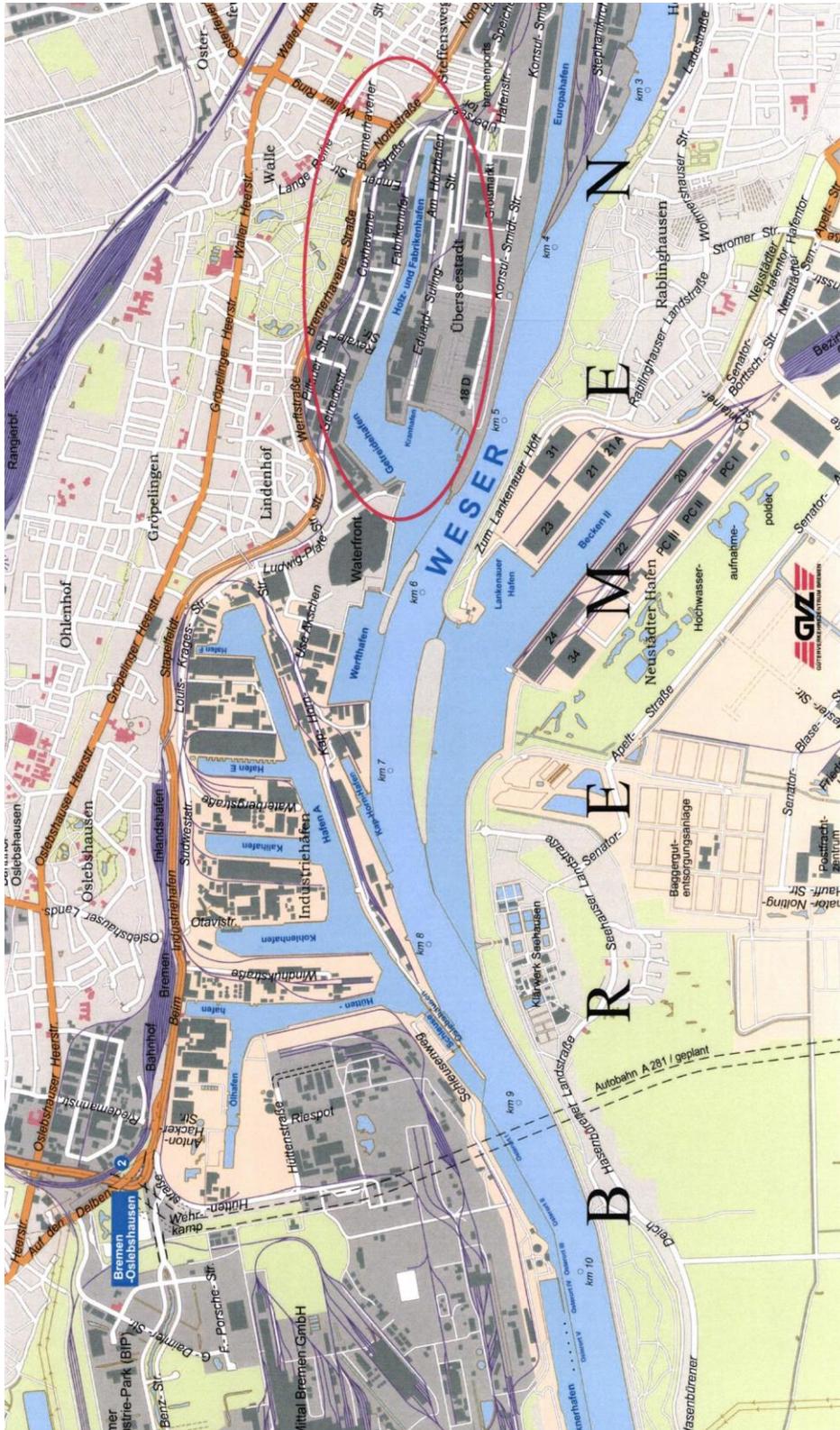


Abbildung 1 Lage Holz- und Fabrikenhafen [U1]

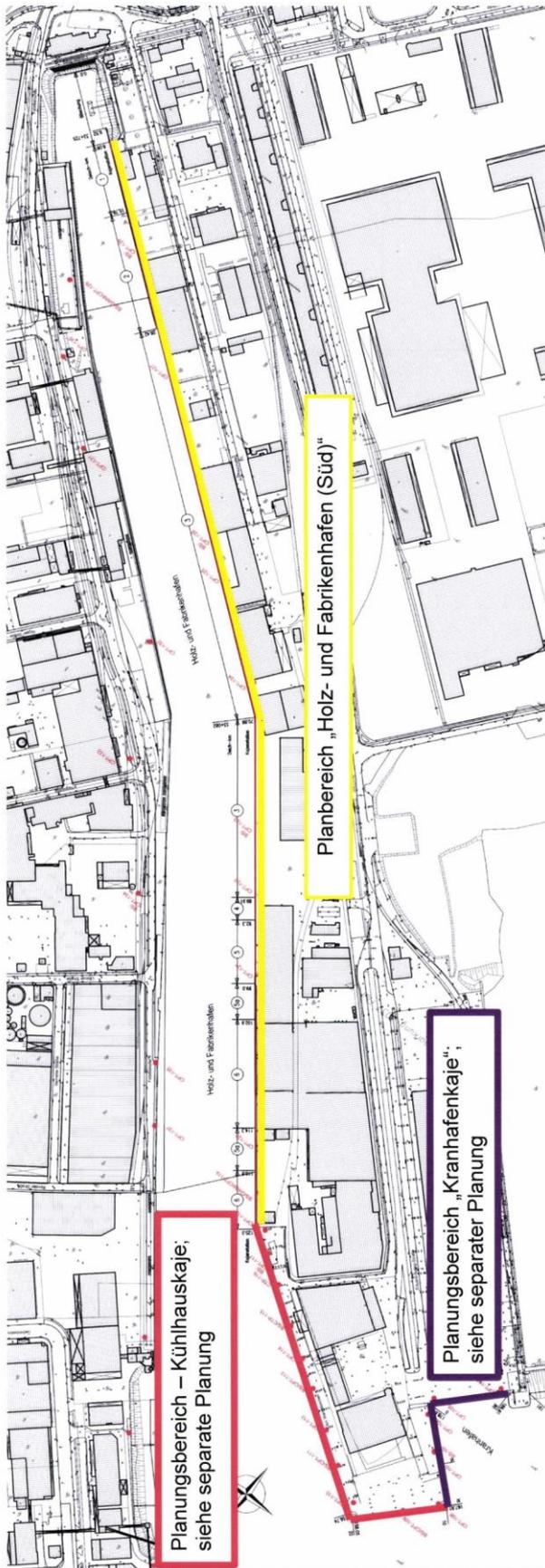


Abbildung 2 Planungsbereich Holz- und Fabrikenhafen (Süd) [U2]

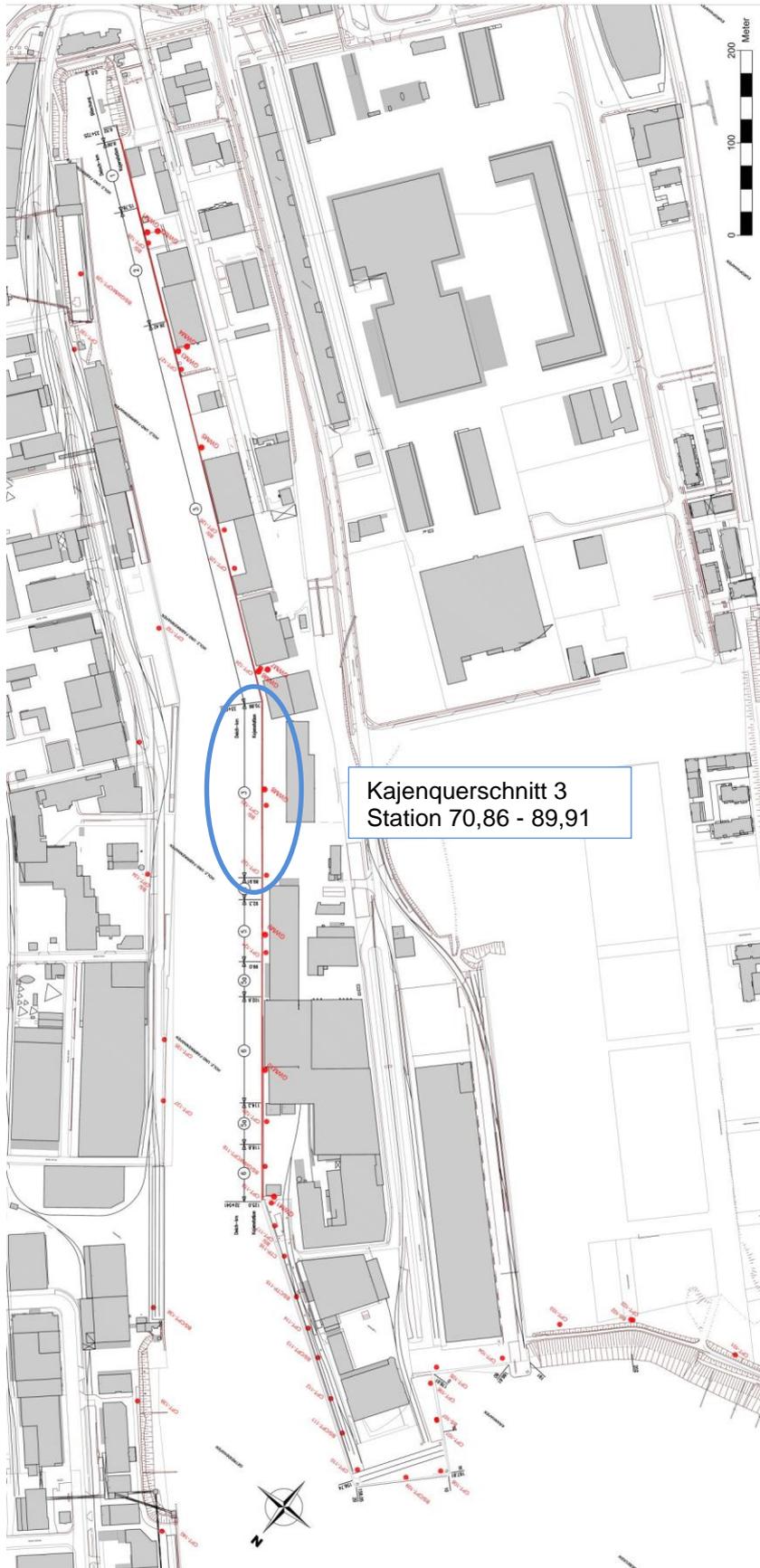


Abbildung 3 Lage der Kaje Station 70,86 - 89,91

2.2 Berechnungssohle

Peilungen siehe [U2]

2.3 Querschnitte

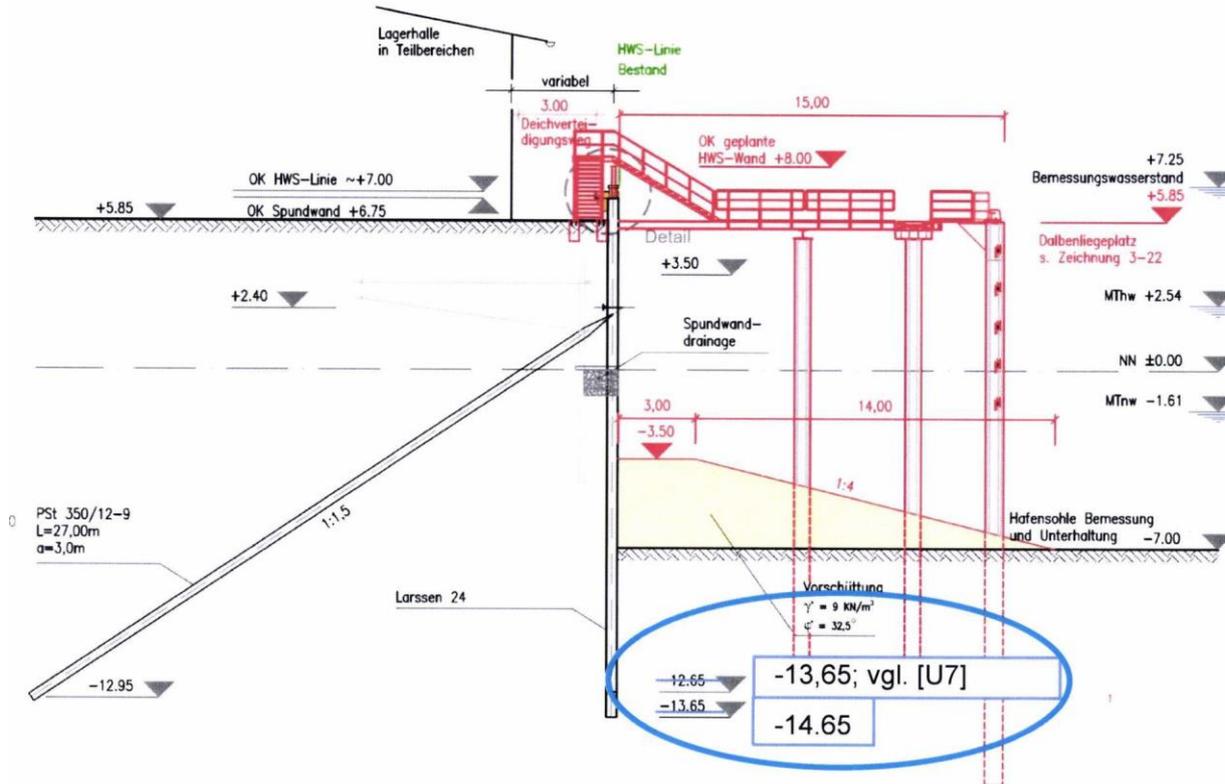
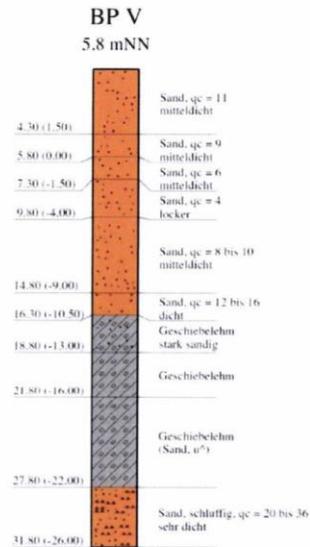


Abbildung 4 Querschnitt Station 70,86 – 89,91 [U2]

Für die vorliegende Statik wird der Nachweis ohne die abgebildete Vorschüttung geführt.

3 Baugrund

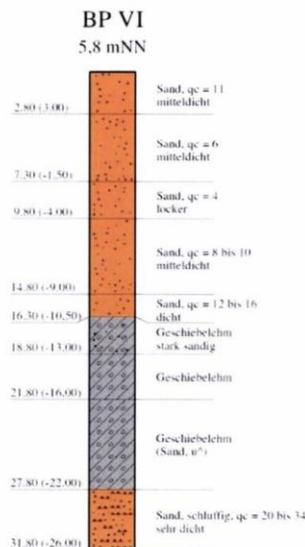
Charakteristische - Bodenkennwerte							
Tiefe [NN+m]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]	$q_{b,k}^*$ [kN/m ²]
1.5	20,0 / 12,0	37,5	---	---	65	60	---
0,0	20,0 / 12,0	35,0	---	---	50	50	---
-1,5	19,0 / 11,0	32,5	---	---	45	45	---
-4,0	18,0 / 10,0	30,0	---	---	35	40	---
-9,0	19,0 / 11,0	36,0	---	---	65	65	5500
-10,5	20,0 / 12,0	37,5	---	---	75	75	7000
-13,0	21,0 / 11,0	31,0	5	180	25	60	3500
-16,0	20,0 / 10,0	30,0	8	140	15	50	2500
-22,0	21,0 / 11,0	32,5	5	180	30	65	4500
-26,0	20,0 / 12,0	38,5	---	---	70	65	5500



* (ansetzbar auf den 6fachen Stahlquerschnitt)

RI+P Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon 0511 708875 Telefax 0511 708800	WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH Kaje des Holz- und Fabrikenhafens
	Bemessungsprofil BP V (abgeleitet aus der Drucksondierung CPT-Ü 122 vom 05. Mai 2010)
Projekt-Nr.: 1917-2015GU3	Anlage: 12,5

Charakteristische - Bodenkennwerte							
Tiefe [NN+m]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]	$q_{b,k}^*$ [kN/m ²]
3,0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	65	60	---
-1,5	19,0 / 11,0	32,5	---	---	45	45	---
-4,0	18,0 / 10,0	30,0	---	---	35	40	---
-9,0	19,0 / 11,0	36,0	---	---	65	65	5500
-10,5	20,0 / 12,0	37,5	---	---	75	75	7000
-13,0	21,0 / 11,0	31,0	5	180	25	60	3500
-16,0	20,0 / 10,0	30,0	8	140	15	50	2500
-22,0	21,0 / 11,0	32,5	5	180	30	65	4500
-26,0	20,0 / 12,0	38,5	---	---	90	75	6000



* (ansetzbar auf den 6fachen Stahlquerschnitt)

RI+P Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon 0511 708875 Telefax 0511 708800	WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH Kaje des Holz- und Fabrikenhafens
	Bemessungsprofil BP VI (abgeleitet aus den Drucksondierungen CPT-Ü 123 und CPT-Ü 122 vom 05. Mai 2010)
Projekt-Nr.: 1917-2015GU3	Anlage: 12,6

Abbildung 5 Bodenkennwerte Erddruck [U3]

4 Wasserstände

4.1 Hafenwasserstände

HHThw=	5,34 mNN	(Gem. Wasserstandsdaten WSA 2016)
HThw=	5,21 mNN	(Gem. Wasserstandsdaten WSA 2016)
MThw=	2,52 mNN	(Gem. Wasserstandsdaten WSA 2016)
MTnw=	-1,67 mNN	(Gem. Wasserstandsdaten WSA 2016)
MSpTnw=	-1,75 mNN	(Gem. Baugrundgutachten)
LAT / SKN=	-2,00 mNN	(Gem. Wasserstandsdaten WSA 2016)
NTnw=	-2,79 mNN	(Gem. Wasserstandsdaten WSA 2016)
NNTnw=	-3,23 mNN	(Gem. Wasserstandsdaten WSA 2016)

(Quelle: Wasser- und Schifffahrtsamt Bremen, Stand 09.02.2016)

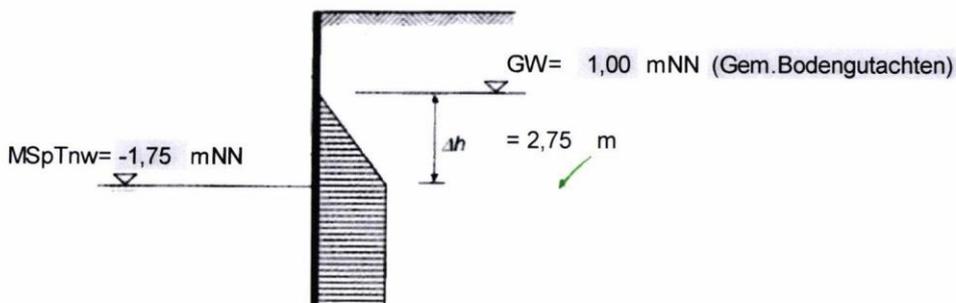


Abbildung 6 Hafenwasserstände am Pegel „Schleuse Oslebshausen“ [U2]

Es werden die Wasserstände der geprüften Statik verwendet.

4.2 Bemessungswasserstände

BS 3a - Normalfall



BS 3b - Abfließendes Niedrigwasser

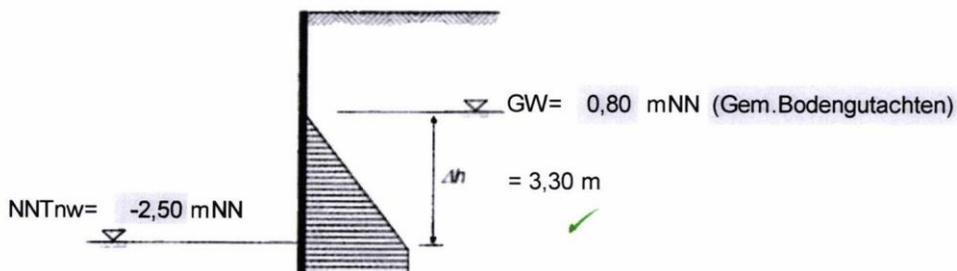


Abbildung 7 Bemessungswasserstände BS3a und BS3b BPI – BPVII [U2]

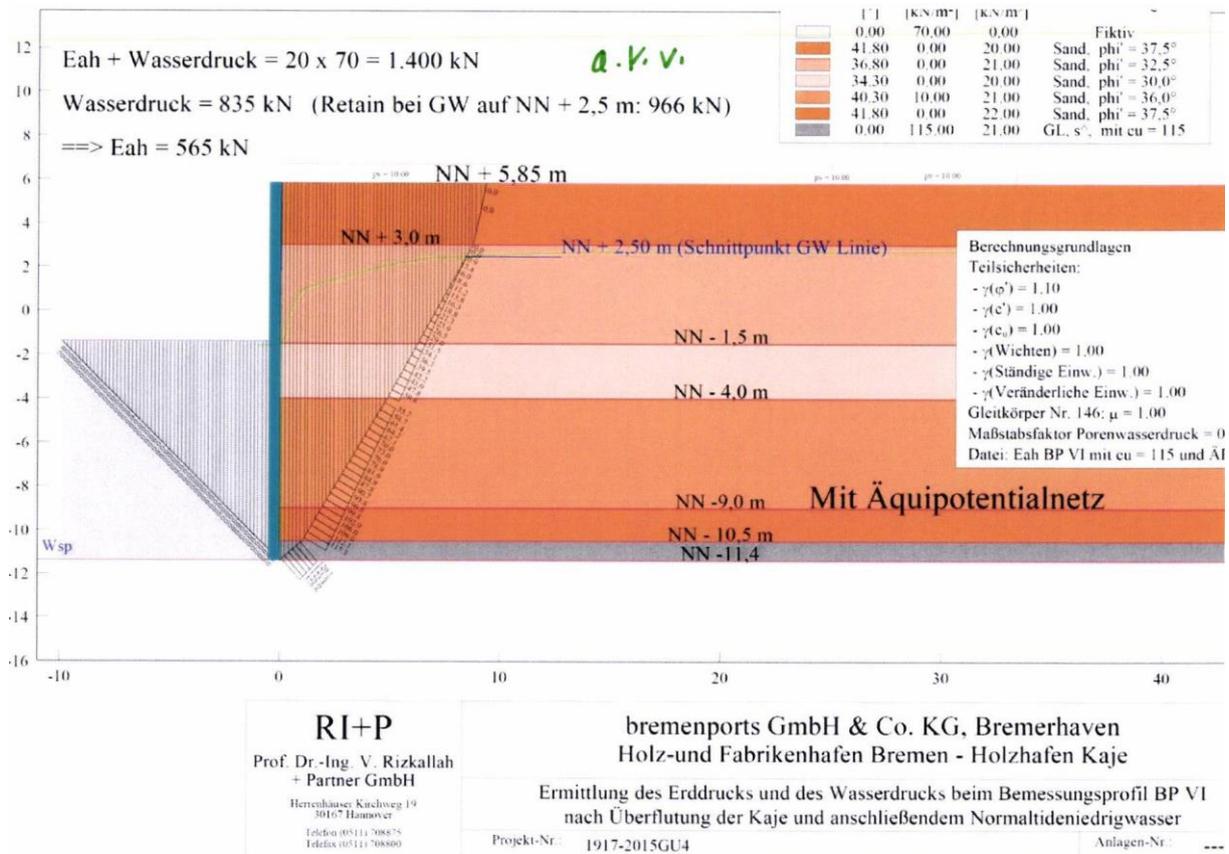


Abbildung 8 Erd- und Wasserdruck am BPVI [U2]

Für die Herleitung des berücksichtigten Wasserstands siehe [U2].

5 Teilsicherheitsbeiwerte

Es gelten die Teilsicherheitsbeiwerte der EAU 2020 Tabelle 1-1 - 1-3.

Sofern unterhalb der Bemessungssohle Böden mit einem Spitzenwiderstand der Drucksonde von $\geq 7,50 \text{ MN/m}^2$ anstehen, wird gemäß der korrigierten Fassung der Empfehlung E215 der reduzierten Teilsicherheitsbeiwertes $\gamma_{\text{Ep,red}}$ verwendet.

Gemäß EAU 2022 dürfen Spundwände zum Ende ihrer Lebensdauer in der Bemessungssituation BS 3c nachgewiesen werden.

6 Abrostung

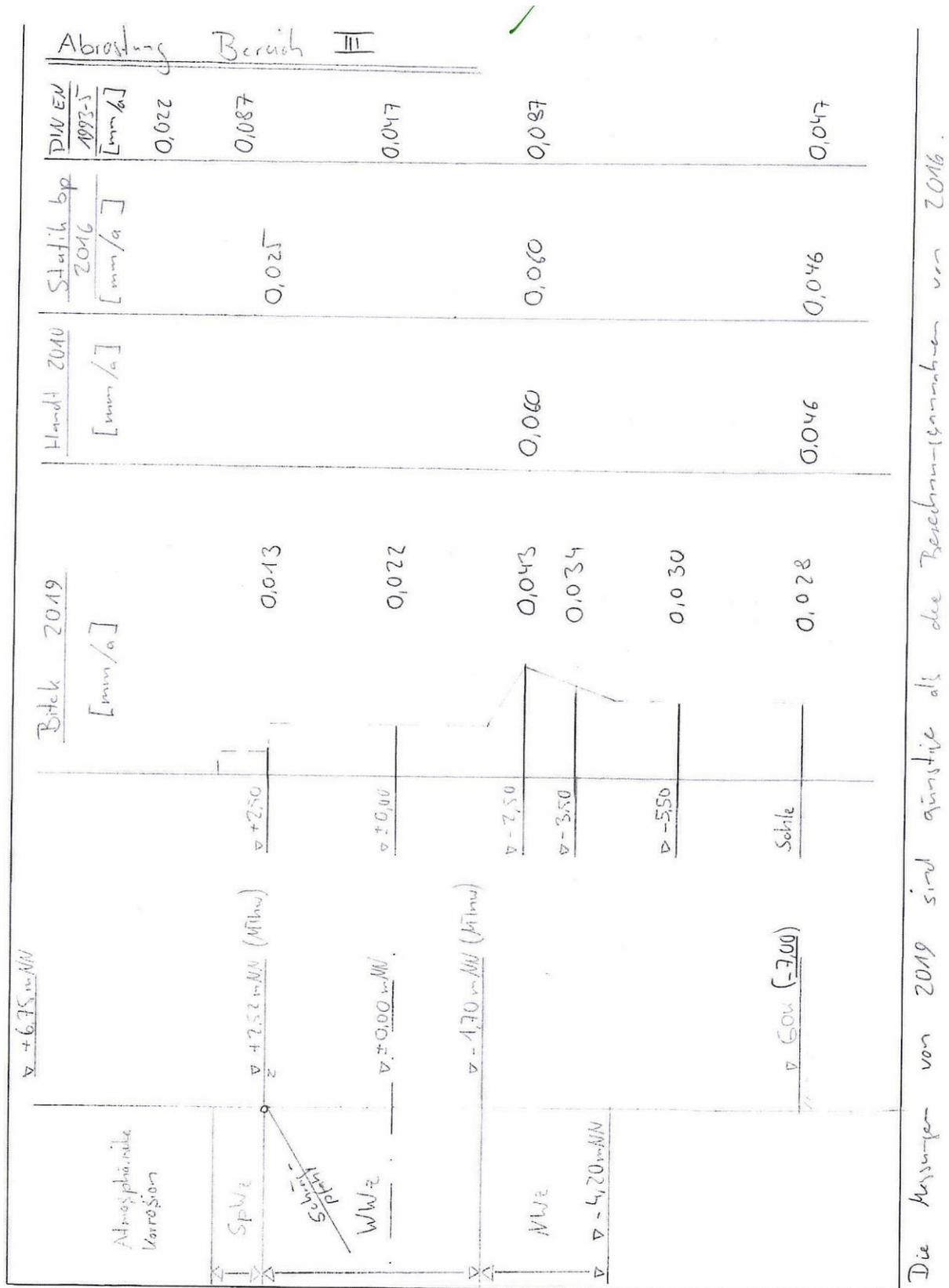


Abbildung 9 Korrosionsraten am BPVI [U2]

7 Spundwandberechnungen

7.1 Bemessungsprofil IX

7.1.1 Übersicht

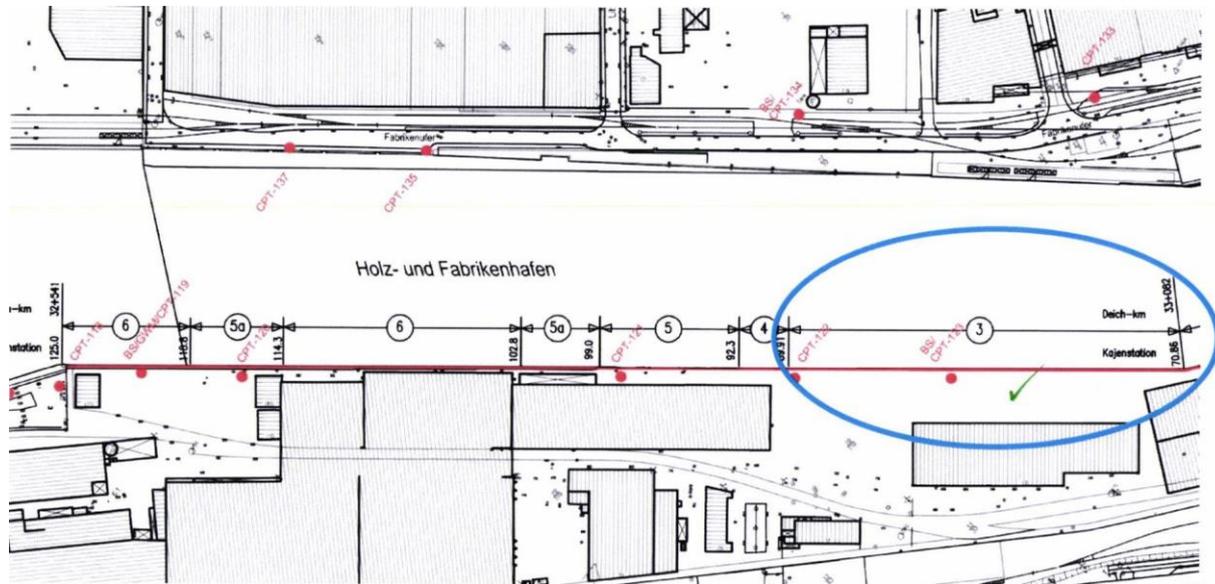
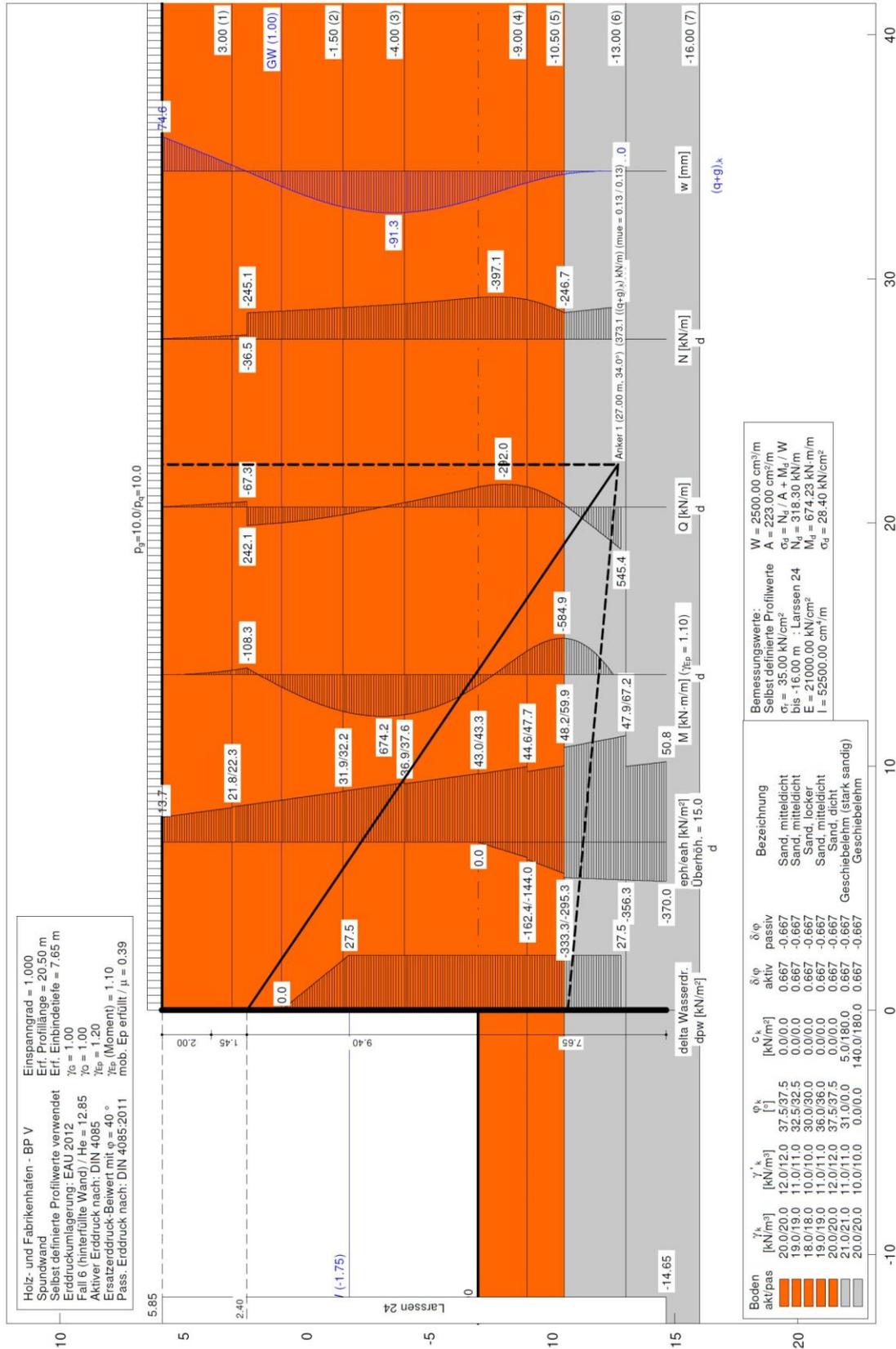


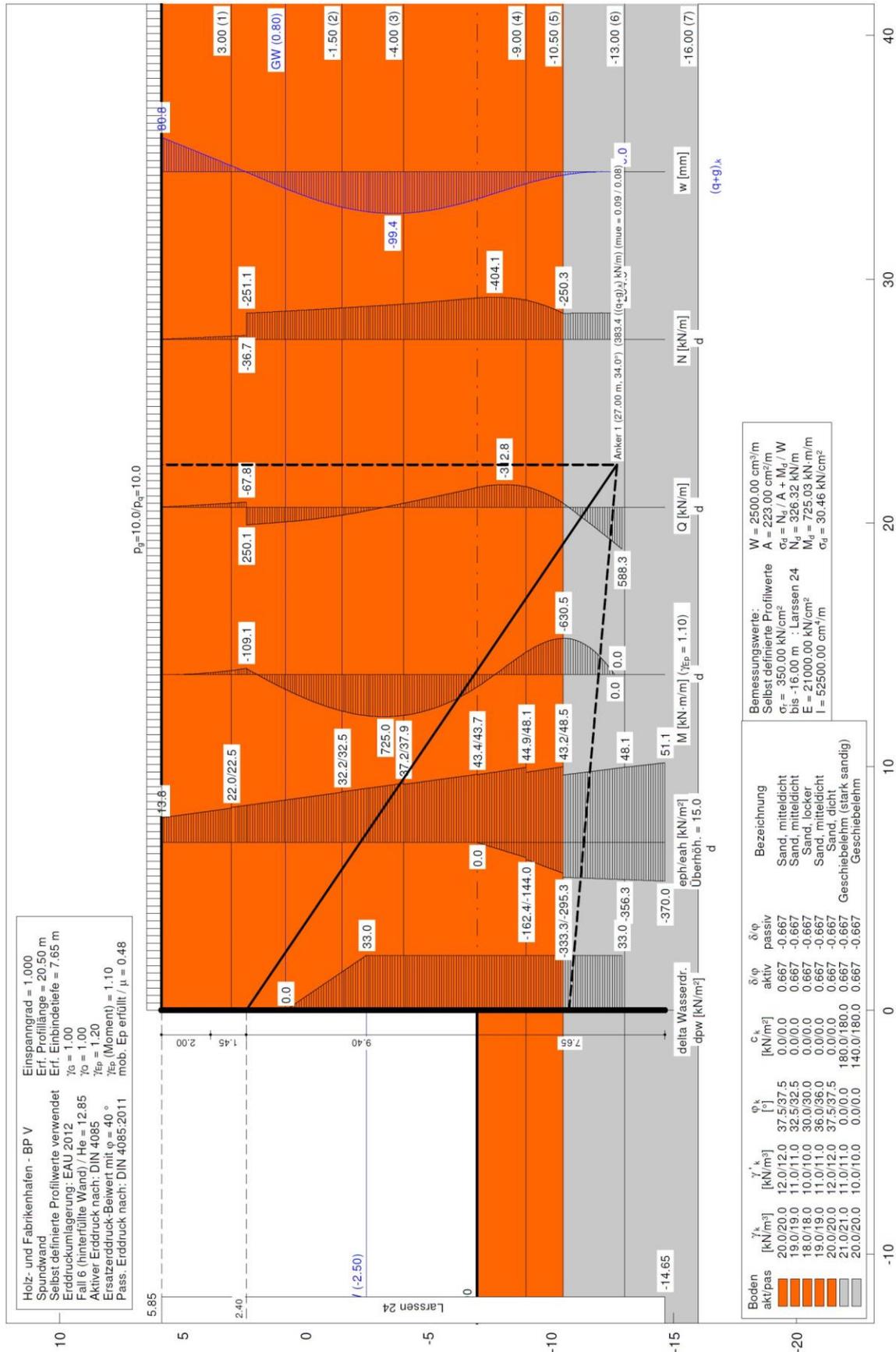
Abbildung 10 Lage der Kaje Station 70,86 - 89,91 [U2]

7.1.2 Spundwand- und Ankernachweise

7.1.2.1 BS 3a - Normalfall



7.1.2.2 BS 3b - Extrem niedriger Wasserstand



7.1.2.3 BS 3c - Abfließendes Hochwasser



Der Nachweis des stützenden, hydraulischen Zusatzes wurde bereits in [U2] erbracht und behält seine Gültigkeit. Keine weiteren Nachweise erforderlich.

7.1.2.4 Zusammenfassung GGU Retain

Spannungsnachweis am reduzierten, korrodierten Querschnitt

Kaje: Holz- und Fabrikenhafen Aufmaß: 2013
 Station: 28,60 - 91,5
 Messstelle: Nachweis für: 2022

Profil	Larssen 24	$t_{\text{Berg,neu}} =$	15,6 mm	$A_{\text{neu}} =$	223 cm ²	$\sigma_{Rk} =$	35,00 kN/cm ²
Stahl	StSpS	$s_{\text{Steg,neu}} =$	10 mm	$I_{\text{neu}} =$	52.500 cm ⁴	$\gamma_M =$	1,00
Baujahr	1980			$W_{\text{neu}} =$	2.500 cm ³	$\sigma_{Rd} =$	35,00 kN/cm ²

Flansch - Interpolierte Abrostung bei max M - BS 3a

Höhenpunkt Messung [mNN]	Mittelwert $t_{\text{Aufmaß}}$ [mm]	Abrostung Δt [mm]	Abrostung $\Delta t/a$ [mm]	Extrapolierte Abrostung 2022 [mm]	Erwartbare Blechdicke 2022 [mm]	Profil-querschnitt A_{red} [cm ²]	Trägheitsmoment I_{red} [cm ⁴]	Widerstandsmoment W_{red} [cm ³]	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	$\sigma_{N,Ed}$ [kN/cm ²]	$\sigma_{M,Ed}$ [kN/cm ²]	σ_{Ed} [kN/cm ²]	σ_{Rd} [kN/cm ²]	Nachweis: $\sigma_{Ed} / \sigma_{Rd}$
-2,50	13,79	1,81	0,055	2,304	13,30	190	44,747	2,131	319	675	1,67	31,51	33,18	35,00	0,95 < 1,00
-3,00	13,84	1,76	0,053	2,234	13,37	191	44,981	2,142	319	675	1,67	31,51	33,18	35,00	0,95 < 1,00
-6,45	14,22	1,38	0,042	1,756	13,84	198	46,589	2,219							

Flansch - Interpolierte Abrostung bei max M - BS 3b

Höhenpunkt Messung [mNN]	Mittelwert $t_{\text{Aufmaß}}$ [mm]	Abrostung Δt [mm]	Abrostung $\Delta t/a$ [mm]	Extrapolierte Abrostung 2022 [mm]	Erwartbare Blechdicke 2022 [mm]	Profil-querschnitt A_{red} [cm ²]	Trägheitsmoment I_{red} [cm ⁴]	Widerstandsmoment W_{red} [cm ³]	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	$\sigma_{N,Ed}$ [kN/cm ²]	$\sigma_{M,Ed}$ [kN/cm ²]	σ_{Ed} [kN/cm ²]	σ_{Rd} [kN/cm ²]	Nachweis: $\sigma_{Ed} / \sigma_{Rd}$
-2,50	13,79	1,81	0,055	2,304	13,30	190	44,747	2,131	327	725	1,71	33,74	35,45	35,00	1,01 > 1,00
-3,30	13,88	1,72	0,052	2,193	13,41	192	45,120	2,149	327	725	1,71	33,74	35,45	35,00	1,01 > 1,00
-6,45	14,22	1,38	0,042	1,756	13,84	198	46,589	2,219							

Flansch - Interpolierte Abrostung bei max M - BS 3c

Höhenpunkt Messung [mNN]	Mittelwert $t_{\text{Aufmaß}}$ [mm]	Abrostung Δt [mm]	Abrostung $\Delta t/a$ [mm]	Extrapolierte Abrostung 2022 [mm]	Erwartbare Blechdicke 2022 [mm]	Profil-querschnitt A_{red} [cm ²]	Trägheitsmoment I_{red} [cm ⁴]	Widerstandsmoment W_{red} [cm ³]	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	$\sigma_{N,Ed}$ [kN/cm ²]	$\sigma_{M,Ed}$ [kN/cm ²]	σ_{Ed} [kN/cm ²]	σ_{Rd} [kN/cm ²]	Nachweis: $\sigma_{Ed} / \sigma_{Rd}$
-2,50	13,79	1,81	0,055	2,304	13,30	190	44,747	2,131	337	793	1,76	37,02	38,79	35,00	1,11 > 1,00
-3,00	13,84	1,76	0,053	2,234	13,37	191	44,981	2,142	337	793	1,76	37,02	38,79	35,00	1,11 > 1,00
-6,45	14,22	1,38	0,042	1,756	13,84	198	46,589	2,219							

Anmerkung:

Die Spannungsüberschreitung in der Einwirkungskombination BS 3b beträgt weniger als drei Prozent. Der Nachweis kann als erfüllt angesehen werden.

8 Zusammenfassung

In der vorliegenden statischen Berechnung wurde der Kajequerschnitt 3 im Holz- und Fabrikenhafen (Süd) für den neuen Bemessungswasserstand von 2008 und unter Berücksichtigung der aktuellen Wanddicken (Stand 2022) nachgerechnet. Hierbei hat sich gezeigt, dass die Einwirkungskombinationen „Normalfall“ sowie „Extrem niedriger Niedrigwasserstand“ nachweisbar waren. Der Nachweis der Einwirkungskombination „Abfließendes Hochwasser“ hingegen hat eine Spannungsüberschreitung von rund 11% ergeben. Hier werden konstruktive Maßnahmen (Vorschüttung) zwingend erforderlich.