

5. Betrachtung der Senkkastengründung Pfeiler Nord infolge Schiffsstoß

WSA Kiel-Holtenau,
geprüft am 02.05.2013 (Prüf-Nr. 1951)



Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel - Holtenau

Bauvorhaben:

Hochbrücke Levensau

Vorgang:

Seiten:

Betrachtung der Senkkastengründung Pfeiler Nord
infolge Schiffsstoß

1 bis 11
+ Anlage

Aufsteller

BÖGER + JÄCKLE

Gesellschaft Beratender Ingenieure mbH & Co. KG

Heidekoppel 4 Telefon 04193/9008- 0
24558 Henseltdt-Ulzburg Telefax 04193/9008- 44
www.boeger-jaeckle.de info@boeger-jaeckle.de



Verfasser/Datum

Dipl.-Ing. Petersen

24.04.2013

In statischer und konstruktiver Hinsicht geprüft:

Prüfnr. **1951** des Prüfverzeichnisses **2012**

Ascheberg, den **02.05.2013**

Dr.-Ing. Johannes Vogt

Gartenweg 1-3

24320 Ascheberg - Tel. 04526 / 30 71 - 0

Prüfungsbüro für Baustatik gemäß Anerkennungsurkunde
der obersten Bauaufsichtsbehörde des Landes Schleswig-
Holstein vom 22. April 1998 für die Fachrichtungen
Massivbau, Metallbau und Holzbau

Vogt

**BÖGER + JÄCKLE**

Gesellschaft Beratender Ingenieure mbH & Co. KG

Telefon 04193/9008-0

info@boeger-jaeckle.de

Telefax 04193/9008-44

Bauwerk:

Hochbrücke Levensau
HB-Lev 2

ASB Nr.:

1626515

Seite: |

Datum:

Inhalt

1.	Veranlassung	1
2.	Geometrie	2
3.	Zusatzbelastung aus Schiffsanprall	3
4.	Äußere Standsicherheit	4
5.	Innere Standsicherheit	9
6.	Ergebnis	11

Anlage



Bauteil:	Block:	Vorgang:	Archiv-Nr.:
----------	--------	----------	-------------

 BÖGER + JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mbH & Co. KG Telefon 04193/9008-0 info@boeger-jaeckle.de Telefax 04193/9008-44	Bauwerk: Hochbrücke Levensau HB-Lev 2	ASB Nr.: 1626515	Seite: 1
			Datum:

1. Veranlassung

Im Zuge des Ausbaus der Oststrecke des NOK soll die Kanaltrasse auf einer Zwischengeraden im Bereich der Levensauer Hochbrücken als Rechteck-Trapez-Profil ausgeführt werden.

Am Nordufer wird dabei an dem Pfeiler der 2. Hochbrücke Levensau eine gesonderte Schutzkonstruktion zur Aufnahme von Anpralllasten erforderlich.

Die mögliche Ausführung dieser Schutzkonstruktion wurde seitens der IMS Ingenieurgesellschaft mbH dimensioniert. Trotz der Ausführung des Anfahrsschutzes ist eine Beeinflussung des Bodens hinter der Schutzeinrichtung und damit eine Belastung des Senkkastens der Brückengründung nicht ausgeschlossen.

Seitens Böger + Jäckle wurde daraufhin bereits der Einfluss einer auf den Pfeiler Nord einwirkenden Belastung aus Schiffsstoß auf das Gesamtsystem der Brücke betrachtet.

Im Prüfbericht Nr. SP 1 des Dr.-Ing. Vogt vom 11.02.2013 wird empfohlen, zusätzlich die Lasteinwirkung auf den Senkkasten explizit zu betrachten.

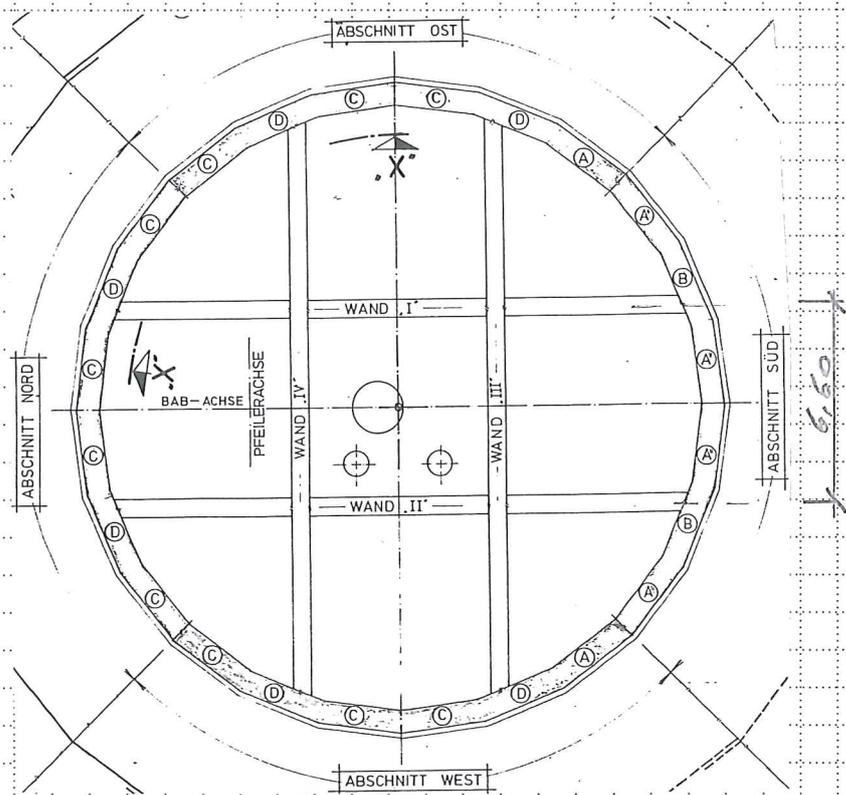
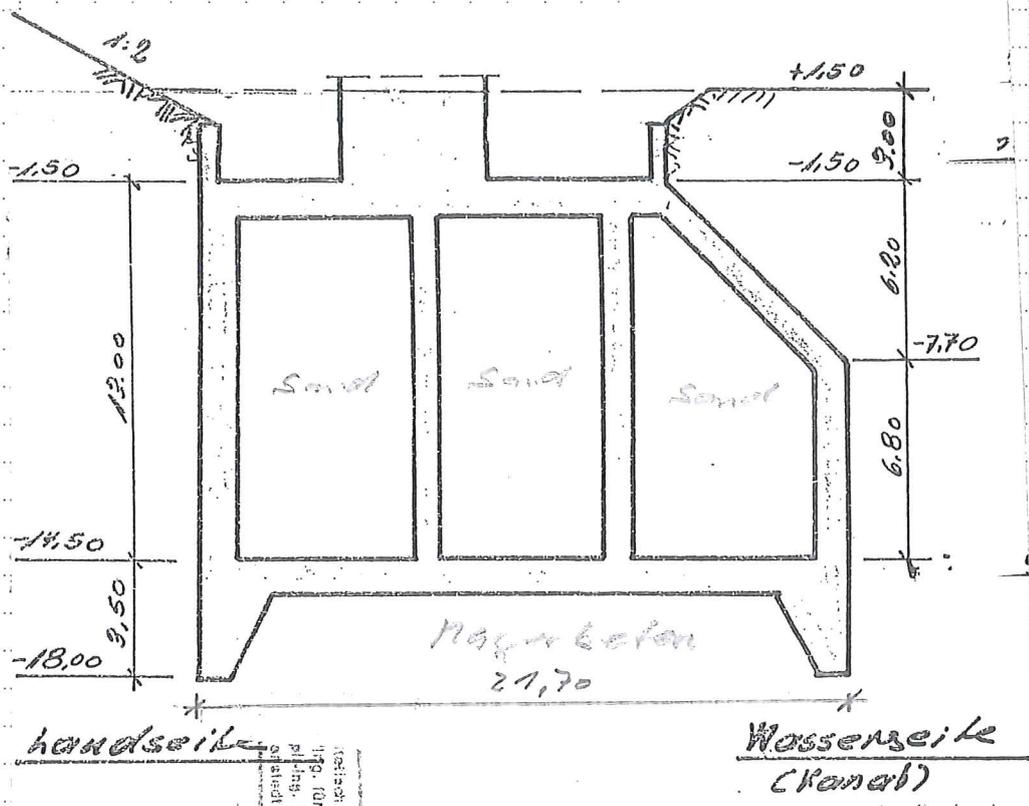
Seitens IMS wurden daher im Memo Nr. 01 vom 20.02.2013 „Abschätzung der Zusatzspannungen aus Anprall auf die Brückengründung“ (siehe Anlage) Lastansätze zur Betrachtung des Senkkastens angegeben.

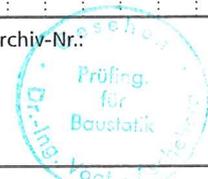
In der vorliegenden Unterlage wird diese Zusatzbelastung mit der in der Urstatik angesetzten Belastung unter Beachtung der jeweiligen Bemessungssituation / Lastfalleinstufung verglichen.



Bauteil:	Block:	Vorgang:	Archiv-Nr.:
----------	--------	----------	-------------

2. Geometrie



Bauteil:	Block:	Vorgang:	Archiv-Nr.:
			

*3. Zusatzbelastung des Senkkastens
 aus Schiffsempfahl gemäß Vorgabe
 IAS, 19.09.1994 Nr. 1 u. 20.02.2012*

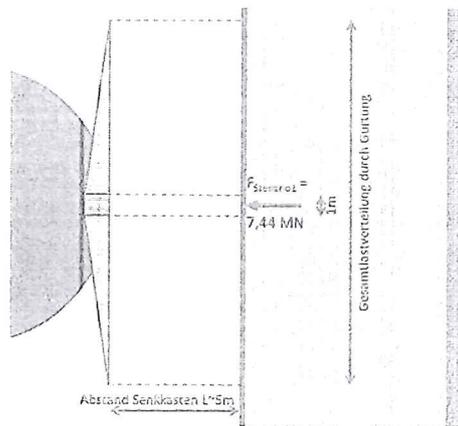
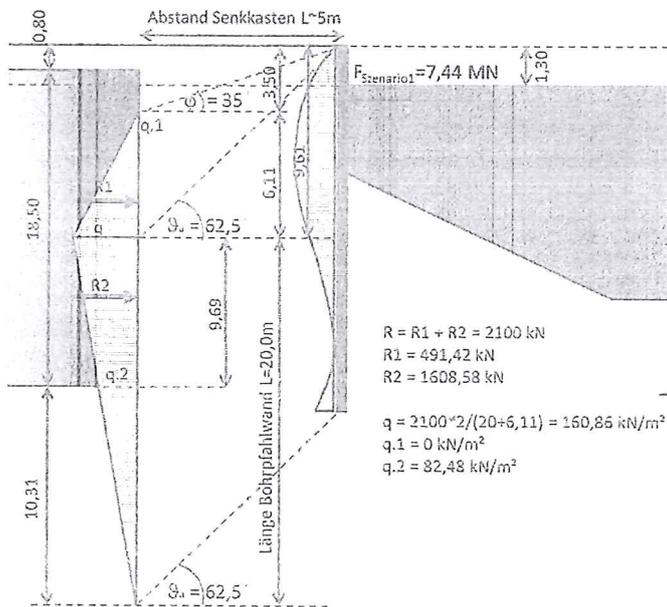


Abbildung 2-3: Skizze horizontale Lastverteilung

*11,50
 - 0,10
 - 8,11
 - 11,50*



$R = R1 + R2 = 2100 \text{ kN}$
 $R1 = 491,42 \text{ kN}$
 $R2 = 1608,58 \text{ kN}$
 $q = 2100 \cdot 2 / (20 + 6,11) = 160,86 \text{ kN/m}^2$
 $q.1 = 0 \text{ kN/m}^2$
 $q.2 = 82,48 \text{ kN/m}^2$

Abbildung 2-4: Skizze vertikale Lastverteilung

*Parallellast z. LF HA, D/H 1075, 24181
 - empfeherwünscht, F2 10.1*

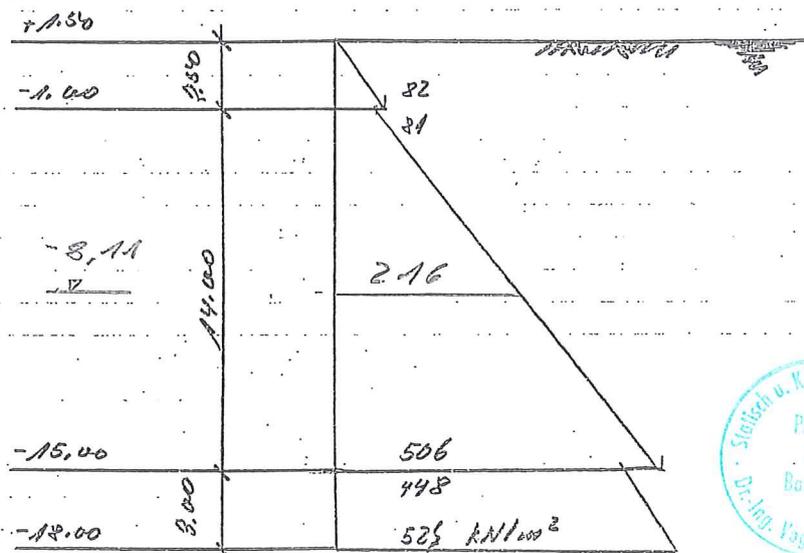
Bauteil:	Block:	Vorgang:	Archiv-Nr.:
----------	--------	----------	-------------

4. Zur Ermittlung der äußeren Standlast (Dachansammlungen, Kragende Tüpe) wird der Surk-Kocher gemäß Norm mit 85% des Wert mit anfanglich horizontalen Belastungen eine absteigende Erdlast, Erdbegebene mit 50% positiven Erdlast belastet. (S. 3/3 - 3/12)

1.3. 0.5-Erdwiderstand ($\sigma = 0$)

Die Kohäsion wird entsprechend mit ihrem 1/2 Wert angesetzt.

Gelände waagrecht, Wasserstand +1.50
 handseite



Nichtabr. $\sigma = 144$

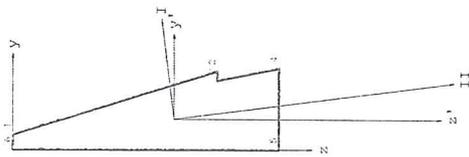
als zutreffend
 vorausgesetzt



Bauteil:	Block:	Vorgang:	Archiv-Nr.:
----------	--------	----------	-------------

Systemgrafik

Maßstab 1 : 333



KOORDINATEN der 6 Eckpunkte (Außenkontur)

Punkt Nr.	x (cm)	y (cm)	z (cm)
1	96.00	0.00	0.00
3	448.00	1350.00	0.00
5	0.00	1750.00	0.00

QUERSCHNITTSWERTE

Fläche : A = 601350.000 cm²
 Statisches Moment, bezogen auf Eingabe-Koordinatensystem:
 S_y = 639858304.00 cm³
 S_z = 118246568.00 cm³

Schwerpunkt:
 y_s = 196.635 cm
 z_s = 1064.036 cm

Schwerachsen (y_s/z_s):
 I_{ys} = 12440666112 cm⁴
 I_{zs} = 10261828608 cm⁴
 I_{yszs} = 14935024640 cm⁴
 I_{ys} = 454.902 cm
 I_{zs} = 130.632 cm
 I_{yszs} = 157.594 cm
 W_{ys}, oben = 116951504.00 cm³
 W_{ys}, unten = 181410032.00 cm³
 W_{zs}, links = 52187144.000 cm³
 W_{zs}, rechts = 31062112.000 cm³

Hauptachsen (I₁/I₂):
 I₁ = 126361894912 cm⁴
 I₂ = 8340598784.0 cm⁴
 Alpha = -7.330 Grad
 i₁ = 458.400 cm
 i₂ = 117.770 cm
 W_{I1}, oben = 116955328.00 cm³
 W_{I1}, unten = 174893472.00 cm³
 W_{I2}, links = 29519180.000 cm³
 W_{I2}, rechts = 30850984.000 cm³

lasten bezogen auf
 Brückenmitte - 18,00 m

$\bar{z}_1 H = 60 \cdot 13 \cdot 18,41 \text{ m}$

$M_1 = (19,5 - 10,66) \cdot 60 \cdot 13$
 $= 41.242 \text{ kNm/m}$

Durch Vergleichsrechnung geprüft

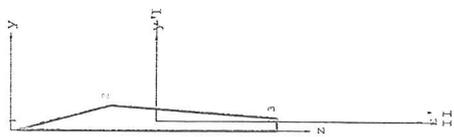


W

Querschnittswerte Q1 01/2001B Win XP Bl.
 PROJEKT: 1146-12 POS:

Systemgrafik

Maßstab 1 : 333



KOORDINATEN der 4 Eckpunkte (Außenkontur)

Punkt Nr.	y (cm)	z (cm)	Punkt Nr.	y (cm)	z (cm)
1	0.00	50.00	2	161.00	661.00
3	82.00	1750.00	4	0.00	1750.00

QUERSCHNITTSWERTE

Fläche : A = 181499.000 cm²

Schwerachsen (ys/zs):
 Iys = 30665273344. cm⁴
 Izs = 270451660.00 cm⁴
 Iyszs = -95261160.00 cm⁴
 Iys = 411.042 cm
 Izs = 38.602 cm
 Iyszs = 22.910 cm

Wys,oben = 33707952.000 cm³
 Wys,unten = 38803744.000 cm³
 Wzs,links = 4478366.000 cm³
 Wzs,rechts = 2688138.000 cm³

Hauptachsen (1/2):
 I1 = 30665273352. cm⁴
 I2 = 270153120.00 cm⁴
 Alpha = 0.180 Grad
 i1 = 411.044 cm
 i2 = 38.581 cm
 W1,oben = 33715460.000 cm³
 W1,unten = 38795020.000 cm³
 W2,links = 4271764.500 cm³
 W2,rechts = 2710406.500 cm³

Schwerpunkt:
 ys = 60.391 cm
 zs = 959.734 cm

Bezugsachsen (y/z):
 Iy = -197842108416 cm⁴
 Iz = -932385280.00 cm⁴
 Iyz = -10424242176. cm⁴



21.11.18 1805 12.11.18
 M = 18,2 = 9,58) · 184
 = 17,5 180 12.11.18

Der Kostenanteil wird in der Kostentabelle
für die Lastfälle II und III nach
DIN 1075 umwandelt.

$$LF II: \gamma = 1,75$$

$$LF III: \gamma = 0,9 \cdot 1,75 = 1,58$$

Der zu betrachtende Paprollenanteil
ist in folgende Lastfälle
einzulassen:

$$LF III nach DIN 1075 (all)$$

$$\gamma = 1,0$$

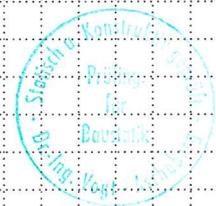
$$LF 3 nach DIN 1075: 2005-01$$

$$\gamma = \gamma_{all}$$

unpräzisionsgerechte Anmessungspunkten

$$\text{nach DIN EN 101: 2002-02}$$

$$\gamma = 1,0$$



Bauteil:

Block:

Vorgang:

Archiv-Nr.:



Vergleich Einwirkkräfte aus
1m - Stützen für Gründungsdruck:

LF 11 / LF 12

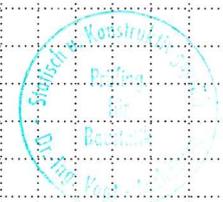
$$H \geq 1,58 \cdot 6012 = 9500 \text{ kN/m}$$

$$H \geq 1,58 \cdot 41243 = 65173 \text{ kN/m}$$

LF 3:

$$H = 1,1 \cdot (6012 + 1895) = 8246 \text{ kN/m} < 9500$$

$$H = 1,1 \cdot (41243 + 14524) = 61427 \text{ kN/m} < 65173$$



Bauteil:	Block:	Vorgang:	Archiv-Nr.:
----------	--------	----------	-------------



5. weitere Standortangaben

Die Bemessung der Wände des
 Seitenlagers erfolgte in der Hinsicht
 für den Güter Sockel auf dem
 Sockel 2/1329 §8. (horizontal)
 (als zutreffend vorausgesetzt)

Die Bemessung erfolgte gemäß
 Nachtrag 2/1042-2 §8 für
 folgenden reduzierten Belastungs-
 ansatz:

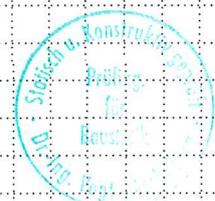
$$w_k = 80 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{außen } 40 \text{ kN/m}^2, \text{ innen } 40 \text{ kN/m}^2)$$

$$N_{Ed} = 6,50 \quad e_p = 163 \text{ kN/m}^2$$

$$N_{Ed} = 10,50 \quad e_p = 246 \text{ kN/m}^2$$

$$\Rightarrow - 8,14 \text{ m NN} \quad e_p = 156 \text{ kN/m}^2$$

⇒ Vergleich für max. Belastung
 auf - 8,14 m NN



Bauteil:	Block:	Vorgang:	Archiv-Nr.:
----------	--------	----------	-------------



„Bemessungslast“ für LF II:

$$e = 1,25 \cdot (1,36 + 20) = 3,28 \text{ kN/m}^2 \text{ (m)}$$

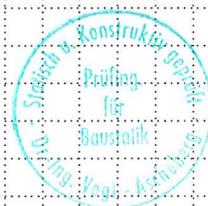
Pralllast für Betonbemessung
mit $\gamma = 1,0$

$$e = 1,0 \cdot (1,36 + 20 + 161) = 3,77 \text{ kN/m}^2 \text{ (m)}$$

< 3,28

Die Pralllast wirkt in voller Größe
auf $b = 2,0 \text{ m}$ und nimmt dann ab,
die Bemessung erfolgte mit voller
Last auf der Zellenbreite von
 $6,60 \text{ m}$. \Rightarrow Reserven vorhanden.

Auch die inneren Zellwände
werden damit nicht ungünstiger
beansprucht.



Bauteil:	Block:	Vorgang:	Archiv-Nr.:
----------	--------	----------	-------------

 BÖGER + JÄCKLE Gesellschaft Beratender Ingenieure mbH & Co. KG Telefon 04193/9008-0 info@boeger-jaeckle.de Telefax 04193/9008-44	Bauwerk: Hochbrücke Levensau HB-Lev 2	ASB Nr.:	Seite: 11
		1626515	Datum:

6. Ergebnis

Bei vereinfachtem Ansatz am 1 m-Streifen wird der Senkkasten unter Beachtung der jeweils zutreffenden Bemessungssituation / Lastfalleinstufung durch die Anpralllast nicht ungünstiger beansprucht, als in der Urstatik angesetzt.

Unberücksichtigt ist dabei, dass der Anprall in voller Größe nur auf $b = 2,0$ m im dem Kanal zugewandten Scheitel des Senkkastens in voller Größe wirksam wird und dann zu den Seiten hin abnimmt. In der Urstatik wirken dagegen die Lasten auf der gesamten Breite des Senkkastens in voller Größe, bzw. bei den lokalen Nachweisen auf voller Breite jeweils einer Zelle.

Der Senkkasten ist damit in der Lage die aus einem Schiffsanprall auf die Schutzkonstruktion resultierenden Einwirkungen unbeschadet aufzunehmen.



Bauteil:	Block:	Vorgang:	Archiv-Nr.:
----------	--------	----------	-------------

MEMO



Ingenieurgesellschaft mbH
Stadtdeich 7 | 20097 Hamburg

Projekt:	Anprall Hochbrücke Levensau II
Datum:	20.02.2013
Memo Nr.:	01
Thema:	Abschätzung der Zusatzspannungen aus Anprall auf die Brückengründung

1 Veranlassung

Diesem Memo zugrundeliegend ist der Prüfbericht Nr. SP 1 von Dr.-Ing. Johannes Voigt, Ingenieurbüro KSK vom 11.02.2013. Hier wird in Punkt 5.1, Prüfmerkungen, gefordert, dass die Zusatzspannungen auf den Senkkasten infolge Schiffsanprall auf die Uferböschung genauer zu untersuchen sind.

Im folgenden Memo sollen Anhaltswerte zu den zu erwartenden Zusatzspannungen auf die Senkkastenkonstruktion der Gründung des Brückenpfeilers der Hochbrücke Levensau II gegeben werden.

2 Ermittlung der Zusatzspannungen

Da ohne eine aufwändige dreidimensionale Modellierung keine exakten Werte für die Zusatzbelastung am Senkkastenscheitel zu ermitteln sind, werden die Zusatzspannungen nach analytischen Methoden bestimmt. Eine detailliertere Betrachtung ist weder zielführend, noch im Umfang des uns übertragenen Auftrags enthalten.

Zur Ermittlung der Zusatzspannung wird ein Abstand des Senkkastenscheitels von der Uferwandachse von 5m angenommen. Gemäß den Lastangaben der BAW kann von einer horizontalen Lasteinleitungsbreite von 2 m und einer vertikalen Lasteinleitungsbreite von 1 m ausgegangen werden.

Anhand der Erddruckverteilung (aus Tabelle 1 und Abbildung 2-2) hinter dem maßgebenden Pfahl der Vorzugsvariante (Bohrpfahlwand, $d=1,5$ m, Gurtung 2 m/1 m), wird gemäß Abbildung 2-3 und Abbildung 2-4 die Belastung der Senkkastenwand bestimmt.

2

Das hier gewählte Vorgehen entspricht Abschnitt 5.2.4, HPA, Leistungsbeschreibung, Teil C1 – Technische Bearbeitung (vergl. Abbildung 2-1).

Hierbei wird keine horizontale Lastausbreitung berücksichtigt, da es sich nur um einen Abschnitt einer räumlichen Tragstruktur handelt. Die durch die Gurtung am Lastabtrag beteiligten benachbarten Pfähle geben ebenfalls ihre Belastung an den dahinterliegenden Boden weiter.



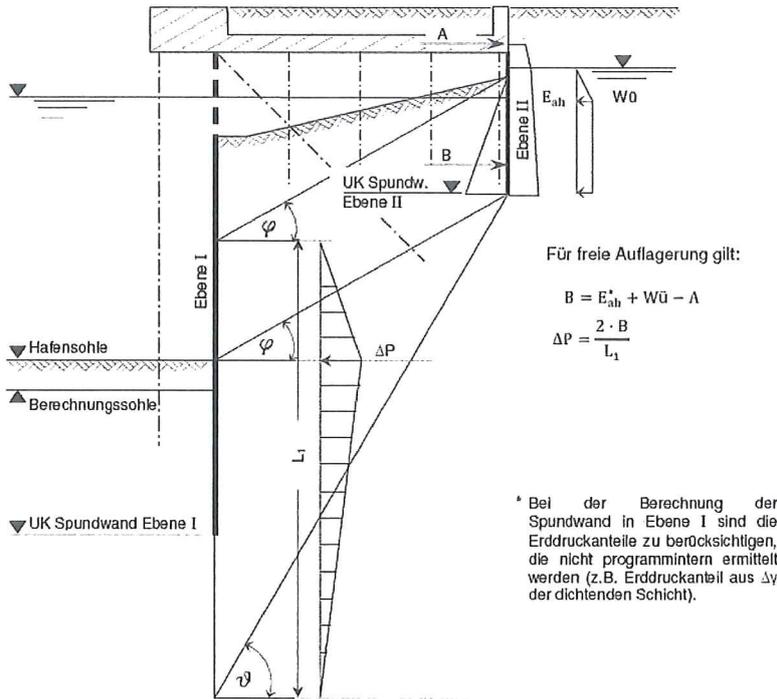


Abbildung 2-1: Bild 14, aus HPA, Leistungsbeschreibung, Teil C1 – Technische Bearbeitung

Tabelle 1 Erddruckverteilung und Gesamtlast aus Retainberechnung zur Vorzugsvariante

Tiefe [m]	Verformung w [mm]	Bettungsmodul ks kN/m³	Flächenlast	
			ks*w kN/m²	Kraft kN/m
1,30	-8,2	-	0,00	0,00
1,29	-8,2	0,00E+00	0,00	0,00
1,00	-8,4	1,50E+04	-126,27	-18,31
0,20	-8,9	1,50E+04	-133,40	-103,87
-0,20	-9	1,50E+04	-135,59	-53,80
-0,70	-9,1	1,50E+04	-136,29	-67,97
-0,80	-9,1	1,50E+04	-136,11	-13,62
-1,10	-9	2,27E+04	-203,71	-50,97
-1,20	-9	2,34E+04	-209,62	-20,67
-1,70	-8,7	2,76E+04	-239,22	-112,21
-2,70	-7,7	3,87E+04	-298,43	-268,83
-3,70	-6,5	5,00E+04	-325,54	-311,99
-4,77	-5,1	5,00E+04	-257,27	-311,80
-5,77	-3,9	5,00E+04	-197,00	-227,14
-6,77	-2,9	5,00E+04	-143,90	-170,45
-7,77	-2	5,00E+04	-99,78	-121,84
-8,76	-1,3	5,00E+04	-65,10	-81,62
-9,77	-0,8	5,00E+04	-39,25	-52,70
-10,77	-0,4	5,00E+04	-21,48	-30,37
-11,78	-0,2	5,00E+04	-10,47	-16,13
-12,78	-0,1	5,00E+04	-4,79	-7,63
-13,79	-0,1	5,00E+04	-3,09	-3,98
-14,80	-0,1	5,00E+04	-4,16	-3,66
-15,50	-0,1	5,00E+04	-6,00	-3,56
-15,70	-0,1	6,00E+04	-7,97	-1,40
-16,70	-0,2	6,00E+04	-12,40	-10,19
-17,70	-0,3	6,00E+04	-17,36	-14,88
-18,70	-0,4	6,00E+04	-22,46	-19,91
Gesamtlast [kN/m]				-2099,46



g:\dat\prj\274 anprall prüfer hb1ev2\08 plan-erg\81_zwischenbericht\memo_90274-01_zusatzspannung.docx, F. 8-17a

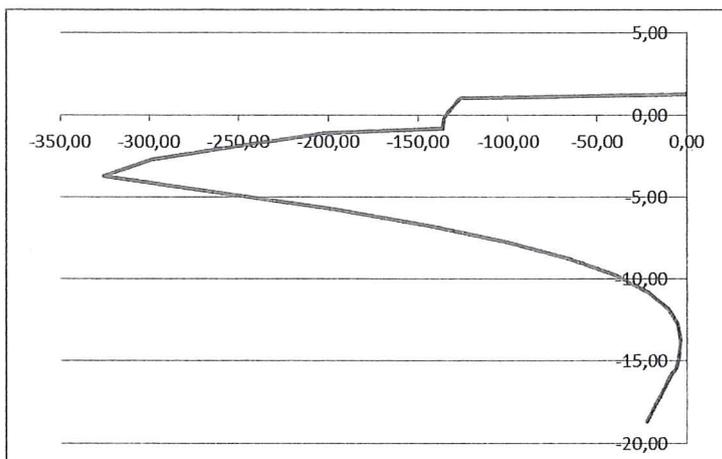


Abbildung 2-2: Erddruckverteilung [kN/m² und m]

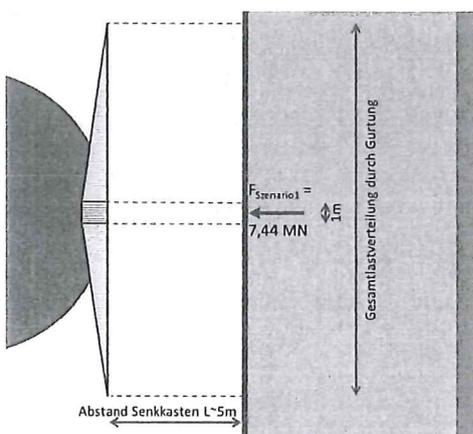


Abbildung 2-3: Skizze horizontale Lastverteilung

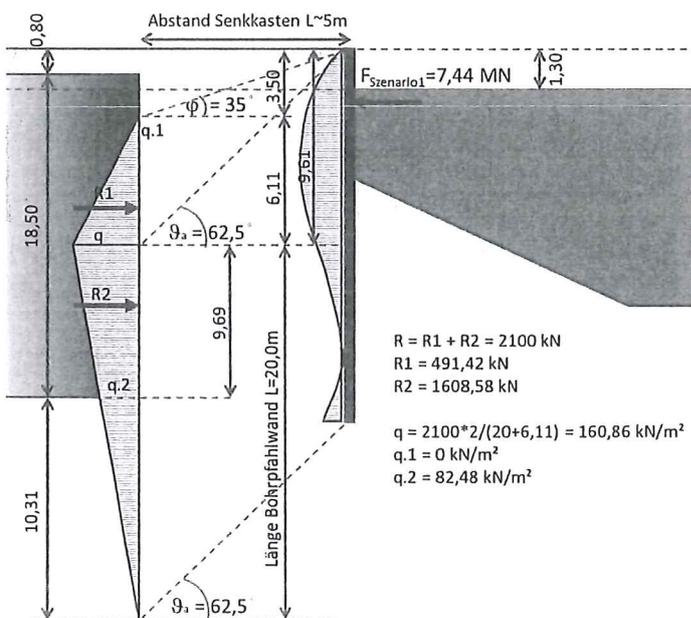


Abbildung 2-4: Skizze vertikale Lastverteilung



g:\dat\ur\274 anprall pfelder hbiv2\08 plan-erg\81_zwischenbericht\memo_90274-01_zusatzspannung.docx, F 8-17a

3 Zusammenfassung

Konservativ kann am Scheitelpunkt des Senkkastens mit einer Flächenlast von:

$$q_{\max} = \underline{160,86 \text{ kN/m}^2}$$

gerechnet werden.

Alternativ kann nur der auf den Senkkasten wirkende Teil der Flächenlast als Rechtecklast umgelagert werden. Hierbei ergibt sich eine Streckenbelastung von:

$$q_{\text{mittel}} = (160,86 * 6,11 / 2 + (160,86 + 82,48) / 2 * 9,69) / (9,69 + 6,11) = \underline{105,72 \text{ kN/m}^2}$$

Dieser Wert wird als realistische Größe für die statische Untersuchung des Senkkastens angesehen.

Hamburg, 20. Februar 2013

IMS Ingenieurgesellschaft mbH

In statischer und konstruktiver Hinsicht geprüft:
Prüf. 1951 des Prüfverzeichnisses 2012
Ascheberg, den 02.05.2013
Dr.-Ing. Johannes Vogt
Gartenweg 1-3
24320 Ascheberg - Tel. 04526 / 30 71 - 0
Prüfingenieur für Statik gemäß Anerkennungsurkunde
der obersten Prüfungsbehörde des Landes Schleswig-
Holstein vom 03. April 1999 für die Fachrichtungen
Massivbau, Metallbau und Holzbau

Vogt