



Schiffsterminal im Rhein-Lippe-Hafen in Wesel (ehemals Ölhafen)

Bericht 2:

Erläuterungsbericht Standsicherheit

BORCHERT INGENIEURE

Umwelt - Geotechnik - Baugrundlabor



Borchert Ingenieure · Steeler Straße 529 · 45276 Essen

GS-Recycling GmbH & Co. KG
Raiffeisenstraße 38
47665 Sonsbeck

vorab per Mail: m.patt@patt-gmbh.de

Borchert Ingenieure GmbH & Co. KG
Steeler Straße 529 · 45276 Essen

Geschäftsführender Gesellschafter
Dipl.-Ing. Christoph Borchert
Öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Bodenmechanik,
Erd- und Grundbau der Industrie- und
Handelskammer zu Essen
Staatlich anerkannter Sachverständiger für Erd-
und Grundbau der Ingenieurkammer-Bau NRW

fon 0201 / 43555-0
fax 0201 / 43555-43
info@borchert-ing.de
www.borchert-ing.de

Projekt	7198/46
Zeichen	Bo
Datum	13.04.2015
Datei	7198-b3.docx

**Tankanleger im Ölhafen Wesel der DeltaPort
hier: Erläuterungsbericht Standsicherheit Entwurfs- und Genehmigungsplanung**

1. Veranlassung und Planungsvorhaben

Das Entsorgungsunternehmen GS-Recycling GmbH & Co. KG, Sonsbeck, plant im Bereich des von DeltaPort betriebenen Ölhafens in Wesel den Neubau eines Schiffsanlegers. Der Schiffsanleger soll Abmessungen von ca. 135 × 12 m erhalten und eine beidseitige Schiffsanlegung ermöglichen. Der Schiffsanleger soll etwa 25 m in die Böschung des das Hafenbecken begrenzenden Deiches einbinden.

Im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung wird eine Vorbemessung des als Spundwand-Fangedamms konzipierten Schiffsanlegers vorgenommen. Der dieser Vorbemessung zu Grunde liegende Bauablauf und die angesetzten Belastungen werden nachfolgend erläutert.

Die Antragsunterlagen werden federführend vom Ingenieurbüro R. A. Patt GmbH, Voerde, zusammengestellt.



2. Unterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Erläuterungsberichtes der Standsicherheit im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Vorabzug Lageplan Ingenieurbüro Patt vom 08.09.2014
- Voruntersuchung Ingenieurbüro Patt vom 08.09.2014
- Baugrundgutachten Borchert Ingenieure 7198/46 vom 20.11.2014
- Geotechnischer Bericht Borchert Ingenieure zum Deichzustand 7198/46 vom 20.01.2015
- Normen und Vorschriften: EAU, Ausgabe 2012
- Spundwandhandbuch ThyssenKrupp GfT Bautechnik, 2. Auflage, 2008
- EC 3, DIN EN 1993, Stahlbau Bemessung und Konstruktion
- EC 7, DIN EN 1997, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

3. Bauablauf

Für die Errichtung des Schiffsanlegers ist folgender Bauablauf geplant und wird den Standsicherheitsuntersuchungen zu Grunde gelegt:

- (1) Einbringen der Spundwand vom Wasser aus
 - (2) Einbinden der Spundwand in den vorhandenen Deich von Land aus
 - (3) Montage der Kopfhalterung zur Reduzierung der Kopfauslenkungen im gelenzten Zustand
-



- (4) Lenzen des geschlossenen Fangedamms
- (5) Verfüllen des Fangedamms bis zur 1. Ankerlage
- (6) Einbau 1. Ankerlage
- (7) Verfüllen des Fangedamms bis zur 2. Ankerlage
- (8) Einbau 2. Ankerlage
- (9) Verfüllen des Fangedamms bis zur 3. Ankerlage
- (10) Einbau 3. Ankerlage
- (11) Restverfüllung des Fangedamms bis Unterkante Planum
- (12) Montage der Poller

4. Statisches Konzept

Als Statisches Konzept ist eine bereichsweise eingespannte, gegeneinander dreifach rückverankerte umlaufende Spundwand vorgesehen. Es ist davon auszugehen, dass beidseitig des Fangedamms Schiffe gleichzeitig anlegen können. Deshalb werden beidseitig in einem gegenseitigen Abstand von ca. 30 m insgesamt 3 Doppelpollerreihen mit innenliegender Leiter angeordnet. Die Spundwand erhält keinen Korrosionsschutz, sondern bei der Bemessung wird von einer Abrosungsrate von 0,03 mm/a, bezogen auf eine Standzeit von 60 Jahren, also insgesamt 1,8 mm ausgegangen.

Die Verankerungslasten werden mit innen liegenden lastverteilenden Stahlträgern als Doppel-U-Träger verteilt. Der obere Abschluss der Spundwand wird durch einen umlaufenden Stahlbetonholm gebildet.

Die Verfüllung der Spundwand wird mit örtlich verfügbaren feinkörnigen Sanden vorgenommen. Ab einer Verfüllhöhe von ca. 1 m wird die Verfüllung lagenweise mit Verdichtung vorgenommen so dass die Sande dann einen Reibungswinkel von mindestens 32,5° aufweisen.



5. Lastannahmen

Es wird von folgenden Lastannahmen ausgegangen:

- Verkehrslast: SLW 60
- Hebezeug: SLW 60
- Pollerzug ungünstig wirkend: 300 kN/Poller
- Vertikallast Kopfbalken: 25 kN/m
- Wichte Verfüllboden: 18...19 kN/m³
- Wasserstände Hafen: von + 12,46 mNN bis + 22,51 m NN (Rhein-NW bis Rhein-HHQ)
- Innenwasserspiegel ungünstig: + 1m höher als Außenwasserspiegel

6. Spundwandparameter

Spundwandprofil:	Larssen 606 n
Stahlgüte:	S 355 GP
OK:	+ 25,7 m NHN
UK:	+ 3,7 m NHN
Länge L:	22,0 m
Ankerlagen:	3, Abstand a = 2,40 m
Ankertyp:	Rundstahlanker M 72 S 355, d = 56 mm

7. Schlussbemerkungen

Der Stand der statischen Planung in der Phase der Entwurfs- und Genehmigungsplanung stellt den Stand vom 30.03.2015 dar. Sollten Änderungen in der Planung vorgenommen werden, bitten wir um umgehende Information.



Der Erläuterungsbericht ist nur in Verbindung mit den in der Anlage 1 zusammengestellten Stand-
sicherheits- und Tragfähigkeitsnachweisen gültig.

Dipl.-Ing. Christoph Borchert
Geschäftsleitung

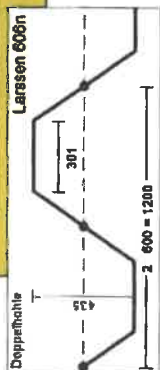
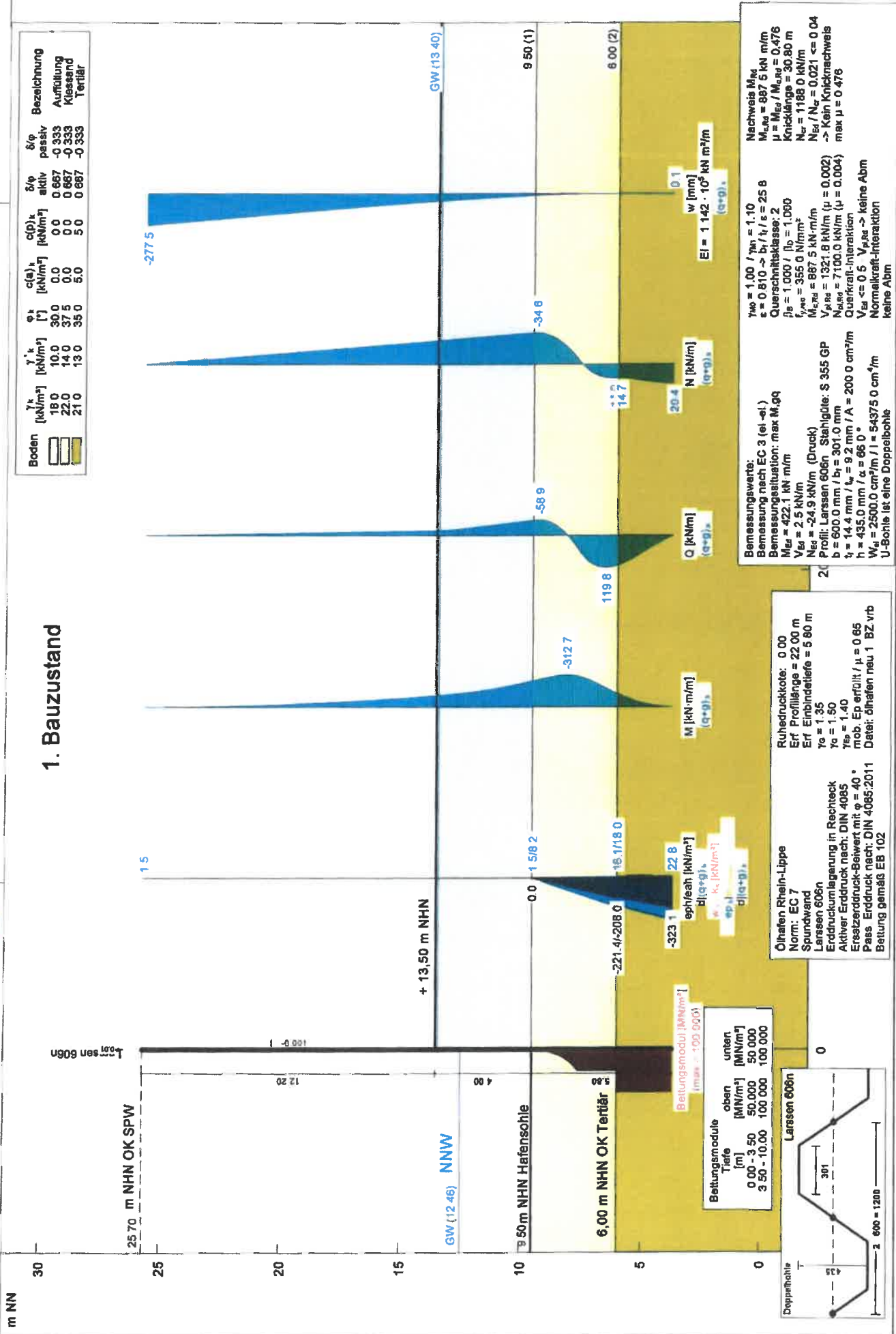


Dipl.-Ing. Dietermar Helfers
Projektleiter

1 Anlage
Tragfähigkeitsnachweise Spundwand

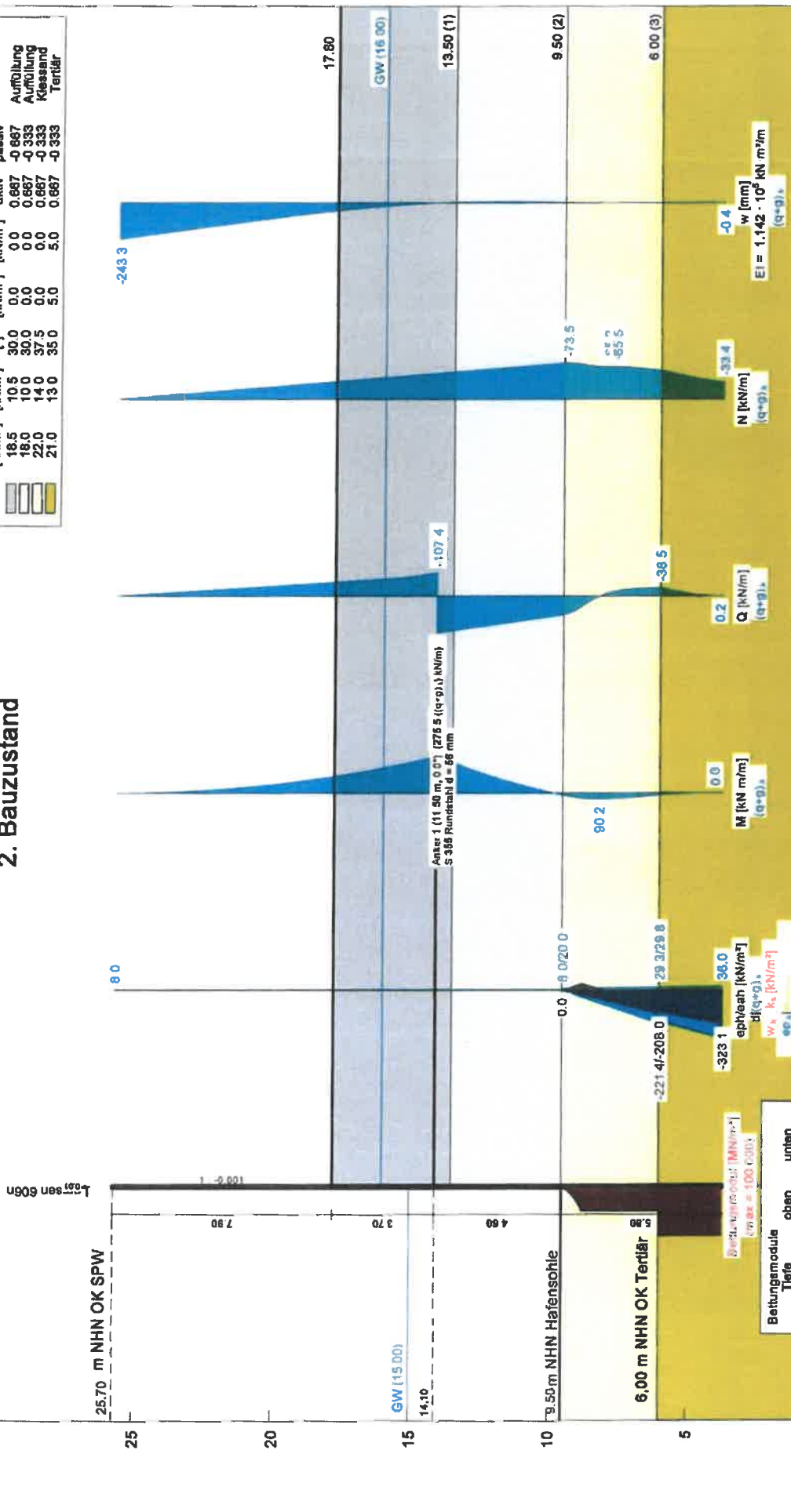


**Stand- und Tragsicherheitsnachweis des Tankanlegers
in Spundwand-Fangedamm-Bauweise**



Boden	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{k,akt}$ [kN/m ³]	$\gamma_{k,pass}$ [kN/m ³]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	δ/ϕ aktiv	δ/ϕ passiv	Bezeichnung
1	18.5	10.5	30.0	0.0	0.667	-0.667	Auflage
2	18.0	10.0	30.0	0.0	0.667	-0.333	Auflage
3	22.0	14.0	37.5	0.0	0.667	-0.333	Kessand
4	21.0	13.0	35.0	5.0	0.667	-0.333	Tertiär

2. Bauzustand



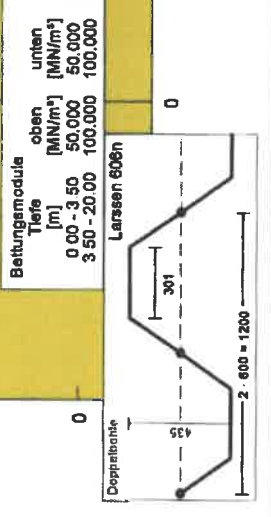
Bemessungswerte:
 Bemessung nach EC 3 (ei - ei)
 Bemessungssituation: max M, qg
 $M_{Ed} = 744.9$ kNm
 $V_{Ed} = 227.0$ kNm
 $N_{Ed} = -70.5$ kNm (Druck)
 Profil: Lagersen 606n Stahlgüte: S 965 GP
 $b = 600.0$ mm / $b_y = 301.0$ mm
 $h = 14.4$ mm / $h_y = 9.2$ mm / $A = 200.0$ cm²/m
 $W_y = 2500.0$ cm³/m / $i_y = 54.375$ cm⁴/m
 U-Bohle ist eine Doppelbohle

Nachweis M,Ed
 $M_{Rd} = 887.5$ kNm/m
 $\mu = M_{Ed} / M_{Rd} = 0.839$
 Knicklänge = 23.20 m
 $N_{Ed} / N_{Rd} = 0.034 \ll 0.04$
 -> Kein Knicknachweis
 max $\mu = 0.839$

Bemessungswerte:
 $\gamma_{red} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\alpha = 0.810$ -> $b_y / h_y = 25.8$
 Querschnittsklasse: 2
 $\beta_B = 1.000$ / $\beta_P = 1.000$
 $V_{Rd} = 355.0$ kNm/m
 $M_{Rd} = 887.5$ kNm/m
 $N_{Rd} = 1321.8$ kNm/m ($\mu = 0.172$)
 $V_{Rd} = 7100.0$ kNm/m ($\mu = 0.010$)
 Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \ll 0.5$ $V_{Rd} \rightarrow$ keine Abm
 Normalkraft-Interaktion
 Keine Abm

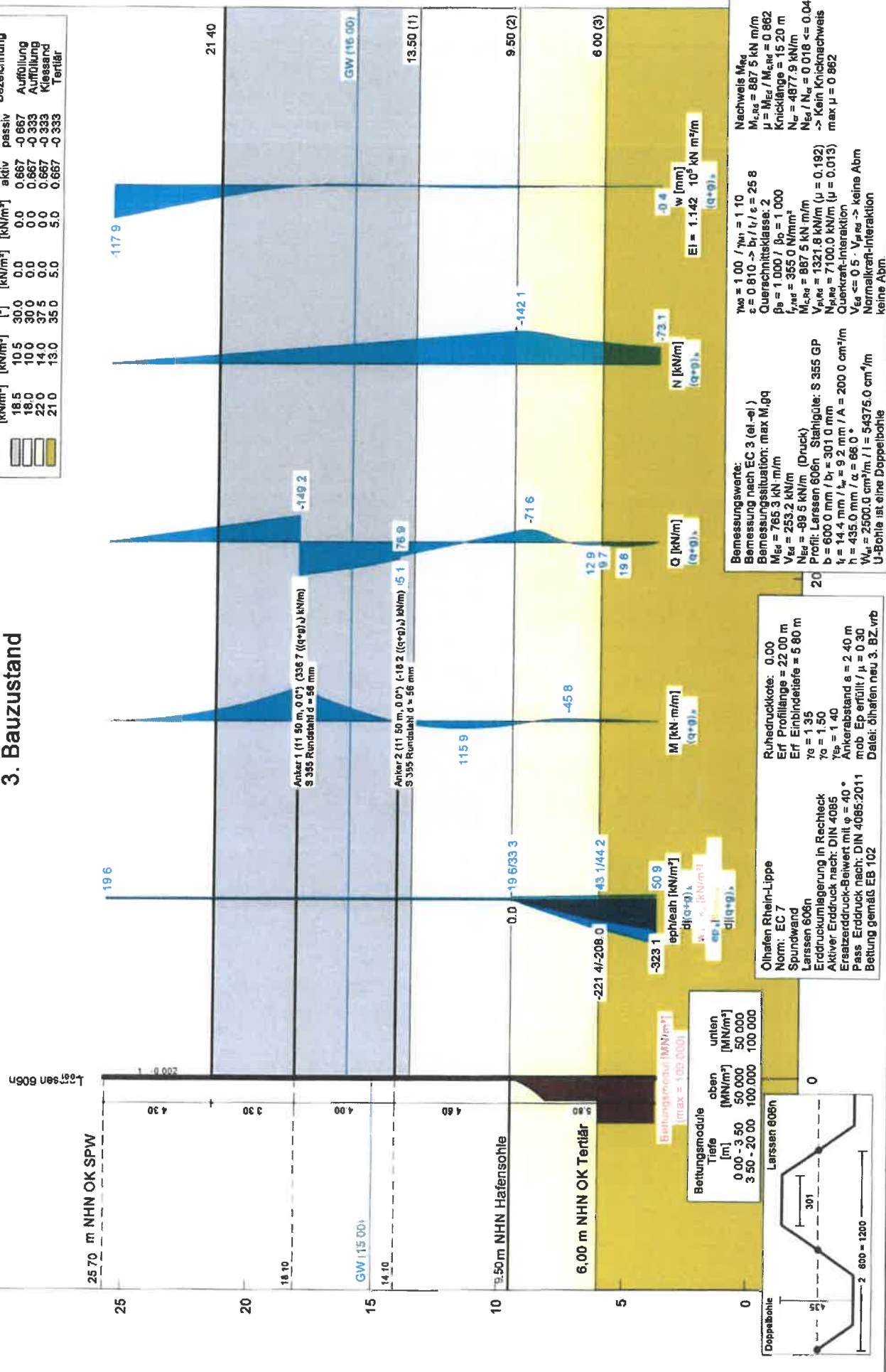
Ölhafen Rhein-Lippe
 Norm: EC 7
 Spundwand
 Lagersen 606n
 Erdruhmiegrung in Rechteck
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Ersatzerdruk-Beiwert mit $\phi = 40^\circ$
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
 Bettung gem&B EB 102

Ruhrdruckkote: 0.00
 Erf. Profillänge = 22.00 m
 Erf. Einbindtiefe = 5.80 m
 $\gamma_e = 1.35$
 $\gamma_{ep} = 1.40$
 Ankerabstand a = 2.40 m
 mob. Ep erfollt / $\mu = 0.07$
 Datei: ölhafen neu 2. BZ.vrb



3. Bauzustand

Boden	γ_k [kNm ⁻³]	$\gamma'_{1,k}$ [kNm ⁻³]	φ_k [°]	$c(\theta)_k$ [kN/m ²]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	δ/φ aktiv / passiv	Bezeichnung
18.5	10.5	10.5	30.0	0.0	0.0	0.667 / -0.667	Auffüllung
18.0	10.0	10.0	30.0	0.0	0.0	0.667 / -0.333	Auffüllung
22.0	14.0	14.0	37.5	0.0	0.0	0.667 / -0.333	Kiesstand
21.0	13.0	13.0	35.0	5.0	5.0	0.667 / -0.333	Tertiär



Bemessungswerte:
 Bemessung nach EC 3 (el-el)
 Querschnittsklasse: 2
 $M_{Ed} = 765.3$ kN·m/m
 $V_{Ed} = 253.2$ kN/m
 $N_{Ed} = -89.5$ kN/m (Druck)
 Profil: Larssen 606n Stahlgüte: S 355 GP
 $b = 600$ mm / $b_f = 301$ mm
 $h = 14.4$ mm / $h_w = 9.2$ mm / $A = 200$ cm²/m
 $W_{pl,y} = 435.0$ cm³/m / $i_y = 66.0$ cm
 $W_{pl,z} = 2500.0$ cm³/m / $i_z = 54.375$ cm / m
 U-Bohle ist eine Doppelbohle

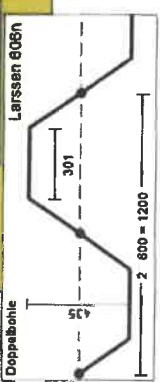
Nachweis Med:
 $M_{Ed} = 867.5$ kN·m/m
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.862$
 Knicklänge = 15.20 m
 $N_{Ed} = 4877.9$ kN/m
 $N_{pl,Rd} = 0.018 \ll 0.04$
 -> Kein Knicknachweis
 max $\mu = 0.862$

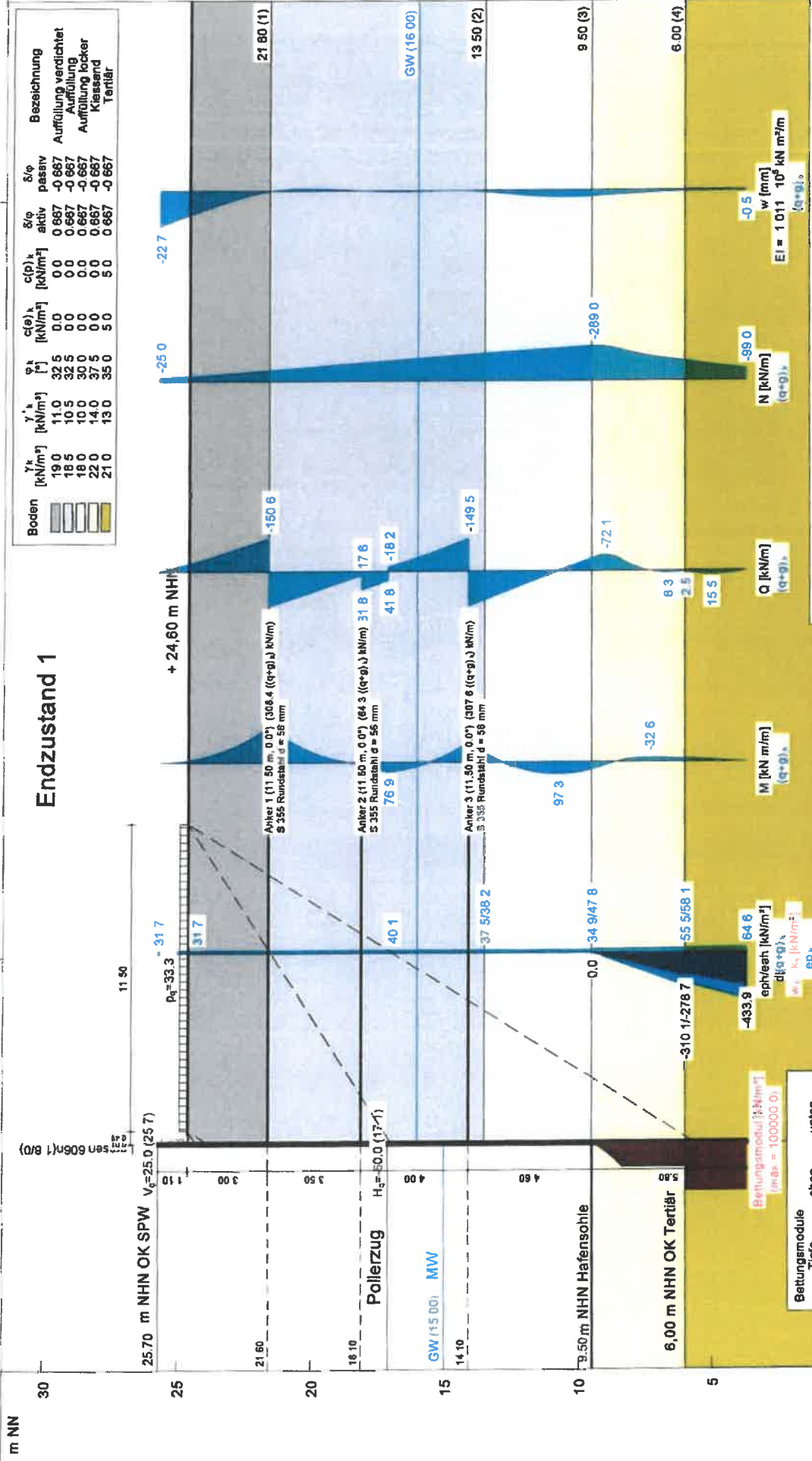
Normalkraft-Interaktion:
 $V_{Ed} \ll 0.5 \cdot V_{pl,Rd}$ -> keine Abm
 keine Abm

Ölhafen Rhein-Lippe
 Norm. EC 7
 Spundwand
 Larssen 606n
 Erdruckumlagerung in Rechteck
 Ersatzdruck-Belwert mit $\alpha = 40^\circ$
 Pass. Erdruck nach: DIN 4065:2011
 Bettung gemäß EB 102

Ruhedruckkote: 0.00
 Erf. Profilänge = 22.00 m
 Erf. Einbindetiefe = 5.80 m
 $\gamma_0 = 1.35$
 $\gamma_{sp} = 1.50$
 $\gamma_{ep} = 1.40$
 Ankerabstand $a = 2.40$ m
 mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.30$
 Daten: Ölhafen neu 3. BZ. vrb

Bettungsmodüle	oben	unten
Tiefe [m]	0.00 - 3.50	50.000
	3.50 - 20.00	100.000
		100.000





Bemessungswerte:

Bemessung nach EC 3 (e)-(e))

Bemessungssituation: max M, gg

$M_{Ed} = 397.8$ kN m/m

$V_{Ed} = 215.4$ kN/m

$N_{Ed} = -123.5$ kN/m (Druck)

Profil: Larssen 606n(1.80)

$b = 600.0$ mm / $b_s = 301.0$ mm

$t = 12.6$ mm / $t_w = 7.4$ mm / $A = 176.7$ cm²/m

$h = 433.2$ mm / $i_x = 66.0$ cm

$W_{pl} = 2212.7$ cm³/m / $I = 48125.5$ cm⁴/m

U-Bohle ist eine Doppelbohle

Nachweis Max

$M_{cr,ed} = 785.5$ kN m/m

$\mu = M_{Ed} / M_{cr,ed} = 0.506$

Knicklänge = 10.40 m

$N_{cr} = 9222.1$ kN/m

$N_{Ed} / N_{cr} = 0.013 \ll 0.04$

\rightarrow Kein Knicknachweis

max $\mu = 0.506$

$\gamma_{re} = 1.00$ / $\gamma_{w} = 1.10$

$\alpha = 0.810 \rightarrow b_1 / t_r / e = 29.5$

Querschnittsklasse: 2

$\beta_a = 1.000$ / $\beta_b = 1.000$

$f_{y,red} = 355.0$ N/mm²

$M_{pl,red} = 785.5$ kN m/m

$N_{pl,red} = 1063.2$ kN/m ($\mu = 0.203$)

$N_{k,red} = 6272.8$ kN/m ($\mu = 0.020$)

Querkraft-Interaktion

$V_{Ed} \ll 0.5 \cdot V_{pl,Ed} \rightarrow$ keine Abm

Normalkraft-Interaktion

keine Abm

Ölhafen Rhein-Lippe

Norm: EC 7

Spundwand

Larssen 606n(1.80)

Erdrückumlagerung in Recheck

Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Erzsetzdruck-Belwert mit $\phi = 40^\circ$

Pass Erddruck nach: DIN 4085:2011

Erf. Profilänge = 22.00 m

Erf Einbindetiefe = 5.80 m

$\gamma_{\text{ob}} = 1.35$

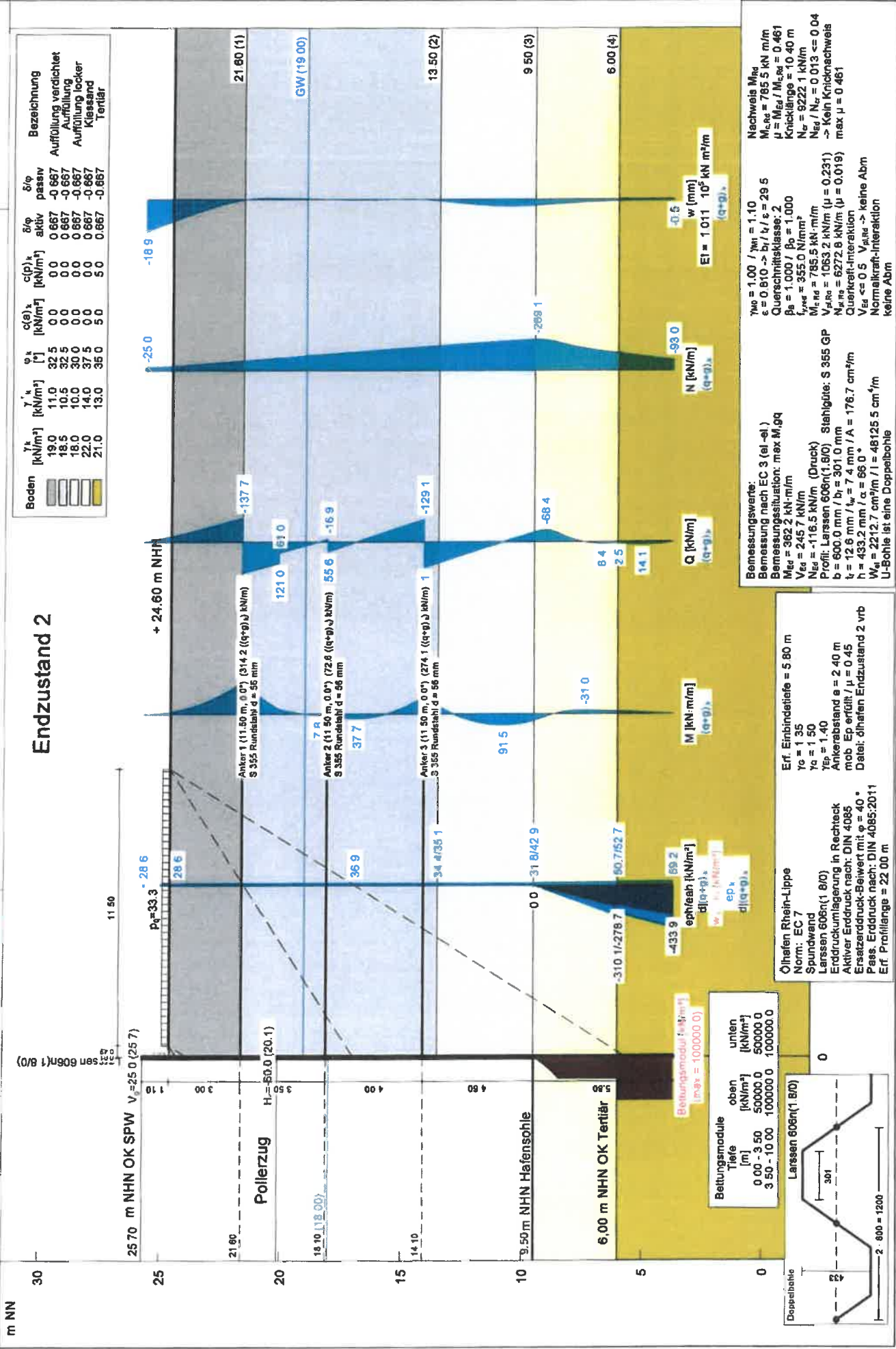
$\gamma_{\text{un}} = 1.50$

$\gamma_{\text{sp}} = 1.40$

Anterstand $a = 2.40$ m

mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.45$

Datier: Ölhafen Endzustand 1 vrb



Boden

Bezeichnung	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_{eff} [kN/m ³]	θ_1 [°]	$c(\theta)_h$ [kN/m ²]	$c(p)_h$ [kN/m ²]	$s_{(p)}$ aktiv	$s_{(p)}$ passiv
Auffüllung verdichtet	19.0	11.0	32.5	0.0	0.0	0.667	0.667
Auffüllung locker	18.5	10.5	32.5	0.0	0.0	0.667	0.667
Klassend	18.0	10.0	30.0	0.0	0.0	0.667	0.667
Tertiär	22.0	14.0	37.5	0.0	0.0	0.667	0.667
	21.0	13.0	35.0	5.0	5.0	0.667	0.667

Bemessungswerte:
 Bemessung nach EC 3 (ed-ed)
 Bemessungssituation: max M, qg
 $M_{Ed} = 362.2 \text{ kN-m/m}$
 $N_{Ed} = 245.7 \text{ kN/m}$
 $V_{Ed} = -116.5 \text{ kN/m}$ (Druck)
 Profil: Larssen 606n(1.8/0) Stahlgüte: S 355 GP
 $b = 600.0 \text{ mm}$ / $b_w = 301.0 \text{ mm}$
 $t_w = 12.6 \text{ mm}$ / $t_{w,eff} = 7.4 \text{ mm}$ / $A = 176.7 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $W_{pl,y} = 433.2 \text{ cm}^3/\text{m}$ / $i_y = 66.0 \text{ cm}$
 $W_{pl,z} = 2212.7 \text{ cm}^3/\text{m}$ / $i_z = 48125.5 \text{ cm}^4/\text{m}$
 U-Böschung ist eine Doppelböschung

Nachweis Max
 $M_{Ed} = 785.5 \text{ kN-m/m}$
 $\mu = M_{Ed} / W_{pl,y} = 0.461$
 Knickelänge = 10.40 m
 $N_{Ed} = 9222.1 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} / N_{Rk} = 0.013 \ll 0.04$
 max $\mu = 0.461$

Querschnittsklasse: 2
 $\beta_w = 1.000$ / $\beta_{pl} = 1.000$
 $f_{y,red} = 355.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{Rk,red} = 785.5 \text{ kN-m/m}$
 $N_{Rk,red} = 1063.2 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.231$)
 $V_{Rk,red} = 6272.8 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.019$)
 Querschnitt-Interaktion
 $V_{Ed} \ll 0.5$ $V_{pl,red}$ -> keine Abm
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm

Ölhafen Rhein-Lippe
 Norm. EC 7
 Spundwand
 Larssen 606n(1.8/0)
 Erdruckumlagerung in Rechteck
 Aktiver Erdruck nach: DIN 4085
 Ersatzdruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$
 Pass. Erdruck nach: DIN 4085:2011
 Erf. Profillänge = 22.00 m

Erf. Einbindetiefe = 5.80 m
 $\gamma_0 = 1.35$
 $\gamma_{0,sp} = 1.50$
 Ankerabstand $a = 2.40 \text{ m}$
 mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.45$
 Datei: ölhafen Endzustand 2 vrb

Bettungsmodul

Tiefe [m]	oben [kN/m ³]	unten [kN/m ³]
0.00 - 3.50	50000.0	50000.0
3.50 - 10.00	100000.0	100000.0

Bettungsmodul $(\text{max} = 100000.0)$
 $ep_{(q+p)}$
 $w_{(q+p)}$
 $d_{(q+p)}$

