
Auftraggeber : **WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH**
Langenstraße 2 - 4, 28195 Bremen

Projekt : **Überseestadt Bremen – Holz- und
Fabrikenhafen Südseite**

- Teil A: Holz- und Fabrikenhafen Süd
- Teil B: Kranhafen- und Kühlhauskaje
- Teil C: Wendebecken

hier : **Ermittlung der Erddruck- und
Wasserdruckbelastungen für den
Belastungsfall "Überflutung der Kaje"
nach dem Verfahren nach CULMAN**

Datum : **08.11.2016**

Az. : 1917-2015GU5

. Ausfertigung

INHALTSVERZEICHNIS

1	Vorgang und Aufgabenstellung	1
2	Unterlagen	2
3	Angaben zum Bauwerk	4
4	Baugrund	4
5	Wasserstände	5
6	Erläuterung der von uns durchgeführten Berechnungen und der Zusammenarbeit mit bremenports	5
7	Ergebnisse unserer Berechnungen	7
7.1	Allgemeines	7
7.2	Kühlhauskaje	8
7.3	Holzhafen	8
7.4	Kühlhauskaje - Westseite (Schnitt II - II)	8
7.5	Kaje "Weiche Kante" (Schnitt I - I)	8
8	Ergänzende Bemessungsprofile	9

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Anl. 1.1	Übersichtlageplan
Anl. 1.2.1	Lageplan mit Lage der Bemessungsprofile, der Grundwassermessstelle GWM 11, der Schnitte sowie der Baugrunderkundungen im Bereich der Kühlhauskaje und des Wendebeckens
Anl. 1.2.2	Lageplan mit Lage der Bemessungsprofile, der Grundwassermessstellen und der Baugrunderkundungen im Bereich der Kaje des Holz- und Fabrikenhafens (Südseite)
Anl. 1.3	Zuordnung der Bemessungsprofile zu den Drucksondierungen
Anl. 2.1	Kühlhauskaje - Erddruck- und Wasserdruckbelastung beim BP III
Anl. 2.2	Kühlhauskaje - Erddruck- und Wasserdruckbelastung beim BP IV
Anl. 2.3	Kühlhauskaje - Erddruck- und Wasserdruckbelastung beim BP IX
Anl. 2.4	Kühlhauskaje - Erddruck- und Wasserdruckbelastung beim BP V
Anl. 2.5	Kühlhauskaje - Erddruck- und Wasserdruckbelastung beim BP VII

Anl. 3.1	Holzhafenkaje - Erddruck- und Wasserdruckbelastung beim BP X
Anl. 3.2	Holzhafenkaje - Erddruck- und Wasserdruckbelastung beim BP III
Anl. 3.3	Holzhafenkaje - Erddruck- und Wasserdruckbelastung beim BP VIII
Anl. 3.4	Holzhafenkaje - Erddruck- und Wasserdruckbelastung beim BP VII
Anl. 3.5	Holzhafenkaje - Erddruck- und Wasserdruckbelastung beim BP VI
Anl. 3.6	Holzhafenkaje - Erddruck- und Wasserdruckbelastung beim BP XI
Anl. 4.1	Bemessungsprofil für den Bereich "Weiche Kante", abgeleitet aus der Drucksondierung CPTÜ-106
Anl. 4.2	Bemessungsprofil für den Bereich "Weiche Kante", abgeleitet aus der Drucksondierung CPTÜ-107

PROF. DR.-ING. VICTOR RIZKALLAH + PARTNER
Ingenieurgesellschaft mbH, Beratende Ingenieure für Erd- und Grundbau
Herrenhäuser Kirchweg 19 · D-30167 Hannover

Erd- und Grundbau · Spezialtiefbau
Hafenbau · Damm- und Deponiebau
Beweissicherungen · Erdbaulabor

Telefon (0511) 70 88 75
Telefax (0511) 70 88 00
Prof.Rizkallah@t-online.de
info@rizkallah.de

RI+P Prof. Rizkallah + Partner · Herrenhäuser Kirchweg 19 · 30167 Hannover

WFB

Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Langenstraße 2-4

wissenschaftliche Berater/Partner:
Prof. Dr.-Ing. Werner Richwien
Prof. Dr.-Ing. Martin Achmus
Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah

28195 Bremen

Ihre Zeichen
IA/2011-01/i11111-1.11985

Ihre Nachricht vom
27.10.2015

Unser Zeichen
1917-2015GU5

Datum
08.11.2016

Betr.: **Überseestadt Bremen – Holz- und Fabrikenhafen**
hier: Ermittlung der Erddruck- und Wasserdruckbelastungen für den Belastungsfall
"Überflutung der Kaje" nach dem Verfahren nach CULMAN

Bezug: Schriftliche Auftragserteilung vom 27.10.2015,
Vertrag-Nr. IA/2011-01/i11111-1.11985

1 Vorgang und Aufgabenstellung

Die Wirtschaftsförderung Bremen GmbH (WFB) plant im Holz- und Fabrikenhafen in Bremen die Herstellung einer neuen Hochwasserschutzwand. Außerdem sollen die bestehenden Kaje unter Berücksichtigung neuer Ansätze nachgerechnet werden und ggf. Sanierungsmaßnahmen festgelegt werden.

Mit der Tragwerksplanung wurde die bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven, beauftragt.

Im Januar/Februar 2016 wurden im Planungsbereich ergänzende Baugrunderkundungen durchgeführt und anschließend von uns ausgewertet.

Gemäß den Ingenieurverträgen vom 27.10.2015 wurden wir von der Wirtschaftsförderung Bremen GmbH (WFB) beauftragt, für verschiedene

GF: Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.- Ing. Sami Rizkallah

Firmensitz: 30167 Hannover
Amtsgericht Hannover HRB 0437
UST-ID: DE 11 56 78 135

Sparkasse Hannover
Konto 39 39 (BLZ 250 501 80)
BIC: SPKHDE2HXXX • IBAN: DE67 2505 0180 0000 0039 39

Kajenabschnitte Baugrund- und Gründungsgutachten zu erstellen, die wir mit den unter 2.1.3 bis 2.1.5 aufgelisteten Gutachten vorgelegt haben.

In diesen Gutachten hatten wir auftragsgemäß die Wasserdruckansätze angegeben, wobei allerdings die Wasserdruckverhältnisse für den Belastungsfall "Überflutung der Kaje" nicht nach den einschlägigen Vorschriften festgelegt werden konnten.

Die Wasserdruckverhältnisse für diesen Belastungsfall mussten durch umfangreiche FE Berechnungen ermittelt werden. Unseren entsprechenden Bericht (Az.: 1917-2015GU4) haben wir am 01.11.2016 vorgelegt [2.1.1].

Das vorliegende Gutachten dokumentiert die Zusammenarbeit mit bremenports bzgl. der unter Berücksichtigung der vorliegenden Wasserdruckverhältnisse ansetzbaren Wasserdrücke und Erddrücke.

Die entsprechenden Ergebnisse haben wir bereits planungsbegleitend kontinuierlich an bremenports übermittelt.

2 Unterlagen

Folgende Unterlagen standen uns für die Erstellung unseres Berichtes zu Verfügung:

- 2.1 Gutachten und Schreiben der RI+P, Prof. Rizkallah + Partner Ingenieurges. mbH, Hannover, erstellt im Auftrage der WFB, Wirtschaftsförderung Bremen GmbH, Bremen.
 - 2.1.1 Überseestadt Bremen – Holz- und Fabrikhafen Südseite, 1917-2015GU4, „Ermittlung der Wasserdruckverhältnisse nach Überflutung“ vom 01.11.2016.
 - 2.1.2 1917-2015BR3, Überseestadt Bremen - Holz- und Fabrikenhafen Südseite - "Weiche Kante", Ergänzende Bemessungsprofile.
 - 2.1.3 Überseestadt Bremen – Holz- und Fabrikhafen Südseite, Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand (HWS), GU3-2015GU3, „Baugrunduntersuchungsbericht mit Gründungsempfehlung“ vom 09.06.2016.
 - 2.1.4 Überseestadt Bremen – Holz- und Fabrikhafen Südseite, Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand (HWS) am Kühlhaus.1917-2015GU2, „Baugrunduntersuchungsbericht mit Gründungsempfehlung“ vom 09.05.2016.
 - 2.1.5 Überseestadt Bremen – Holz- und Fabrikhafen Südseite, „Weiche Kante“ (Wendebecken) 1917-2015GU1, „Baugrunduntersuchungsbericht mit Gründungsempfehlung“ vom 10.02.2016.
- 2.2 Folgende E-Mails der RI+P, Prof. Rizkallah + Partner Ingenieurges. mbH, Hannover, an bremenports:

- | | | |
|--------|-----------------------|---|
| 2.2.1 | 05.08.2016, 14:54 Uhr | Ergebnisse Kühlhauskaje, BP III und BP IX, verschiedene Bodenparameter beim Geschiebelehm |
| 2.2.2 | 14.08.2016, 10:05 Uhr | Ergebnisse Kühlhauskaje, BP IV, verschiedene Wasserdruckansätze |
| 2.2.3 | 18.08.2016, 15:31 Uhr | Ergebnisse Kühlhauskaje, BP III und BP IV und BP IX - 2. Rechengang |
| 2.2.4 | 19.08.2016, 11:14 Uhr | Ergebnisse Kühlhauskaje, BP V |
| 2.2.5 | 19.08.2016, 14:36 Uhr | Ergebnisse Kühlhauskaje, BP VII |
| 2.2.6 | 26.08.2016, 14:02 Uhr | Korrektur Bemessungsprofile Kühlhauskaje BP VII, BP X, BP XI |
| 2.2.7 | 07.09.2016, 14:13 Uhr | Holzhafen, Vergleich der Wasserdruckverhältnisse im westlichen und im östlichen Abschnitt |
| 2.2.8 | 28.09.2016, 13:20 Uhr | Ergebnisse Holzhafen, BP X |
| 2.2.9 | 28.09.2016, 15:06 Uhr | Ergebnisse Holzhafen, BP III |
| 2.2.10 | 30.09.2016, 11:38 Uhr | Ergebnisse Holzhafen, BP III |
| 2.2.11 | 05.10.2016, 08:39 Uhr | Ergebnisse Holzhafen, BP VII |
| 2.2.12 | 10.10.2016, 15:57 Uhr | Ergebnisse Holzhafen, BP VIII und BP XI |
| 2.2.13 | 12.10.2016, 09:28 Uhr | Ergebnisse Holzhafen, BP VIII - neuer Querkraftnullpunkt. |
| 2.2.14 | 12.10.2016, 10:09 Uhr | Ergebnisse Holzhafen, BP III Vergleichende Ansätze der Bodenparameter des Geschiebelehms |
| 2.2.15 | 12.10.2016, 11:18 Uhr | Ergebnisse Holzhafen, BP VI Vergleichende Ansätze der Bodenparameter des Geschiebelehms |
| 2.2.16 | 17.10.2016, 09:21 Uhr | Erläuterungen zu dem verwendeten Programm |
| 2.2.17 | 25.10.2016, 16:58 Uhr | Ergebnisse Holzhafen, BP XI |
-
- | | | |
|-------|---|--|
| 2.3 | Folgende E-Mails, erstellt und erhalten von der bremenports GmbH & Co.KG, Bremerhaven: | |
| 2.3.1 | 01.08.2016 - Kühlhauskaje - Bemessungswasserstand BS 3c - Abfließendes Hochwasser, „Berechnungsergebnisse BP III bis BP X. | |
| 2.3.2 | 04.08.2016 - Kühlhauskaje - Bemessungswasserstand BS 3c - Abfließendes Hochwasser, „Ausdrucke der Berechnungen von BP III, BP IV und BP IX. | |
| 2.3.3 | 16.08.2016 - Holz- und Fabrikenhafen (Südseite) - Kühlhauskaje - Bemessungswasserstand nach Cullmann, „Ergebnisse der neuen „GGU-Berechnung für die Bemessungsprofile III, IV und IX. | |
| 2.3.4 | 17.08.2016 - Holzhafen Kühlhauskaje - Ermittlung stützender Zusatzdruck, „Auswertung des ansetzbaren, stützenden Zusatzdruckes für die Bemessungsprofile III, IV und IX. | |
| 2.3.5 | 18.08.2016 - Holzhafen Kühlhauskaje - Berechnungsergebnisse „Weitere Berechnungsergebnisse BP V und BP VII. | |

- 2.3.6 23.09.2016 Holz- und Fabrikenhafen Südseite, Berechnungsergebnisse BP 5+6, BP 7a, BP 8, BP 9, BP 10, BP 3.
- 2.3.7 30.09.2016 Holz- und Fabrikenhafen Südseite, Zusammenfassung BP 3.
- 2.3.8 21.10.2016 Holz- und Fabrikenhafen Südseite, Berechnungsergebnisse BP 11.

3 Angaben zum Bauwerk

Die vorhandene Kaje unterteilt sich in die Bereiche

östlicher Holz- und Fabrikenhafen (unser Gutachten 1917-2015GU3),

Kühlhauskaje (unser Gutachten 1917-2015GU2) und

westliche und südliche Kaje im Bereich des Wendebeckens (unser Gutachten 1917-2015GU1).

In der Anlage 1.1 sind diese Bereiche, in der Anlage 1.2.1 ist die Lage der Schnitte E-E und I-I bis III-III dargestellt.

Die Oberkante der Kaje liegt auf NN + 5,8 m, d.h. bei dem Hochwasserereignis NN +7,25 m (vgl. Abschnitt 5) werden die Kajen überflutet.

Da die Spundwände des Holz- und Fabrikenhafens planmäßig hergestellte „Entwässerungslöcher“ haben, dringt bei diesem Hochwasserereignis Wasser in die Hinterfüllung ein und fließt nach Abklingen der Überflutung zeitverzögert wieder aus diesen Öffnungen heraus.

Dieser Vorgang wurde von uns numerisch untersucht. Die Ergebnisse sind in unserem Gutachten 1917-2015GU4 vom 01.11.2016 dargestellt und erläutert. Sie dienen als Grundlage für die in diesem Gutachten durchgeführten Berechnungen.

4 Baugrund

Die Baugrundverhältnisse werden in unseren Gutachten [2.1.3, 2.1.4 und 2.1.5] umfassend dokumentiert und beschrieben.

Der erkundete Baugrund kann vereinfacht wie folgt beschrieben werden:

Unter einer Auffüllung von rd. 2 m aus Sand mit kiesigen Anteilen und mit Bauschutt und Schlacke folgen in der Regel zunächst lockere Sande bis maximal rd. 10 m Tiefe.

Unter den lockeren Sanden folgen mitteldicht bis dichte Sande, die bis maximal rd. 23 m Tiefe reichen. In den Sanden sind örtlich Klei- oder Lehmschichten bis zu rd. 2 m Dicke eingelagert.

5 Wasserstände

Die Tidewasserstände im Hafenbecken sind wie folgt:

HThw:	NN + 5,03 m
MThw:	NN + 2,54 m
MTnw:	NN – 1,61 m
NTnw:	NN – 2,74 m

Bemessungswasserstand: NN + 7,25 m

Die Grundwasserstände wurden in den vorliegenden Baugrunderkundungen zwischen NN + 0,72 m und NN + 1,46 m eingemessen.

Die Messungen bei den Grundwasserpegeln GWM 11 bis GWM 1 (Lage siehe Anl. 1.2.2) zeigen im Beobachtungszeitraum (18.12.2014 bis zum 14.04.2016) Wasserstände zwischen NN – 0,25 m und NN + 2,15 m.

Die Pegel GWM 11 bis GWM 6 zeigen nur geringe Amplituden von rd. 15 cm, die Pegel GWM 5 bis GWM 1 hingegen Amplituden von rd. 60 cm bis maximal rd. 150 cm.

6 Erläuterung der von uns durchgeführten Berechnungen und der Zusammenarbeit mit bremenports

In unserem Gutachten 1917-2015GU4 vom 1.11.2016 haben wir die Wasserdruckverhältnisse ermittelt, die sich hinter den Spundwänden nach einem Überflutungsereignis einstellen.

Man erhält ein sogenanntes Äquipotentialnetz, das sowohl die Wasserstände (die abfallende Wasserstandslinie) als auch die vertikalen und horizontalen Strömungsverhältnisse beinhaltet.

Dieses mit dem instationären FE Programm "GGU Transient" ermittelte Äquipotentialnetz wurde von uns in das Programm "Stabilty" der GGU Ingenieurgesellschaft übernommen. Bei Untersuchungen mit gebrochenen Gleitfugen nach JANBU kann dann mit diesem Programm für beliebige Koten die ungünstigste Erddruckgleitfuge ermittelt werden, bei der sich die größte Gesamtbelastung aus Erddruck und Wasserdruck ergibt.

Diese Berechnung entspricht dem grafischen Verfahren nach CULMAN, es müssen jedoch die Scherwinkel φ' der Böden derart verändert werden, dass der k_{ah} Wert in unserer Berechnung für einen Scherwinkel φ' mit dem Wandreibungswinkel $\delta = 0$ den gleichen Wert wie der korrekte Scherwinkel mit dem Wandreibungswinkel $\delta = 2/3 \varphi'$ ergibt.

Als maßgebende Kote haben wir den sogenannten Querkraftnullpunkt (erhalten aus der Vorberechnung von bremenports) angesetzt.

Unsere Berechnungen ergaben dann die jeweilige Erddruckgleitfuge mit der maximalen Gesamtbelastung. Diese setzt sich aus der Wasserdruck- und Erddruckbelastung zusammen.

Diese Belastungen haben wir an bremenports übermittelt. Die von uns ermittelten Erddruckbelastungen waren in der Regel größer, die Wasserdruckbelastungen jedoch nennenswert kleiner, als bei den von bremenports mit einem horizontalen Wasserstand durchgeführten Spundwandberechnungen.

Von bremenports wurden dann stützende Korrekturkräfte bei der Spundwandberechnung modelliert, so dass sich die gleichen Gesamtbelastungen wie bei unseren Berechnungen ergaben.

In der Regel ergab die neue Berechnung dann einen veränderten Querkraftnullpunkt, es wurde dann eine erneute Berechnung durch uns erforderlich.

Im Rahmen unser Kooperation mit bremenports wurde auch überprüft, ob bei den bindigen Böden (Geschiebemergel) der zulässige Ansatz von $c_{u,k}$ (= undrainierte Scherfestigkeit) zu geringeren Belastungen als der Ansatz von φ'_k und c'_k (= Endscherfestigkeit) führt.

Hierbei musste jedoch beachtet werden, dass keine negativen Erddruckordinaten auftreten. Dieses wurde seitens bremenports durch eine entsprechende Eingabe in das verwendete Programm sichergestellt.

Bei unseren CULMAN Berechnungen haben wir aus diesem Grunde in einigen Fällen nicht die vollen c_u Werte der tiefliegenden bindigen Böden angesetzt, sondern den c_u Wert soweit reduziert, dass sich keine Zugkräfte im Boden einstellen.

Der Ansatz eines Mindesterddruckes mit dem Ansatz $k_{ah} = 0,2$ war hier nicht erforderlich, weil die Scherkräfte der tiefliegenden bindigen Böden nicht zerstört werden können.

7 Ergebnisse unserer Berechnungen

7.1 Allgemeines

Die Ergebnisse unseren iterativ ermittelten Berechnungen sind in den Anlagengruppen 2 und 3 dargestellt. Die Grafiken zeigen jeweils die maßgebende Erddruckgleitfuge, die Gesamtbelastung, die Wasserdruckbelastung und die durch Subtraktion errechnete Erddruckbelastung.

Die Größe der Gesamtbelastung ergibt sich bei unseren Ermittlungen nach dem Ansatz

$$\text{Gesamtbelastung} = c_u - \text{Wert des fiktiven Bodens} \times 20.$$

Der Wert "20" resultiert aus der Eigenschaft, dass sich der Erdwiderstand eines gewichtslosen bindigen Bodens zu $2 \times c_u \times \text{Schichtdicke}$ (hier: 10 m) ergibt.

Die Wasserdruckbelastung ergibt sich hierbei nicht durch Ermittlung des hydrostatischen Drucks unter Berücksichtigung des Schnittpunktes mit der Sickerwasserlinie. Es müssen vielmehr die Wasserdruckspannungen entlang der Gleitfuge integriert werden.

7.2 Kühlhauskaje

Die Ergebnisse unserer iterativ ermittelten Berechnungen sind in den Anlagen 2.1 bis 2.5 dargestellt. Es wurden jeweils die letzten Ergebnisse dargestellt, die von bremenports abschließend bei den Spundwandberechnungen berücksichtigt wurden.

Die nicht untersuchten Bemessungsprofile waren mit anderen vergleichbar, so dass sie nicht extra untersucht werden mussten.

7.3 Holzhafen

Die Ergebnisse unserer iterativ ermittelten Berechnungen sind in den Anlagen 3.1 bis 3.6 dargestellt. Es wurden jeweils die letzten Ergebnisse dargestellt, die von bremenports abschließend bei den Spundwandberechnungen berücksichtigt wurden.

Die nicht untersuchten Bemessungsprofile waren mit anderen vergleichbar, so dass sie nicht extra untersucht werden mussten.

7.4 Kühlhauskaje - Westseite (Schnitt II - II)

Für diesen Abschnitt waren keine Erddruckermittlungen nach CULMAN erforderlich, weil entsprechend den Angaben in unserem Gutachten 1917-2015GU4 [2.1.1] mit einem horizontalen Wasserstand gerechnet werden kann. Die Höhe dieses Wasserstandes ist allerdings abhängig von der Entfernung von der nördlichen Kühlhauskaje.

7.5 Kaje "Weiche Kante" (Schnitt I - I)

Für diesen Abschnitt waren keine Erddruckermittlungen nach CULMAN erforderlich, weil entsprechend den Angaben in unserem Gutachten 1917-2015GU4 [2.1.1] mit einem horizontalen Wasserstand auf NN + 2,1 gerechnet werden kann.

8 Ergänzende Bemessungsprofile

Im Rahmen der Kooperation mit bremenports stellten wir fest, dass im nördlichen Bereich der "Weichen Kante" keine Bemessungsprofile für die Abschnitte bei den Drucksondierungen CPT-Ü 106 und CPT-Ü 107 vorlagen. Diese haben wir ergänzend erstellt und mit unserem Schreiben vom 26.09.2016 [2.1.2] übermittelt.

Der Vollständigkeit halber haben wir die beiden Bemessungsprofile in den Anlagen 4.1 und 4.2 beigelegt.

Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah
+ Partner Ingenieures. mbH

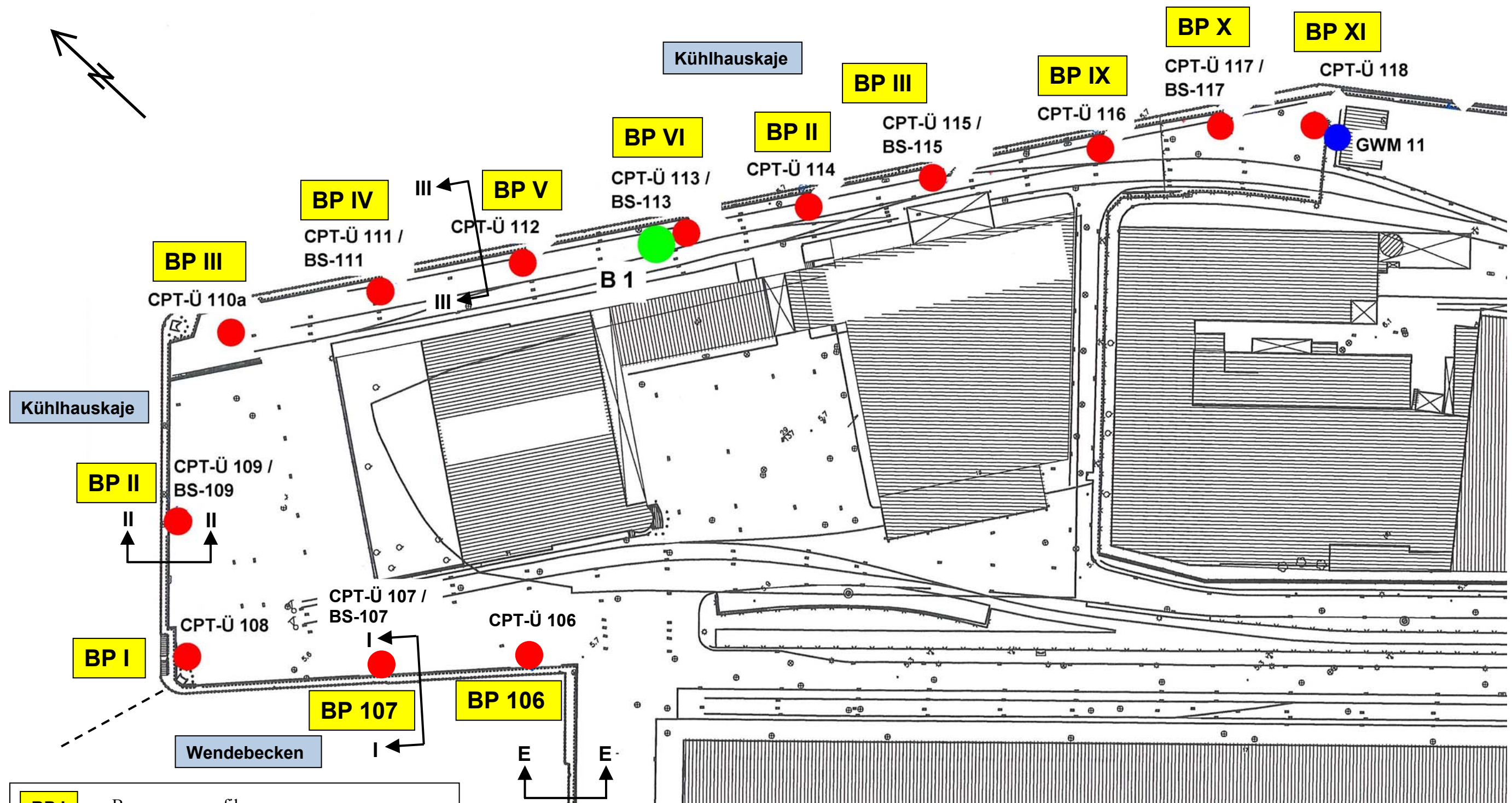
Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Stefan Janus

i. A. H. Janus i. A. M. P.

Diese gutachtliche Stellungnahme enthält 1 Deckblatt, 1 Inhaltsverzeichnis, 9 Textseiten und 17 Seiten als Anlagen.

Verteiler:

2 x Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
1 x Akte



BP I	Bemessungsprofile
● B	Bohrung, durchgeführt von der Vulhop + Becker GmbH Co. KG, Rastede im Februar 2016
● BS	Kleinbohrung, durchgeführt von der Wopsweder Baugrund GmbH, Nienburg im Jahr 2010
● CPT	Drucksondierung, durchgeführt von der Fugro Consult GmbH, Lilienthal im Jahr 2010
● GWM	Grundwassermessstelle

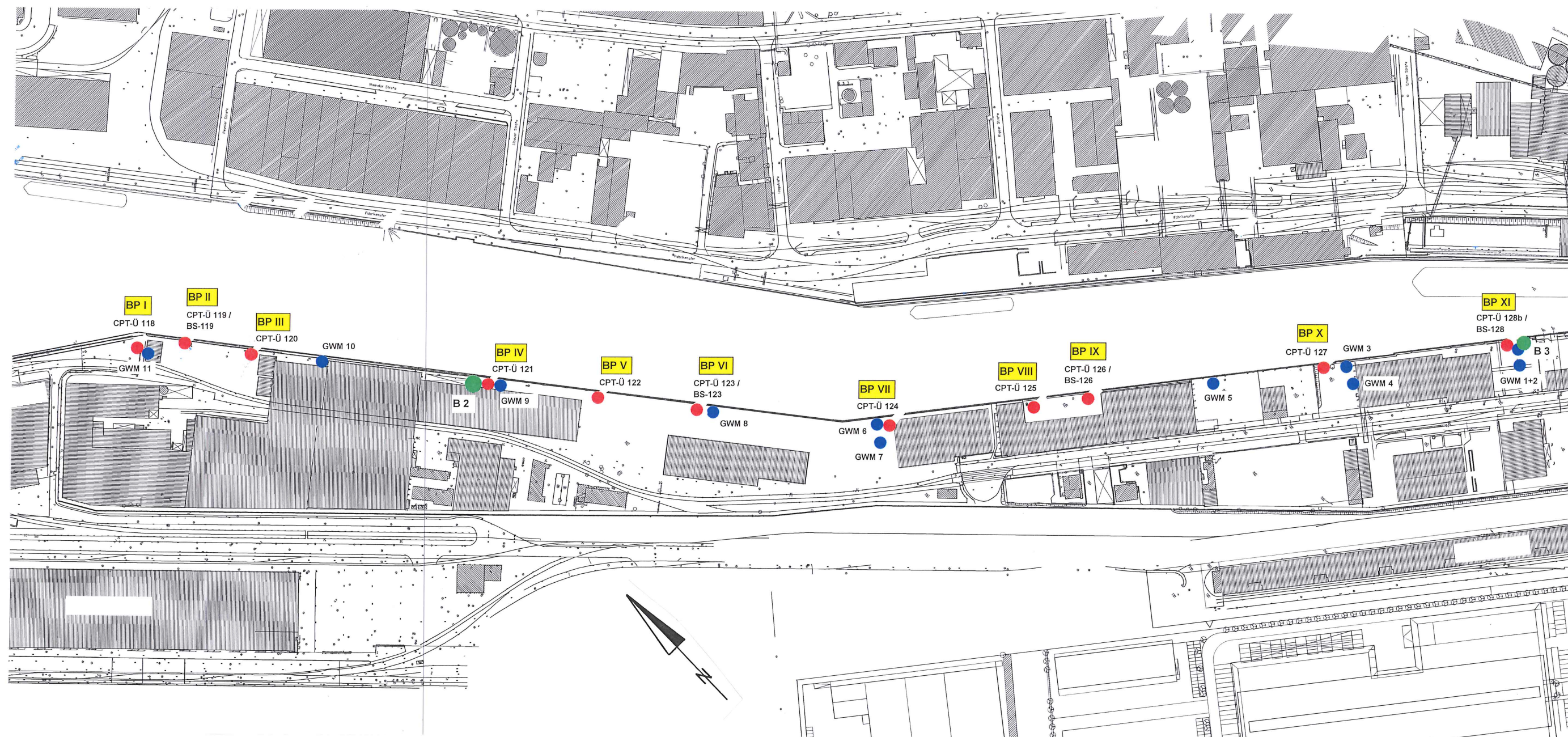
RI+P
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
 + Partner GmbH
 Herrenhäuser Kirchweg 19
 30167 Hannover
 Telefon (0511) 708875
 Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Kaje Holz- und Fabrikenhafen

Lageplan mit Lage der Bemessungsprofile, der Grundwassermessstelle GWM 11, der Schnitte sowie der Baugrunderkundungen im Bereich der Kühlhauskaje und des Wendebeckens

Projekt-Nr.: 1917-2015GU5

Anlagen-Nr.: 1.2.1



BP I

Bemessungsprofile



B Bohrung, durchgeführt von der Vulhop + Becker GmbH Co. KG, Rastede im Februar 2016



BS Kleinbohrung, durchgeführt von der Wopsweder Baugrund GmbH, Nienburg im Jahr 2010



CPT Drucksondierung, durchgeführt von der Fugro Consult GmbH, Lilienthal im Jahr 2010



GWM Grundwassermessstelle

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 Holz- und Fabrikenhafen

**Lageplan mit Lage der Bemessungsprofile, der Grundwassermessstellen und der Baugrunderkundungen
im Bereich der Kaje des Holz- und Fabrikenhafens (Südseite)**

Projekt-Nr.:

1917-2015GU5

Anlagen-Nr.:

1.2.2

Bemessungsprofile im Bereich der Kaje am Holzhafen (Südseite, siehe Anl. 1.2.2)

Bemessungsprofil	Drucksondierung	Bemessungsprofil	Drucksondierung
BP I	CPT-Ü 118	BP VII	CPT-Ü 124
BP II	CPT-Ü 119	BP VIII	CPT-Ü 125
BP III	CPT-Ü 120	BP IX	CPT-Ü 126
BP IV	CPT-Ü 121	BP X	CPT-Ü 127
BP V	CPT-Ü 122	BP XI	CPT-Ü 128b
BP VI	CPT-Ü 123		

Bemessungsprofile im Bereich der Kühlhauskaje (siehe Anl. 1.2.1)

Bemessungsprofil	Drucksondierung	Bemessungsprofil	Drucksondierung
BP I	CPT-Ü 108	BP VII	CPT-Ü 114
BP II	CPT-Ü 109	BP VIII	CPT-Ü 115
BP III	CPT-Ü 110	BP IX	CPT-Ü 116
BP IV	CPT-Ü 111	BP X	CPT-Ü 117
BP V	CPT-Ü 112	BP XI	CPT-Ü 118
BP VI	CPT-Ü 113		

Bemessungsprofile im Bereich des Wendebeckens (siehe Anl. 1.2.1)

Bemessungsprofil	Drucksondierung
BP 106	CPT-Ü 106
BP 107	CPT-Ü 107

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 Holz- und Fabrikenhafen

Zuordnung der Bemessungsprofile zu den Drucksondierungen

Projekt-Nr.:

1917-2015GU5

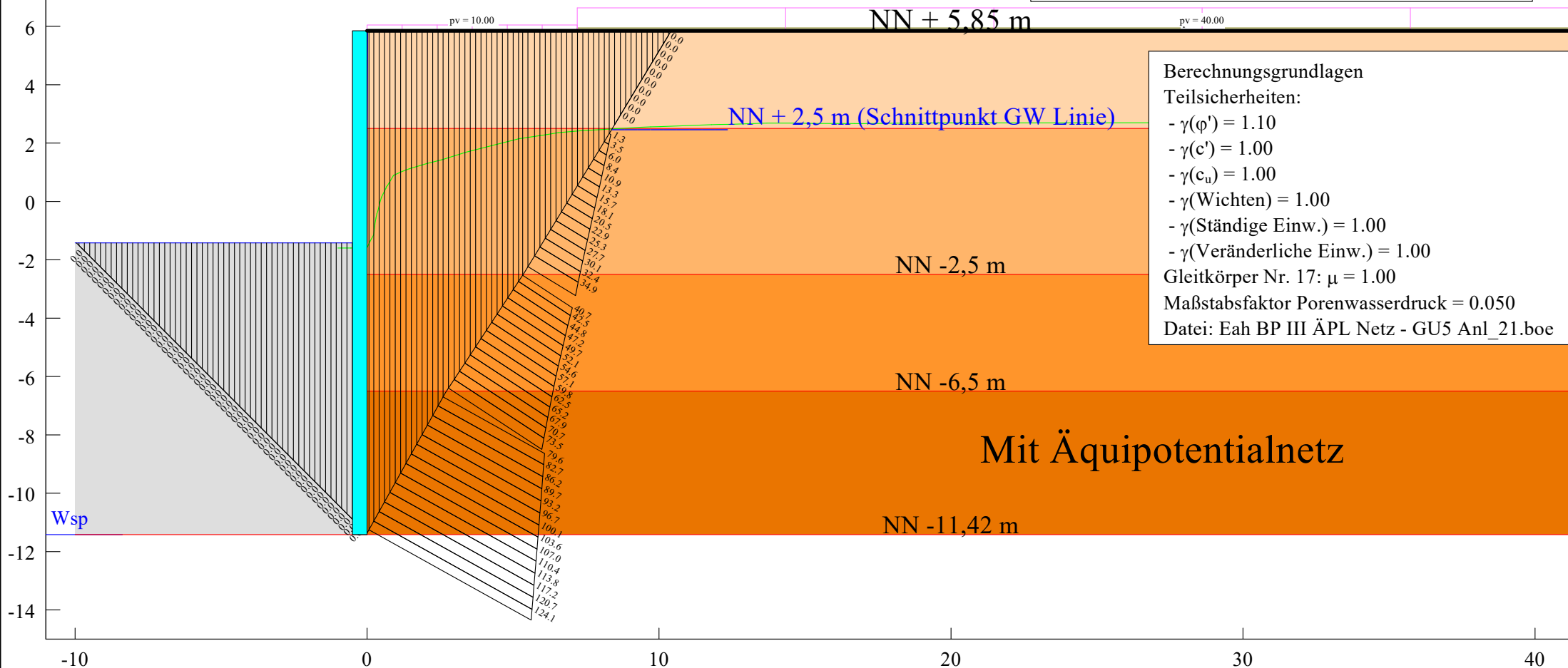
Anlagen-Nr.:

1.3

$$E_{ah} + \text{Wasserdruck} = 20 \times 71 = 1.420 \text{ kN}$$

$$\text{Wasserdruck} = 848 \text{ kN} \Rightarrow E_{ah} = 572 \text{ kN}$$

Boden	$\phi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m ²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m ³]	Bezeichnung
	0.00	71.00	0.00	Fiktiv
	34.30	0.00	18.00	Sand, $\phi_i' = 30,0^\circ$
	36.80	0.00	18.00	Sand, $\phi_i' = 32,5^\circ$
	40.30	0.00	21.00	Sand, $\phi_i' = 36,0^\circ$
	42.20	0.00	22.00	Sand, $\phi_i' = 38,0^\circ$



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Holz-und Fabrikenhafen Bremen - vorhandene Kaje beim Kühlhaus

Ermittlung des Erddrucks und des Wasserdrucks beim Bemessungsprofil BP III
nach Überflutung der Kaje und anschließendem Normaltideniedrigwasser

Projekt-Nr.: 1917-2015GU5

Anlagen-Nr.: 2.1

$$E_{ah} + \text{Wasserdruck} = 20 \times 81 = 1.620 \text{ kN}$$

$$\text{Wasserdruck} = 968 \text{ kN} \Rightarrow E_{ah} = 652 \text{ kN}$$

Berechnungsgrundlagen

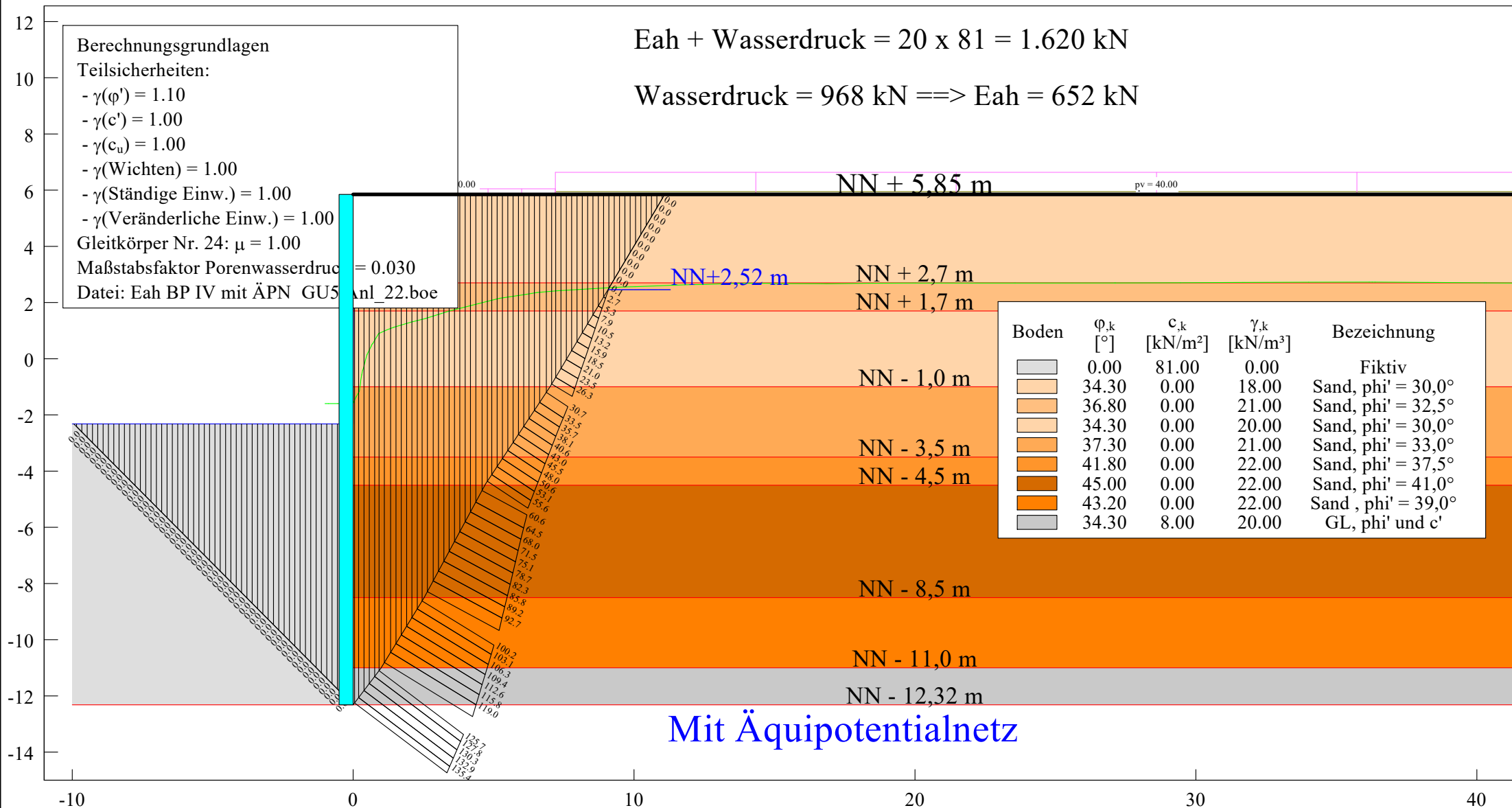
Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.10$
- $\gamma(c') = 1.00$
- $\gamma(c_u) = 1.00$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$

Gleitkörper Nr. 24: $\mu = 1.00$

Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.030

Datei: Eah BP IV mit ÄPN GU5 anl_22.boe



Mit Äquipotentialnetz

RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Holz-und Fabrikenhafen Bremen - vorhandene Kaje beim Kühlhaus

Ermittlung des Erddrucks und des Wasserdrucks beim Bemessungsprofil BP IV
nach Überflutung der Kaje und anschließendem Normaltideniedrigwasser

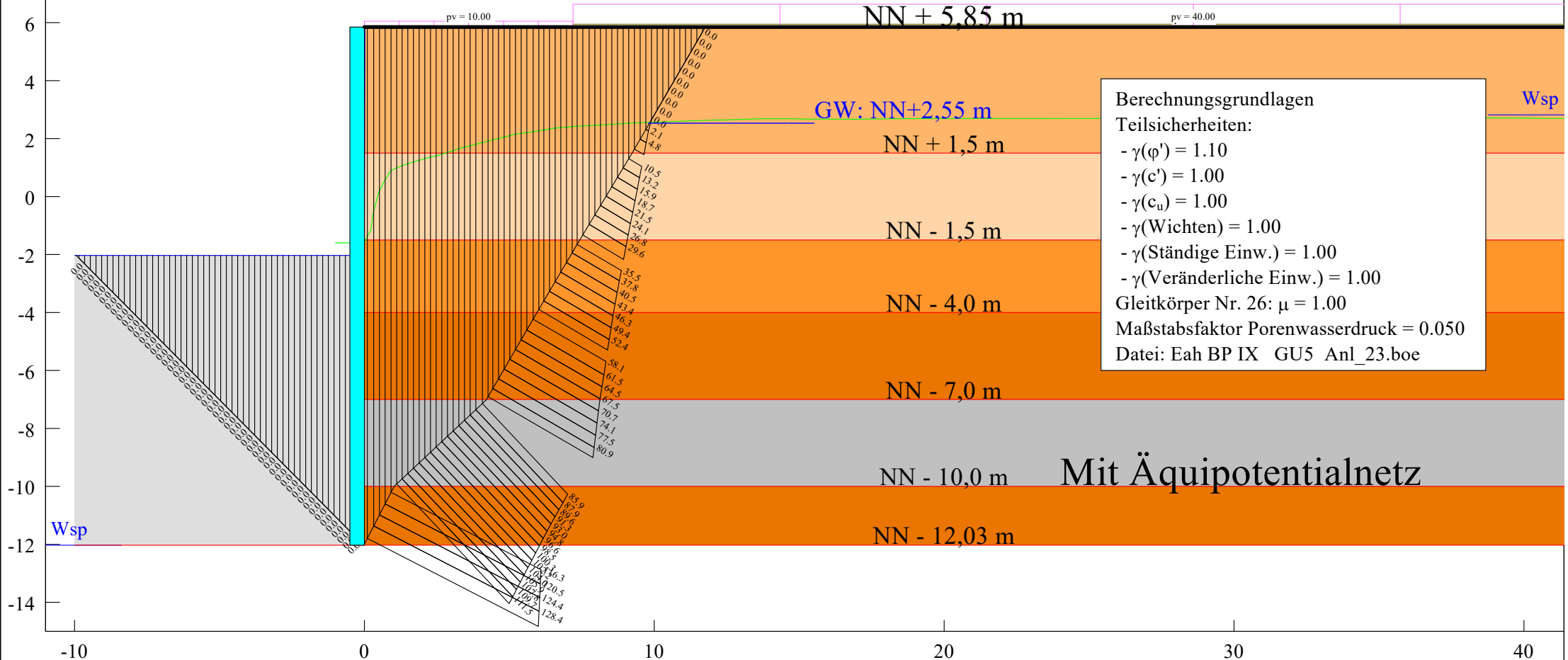
Projekt-Nr.: 1917-2015GU5

Anlagen-Nr.: 2.2

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	0.00	75.00	0.00	Fiktiv
	36.80	0.00	18.00	Sand, $\phi' = 32,5^\circ$
	34.30	0.00	20.00	Sand, $\phi' = 30,0^\circ$
	41.30	0.00	21.00	Sand, $\phi' = 37,0^\circ$
	43.20	0.00	22.00	Sand, $\phi' = 39,0^\circ$
	0.00	90.00	20.00	GL mit c_u
	43.20	0.00	22.00	Sand, $\phi' = 39,0^\circ$

$$E_{ah} + \text{Wasserdruck} = 20 \times 75 = 1.500 \text{ kN}$$

$$\text{Wasserdruck} = 937 \text{ kN} \Rightarrow E_{ah} = 563 \text{ kN}$$



Berechnungsgrundlagen

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\phi') = 1.10$
- $\gamma(c') = 1.00$
- $\gamma(c_u) = 1.00$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$

Gleitkörper Nr. 26: $\mu = 1.00$

Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050

Datei: Eah BP IX GU5 Anl_23.boe

RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH

Holz-und Fabrikenhafen Bremen - vorhandene Kaje beim Kühlhaus

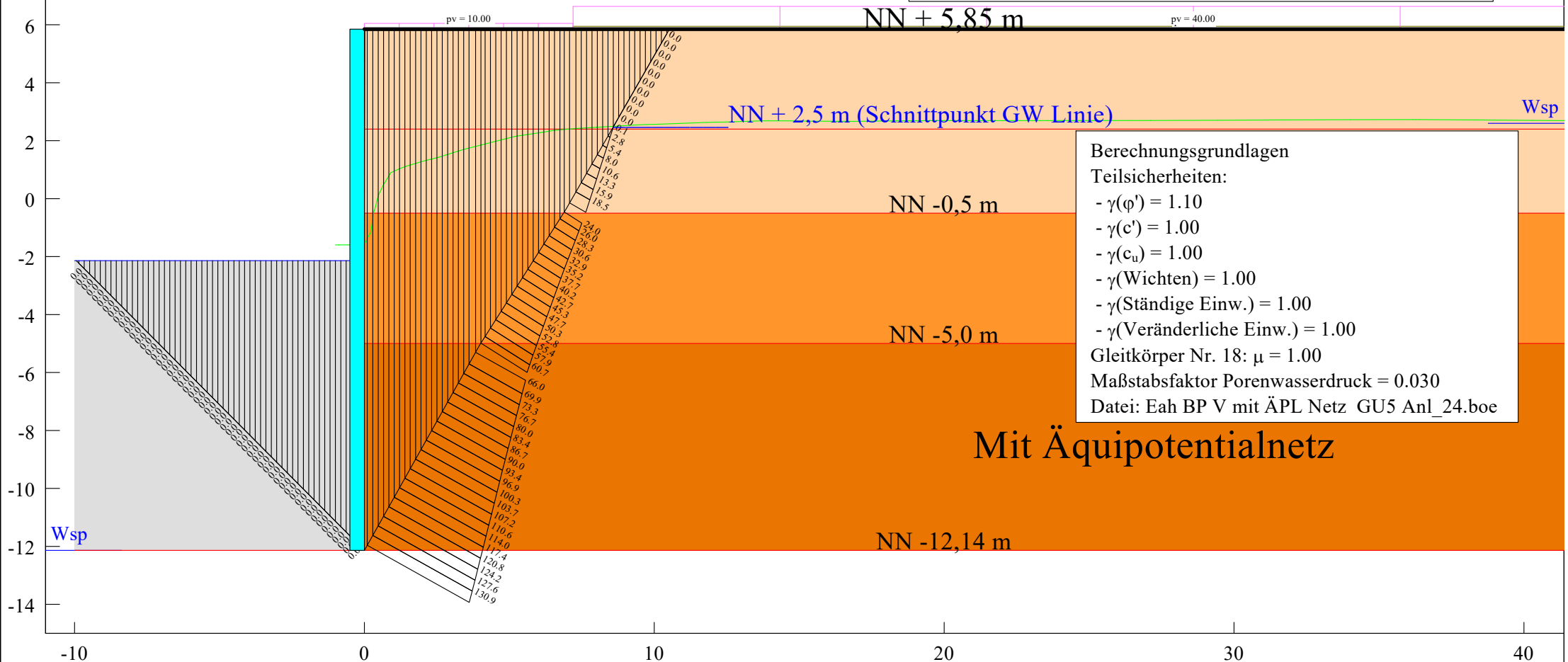
Ermittlung des Erddrucks und des Wasserdrucks beim Bemessungsprofil BP IX
nach Überflutung der Kaje und anschließendem Normaltideniedrigwasser

Projekt-Nr.: 1917-2015GU5

Anlagen-Nr.: 2.3

Wasserdruck = 944 kN ==> Eah = 616 kN

Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m ²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m ³]	Bezeichnung
	0.00	78.00	0.00	Fiktiv
	34.30	0.00	18.00	Sand über GW, phi' = 30,0°
	34.30	0.00	20.00	Sand unter GW, phi' = 30,0°
	41.80	0.00	22.00	Sand, phi' = 37,5°
	44.20	0.00	22.00	Sand, kiesig, phi' = 40,0°



Mit Äquipotentialnetz

RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
Holz-und Fabrikenhafen Bremen - vorhandene Kaje beim Kühlhaus

Ermittlung des Erddrucks und des Wasserdrucks beim Bemessungsprofil BP V
nach Überflutung der Kaje und anschließendem Normaltideniedrigwasser

Projekt-Nr.: 1917-2015GU5

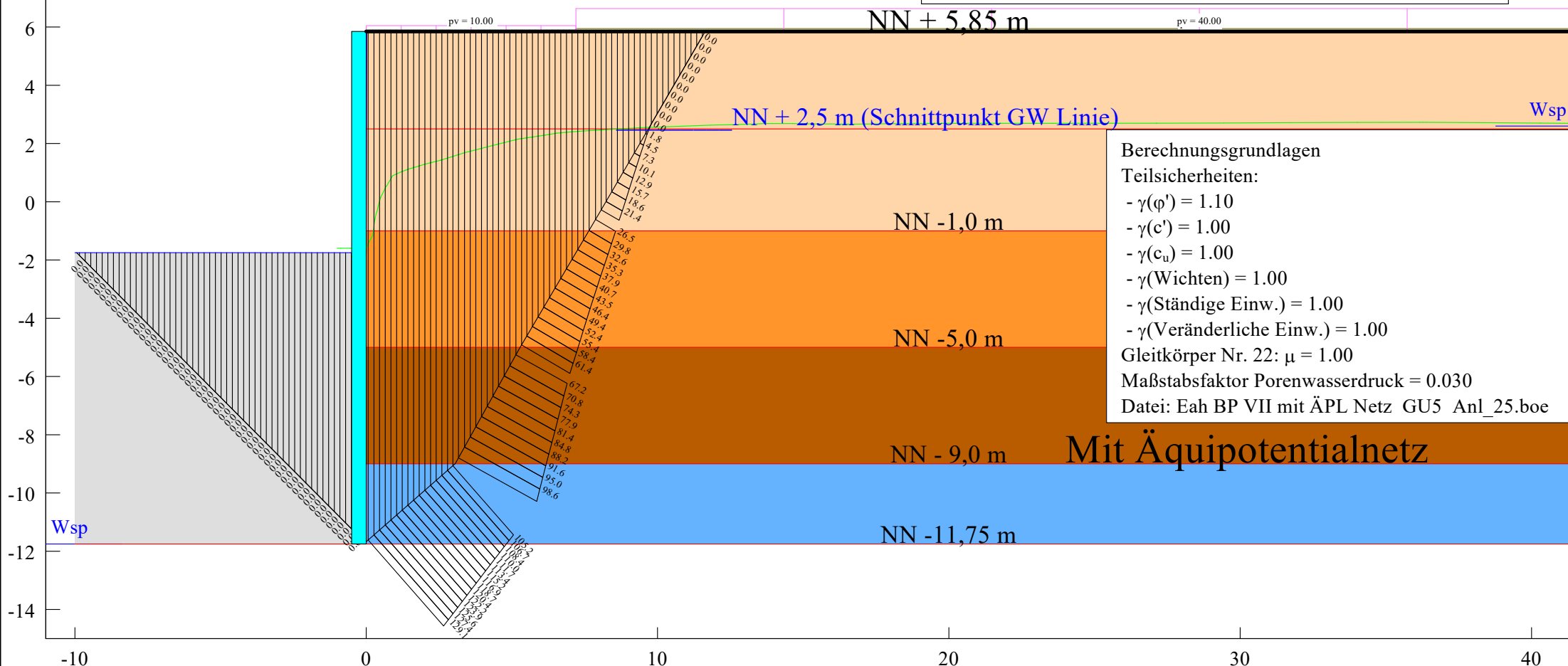
Anlagen-Nr.: 2.4

$E_{ah} + \text{Wasserdruck} = 20 \times 70 = 1.400 \text{ kN}$

$\text{Wasserdruck} = 876 \text{ kN}$

$\Rightarrow E_{ah} = 524 \text{ kN}$

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	70.00	0.00	Fiktiv
	34.30	0.00	18.00	Sand über GW, $\phi' = 30,0^\circ$
	34.30	0.00	20.00	Sand unter GW, $\phi' = 30,0^\circ$
	36.80	0.00	20.00	Sand, $\phi' = 32,5^\circ$
	45.00	0.00	22.00	Sand, kiesig, $\phi' = 41,0^\circ$
	0.00	110.00	21.00	GL, $s^\wedge$, $c_u = 110 \text{ kN/m}^2$



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Holz-und Fabrikenhafen Bremen - vorhandene Kaje beim Kühlhaus

Ermittlung des Erddrucks und des Wasserdrucks beim Bemessungsprofil BP VII
nach Überflutung der Kaje und anschließendem Normaltideniedrigwasser

Projekt-Nr.: 1917-2015GU5

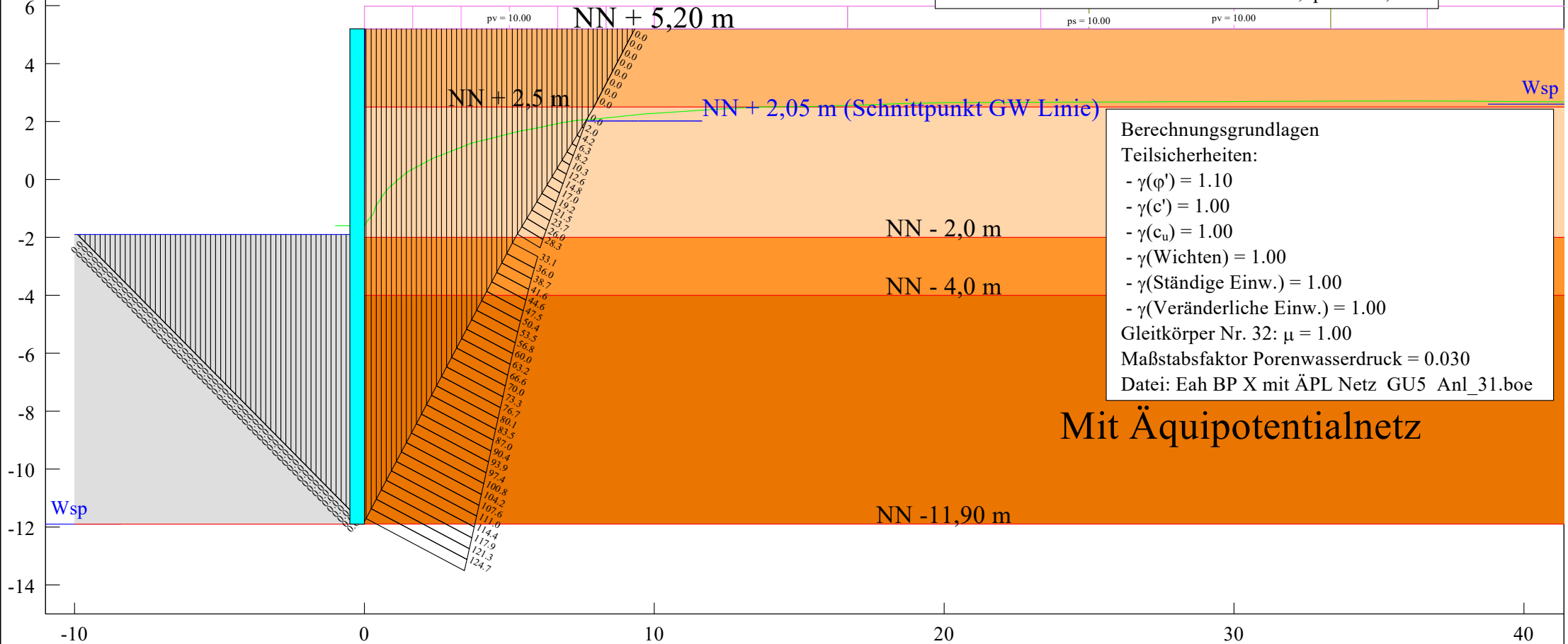
Anlagen-Nr.: 2.5

$$E_{ah} + \text{Wasserdruck} = 20 \times 73 = 1.460 \text{ kN}$$

$$\text{Wasserdruck} = 842 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow E_{ah} = 618 \text{ kN}$$

Boden	$\phi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	73.00	0.00	Fiktiv
	39.30	0.00	19.00	Sand, $\phi' = 35,0^\circ$
	34.30	0.00	20.00	Sand, $\phi' = 30,0^\circ$
	39.50	0.00	21.00	Sand, $\phi' = 35,5^\circ$
	40.80	0.00	21.00	Sand, $\phi' = 36,5^\circ$



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

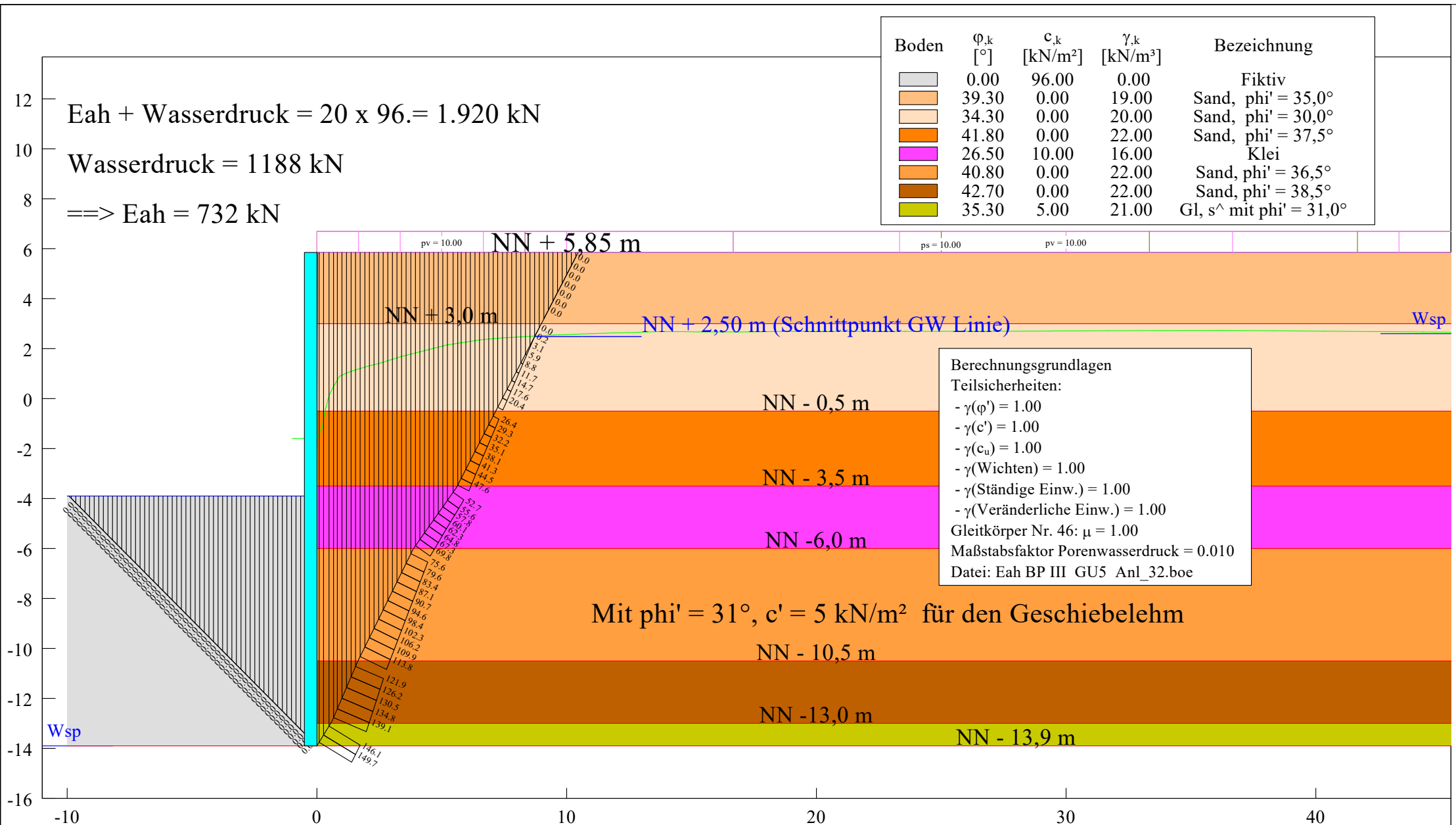
Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Holz-und Fabrikenhafen Bremen - Kaje Holzhafen

Ermittlung des Erddrucks und des Wasserdrucks beim Bemessungsprofil BP X
nach Überflutung der Kaje und anschließendem Normaltideniedrigwasser

Projekt-Nr.: 1917-2015GU5

Anlagen-Nr.: 3.1



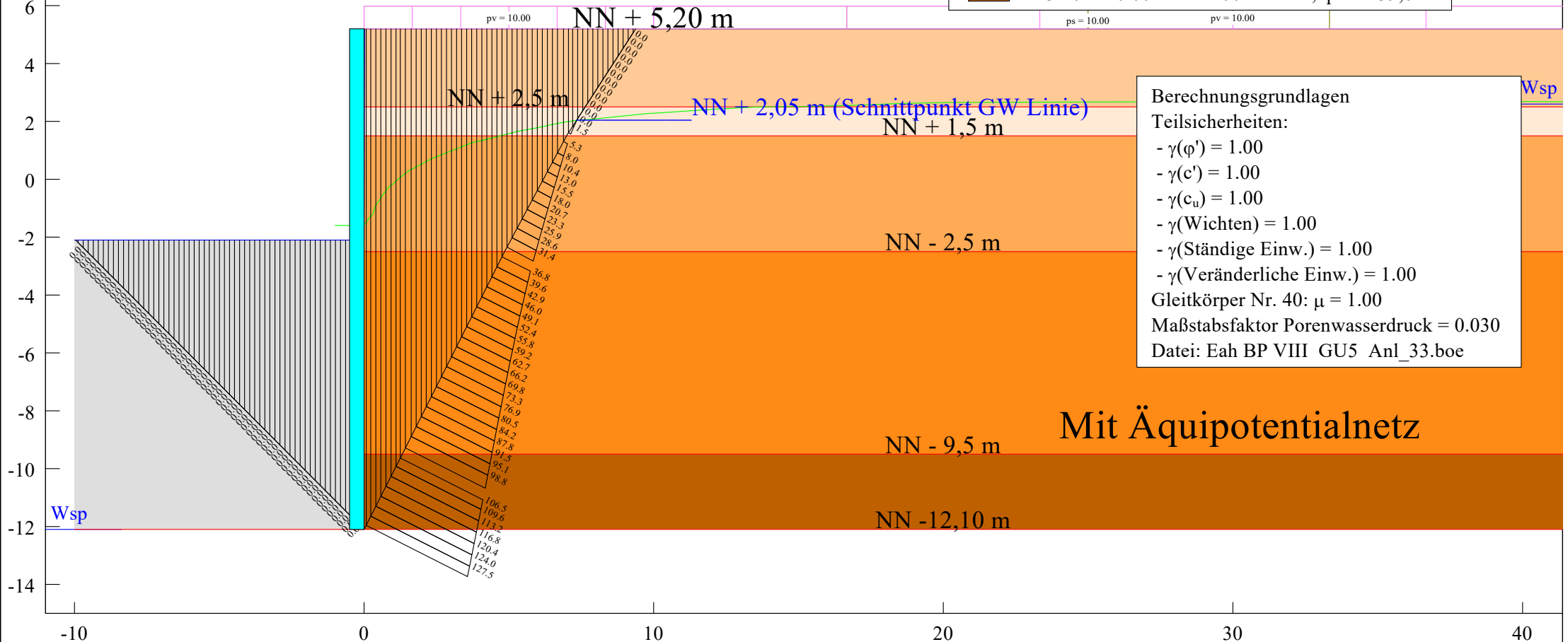
RI+P Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800	WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH Holz-und Fabrikenhafen Bremen - Kaje Holzhafen	
	Ermittlung des Erddrucks und des Wasserdrucks beim Bemessungsprofil BP III nach Überflutung der Kaje und anschließendem Normaltideniedrigwasser	
	Projekt-Nr.: 1917-2015GU5	Anlagen-Nr.: 3.2

$$E_{ah} + \text{Wasserdruck} = 20 \times 70 = 1.400 \text{ kN}$$

$$\text{Wasserdruck} = 866 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow E_{ah} = 534 \text{ kN}$$

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	70.00	0.00	Fiktiv
	36.80	0.00	18.00	Sand, $\phi' = 32,5^\circ$
	34.30	0.00	21.00	Sand, $\phi' = 30,0^\circ$
	38.30	0.00	21.00	Sand, $\phi' = 34,0^\circ$
	40.80	0.00	21.00	Sand, $\phi' = 36,5^\circ$
	43.20	0.00	22.00	Sand, $\phi' = 39,0^\circ$



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Holz-und Fabrikenhafen Bremen - Kaje Holzhafen

Ermittlung des Erddrucks und des Wasserdrucks beim Bemessungsprofil BP VIII
nach Überflutung der Kaje und anschließendem Normaltideniedrigwasser

Projekt-Nr.: 1917-2015GU5

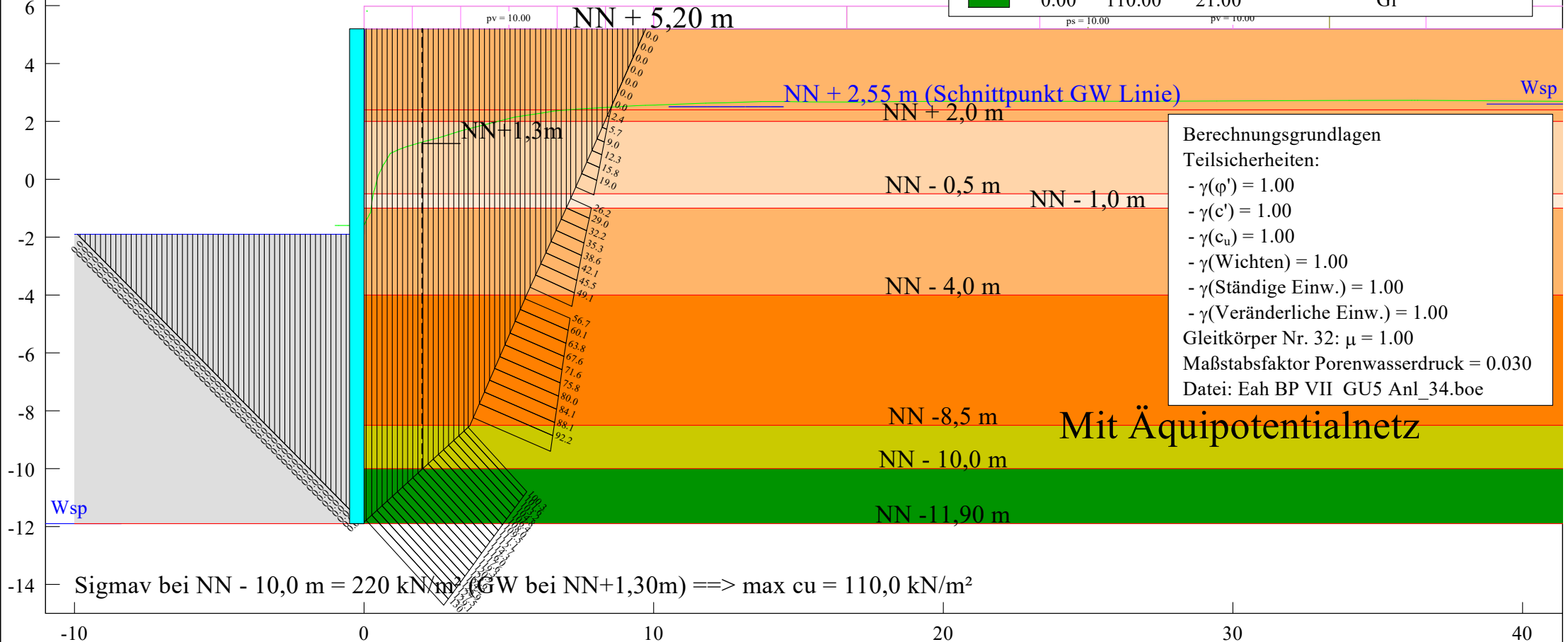
Anlagen-Nr.: 3.3

$E_{ah} + \text{Wasserdruck} = 20 \times 67,0 = 1.340 \text{ kN}$

Wasserdruck = 913 kN

$\Rightarrow E_{ah} = 427 \text{ kN}$ (negative Erddruckordinaten treten nicht auf)

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	0.00	67.00	0.00	Fiktiv
	40.80	0.00	19.00	Sand über GW, $\phi' = 36,5^\circ$
	40.80	0.00	21.00	Sand unter GW, $\phi' = 36,5^\circ$
	36.80	0.00	21.00	Sand, $\phi' = 32,5^\circ$
	34.30	0.00	20.00	Sand, $\phi' = 30,0^\circ$
	40.80	0.00	21.00	Sand, $\phi' = 36,5^\circ$
	43.20	0.00	22.00	Sand, $\phi' = 39,0^\circ$
	0.00	90.00	19.00	Gl, t [^]
	0.00	110.00	21.00	Gl



Sigmav bei NN - 10,0 m = 220 kN/m² (GW bei NN+1,30m) $\Rightarrow \max c_u = 110,0 \text{ kN/m}^2$

RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

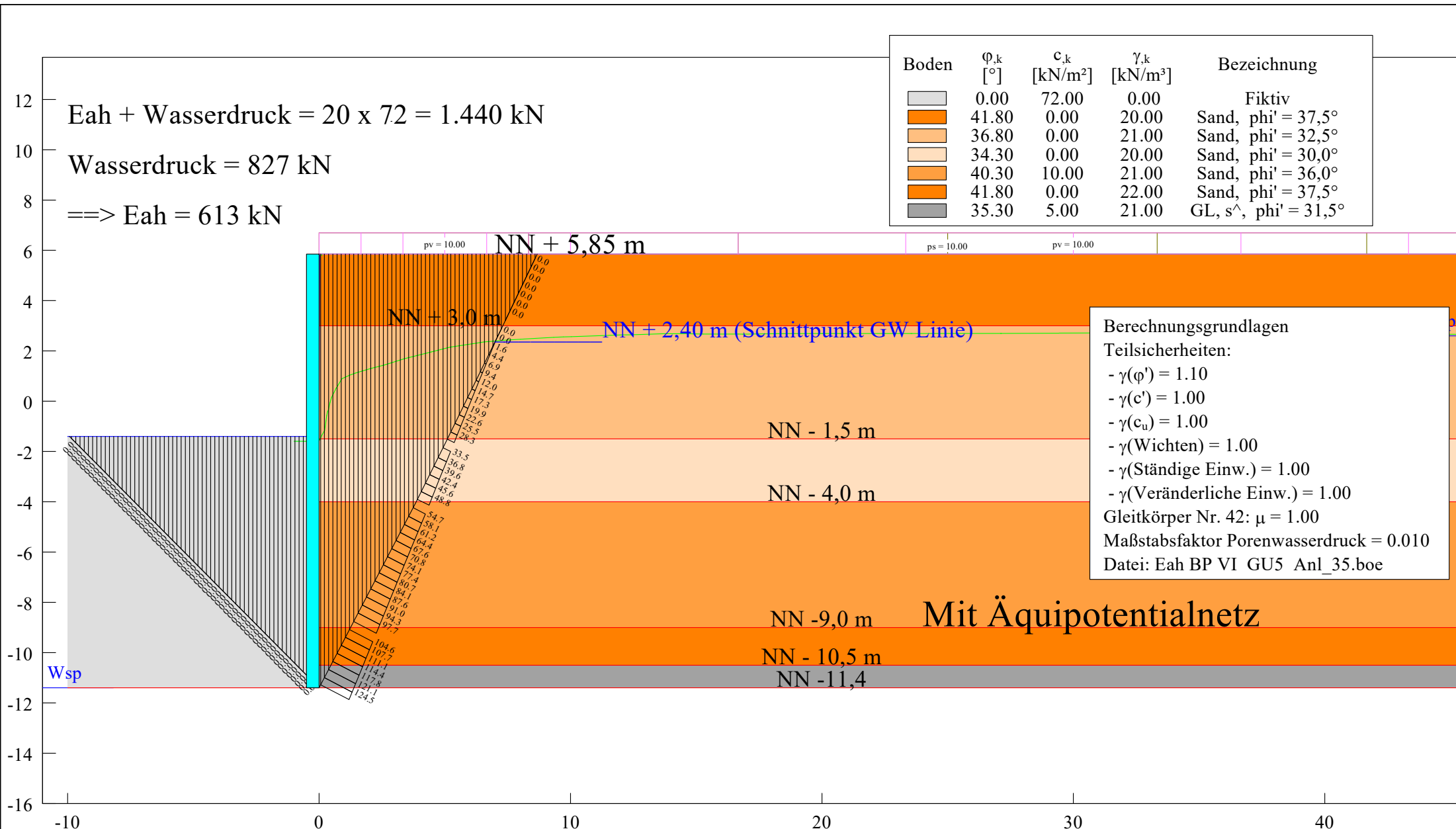
Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Holz-und Fabrikenhafen Bremen - Kaje Holzhafen

Ermittlung des Erddrucks und des Wasserdrucks beim Bemessungsprofil BP VII
nach Überflutung der Kaje und anschließendem Normaltideniedrigwasser

Projekt-Nr.: 1917-2015GU5

Anlagen-Nr.: 3.4

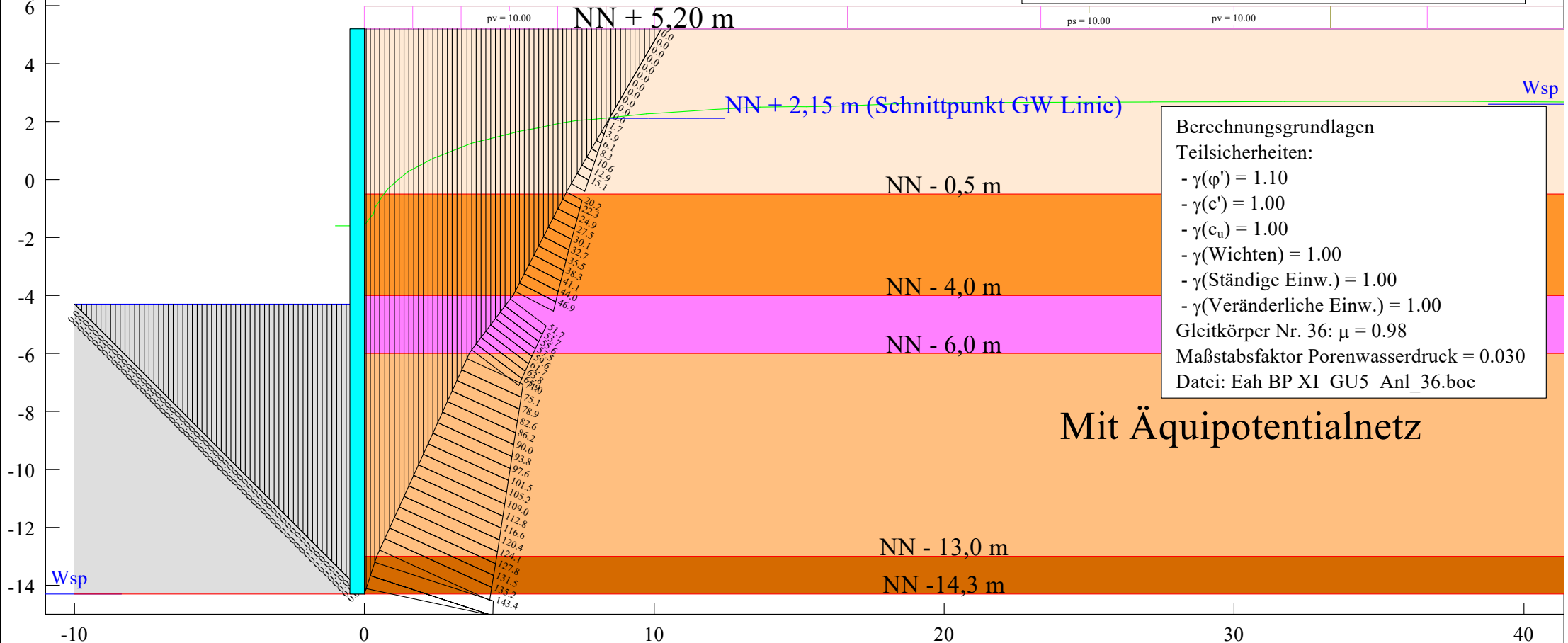


$$E_{ah} + \text{Wasserdruck} = 20 \times 94 = 1.880 \text{ kN}$$

$$\text{Wasserdruck} = 1.205 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow E_{ah} = 675 \text{ kN}$$

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	0.00	94.00	0.00	Fiktiv
	34.30	0.00	18.00	Sand, $\phi' = 30,0^\circ$
	42.70	0.00	22.00	Sand, $\phi' = 38,5^\circ$
	26.50	10.00	16.00	Klei
	43.20	0.00	22.00	Sand, $\phi' = 36,5^\circ$
	45.00	0.00	22.00	Sand, $\phi' = 41,0^\circ$



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

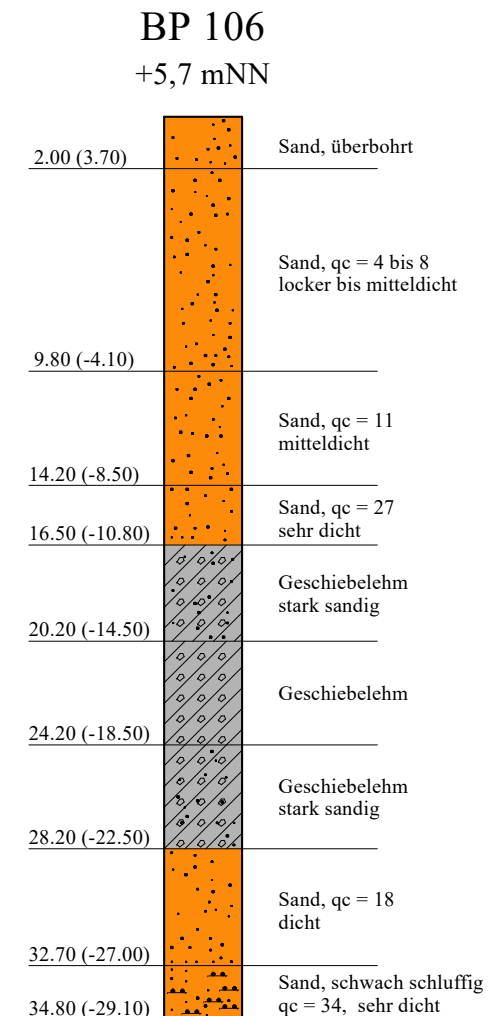
WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Holz-und Fabrikenhafen Bremen - Kaje Holzhafen

Ermittlung des Erddrucks und des Wasserdrucks beim Bemessungsprofil BP XI
nach Überflutung der Kaje und anschließendem Normaltideniedrigwasser

Projekt-Nr.: 1917-2015GU5

Anlagen-Nr.: 3.6

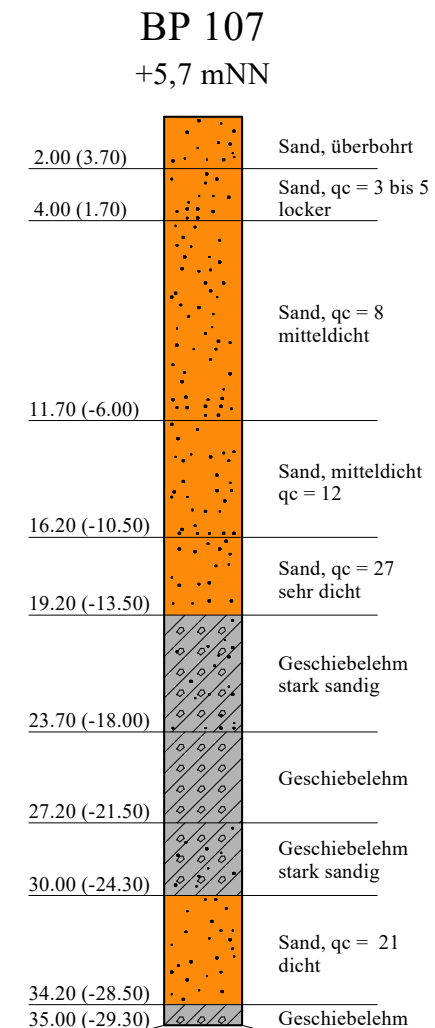
Charakteristische - Bodenkennwerte							
Tiefe [NN+m]	γ/γ' [kN/m ³]	φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]	$q_{b,k}^*$ [kN/m ²]
3.7	18,0 / 10,0	30,0	---	---	20	0	---
-4.1	19,0 / 11,0	34,0	---	---	30	25	---
-8.5	20,0 / 12,0	37,5	---	---	50	60	5500
-10.8	20,0 / 12,0	41,0	---	---	100	100	6000
-14.5	21,0 / 11,0	31,0	5	130	25	60	2500
-18.5	20,0 / 10,0	30,0	8	180	15	50	2000
-22.5	21,0 / 11,0	31,0	5	130	25	60	2500
-27.0	20,0 / 12,0	37,5	---	---	80	70	6500
-29.1	20,0 / 12,0	40,0	---	---	100	80	6500



* (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 Holz- und Fabrikenhafen - Wendebecken "Weiche Kante"	
	Bemessungsprofil BP 106 (abgeleitet aus der Drucksondierung CPT-Ü 106)	
	Projekt-Nr.: 1917-2015GU5	Anlage: 4.1

Charakteristische - Bodenkennwerte							
Tiefe [NN+m]	γ/γ' [kN/m³]	φ'_k [°]	c'_k [kN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	$E_{s,k}$ [MN/m²]	$q_{s,k}$ [kN/m²]	$q_{b,k}^*$ [kN/m²]
3.7	18,0 / 10,0	30,0	---	---	20	0	---
1.7	18,0 / 10,0	32,5	---	---	25	25	---
-6.0	19,0 / 11,0	36,0	---	---	40	50	---
-10.5	20,0 / 12,0	37,5	---	---	50	60	5500
-13.5	20,0 / 12,0	41,0	---	---	100	100	6000
-18.0	21,0 / 11,0	31,0	5	130	25	60	2500
-21.5	20,0 / 10,0	30,0	8	180	15	50	2000
-24.3	21,0 / 11,0	31,0	5	130	25	60	2500
-28.5	20,0 / 12,0	38,5	---	---	80	80	6500
-29.3	21,0 / 11,0	31,0	8	140	20	60	3500



* (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 Holz- und Fabrikenhafen - Wendebecken "Weiche Kante"	
	Bemessungsprofil BP 107 (abgeleitet aus der Drucksondierung CPT-Ü 107)	
	Projekt-Nr.: 1917-2015GU5	Anlage: 4.2