

# DR.-ING. THADE GERHARDT

BERATENDER INGENIEUR IM BAUWESEN

Von der Ingenieurkammer Niedersachsen öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für Grundbaukonstruktion im Erd- und Grundbau



Mitglied der Ingenieurkammer Niedersachsen

Dr.-Ing. Th. Gerhardt · Hegelstraße 3 · D-30625 Hannover

Christian Siebels & Co. GmbH  
über

Dr.-Ing. P.J. Wagner  
Sachverständigen-  
Gesellschaft m.b.H.  
Sulniac-Weg 12

27478 Cuxhaven

Gutachten - Beratung - Planung  
Berechnung - Bauleitung  
Beweissicherung

Erdbau	Bauschäden	Umweltschutz
Grundbau	Brandschäden	Altlasten
Straßenbau	Betontechnologie	Sanierung

Ihr Zeichen

Mein Zeichen  
328.00

Datum  
12.09.2001 328-g2.doc

Sandgrube Ardorf - Hoheberg im Landkreis Wittmund,  
Nachweis der Standsicherheit der Uferböschung

## 1. Vorgang

Ich bin beauftragt, die Standsicherheit der Böschung der Sandgrube Ardorf - Hoheberg und einer sanierten Böschung im nordlichen Uferbereich zu ermitteln und zu beurteilen, und habe dazu ein Gutachten erstellt. Das Gutachten wurde dem Landkreis Wittmund vorgelegt und von dort aus dem Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (Nlfb) zur Prüfung weiter geleitet.

Im Folgenden wird auf die Schriftsätze des Nlfb vom 14.05.2001 und 05.06.2001 an den Landkreis Wittmund, Bauamt - Untere Wasserbehörde, Bezug genommen.

Im Abschluss wird die Standsicherheit des sanierten Bereichs am Nordufer des Baggersees nachgerechnet.

## 2. Stellungnahme zum Schriftsatz vom 14.05.2001

### 2.1 zu Seite 1, letzter Abschnitt

Der Widerspruch des Nlfb ist an dieser Stelle unverständlich. Es ist bekannt, dass das Vorgehen mit dem Saugbagger örtlich unter dem Wasserspiegel Geländeformen und Bodenbereiche schaffen kann, deren

Standssicherheit dann nicht ausreichend ist. Über diese Erscheinung ist an anderer Stelle wiederholt berichtet worden, sie kann als bekannt voraus gesetzt werden.

Aus dem Text des Gutachtens geht hervor, dass die Standssicherheit einmal für eine sanierte Böschung, eine Böschung also, an der kein Abbau mehr erfolgt, berechnet wird und weiter eine Berechnung für die Böschung im Bereich eines weiteren Abbaus vorgenommen wird.

Bei dem erstgenannten Bereich wird im Rahmen weiteren Sandabbaus keine Änderung am Querprofil mehr vorgenommen, von einem weiteren Einsatz des Saugbaggers ist daher nicht die Rede und ist auch nicht vorgesehen, der Hinweis auf seine Wirkung ist hier also fehl am Platz.

Bei dem weiter vorgesehenen Abbau kann eine negative Auswirkung beim Einsatz des Saugbaggers nicht ausgeschlossen werden. Es wird daher in einer besonderen Untersuchung die Wirkung des Saugbaggers abgelöst. Die Untersuchung dazu ist unter 4.2.4 -Lastfall Sogkraft aus Saugöffnung des Baggers- mit Anlage 5.4 ausgeführt. Sie gibt ausreichende Standssicherheit an.

Im übrigen muss an dieser Stelle hervor gehoben werden, dass im ersten Teil der Berechnung nicht die Standssicherheit einer beliebigen Böschung mit frei wählbarer Neigung untersucht wird, sondern die einer ausgeführten Böschung mit festgelegter Neigung. Es muss hier daher naturgemäß der Einfluss einer Auskolkung mit dem Saubagger nicht untersucht werden.

## **2.2 zu Seite 2, 2. Abschnitt**

Die nach DIN 13123 an den Proben ermittelten Körnungslinien liegen als Anlage 2 bei. Sie zeigen, dass der anstehende Boden ein Feinsand ist mit um 15 % Mittelsand und ca. 3,5 % Schluffanteil. Nach DIN 18300 gehört er in die Bodenklasse 3 und nach DIN 18196 zur Boden- gruppe SE. Die Möglichkeit, dass hier ein fließempfindlicher Boden vorliegen könnte, trifft nicht zu. Das wäre erst der Fall bei Böden mit Schluff- und Tonanteilen zwischen 15 und 40 %.



Die Diagramme der durchgeführten Scherversuche an dem entnommenen Sand liegen als Anlagen 3 und 4 bei. Dem Sand kann danach ein Scherfestigkeit von ca.  $30^\circ$  zugeordnet werden. Zusätzlich ist im Versuch jeweils noch Kohäsion festgestellt worden, die jedoch nicht berücksichtigt wird. Im Sinne der DIN 1055 geht die Scherfestigkeit des Sandes in die Standsicherheitsberechnung mit einem auf  $27,5^\circ$  reduzierten Reibungswinkel ein. Es sind somit ausreichende Sicherheiten beim Ansatz der Materialeigenschaften des Sandes vorhanden.

Der Hinweis auf den Einfluss der Dichte auf das Ergebnis eines Scherversuches ist richtig. Dazu ist folgendes zu bemerken: Im Versuch ist mit Dichten von  $1,916$  und  $1,984 \text{ g/cm}^3$  abgeschert worden. Nach DIN 1055, Tabelle 1, wird der Bodengruppe SE bei mitteldichter Lagerung eine Dichte um  $1,80 \text{ g/cm}^3$  zugeordnet und dann ein Reibungswinkel von  $32,5^\circ$  angesetzt. Natürlich hätte dieser Materialansatz in die Standsicherheitsberechnung eingeführt werden. Dann wäre die Standsicherheit der Böschung noch größer geworden. Mögliche negative Materialeigenschaften wären dabei jedoch nicht berücksichtigt worden.

### **2.3 zu Seite 2, vorletzter Abschnitt**

Die Berechnung der Standsicherheit kann mit den Anlagen, die jeweils sich an das Ergebnisblatt anschließen, für alle angegebenen Querschnitte und somit auch für die Sanierung nachvollzogen werden. Ebenso sind in den Anlagen alle Werte angegeben, die in die Berechnung eingehen.

Richtig vermerkt ist, dass die Kohäsion des eingebauten Lehmes nicht berücksichtigt werden darf. Die Nachrechnung erfolgt im Abschnitt 4.

### **2.4 zu Seite 2, letzter Abschnitt**

Es ist so, dass im Regelfall bei schneller Entleerung der obere Böschungsbereich stärker beansprucht wird als der untere. Der ungünstigere Gleitkreis müsste also oben liegen. Für diesen Bereich wurde natürlich auch die Sicherheit berechnet. Sie ergab dann aber wohl einen Wert, der aus anderen Gründen (Einfluss der Wahl des Koordina-

tennetzes für die Mittelpunkte der Gleitkreise u.ä.), geringfügig größer war. Folglich wurde natürlich der Gleitkreis angegeben, der die geringste Sicherheit ergab.

## **2.5 zu Seite 3, erster Abschnitt**

Es ist vorstellbar, dass zur Berücksichtigung der Saugkraft an der Öffnung des Saugrüssels ein anderes Modell zugrunde gelegt werden kann. Wie das Kürzel „u.E.“ jedoch signalisiert, gibt es auch bei dem NlfB keine genaueren Vorstellungen dazu, da nur „erachtet“ wird. Es sollte daher das hier benutzte Model als hinreichend genau zutreffend angesehen werden. Andernfalls wird um Hinweis gebeten, wie der Sache beigegeben werden kann.

Bei dem vorgenommenen Ansatz sollte Folgendes bedacht werden:  
Das Saugen erfolgt nach Angabe mit einem Unterdruck von 0,6 bar bei einer Saugöffnung mit Durchmesser von 0,35 m. Umgerechnet auf die Saugöffnung ergibt sich eine einzelne Kraft von 5,77 kN. Diese Kraft wird ersetzt durch eine im Gleitkreisquerschnitt angesetzte Streckenlast von 5 kN/ lfm. Es wird hier also anstelle einer Einzellast von 5,77 kN eine Streckenlast von 5 kN/ lfm angesetzt. Der gewählte Ansatz ergibt somit eine deutlich höhere Beanspruchung und liegt somit auf der sicheren Seite.

## **2.6 ab Seite 3, dritter Abschnitt**

An den oben genannten Einzelheiten wird die rigorose Ablehnung des Standsicherheitsnachweises aufgehängt. Es wird weiter eine Parallelrechnung erwähnt, diese jedoch nicht vorgelegt.

Stattdessen wird auf Abschnitt 11.4 der DIN 4084 , auf einen Sonderfall, hingewiesen, der jedoch nur für trockene Böschungen und ohne jede andere Belastung und somit für Böschungen unter Wasser nicht zutrifft.

Weiter wird von einer durchströmten Böschung geschrieben, die dann eine Sicherheit unter 1 hätte, wenn sie denn für die vorliegende Bö-



Es wird ein Mindestabstand erwähnt. Dieser Sicherheitsabstand wurde bei Erstellung des Gutachtens mit 10 m vorgegeben und ist eingehalten.

### **3. Stellungnahme zum Schriftsatz vom 05.06.2001**

Hier werden zunächst im wesentlichen die oben erwähnten Einwände mit Einsatz der oben genannten hier aber nicht zutreffenden Formeln wiederholt und schließlich eine Böschungsneigung von 1: 4,6 ermittelt.

In der anschließenden Erläuterung wird ausgeführt, dass diese Böschungsneigung mit dem eingesetzten Sicherheitsfaktor von 1,2 dem Abbauzustand bei Einsatz eines Saugbaggers entspräche, und offensichtlich davon ausgegangen, dass bei dem Rechenverfahren mit der genannten Formel der Einfluss des Saugbaggerverfahrens erfasst sei. Dem kann hier nicht gefolgt werden. Es wird daher vorgeschlagen, den Vorgang zur Berücksichtigung des Saugbaggereinfluss zu erläutern. Hierzu wäre eine gemeinsame Besprechung sinnvoll.

Im Abschluss wird ausgeführt, dass die im Standsicherheitsnachweis ermittelte Grenzneigung von 1: 2,6 für den Endzustand zulässig ist. Dabei wird vorausgesetzt, dass bei der zuvor erfolgten Sandentnahme eine schonende und profilgerechte Herstellung der Böschung erfolgt ist. Daraus kann geschlossen werden, dass die Einwände des NlFB sich im wesentlichen auf die Unsicherheit bezüglich der Standsicherheit beim Sandabbau beziehen. Auch dieses Problem könnte bei der o.a. Besprechung behandelt werden.

### **4. Nachweis der Standsicherheit des Nordufers**

Auf Anlage 1.1 ist das Ergebnis der Berechnung dargestellt, das sich ergibt, wenn die Kohäsion des Lehms auf Null gesetzt wird. Nach der Berechnung liegt die Sicherheit gegen Böschungsbruch bei 1,11. Der Mindestwert beträgt 1.4. Die Sicherheit ist somit nicht ausreichend.

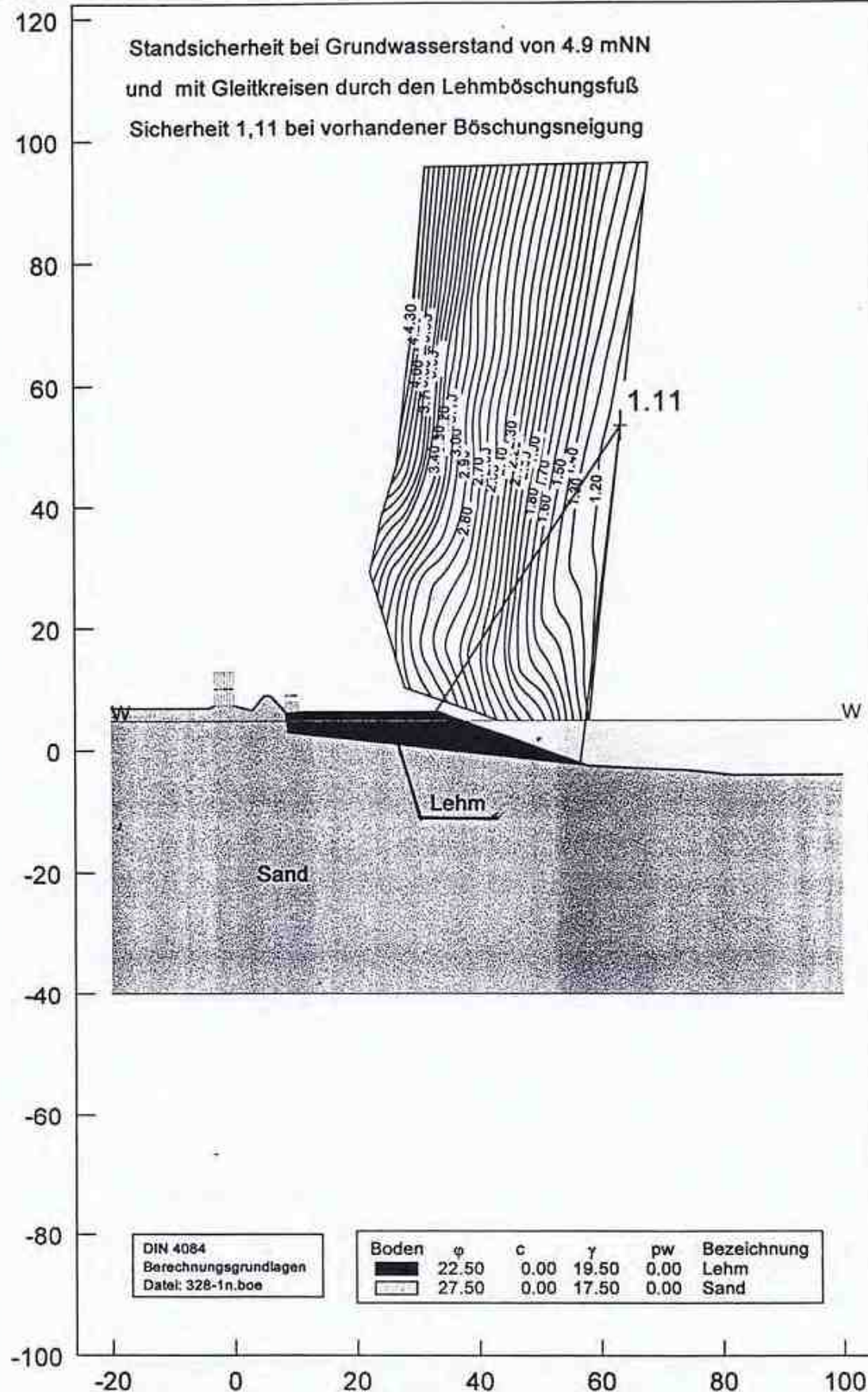
Es wird empfohlen, die Böschung abzuflachen und die Uferlinie um ca. 6 m landeinwärts zu verschieben. Die Nachrechnung der neuen Situation ergibt eine Sicherheit von 1,4. Sie ist ausreichend.

Auf Anlage 1.1 kann erkannt werden, dass der Gleitkreis mit der niedrigsten Sicherheit im Bereich der Uferlinie liegt. Eine Gefährdung der im Norden verlaufenden Straße ist nicht gegeben. Die Sicherheit eines Gleitkreises, in dessen Bereich das Ufer und die Straße mit ihrer Auflast liegen, liegt bei ca. 3. Die Berechnung wird hier nicht wieder gegeben. Die Sicherheit der Lehmbefestigung ist somit ausreichend.



Anlagen

Höhen in mNN





Dr.-Ing. Thade Gerhardt, Beratender Ingenieur, Hannover,

----- zu Anlage 1.1 - 1 -

Sandgrube Ardorf - Hohebarg  
Böschungsberechnung nach DIN 4084  
mit Kreisgleitflächen

Datei: 328-1-ln.boe

#### Parameterliste

eta = Sicherheit nach DIN 4084  
xm,ym = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes  
rad = Radius des Gleitkreises

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

#### Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x [m]	y [m]
1	-20.000	7.000
2	-4.000	7.000
3	-3.000	7.500
4	0.000	7.500
5	3.000	6.600
6	5.000	9.100
7	6.000	9.100
8	8.500	6.400
9	33.500	6.400
10	58.000	-2.600
11	65.500	-3.000
12	74.000	-3.300
13	82.000	-4.100
14	100.000	-4.100

#### Bodenkennwerte

Boden	phi [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	gamma [kN/m <sup>2</sup> ]	pw [-]	Bezeichnung
1	22.50	0.00	19.50	0.00	Lehm
2	27.50	0.00	17.50	0.00	Sand

#### Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links) [m]	y(links) [m]	x(rechts) [m]	y(rechts) [m]	Boden-Nr.
1	8.500	6.400	9.000	2.900	1
2	9.000	2.900	58.000	-2.600	1
3	-20.000	-40.000	100.000	-40.000	2

#### Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x [m]	y [m]
1	-20.000	4.900
2	100.000	4.900

#### Verkehrslasten

Nr.	Größe(links) [kN/m <sup>2</sup> ]	Größe(rechts) [kN/m <sup>2</sup> ]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	y [m]
1	33.30	33.30	-3.00	0.00	7.50
2	10.00	10.00	8.50	10.50	6.40

Erdbebenlasten (als Beschleunigungswerte)

horizontal = 0.0000



Dr.-Ing. Thade Gerhardt, Beratender Ingenieur, Hannover,

----- zu Anlage 1.1 - 2 -

Sandgrube Ardorf - Hoheberg

vertikal = 0.0000

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 4.90

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 4.90

gamma Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

### Ergebnisse

=====

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 58.0000 -2.6000

x / y (Ende ): 61.1485 -2.4405

Anzahl Radien = 40

Kreis	xm [m]	ym [m]	Radius [m]	Lamellen [-]	eta [-]
1	28.1418	10.3712	32.5540	35	3.0281
Zähler = 206886.069    Nenner = 68321.788					
M(Ti) = 206886.1 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 71716.6 / M = -3394.9					
2	25.3075	19.7759	39.6167	33	3.1781
Zähler = 252943.016    Nenner = 79589.597					
M(Ti) = 252943.0 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 85622.2 / M = -6032.6					
3	22.4732	29.1807	47.6672	32	3.5734
Zähler = 316305.018    Nenner = 88515.715					
M(Ti) = 316305.0 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 97091.6 / M = -8575.8					
4	19.6389	38.5854			
nicht berechnet					
5	16.8046	47.9902			
nicht berechnet					
6	13.9703	57.3949			
nicht berechnet					
7	11.1360	66.7996			
nicht berechnet					
8	8.3017	76.2044			
nicht berechnet					
9	5.4674	85.6091			
nicht berechnet					
10	2.6330	95.0139			
nicht berechnet					
11	31.4270	9.2117	29.0799	35	2.9338
Zähler = 149082.594    Nenner = 50816.066					
M(Ti) = 149082.6 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 53805.3 / M = -2989.3					
12	29.0365	18.7596	35.9877	32	2.8732
Zähler = 186430.362    Nenner = 64885.772					
M(Ti) = 186430.4 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 70506.1 / M = -5620.4					
13	26.6459	28.3075	44.0267	31	3.1990
Zähler = 232424.476    Nenner = 72654.734					
M(Ti) = 232424.5 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 80844.2 / M = -8189.5					
14	24.2554	37.8554	52.6815	31	3.7499
Zähler = 288817.244    Nenner = 77020.078					
M(Ti) = 288817.2 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 87791.1 / M = -10771.1					
15	21.8648	47.4033			
nicht berechnet					

Höhen in mNN

140

120

100

80

60

40

20

0

-20

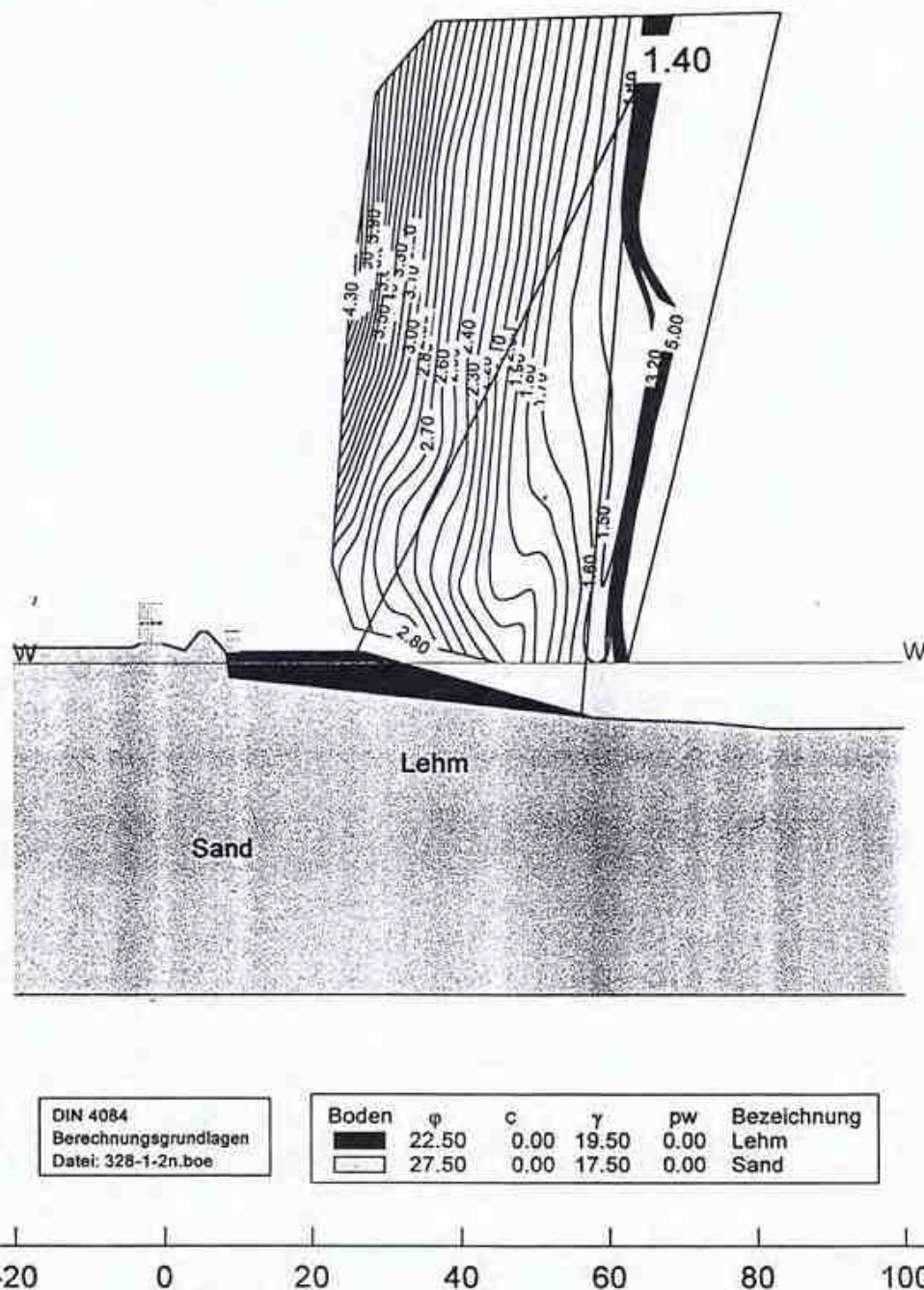
-40

-60

Standsicherheit bei Grundwasserstand von 4.9 mNN

und mit Gleitkreisen durch den Lehmboschungsfuß

Sicherheit 1,4 bei auf 1: 3.4 abgeflachter Böschungsneigung





Dr.-Ing. Thade Gerhardt, Beratender Ingenieur, Hannover,  
----- zu Anlage 1.2 - 1 -

Sandgrube Ardorf - Hoheberg  
Böschungsberechnung nach DIN 4084  
mit Kreisgleitflächen

Datei: 328-1-2n.boe

#### Parameterliste

eta = Sicherheit nach DIN 4084  
xm,ym = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes  
rad = Radius des Gleitkreises

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

#### Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x [m]	y [m]
1	-20.000	7.000
2	-4.000	7.000
3	-3.000	7.500
4	0.000	7.500
5	3.000	6.600
6	5.000	9.100
7	6.000	9.100
8	8.500	6.400
9	27.000	6.400
10	58.000	-2.600
11	65.500	-3.000
12	74.000	-3.300
13	82.000	-4.100
14	100.000	-4.100

#### Bodenkennwerte

Boden	phi [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	gamma [kN/m <sup>2</sup> ]	pw [-]	Bezeichnung
1	22.50	0.00	19.50	0.00	Lehm
2	27.50	0.00	17.50	0.00	Sand

#### Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links) [m]	y(links) [m]	x(rechts) [m]	y(rechts) [m]	Boden-Nr.
1	8.500	6.400	9.000	2.900	1
2	9.000	2.900	58.000	-2.600	1
3	-20.000	-40.000	100.000	-40.000	2

#### Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x [m]	y [m]
1	-20.000	4.900
2	100.000	4.900

#### Verkehrslasten

Nr.	Größe(links) [kN/m <sup>2</sup> ]	Größe(rechts) [kN/m <sup>2</sup> ]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	y [m]
1	33.30	33.30	-3.00	0.00	7.50
2	10.00	10.00	8.50	10.50	6.40

Erdbebenlasten (als Beschleunigungswerte)

horizontal = 0.0000

Dr.-Ing. Thade Gerhardt, Beratender Ingenieur, Hannover,

----- zu Anlage 1.2 - 2 -

Sandgrube Ardorf - Hoheberg

vertikal = 0.0000

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 4.90

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 4.90

gamma Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

#### Ergebnisse

=====

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 58.0000 -2.6000

x / y (Ende ): 61.1485 -2.4405

Anzahl Radien = 40

Kreis	xm [m]	ym [m]	Radius [m]	Lamellen [-]	eta [-]
1	25.8227	9.5380	35.1911	35	2.8804
Zähler = 263437.954    Nenner = 91457.834					
M(Ti) = 263438.0 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 94711.5 / M = -3253.6					
2	22.9884	18.5562	40.9072	33	2.9189
Zähler = 295464.083    Nenner = 101223.264					
M(Ti) = 295464.1 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 107033.1 / M = -5809.8					
3	20.1541	27.5745			
nicht berechnet					
4	17.3198	36.5927			
nicht berechnet					
5	14.4855	45.6109			
nicht berechnet					
6	11.6512	54.6291			
nicht berechnet					
7	8.8169	63.6473			
nicht berechnet					
8	5.9826	72.6656			
nicht berechnet					
9	3.1483	81.6838			
nicht berechnet					
10	0.3140	90.7020			
nicht berechnet					
11	29.8164	8.5718	32.8492	35	2.7584
Zähler = 219016.295    Nenner = 79401.003					
M(Ti) = 219016.3 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 82379.8 / M = -2978.8					
12	27.5690	17.7188	39.0373	33	2.7311
Zähler = 252850.284    Nenner = 92582.085					
M(Ti) = 252850.3 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 98298.4 / M = -5716.3					
13	25.3216	26.8659	44.0013	31	3.1008
Zähler = 246034.992    Nenner = 79344.747					
M(Ti) = 246035.0 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 87211.7 / M = -7866.9					
14	23.0742	36.0129			
nicht berechnet					
15	20.8269	45.1600			
nicht berechnet					
16	18.5795	54.3070			
nicht berechnet					



Rosenthal Bohr- & Geotechnik KG

Dorfstraße 2

39291 Schopsdorf

Tel: 039225/35666 Fax: -/35667

Bearbeiter: M. Neumann

Datum: 10.04.2000

# Körnungslinie

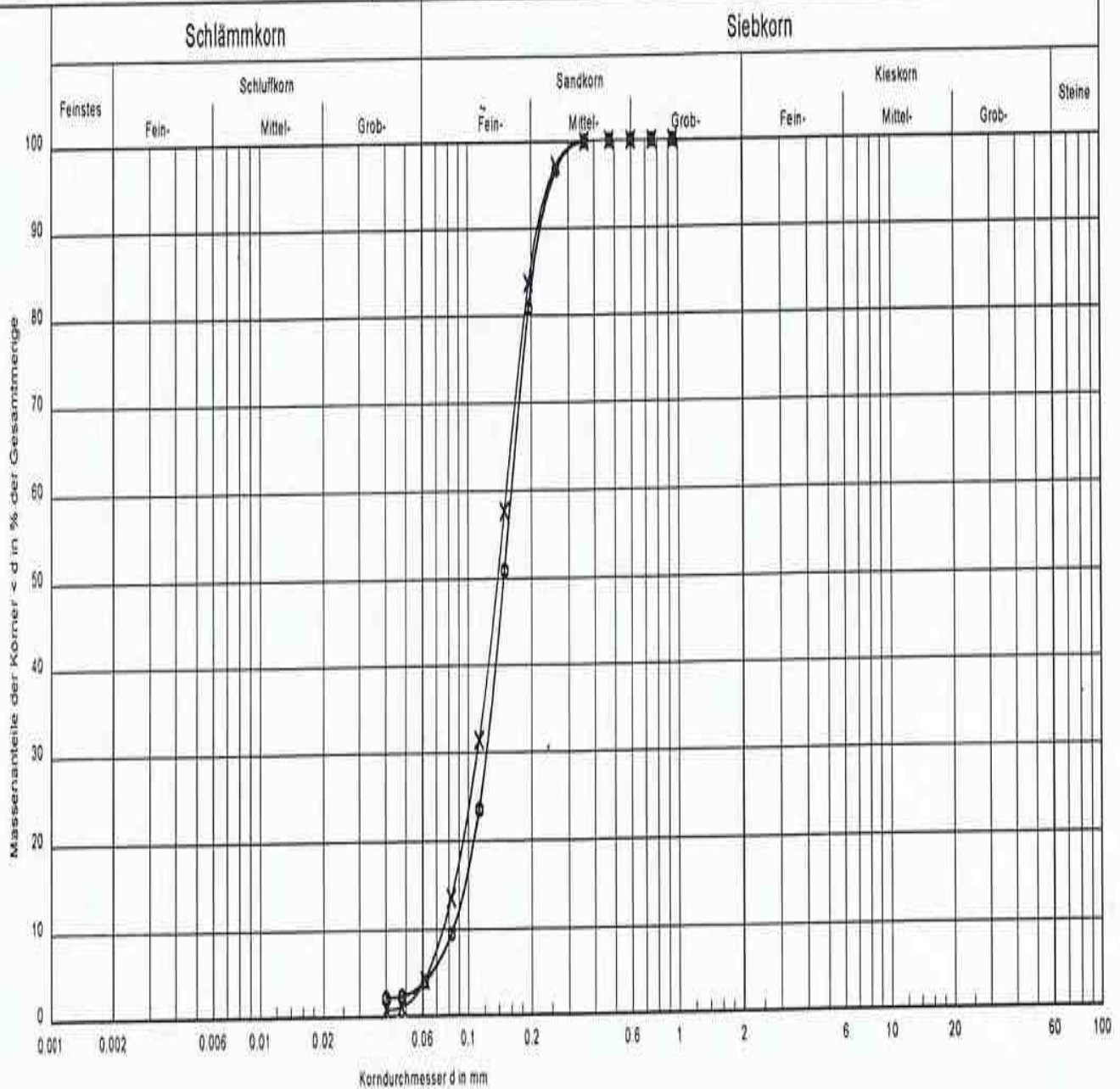
Wittmund/ Hohenburg

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am:

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung



Bezeichnung:	Probe 1	Probe 2	Bemerkungen:	Anlage:	Bericht:
Bodenart:	IS	IS			
Tiefe:	1,00 - 1,50 m	1,00 - 1,50 m			
k (m/s) (Hazen):	$8,2 \cdot 10^{-6}$	$6,6 \cdot 10^{-5}$			
Entnahmestelle:					
U/Cc:	1.9/1.1	2.0/1.1			

Geotechnisches Ingenieurbüro

Salbker Chaussee 17

39116 Magdeburg

Projektnr. :

Anlage :

Labornummer: 00-1

Projekt :

Anlage 3

# RAHMENSCHERVERSUCH

nach DIN 18137

Entnahmestelle : Probe 1

Bodenart :

Probenart :

Entnahmetiefe : m

ausgeführt von : Münzberger

ausgeführt am : 13.04.00

w (Einbau) [%]: 16

w (Ausbau) [%]:

Dichte (Einbau) [g/cm<sup>3</sup>]: 1.916

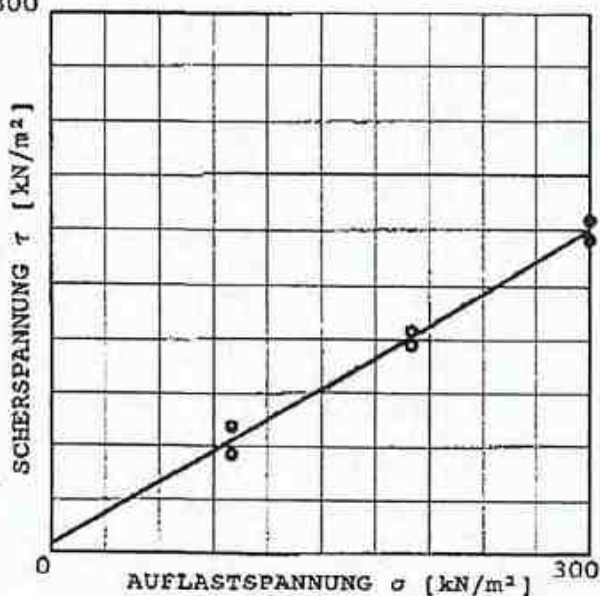
Dichte (Ausbau) [g/cm<sup>3</sup>]:

Probenfläche [cm<sup>2</sup>]: 40.0

Probenhöhe [cm]: 2

Raster:  $d\tau = 30 \text{ kN/m}^2$   $d\sigma = 30 \text{ kN/m}^2$

300



Konsol.-dauer 20 [min]

Geschwindigkeit B 0.100000 [mm/min]

Reibungswinkel  $\tau_b$  30.31 [°]

Kohäsion  $c_b$  4.73 [kN/m<sup>2</sup>]

Korrelation  $r_b$  0.99

Versuchs-Nr.	Normal-spannung [kN/m <sup>2</sup> ]	Bruch-festigkeit [kN/m <sup>2</sup> ]	Bruch-weg [mm <sup>2</sup> ]	Konsol.-spannung [kN/m <sup>2</sup> ]
1	100	55.60	10.65	100
2	200	117.30	7.78	200
3	300	175.04	7.15	300
4	100	71.33	4.47	100
5	200	124.94	7.40	200
6	300	185.73	4.82	300

Bemerkung: AG: Rosenthal Bohr- & Geotechnik KG



Geotechnisches Ingenieurbüro

Salbker Chaussee 17

39116 Magdeburg

Projekt-nr. :

Anlage :

Labornummer: 00-3

Projekt :

Anlage 4

## RAHMENSCHERVERSUCH

nach DIN 18137

Entnahmestelle : Probe 2

Bodenart :

Probenart :

Entnahmetiefe : Stützen m

ausgeführt von : Münzberger

ausgeführt am : 13.04.00

w (Einbau) [%]: 17.8

w (Ausbau) [%]:

Dichte (Einbau) [g/cm<sup>3</sup>]: 1.984

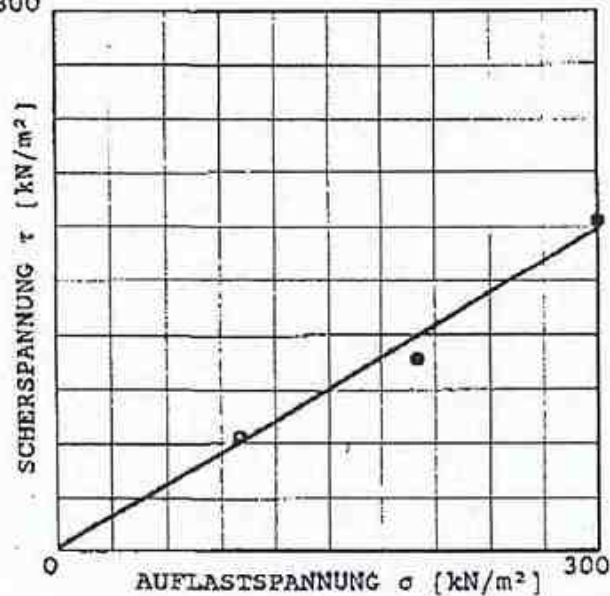
Dichte (Ausbau) [g/cm<sup>3</sup>]:

Probenfläche [cm<sup>2</sup>]: 40.0

Probenhöhe [cm]: 2

Raster:  $d_r = 30 \text{ kN/m}^2$   $d_o = 30 \text{ kN/m}^2$ 

300



Konsol.dauer	20 [min]
Geschwindigkeit B	0.100000 [mm/min]

Reibungswinkel $\varphi_b$	30.56 [°]
Kohäsion $c_b$	1.67 [kN/m <sup>2</sup> ]
Korrelation $r_b$	---

Versuchs-Nr.	Normal-spannung [kN/m <sup>2</sup> ]	Bruch-festigkeit [kN/m <sup>2</sup> ]	Bruch-weg [mm]	Konsol.-spannung [kN/m <sup>2</sup> ]
2	200	106.92	7.06	200
3	300	183.13	6.25	300
4	100	64.00	6.24	100
5	200	107.22	7.87	200

Bemerkung: AG: Rosenthal Bohr- &amp; Geotechnik KG