
BGW Geotechnik GmbH

Büro Hohenlockstedt: Towerstr. 10, 25551 HOHENLOCKSTEDT, Tel.: 04826-3769082, email: webmaster@bgw-geotechnik.de

Stellungnahme zu möglichen Bodensetzungen im weiteren Umfeld der Sandgrube Harmenhausen

Auftraggeber: Fa. Wussow
Auftragsnummer: 2013.1768
Datum: 9.9.2013

BGW Geotechnik GmbH

Büro Hohenlockstedt: Towerstr. 10, 25551 HOHENLOCKSTEDT, Tel.: 04826-3769082, email: webmaster@bgw-geotechnik.de

Stellungnahme zu möglichen Bodensetzungen im weiteren Umfeld der Sandgrube Harmenhausen

Inhalt

1 VORGANG.....	1
2 UNTERLAGEN.....	1
3 UNTERSUCHUNGSGEBIET.....	2
3.1 UMFELD.....	2
3.2 GEWÄSSER.....	2
3.3 SANDABBAU.....	3
4 AUFBAU DES UNTERGRUNDES.....	3
5 GEOHYDRAULIK.....	4
6 VERMESSUNGSERGEBNISSE.....	5
7 STANDSICHERHEIT.....	6
7.1 VORBEMERKUNG.....	6
7.2 BERECHNUNGSERGEBNISSE.....	7
7.2.1 Bodenkennwerte.....	7
7.3 SONSTIGE BODENBEWEGUNGEN.....	8
8 ZUSAMMENFASSUNG.....	9

Anlagen

- 1 Lageplan
- 2 Bemessungsprofil

Stellungnahme zu möglichen Bodensetzungen im weiteren Umfeld der Sandgrube Harmenhausen

1 Vorgang

Von der Fa. W. Wussow, Handwerksstr. 4, 27804 Berne wurden wir beauftragt, eine Stellungnahme zu möglichen Bodensetzungen im weiteren Umfeld ihrer Sandgrube Harmenhausen abzugeben.

Veranlassung hierfür sind Vorwürfe von Anwohnern, der Betrieb der Sandgrube würde Sackungen und Gebäudeschäden verursachen.

2 Unterlagen

Für die hier vorgelegte Stellungnahme wurden die folgenden älteren Unterlagen genutzt:

- 2.1. Sandgrube Harmenhausen, Fa. Möbius: Gutachten zu den Ergebnissen chemischer und hydraulischer Untersuchungen im Grubensee und im Grundwasser.- Eigenes Gutachten vom 30.9.1996.
- 2.2. Geplanter Kleiabbau der Fa. Wussow, Gemeinde Berne.- Terra Umwelt-Consulting GmbH, 13.2.2002.
- 2.3. Ergebnisse der Unterwasservermessung der Kiesgrube in Harmenhausen.- Eigener Bericht vom 19.9.2003.
- 2.4. Erweiterung Sandgrube Harmenhausen: Gutachten zu den Grundwasser- und Gewässerhältnissen.- Eigenes Gutachten vom 24.11.2003.
- 2.5. Erweiterung Sandgrube Harmenhausen: Gutachten zur Böschungssicherheit.- Eigenes Gutachten vom 1.9.2004.
- 2.6. Sandabbau Harmenhausen: Gutachten über die Ergebnisse von Unterwasservermessungen an Böschungen und von Standsicherheitsuntersuchungen.- Eigenes Gutachten vom 7.4.2007.

BGW Geotechnik GmbH

Büro Hohenlockstedt: Towerstr. 10, 25551 HOHENLOCKSTEDT, Tel.: 04826-3769082, email: webmaster@bgw-geotechnik.de

- 2.7. Sandabbau Harmenhausen: Ergänzende Standsicherheitsberechnungen unter Berücksichtigung der aktualisierten Abbaugrenzen.- Eigenes Gutachten vom 13.4.2009
- 2.8. Prüfbericht-Nr.1: Sandabbau – Planänderung.- Ingenieurgesellschaft Eriksen, Oldenburg, 24.7.2009.
- 2.9. Sand- und Kiesgrube Harmenhausen: Bericht über die Ergebnisse der Seevermessung.- Eigener Bericht vom 17.6.2013.

3 Untersuchungsgebiet

3.1 Umfeld

Die Sandgrube befindet sich in der Wesermarsch nordwestlich der Ortschaft Harmenhausen. Die kürzeste Entfernung zur nördlich fließenden Weser beträgt ca. 2.200 m. Ausgehend vom Südufer der Sandgrube beträgt die kürzeste Entfernung zur Ortschaft Harmenhausen ca. 370 m. Anlage 1 zeigt einen aktuellen Lageplan der Sandgrube und des Umfeldes.

Abgesehen von den genannten Ortschaft sowie den Verkehrswegen wird das Umfeld der Sandgrube ausschließlich landwirtschaftlich genutzt.

3.2 Gewässer

Die nördlich der Sandgrube fließende Unterweser ist der Haupt-Vorfluter für die Gewässer des Untersuchungsgebietes. Nach Angaben des BSH beträgt der Tidenhub der Weser bei Vegesack außer bei Extremereignissen im Mittel 3,8 m. Das mittlere Hochwasser liegt bei NN +2,3 m, das mittlere Niedrigwasser bei NN -1,5 m.

In einem Minimalabstand von ca. 640 m westlich der Sandgrube fließt der Motzener Kanal Richtung Weser, in die er – vom Zweckverband gesteuert – entwässert.

Der nordöstlich in einem Abstand von minimal ca. 520 m von der Grubenkante verlaufende Doorgraben fließt nach Nordwesten in Richtung auf den Motzener Kanal.

BGW Geotechnik GmbH

Büro Hohenlockstedt: Towerstr. 10, 25551 HOHENLOCKSTEDT, Tel.: 04826-3769082, email: webmaster@bgw-geotechnik.de

Die verlaufsweise noch mäandrierende Ohlen verläuft etwa 450 m südöstlich der Sandgrube und steht am westlichen Ortsrand von Harmenhausen mit dem Motzener Kanal in Verbindung.

Das Untersuchungsgebiet wird von einer Vielzahl kleinerer Entwässerungsgräben durchzogen, deren Wasserspiegel augenscheinlich unterhalb des Seewasserspiegels der Sandgrube liegen. Nach Angaben des AG fallen diese Verbandsgräben in den Sommermonaten zeitweise trocken. Die jeweilige Gewässersohle liegt dann ca. 0,5 m bis 0,8 m unterhalb der Wasseroberfläche des Grubensees.

Den größten Wasserkörper des Untersuchungsgebietes bildet der Grubensee selbst. Die bei der letzten Seevermessung ermittelte Gewässeroberfläche beträgt ca. 16,6 ha entsprechend 166.000 m², das Wasservolumen etwa 1,54 mio m³. Nach den Ergebnissen früherer Messungen und Angaben des AG wird der Seewasserspiegel ungefähr in einem Niveau von NN -0,5 m gehalten. Eine Grundwasserabsenkung wird nicht durchgeführt, da sie im Rahmen des Nassabbaus nicht erforderlich ist.

3.3 Sandabbau

Der derzeit eine Fläche von ca. 16,6 ha umfassende Sandabbau wird seit Beginn im Nassabbauverfahren mittels Saugkopf und Spüleleitung betrieben. Die maximale Tagesentnahme liegt nach Angaben des AG bei ungefähr 2.000 m³ Rohmaterial.

Das Material wird vor Ort gravitativ entwässert. Der überwiegende Teil des Spülwassers fließt mit einer geringen Zeitverzögerung wieder in den Grubensee zurück, so dass durch den Spülbetrieb so gut wie keine Netto-Wasserentnahme erfolgt.

4 Aufbau des Untergrundes

Der Aufbau des Untergrundes im Untersuchungsgebiet ist charakterisiert durch das Auftreten mächtiger eiszeitlicher Sande unterhalb nacheiszeitlicher organogener Weichschichten bzw. der Böden.

BGW Geotechnik GmbH

Büro Hohenlockstedt: Towerstr. 10, 25551 HOHENLOCKSTEDT, Tel.: 04826-3769082, email: webmaster@bgw-geotechnik.de

Die unterhalb der Böden befindlichen organogenen Weichschichten bestehen aus Klei und Torf und erreichen, soweit bekannt, maximale Mächtigkeiten von mehr als 6 m. Darunter folgen die eiszeitlichen Sande, deren Korngröße nach unten zunimmt, um dann bereichsweise unterhalb einer Tiefe von 20 m unter Gelände wieder abzunehmen. Die Unterkante dieser Sande ist im Untersuchungsgebiet bei einer maximalen Bohrtiefe von 31 m unter Gelände nicht erbohrt worden.

5 Geohydraulik

Die Angaben zur Untergrundhydraulik sowie zur Oberflächenentwässerung basieren auf den in Abschnitt 2 aufgeführten älteren Untersuchungen. Da zwischenzeitlich außer der Vergrößerung des Wasserkörpers der Sandgrube keine sichtbaren Veränderungen in den verschiedenen Gewässern vorgenommen wurden, gelten die damaligen Untersuchungsergebnisse weiterhin.

Der Seewasserspiegel liegt größenordnungsmäßig im Bereich von NN - 0,5 m. Er liegt im Bereich des ehemaligen Grundwasserspiegels. Durch den Aufschluss des Grubensees ist der ehemals geneigte Grundwasserspiegel in einen ebenen Seewasserspiegel umgewandelt worden (Details: siehe Unterlage 2.4). Bei der äußerst geringen Neigung des Grundwasserspiegels in der Marsch beträgt die durch die Umwandlung verursachte Aufhöhung des Seewasserspiegels am Südwestufer des Sees im Vergleich zum ehemaligen Grundwasserspiegel nur einige Zentimeter. Eine gleiche Größenordnung gilt für die Absenkung des Seewasserspiegels im Vergleich zum ehemaligen Grundwasserspiegel am Nordostufer.

Eine weitere durch die Existenz des Grubensees verursachte Änderung im Vergleich zum "Urzustand" ist der Ersatz eines Grundwasserkörpers durch einen Seewasserkörper. Während früher der Speicherkoeffizient des Aquifers (im freien Zustand) etwa 0,2 betrug, liegt der Speicherkoeffizient jetzt zwangsläufig bei 1,0¹. Für eine Veränderung des Grundwasserspiegels sind daher nur 20% des Wasservolumens wie für eine gleichgroße Veränderung eines Seewasserspiegels erforderlich. Dementsprechend wirkt der Wasserkörper des Grubensees dämpfend auf die Schwankungen des benachbarten Grundwassers. Dies gilt, solange der See hydraulischen Kontakt zum Grundwasser hat, was hier gegeben ist.

Die im Vergleich zur Landverdunstung höhere Seeverdunstung wirkt bezogen auf den Wasserhaushalt defizitär. Näheres hierzu ergibt sich aus den Unterlagen 2.1 und 2.4.

¹ Unter dem Speicherkoeffizient wird derjenige Volumenanteil verstanden, der bei Entwässerung des Untergrundes frei wird. Bei den hier vorliegenden Sanden entspricht er dem Porenraum, bei einem See liegt er naturgemäß bei 1,0 oder 100%.

BGW Geotechnik GmbH

Büro Hohenlockstedt: Towerstr. 10, 25551 HOHENLOCKSTEDT, Tel.: 04826-3769082, email: webmaster@bgw-geotechnik.de

Das Gefälle des Grundwasserspiegels richtet sich nach Süden aus. Dies bedeutet, dass die Grundwasserströmung südlich der Sandgrube ebenfalls nach Süden gerichtet ist. Ein Grundwasserzuström in die Grube aus dem Bereich der Ortschaft Harmenhausen findet nicht statt. Aufgrund des geringen Gefälles des Grundwasserspiegels liegt die Strömungsgeschwindigkeit des Grundwassers trotz der guten Durchlässigkeit des Wasserleiters nur bei ungefähr 40 m/a bis 66 m/a.

Der Wasserspiegel aller Vorfluter, von denen einige zeitweise trockenfallen, liegt unterhalb des Grubenwasserspiegels. Im Nahbereich wird der Untergrund daher durch die Vorfluter und nicht durch die Sandgrube entwässert.

6 Vermessungsergebnisse

Die Ergebnisse der diesjährigen Grubenvermessung wurden in der Unterlage 2.9. dargestellt. Aus dieser wurde für die hier vorliegende Stellungnahme das Bemessungsprofil der Anlage 2 konstruiert. Dieses Bemessungsprofil zeigt den geringstmöglichen Abstand zur Ortschaft Harmenhausen.

Wie in Unterlage 2.9 erklärt, wurde eine Seevermessung mittels Echolotung durchgeführt. Wassertiefen von weniger als ca. 0,5 m können dabei nicht erfasst werden. Dies führt zu einer Ungenauigkeit im Bemessungsprofil, die allerdings für die weiteren Schlussfolgerungen bedeutungslos ist:

Im unmittelbaren Uferbereich hat sich eine hier maximal etwa 2 m breite Flachwasserzone mit Wassertiefen von wenigen Dezimetern ausgebildet, die im Bemessungsprofil nicht darstellbar ist. Auswirkungen auf die Standsicherheitsverhältnisse beschränken sich - wenn überhaupt signifikant nachweisbar - auf diesen Bereich selbst.

7 Standsicherheit

7.1 Vorbemerkung

Im Rahmen älterer Untersuchungen wurden mehrfach Standsicherheitsberechnungen für die Böschungen der Sandgrube Harmenhausen berechnet. Die zugrundegelegten geotechnischen Parameter der Untergrundschichten gelten weiterhin.

Die Normung zur Standsicherheitsberechnung wurde allerdings zwischenzeitlich geändert. Die sich hieraus ergebenden Änderungen sind verhältnismäßig gering:

In der **alten Norm** wurden bei der Standsicherheitsberechnung diejenigen Kräfte (Momente), die eine Böschung halten mit denjenigen verglichen, die Böschungsbrüche verursachen. Bei einem derartigen Kraft- bzw. Momentenvergleich ergibt sich ein Standsicherheitsbeiwert, der umso größer ist, je größer die Böschungssicherheit ist. Eine Böschung an der unmittelbaren Bruchgrenze, d.h. im Böschungsgleichgewicht, zeigt einen Standsicherheitsbeiwert von genau 1,00. In der alten Norm wurde ein minimaler Standsicherheitsbeiwert von 1,40 gefordert, was einer 40%-igen rechnerischen Sicherheitsreserve entspricht. Das zugrundeliegende Konzept wird als Globalsicherheitskonzept bezeichnet.

In der **neuen Norm** wird ein anderer Weg gegangen. Hier werden diejenigen geotechnischen Parameter, die für die Standsicherheit relevant sind (je nach Fragestellung und Untergrundaufbau u.a. Reibungswinkel, Kohäsion und Dichte) mit Sicherheitsabschlägen versehen. Erst die einzelnen abgeminderten Bodenkennwerte dienen dann zur Berechnungsgrundlage². Als Ergebnis wird ein Ausnutzungsgrad erhalten, der angibt, mit welchem Anteil die vorhandene Böschungsstabilität ausgenutzt wird. Der Ausnutzungsgrad steigt mit fallender Böschungssicherheit. Die Norm fordert einen Ausnutzungsgrad von höchstens 1,00. Da die Sicherheitsreserven bereits in die geotechnischen Kennwerte einbezogen sind, ist dieser Ausnutzungsgrad im Sinne der Norm ausreichend standsicher.

Die Ergebnisse der alten und der neuen Norm können theoretisch ineinander umgerechnet werden. In fast allen Fällen - so auch hier - ergibt die Berechnung nach der neuen und jetzt gültigen Norm ein geringeres Sicherheitsniveau als eine Berechnung nach der alten Norm.

² Der Sinn dieser Vorgehensweise ergibt sich daraus, dass bei bestimmten - hier nicht relevanten - Fragestellungen die verschiedenen Bodenkennwerte unterschiedlich abgemindert werden, woraus sich eine höhere Rechengenauigkeit ergeben kann.

7.2 Berechnungsergebnisse

7.2.1 Bodenkennwerte

Für den nicht vorbelasteten Sand werden Bodenkennwerte eingeführt, die einer lockeren Lagerung entsprechen:

Kohäsion c : 0 kN/m² (hier nicht relevant),
Reibungswinkel φ : 30°
Wichte: 18 kN/m³ (hier nicht relevant)

Für eine Sandböschung gilt auch unter Wasser, dass sich die Standsicherheit durch einen Vergleich des Reibungswinkels der Sande als geotechnische Kenngröße (φ) zur Neigung der betrachteten Bruchfuge (β) ergibt. Der Teilsicherheitsbeiwert für den Reibungswinkel beträgt der Norm entsprechend 1,25.

Die Standsicherheit ($1/f$) einer Bruchfuge errechnet sich nach

$$1/f = \tan(\beta) : \tan(\varphi),$$

wobei der Reibungswinkel φ um den Teilsicherheitsbeiwert abzumindern ist.

Bei einer minimalen Entfernung der Bebauung in Harmenhausen von 370 m und einer maximalen Seetiefe im Bemessungsprofil von 12,5 m errechnet sich für die Neigung der Bruchfuge ein Wert von

$$\beta = 2^\circ \text{ (gerundet).}$$

Der Ausnutzungsgrad für diese Konfiguration beträgt unter Berücksichtigung des Teilsicherheitsbeiwertes

$$1/f = 0,076 \ll 1,00.$$

BGW Geotechnik GmbH

Büro Hohenlockstedt: Towerstr. 10, 25551 HOHENLOCKSTEDT, Tel.: 04826-3769082, email: webmaster@bgw-geotechnik.de

Dieser Standsicherheitsbeiwert ist bei weitem ausreichend. Für weiter entfernt gelegene Gebäude im Harmenhausen verbessert er sich noch. Eine wie auch immer geartete Beeinträchtigung des Gebäudebestandes von Harmenhausen durch die Grubenböschung ist damit ausgeschlossen.

Zur Verdeutlichung:

Der von der Norm geforderte Ausnutzungsgrad der Böschung beträgt maximal 1,00. Dem entspricht rechnerisch ein Winkel einer Bruchfuge von ca. 24°. Bei einer Minimalentfernung von ca. 370 m zur Böschungsschulter müsste die Böschungstiefe ungefähr 165 m betragen, um eine potentielle Gefährdung der Ortslage zu bewirken.

7.3 Sonstige Bodenbewegungen

In einem Schreiben an die Genehmigungsbehörde wird befürchtet, dass es zu unterirdischen Bewegungen der Sande in Richtung auf die Sandgrube kommen könnte, die für Setzungen im Ortsbereich verantwortlich sein sollen. Dies ist ausgeschlossen.

Jede unterirdische Bodenbewegung in Richtung auf die Sandgrube muss u.a. den Reibungswinkel der Sande von 30° überwinden. Dies ist schon allein aufgrund der Entfernung und des geringen Höhenunterschiedes unmöglich. Außerdem gibt es keine antreibende Kraft für eine Bodenbewegung. Der einzige theoretisch denkbare Antrieb wäre ein Strömungswasserdruck. Da die Grundwasserströmung hier nach Süden, d.h. in entgegengesetzte Richtung wirkt, ist dies ausgeschlossen.

Außerdem wurde die Befürchtung geäußert, dass die Entnahme von Spülgut zu einer Wasserspiegelabsenkung des Sees führt, die wiederum die Böschung und damit die Gebäude in Harmenhausen gefährdet. Auch dies ist ausgeschlossen:

Zum einen wird das Spülwasser im Kreislauf geführt, so dass nur vernachlässigbare Nettoverluste (gespeicherter Wasservorrat in den Halden) auftreten. Momentan werden an seltenen Tagen maximal etwa 2.000 m³ Rohstoff gewonnen. Dieser Substanzverlust am "Seegrund" führt bei einer Wasseroberfläche von ca. 16,6 ha zu einem Absinken des Seewasserspiegels von 1,2 cm, die durch Rückfluss und Grundwasserzustrom wieder ausgeglichen werden. Derartige Wasserspiegelschwankungen sind für die Standsicherheit der Gebäude in Harmenhausen wie auch der Böschung selbst bedeutungslos.

BGW Geotechnik GmbH

Büro Hohenlockstedt: Towerstr. 10, 25551 HOHENLOCKSTEDT, Tel.: 04826-3769082, email: webmaster@bgw-geotechnik.de

8 Zusammenfassung

1. Die Sandgrube Harmenhausen weist derzeit eine Wasseroberfläche von ca. 16,6 ha auf. Das maximale tägliche Abbauvolumen beträgt nach Angaben des AG ca. 2.000 m³.
2. Die Wasserspiegel aller Vorfluter, die phasenweise trockenfallen, liegen unterhalb des Seewasserspiegels der Sandgrube.
3. Der minimale Abstand der Böschungsschulter bzw. der Uferlinie des Grubensees zur Bebauung der Ortschaft Harmenhausen beträgt 370 m.
4. Aufgrund des bei weitem ausreichenden Ausnutzungsgrades der Standsicherheit ist eine Gefährdung der Gebäude in Harmenhausen durch die Böschung der Sandgrube ausgeschlossen.
5. Unterirdische Materialverlagerungen in Richtung auf die Sandgrube sind aufgrund der Entfernung, der Strömungsverhältnisse des Grundwassers und des Reibungswinkels der Sande ausgeschlossen.
6. Die Sandentnahme führt zu Veränderungen des Seewasserspiegels im Bereich einzelner Zentimeter. Für die Standsicherheit der Böschungen und des Gebäudebestandes in Harmenhausen ist dies bedeutungslos.

Dr. Alexander Iwanoff

(BGW Geotechnik GmbH)

BGW Geotechnik GmbH

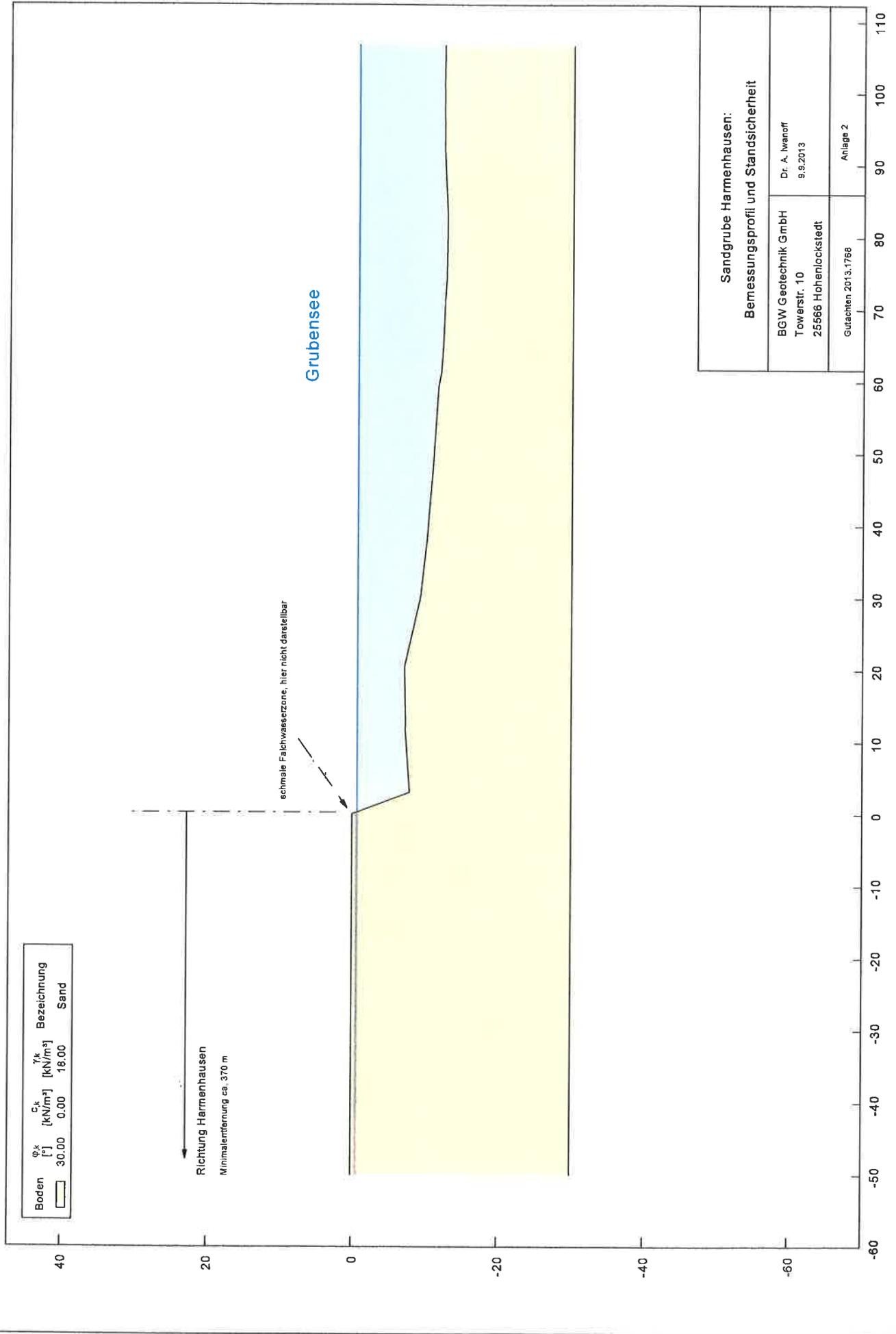
Büro Hohenlockstedt: Towerstr. 10, 25551 HOHENLOCKSTEDT, Tel.: 04826-3769082, email: webmaster@bgw-geotechnik.de

**Gutachten 2013.1768, Anlage 1:
Lageplan**

BGW Geotechnik GmbH

Büro Hohenlockstedt: Towerstr. 10, 25551 HOHENLOCKSTEDT, Tel.: 04826-3769082, email: webmaster@bgw-geotechnik.de

**Gutachten 2013.1768, Anlage 2:
Bemessungsprofil**



Sandgrube Harmenhausen:
Bemessungsprofil und Standsicherheit

BGW Geotechnik GmbH Towerstr. 10 25566 Hohenlockstedt	Dr. A. Iwanoff 9.9.2013
Gutachten 2013,1768	Anlage 2