GTBM GmbH

Umwelt
Geotechnik
Bodenmanagement

Wagnerweg 16
58313 Herdecke

T 02330 656800
F 02330 656999
M 0151 23504351

a.vinmans@gtbm.de
www.gtbm.de

GTBM GmbH, Wagnerweg 16, 58313 Herdecke

Gebr. Brinkmeyer KG
Kreckenhof 1
32457 Porta Westfalica

Projekt 2017-01-411
Zeichen Vi
Datum 10.02.2017

PROJEKT: **Kiesabbauerweiterungsvorhaben der Fa. Gebr. Brinkmeyer KG und Wilhelm Edler Sand- und Kiesgruben GmbH**

Standsicherheitsgutachten

Standsicherheitsberechnung der Nordböschung und der Ostböschung entlang der Schnitte A – A‘ und B – B‘ im Erweiterungsbereich während des Bauzustands und im Endzustand nach Verfüllung

AUFTRAGGEBER: **Gebr. Brinkmeyer KG, Porta Westfalica**

PROJEKTBEARBEITER: **Dipl.-Geol. Vinmans**
2017-01-411-g.doc

GUTACHTEN UMFASST: **9 Textseiten**
4 Anlagen

VERTEILER: **Gebr. Brinkmeyer KG, 7x**

Inhaltsverzeichnis Seite

1. Vorgang und Aufgabenstellung 1

2. Verwendete Unterlagen 2

3. Standortverhältnisse 3

3.1 Geologie 3

3.2 Hydrogeologie 3

4. Bodenmechanische Kennwerte 4

5. Standsicherheitsnachweis 6

5.1 Allgemeine Angaben 6

5.2 Berechnungsmethode 6

5.3 Nachweis GEO 3 „Grenzzustand des Verlustes der Gesamtstandsicherheit“ 7

6. Ergebnisse der Berechnungen 7

7. Schlussbemerkungen 9

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 : Bodenmechanische Kennwerte 5
Tabelle 2 : berechnete Varianten der Böschung 7
Tabelle 3 : Ergebnisse der Berechnungen der Böschungen 8

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Lageplan

Anlage 2: Schnitte A – A‘ und B – B‘

Anlage 3: Grafische Darstellung der Standsicherheitsberechnungen

Anlage 4: Ergebnisse der Laboruntersuchungen an Sand und Kies, Ruhr-Universität Bochum

1. Vorgang und Aufgabenstellung

Die Gebr. Brinkmeyer KG (Kreckenhof 1 32457 Porta Westfalica) stellen gemeinsam mit der Wilhelm Edler Sand- und Kiesgruben GmbH (Pflugweg 70, 32457 Porta Westfalica) den Antrag auf Planfeststellung für das Kiesabbauerweiterungsvorhaben beider Firmen. Mit der Planfeststellung soll der Abbau von Kies oberhalb des abdichtenden Beckentons als Erweiterung des bestehenden Abbaus im nordöstlichen Bereich beantragt werden. Die Antragsfläche ist dem Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen. In der folgenden Abbildung ist eine Übersichtskarte enthalten.

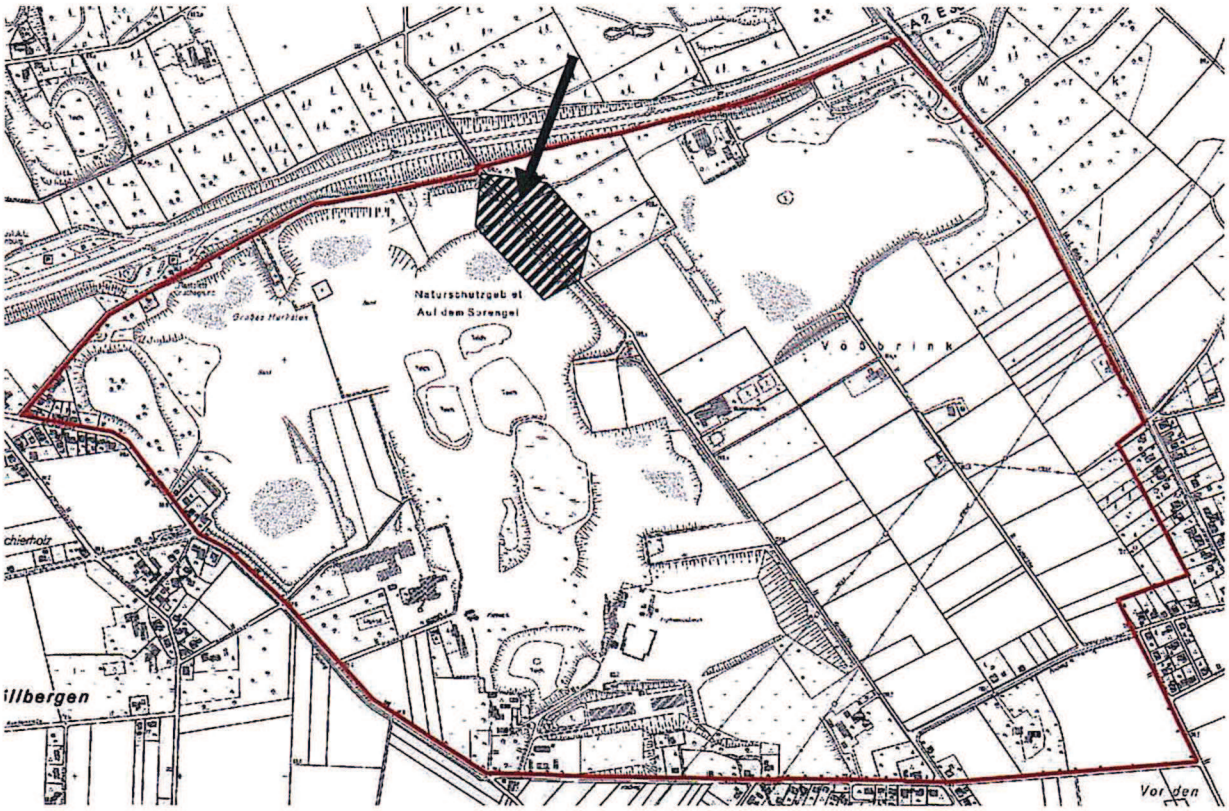

Abbildung 1: Darstellung der Antragsfläche in einer Topographischen Karte (DGK 5)

Die gewinnbaren Kiesvorkommen überlagern den sogenannten Beckenton. Die Kiesabgrabung soll in Trockenabbau erfolgen. Die Arbeitsweise wird wie in der derzeit in Betrieb befindlichen Auskiesung ausgeführt. Die Auskiesung wird nicht in Bauabschnitte unterteilt, da die Antragsfläche vergleichsweise klein ist.

Im Zuge der Auskiesung muss der Sprengelweg verlegt und nach Beendigung der Auskiesung wieder an gleicher Position hergestellt werden. Hierzu ist im Anschluss an die Auskiesung der

Wiedereinbau von Abraum, abgesiebten Sanden und Fremdanlieferungen erforderlich. Die Beantragung des Wiedereinbaus ist Teil der Planfeststellung. Eine ausführliche Beschreibung ist den Antragsunterlagen zu entnehmen.

Für die bestehende Auskiesung liegen bereits Standsicherheitsberechnungen der nördlichen und östlichen Abbauböschungen im Endzustand vor. In der vorliegenden Standsicherheitsberechnung werden die Standsicherheit der Abbauböschungen im Bauzustand und die wiederhergestellte Verfüllböschung im Endzustand beurteilt. Die Beurteilung der Standsicherheitsberechnungen erfolgt auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse.

Die GTBM GmbH wurde von der Gebr. Brinkmeyer KG, Porta Westfalica, mit der Ausarbeitung der Standsicherheitsberechnung für die Erweiterungsfläche beauftragt.

2. Verwendete Unterlagen

Zur Ausarbeitung der vorliegenden Standsicherheitsberechnung standen folgende Unterlagen, Pläne und Informationen zur Verfügung:

[U1] Google Earth, Luftbild

[U2] Antragsunterlagen zum Planfeststellungsverfahren für das Kiesabbauerweiterungsvorhaben der Firmen Gebr. Brinkmeyer KG, Kreckenhof 1, 32457 Porta Westfalica, und Wilhelm Edler Sand- und Kiesgruben GmbH, Pflugweg 70, 32457 Porta Westfalica, Planungsbüro Dr. Könemann, Porta Westfalica

[U3] Untersuchung der Standsicherheit der Grubenböschungen nach geplanter Erweiterung, Dr. Moll Baugrund GmbH, Isernhagen, 26.03.1985,

[U4] Böschungsbruchnachweis für den Trockenabbau der Fa. Kieswerk Brinkmeyer GmbH & Co.KG, Mull & Partner Ingenieurgesellschaft Garbsen, 02.10.1997;

[U5] Böschungsbruchnachweis für den Trockenkiesabbau der Fa. Kieswerk Brinkmeyer GmbH & Co.KG in Porta Westfalica, Stadt-Land-Fluss Ingenieurdienste GmbH, Hannover, 01.03.2000;

[U6] Standsicherheitsberechnung der Unterwasserböschung, GTBM GmbH, September 2015

[U7] Gutachterliche Stellungnahme, Überprüfung der Standsicherheitsberechnung, Dr. L. Müller Consult, August 2015

[U8] Laborversuche der Ruhr-Universität Bochum zur Berechnung der Scherparameter, Lehrstuhl für Erd-, Grundbau und Bodenmechanik, Prof. Dr. Tom Schanz

[U9] Diverse Lagepläne und Vermessungsunterlagen, zur Verfügung gestellt vom AG

[U10] Wendehorst, Bautechnische Zahlentafeln, 34. Auflage 2012

3. Standortverhältnisse

3.1 Geologie

Im Bereich des beantragten Abbauvorkommens stehen glazifluviatile Ablagerungen der Saale-Kaltzeit (Drenthe-Stadium) an, die von dem sog. Beckenton unterlagert werden. Die Mächtigkeit dieser Ablagerungen beträgt im Bereich des Vorhabens 40 bis 42 m. Der Beckenton ist als dichter Ton in einer mindestens halbfesten Zustandsform zu charakterisieren. Darunter folgen wiederum Kiese und Sande.

3.2 Hydrogeologie

Die hydrogeologischen Verhältnisse werden durch den Beckenton geprägt. Im Bereich des Untersuchungsgebietes sind zwei Grundwasserstockwerke in sandig bis kiesigen Schichten ausgebildet, die durch den Beckenton abgedichtet werden. Das Grundwasser oberhalb des Beckentons im ersten Grundwasserstockwerk ist nicht von wasserwirtschaftlicher Bedeutung. Eine Nutzung findet nicht statt. Der Grundwasserstand ist für dieses Stockwerk mit +73,00 mNHN angegeben worden und wird auch so in den Standsicherheitsberechnungen angewandt.

Das Grundwasser im 2. Grundwasserstockwerk ist für die Trinkwassergewinnung von wasserwirtschaftlicher Bedeutung. Im Umfeld des beantragten Kiesabbaus sind Trinkwassergewinnungsbrunnen vorhanden. Die Ausweisung der Schutzgebiete ist entsprechend vorgenommen worden.

Eine ausführliche Darstellung der hydrogeologischen Verhältnisse ist dem Erläuterungsbericht der Antragsunterlagen [U2] zu entnehmen.

4. Bodenmechanische Kennwerte

Die maßgebenden bodenmechanischen Kennwerte für die Standsicherheitsberechnung sind Wichte, Scherfestigkeit und Kohäsion.

Die Wichte des Bodens wird zur Berechnung des Grundbruches benötigt. Man erhält die Wichte durch Umrechnung der versuchstechnisch ermittelten Dichte. Hierbei wird unterschieden in Wichte und Wichte unter Auftrieb. In der folgenden Tabelle ist die Wichte aufgeführt, in den Berechnungen ist die Wichte unter Auftrieb ebenfalls mit angegeben.

Die Standsicherheit wird bei nichtbindigen Böden (Sande und Kiese) vorwiegend durch die Scherfestigkeit und untergeordnet durch Kohäsion bestimmt. Die Scherfestigkeit entspricht dem Reibungswinkel bei Normalspannung. Ein Versagen des Baustoffes tritt ein, wenn die Schubspannung die Scherfestigkeit überschreitet. Die somit angegebene bzw. im Versuch ermittelte Scherfestigkeit stellt den maximal möglichen Spannungszustand vor Versagen des Baustoffes dar. Die Kohäsion für Sande und Kiese wurde in Laborversuchen an dem Material ermittelt. Die Kohäsion von Sanden ist geringer als bei bindigen Böden anzusetzen.

Bei bindigen Böden wird die Standsicherheit durch die Scherfestigkeit und die Kohäsion bestimmt. Die Kohäsion ist von der Normalspannung unabhängig und ist auf die zwischen den Körnern wirkenden Haftkräfte zurückzuführen. Sie ist abhängig von dem Anteil der Tonminerale und der Vorbelastung des bindigen Bodens. Mit zunehmenden Wassergehalt nimmt die Kohäsion ab. Bei einer breiigen Zustandsform des Bodens ist die Kohäsion gleich Null.

Für bindige Böden können auf Grundlage von Erfahrungen und Angaben in der Literatur [Wendehorst, U10] die Scherfestigkeit und die Kohäsion angegeben werden. Für die Kiese wurden die Angaben für die Parameter auf Grundlage von Laborversuchen ermittelt [U8]. Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind als Anlage 4 beigefügt. Für den Beckenton werden übliche Scherfestigkeiten für bindige, anstehende Böden in mindestens halbfester Zustandsform angegeben. Für die Verfüllmaterialien wurden die Bodenkennwerte der Laborversuche herangezogen. Allerdings wurde nicht eine lockerste Lagerung sondern eine mitteldichte Lagerung nach Einbau vorausgesetzt. Die ermittelte Kohäsion wurde abgemindert. In der folgenden Tabelle sind die für die Standsicherheitsberechnungen herangezogenen Kennwerte aufgeführt.

Baustoff	**Wichte γ [kN/m³]**	**Scherfestigkeit φ [°]**	**Kohäsion c [kN/m²]**
Kies	20	38	8
Beckenton	21	27,5	10
Kies	20	38,0	0
Füllsand 0/1, verdichtet	19	35	2
Füllboden, verdichtet	19	27,5	2

Tabelle 1 : Bodenmechanische Kennwerte

Die oben genannten Kennwerte werden in allen Berechnungen verwendet. Die angegebene Böschungsneigung ergibt sich aus den bisherigen Genehmigungen und Ergebnissen der Standsicherheitsberechnungen. Füllsand 0/1 wurde für die Verfüllung gemäß den Antragsunterlagen angenommen. Der Füllboden wurde für den geplanten Wall an der Böschungsoberkante mit Bewuchs angenommen.

5. Standsicherheitsnachweis

5.1 Allgemeine Angaben

Der Standsicherheitsnachweis ist entsprechend EC 7 zu führen. Hiernach ist nachzuweisen, dass die Grenzzustände der Tragfähigkeit (GEO 3) mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen sind. Dieser Nachweis stellt die worst-case-Betrachtung dar. Eine zutreffendere Variante der Teilsicherheiten ist gemäß DIN 1054-2010 die Bemessungssituation BS-T (als vorübergehende Belastungssituation). Dort werden nicht so hohe Teilsicherheitsbeiwerte formuliert, da es sich um einen vorübergehenden Zustand handelt. Durch die kurzzeitig später erfolgende Wiederverfüllung sind die Voraussetzungen für GEO 3 entsprechend EC 7 nicht gegeben. Für die Endböschung wurden dagegen die Teilsicherheiten gem. BS-P angesetzt.

Die Sicherheit ist rechnerisch nachgewiesen, wenn die Grenzzustandsbedingungen nicht verletzt werden. Dazu sind die jeweils ungünstigsten Mechanismen, Kombinationen und hydraulischen Bedingungen zu untersuchen.

5.2 Berechnungsmethode

Mit dem Programm GGU-Stability werden Böschungsbruchberechnungen nach EC 7 und mit Kreisgleitflächen nach Bishop durchgeführt. Das Programm verwendet die in der DIN 1054:2010 angegebenen Formeln und Beziehungen.

In EC 7 wird nach der probabilistischen Methode mit Teilsicherheitsbeiwerten gearbeitet. Die Sicherheiten werden somit bereits in den Widerständen und Einweisung berücksichtigt. Als Ergebnis der Berechnungen erhält man den Ausnutzungsgrad „μ“. Eine Böschung ist standsicher, wenn der Ausnutzungsgrad $\mu \leq 1$ beträgt.

5.3 Nachweis GEO 3 „Grenzzustand des Verlustes der Gesamtstandsicherheit“

Der Nachweis der Gesamtstandsicherheit GEO 3 wurde die Abbauböschung in 2 Schnitten (A – A‘ und B – B‘) geführt. An beiden Schnitten wurden 3 unterschiedliche Bodenarten berechnet.

In der folgenden Tabelle sind die berechneten Querschnitte aufgeführt. Die grafische Darstellung der Berechnungen ist in der Anlage 3 enthalten.

	Schnitt A – A‘ Bauzustand	**Schnitt A – A‘ Endzustand**	**Schnitt B – B‘ Bauzustand**
Höhe Trockenböschung [m]	37,5	44	38,5
Böschungsneigung Trockenböschung	1 : 1,5	1 : 2	1 : 1,5
Aufstandsfläche [m]	Beckenton, +77,5 m NHN	Beckenton, +74,5 m NHN	Beckenton, +77,5 m NHN
Grundwasser [m NHN]	+73	+73	+73
Auskiesungstiefe [m NHN]	+77,5	+74	+77,5

Tabelle 2 : berechnete Varianten der Böschung

6. Ergebnisse der Berechnungen

Im Rahmen der Standsicherheitsberechnungen wurden die Schnitte A – A‘ Bauzustand, A – A‘ Endzustand und B – B‘ Bauzustand untersucht. Die Rahmenbedingungen der Eingabe in das Programm stability sind in der Tabelle 2 angegeben. Die Lage der Schnitte ist dem Lageplan in Anlage 1 sowie die Schnitte der Anlage 2 zu entnehmen. Die Koordinate 0 ist für alle Berechnungen die aufgehende Abbauböschung, bei der Darstellung der wieder hergestellten Abbaufläche wird die zukünftige Böschung auf -120 m im Bezug zur Abbauböschung festgelegt. Die grafische Darstellung der Berechnung ist der Anlage 3.1 bis 3.3 zu entnehmen. Eine Berechnung des Schnittes B – B‘ für den Endzustand entfällt, da die Böschung dann innerhalb der Verfüllung liegt und nur noch die Böschung entlang des Schnittes A – A‘ zu betrachten ist.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Berechnungen und die jeweilige Anlagennummer aufgeführt.

	Schnitt A – A‘ Bauzustand	**Schnitt A – A‘ Endzustand**	**Schnitt B – B‘ Bauzustand**
Ausnutzungsgrad μ	0,70	0,76	0,73
Böschungsneigung	1 : 1,5	1 : 2	1 : 1,5
Anlage Nr.	3.1	3.2	3.3
Material	Kies	Verfüllung Sand 0/1, schwach bindig	Kies

Tabelle 3 : Ergebnisse der Berechnungen der Böschungen

Die Berechnung der Standsicherheit der Böschungen belegt die Standsicherheit für den Bauzustand. Die Herstellung einer Böschung 1 : 1,5 mit Verfüllmaterial ist nach den Berechnungen mit den gegebenen Eingangswerte nicht ausreichend standsicher. Daher wurde die Böschung für das Verfüllmaterial auf eine Neigung 1 : 2 abgeflacht, der Böschungsfuß verschiebt sich daher um ca. 33 m in die Abgrabung.

7. Schlussbemerkungen

1) Ergeben sich im Zuge der weiteren Planungen andere als die im vorliegenden Standsicherheitsgutachten beschriebenen Randbedingungen, bitten wir um eine entsprechende Benachrichtigung.

2) Die vorliegende Standsicherheitsberechnung 2017-01-411 ist nur in ihrer Gesamtheit verbindlich und bezieht sich ausschließlich auf den uns zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des Gutachtens bekannten Planungsstand.

GTBM GmbH

Dipl.-Geol. Vinmans
Geschäftsführer