



Standsicherheitseinschätzung

Tagebau: Kiessandtagebau Köplitz

Objekte: Fortschreitende Böschungen

Gültigkeitsbereich: Baufelder II bis V

Gültigkeitszeitraum: 1995 bis Ende Rohstoffgewinnung

Auftraggeber: Mitteldeutsche Baustoffe GmbH

Auftragnehmer: CUI Consultinggesellschaft
für Umwelt und Infrastruktur mbH

Bearbeitungsumfang: 8 Seiten und
4 Anlagen

Halle/Saale, 28.02.1995

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Sengewitz
Sachverständiger für Böschungen

Abteilungsleiterin: Dipl.-Ing. Fiedler

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung.....3

2 Arbeitsunterlagen.....3

2.1 Zeichnungsunterlagen, Kartenmaterial, Schriftgut3

2.2 Literatur.....4

3 Geologische Situation.....4

4 Bodenkenngrößen5

5 Standsicherheitsberechnungen5

6 Schlußfolgerungen und erforderliche Maßnahmen7

Anlage 1 Darstellung der Berechnungsergebnisse



1 Aufgabenstellung

Im Kiessandtagebau Köplitz wird der anstehende Kiessand seit nunmehr 4 Jahren mittels Radlader gewonnen. „Bei Wandhöhen um 20 m stellen sich Böschungen ein, die bei augenscheinlichen Betrachtungen (soweit die Böschung nicht selbständig nachrutscht) während des Gewinnungsbetriebes durch Auflockerung (Lanze) zum Nachbrechen veranlaßt werden“ (U 1).

Ziel der Standsicherheitsuntersuchung ist

- die Angabe der erforderlichen Maßnahmen zum Schutz der am Böschungsfuß eingesetzten Arbeitnehmer in den Radladern und Abnehmerfahrzeugen,
- die Festlegung zulässiger Neigungswinkel für den an der fortschreitenden Böschung anstehenden Kiessand und das von bindigen Zwischenmitteln durchsetzte Material

Das Bearbeitungsgebiet umfaßt die Baufelder II bis V. Die zur Haufwerksherstellung verfügbaren Geräte sind

- von der Sohle aus: Lanze am Radlader; Lanzenlänge 7 m
- von der Böschungsoberkante aus: Bagger mit Zugschaufel; Ausleger-Raupenabstand ca. 15 m.

2 Arbeitsunterlagen

2.1 Zeichnungsunterlagen, Kartenmaterial, Schriftgut

- U 1 Aufgabenstellung vom 20.01.1995
- U 2 Übersichtsplan Kiessand Köplitz, Stand 2/92, Maßstab 1 : 5 000
- U 3 Gewinnungsriß Kiessandtagebau Köplitz, Stand 6/94, Reg.-Nr: 040627-143518/1 und 2, Maßstab 1 : 1 000
- U 4 Fotos aus dem Baufeld II (Standorte siehe U 3)
- U 5 Ergebnisbericht mit Vorratsberechnung Suche und Erkundung Kiessand Ateritz, Bearbeiter: Broßmann, GFE Halle, September 1991 (leihweise), davon die Auszüge
 - U 5.1 Geologie der Lagerstätte, Abschnitt 4.1 Lithologie, Stratigraphie und Genese
 - U 5.2 Codeverzeichnis Gliederung des Quartärs

- U 5.3 Vorratsriß (Nordblatt), Maßstab 1 : 1 000
- U 5.4 Vorratsriß (Südblatt), Maßstab 1 : 1 000
- U 5.5 Geologische Schichtenschnitte 1 - 7, Maßstab 1 : 500
- U 5.6 Geologische Schichtenschnitte 9 - 17, Maßstab 1 : 500
- U 5.7 Legende zu den geologischen Schnitten

- U 6 Ergebnisbericht Erkundung Kiessand Köplitz,
Bearbeiter: Luge, GFE Halle, November 1978 (leihweise), davon die Auszüge
- U 6.1 Schnitte 3 und 5, Maßstab 1 : 500
- U 6.2 Lageplanausschnitt Baufeld II, Maßstab 1 : 2 000

- U 7 Standsicherheitsnachweis: Gewinnungs- und Endböschungen der
Kiessandlagerstätte Köplitz, Bearbeiter: Buckow, Baugrund Naumburg, 26.11.1980

- U 8 Standsicherheitsnachweis: Gewinnungsböschungen und Endböschungen des
Kiessandabbaues Ateritz, Bearbeiter: Eichhorn, MIBRAG, Ingenieurbetrieb Halle,
31.01.1991

2.2 Literatur

- L 1 K. Schubert: Böschungen
Leipzig 1972, Seiten 34, 141 - 150
- L 2 ABAO 122/1
- L 3 DIN 1080, Teil 6

3 Geologische Situation

Die geologischen Strukturen bestimmen Lage und Größe der Abbaufelder. Diese sind Nord-Süd-gerichtet. Die Westböschungen der Baufelder werden durch steil einfallende Flanken, meist aus Geschiebemergel, gebildet, die den nutzbaren Rohstoff begrenzen. Die Ostböschungen schneiden bis 5 m tief in bindige Schichten ein, die wiederum nach Osten einfallen. Sie bestehen in der Regel aus Geschiebemergel oder -lehm, an dessen Basis geringmächtige Beckenschluffe abgelagert sein können, oder aus tertiären Schluffen. In Geländenähe sind Mutterboden und bis 1,5 m mächtiger Sand verbreitet.

Geologisch vorgegebene Gleitflächen treten im Beckenschluff auf, sind aber wegen des gegenläufigen Einfallens und der Schichtmächtigkeit im Dezimeterbereich für die Standsicherheitsuntersuchung ohne Bedeutung.



Der nutzbare Rohstoff ist Kiessand. Nach den geologischen Schnitten ragen Geschiebemergelstreifen in das Baufeld III. Die Abbausohle wurde so vorgegeben, daß Grundwasser in den Tagebauen nicht auftritt. Die maximale Böschungshöhe erreicht 22 m.

4 Bodenkenngrößen

Aus Erkundungsergebnissen (U 7, U 8) lagen Einzelbestimmungen der Scherfestigkeit der in den Tagebauen anzutreffenden Böden vor. Aufgrund der Spezifik der Fragestellung kam der Ansatz abgeminderter Kenngrößen nicht in Frage. Die Scherfestigkeit der jeweils ungünstigen bindigen Einzelprobe eines Horizontes wurde den erdstatischen Berechnungen zugrunde gelegt. In rolligen Horizonten wurde die scheinbare Kohäsion (Kapillarhaftfestigkeit) in Anlehnung an Erfahrungswerte (L 1) berücksichtigt. Zum Kenngrößenansatz für den nutzbaren Rohstoff (Kiessand) wurden neben einzelnen Probenuntersuchungen (U 7, U 8) im Baufeld II gemessene Böschungsneigungen mit herangezogen.

Die Berechnungswerte sind in nachstehender Tabelle 1 zusammengestellt:

Tabelle 1

Bodenart	Hor.-Nr.	ϕ in °	c' in kN/m ²	γ in kN/m ³
Kiessand	Mischhorizont			
– gewachsen		40	(4)	19,5
– als Haufwerk		34	0	
Geschiebemergel	2610	31	20	21,3
Tertiärer Schluff	4790	31	14	19,5
Sand		34	(6)	19,5

(4) = scheinbare Kohäsion

Begriffe nach DIN 1080, Teil 6

5 Standsicherheitsberechnungen

Da steilstehende Böschungen von Geräten aufgelockert werden müssen und bei einer Böschungsneigung im Grenzgleichgewicht am stärksten gefährdet sein können, werden die Neigungswinkel für verschiedene Lastfälle berechnet.

Als Berechnungsverfahren wurde dasjenige von FRÖHLICH (L 1) und in Einzelfällen Berechnungstabellen von TAYLOR verwendet. Die Lastfälle sind in Tabelle 2 und die zugehörige Skizze in Anlage 1 angegeben.



Für den Tiefschnitt wird ein Sicherheitsbeiwert $\eta = 1,1$ als ausreichend erachtet.

Tabelle 2

Fall	$\phi_1/c_1/\gamma_1$	$\phi_2/c_2/\gamma_2$	$\phi_3/c_3/\gamma_3$	h_1	h_2
1	34/6/19,5	31/20/21,3	40/4/19,5		
1.1				0	2
1.2				2	2
1.3				0	4
1.4				4	4
2	34/6/19,5	31/14/19,5	40/4/19,5		
2.1				1	3
2.2				3	3
3			40/4/19,5	0	0
4	40/4/19,5	31/20/21,3	40/4/19,5		
4.1				8	4
4.2				8	8

Die Fälle 1 und 2 betreffen die östlichen Baufeldränder, Fall 3 die Situation im Baufeld ohne bindige Lagen, Fall 4 die Wechsellagerung von Kiessand und Geschiebemergel im Baufeld III.

Die Berechnungsergebnisse sind in Anlage 1 dargestellt.

Die zu erwartenden Abrißkanten für $\eta = 1,0$ liegen dicht an der Böschungskante. Nur bei $H \ll 12$ m überschreiten sie $0,2 \cdot H$. Sicherheitsabstände für $\eta = 1,1$ sind im Fall 4.2, der nur im Baufeld III auftritt, am größten. Die jeweils ungünstigsten Werte lassen sich näherungsweise durch die in Tabelle 3 angegebenen Beziehungen ausdrücken.

Tabelle 3

Böschungshöhe H in m	Sicherheitsabstände in m $\eta = 1,1$	
	Baufeld III	Baufelder II, IV und V
0 - 6	0,6 H	0,6 H
6 - 16,5	1,5 + H/3	3 + 0,15 H
16,5 - 22	7	3 + 0,15 H

Beim Nachbrechen von Böschungen stellt sich häufig eine konkave Böschungsgeometrie ein. Die Generalneigung ist in diesen Fällen nur etwa 2° steiler, so daß sich mit den Einzelwerten nach Anlage 1 auch hinreichend genau solche Böschungsgeometrie konstruieren läßt.

6 Schlußfolgerungen und erforderliche Maßnahmen

Die Technologie der Massengewinnung setzt voraus, daß das Aufnahmegerät aufgelockerte Massen erhält, wobei diese Massen nur gebaggert werden dürfen, „wenn sich das zu gewinnende Lockergestein aus der Böschung bzw. dem Haufwerk selbsttätig löst und dem Gewinnungsgerät zuläuft oder dem Gewinnungsgerät ständig zugeführt wird“ [ABAO 122/1 § 67 (2)]. Das Auflockern mittels Lanze schafft die Voraussetzung zur Ausbildung dieses Haufwerkes.

Die Standsicherheitsberechnungen haben für typische Fälle die sich im Grenzgleichgewichtszustand einstellenden Böschungswinkel ausgewiesen. Da hierbei auch die scheinbare Kohäsion angesetzt wurde, sind in Abhängigkeit von der Witterung und Standdauer auch andere Böschungsneigungen denkbar. Innerhalb der Baufelder ist der Lastfall 3 (keine bindigen Einlagerungen) typisch. An den Osträndern der Baufelder treten die anderen Fälle mit den steilsten Böschungswinkeln auf, weil dort die bindigen Horizonte einsetzen. Da beim Auflockern mit der 7-m-Lanze die Auflockerungszone von der Lanzenspitze unter 60° verlaufen dürfte, werden bei Annahme der konkaven Böschungsgeometrie um so weniger Massen gelockert, je höher die Böschung ist. Wenn die gelockerten Massen soweit abgetragen werden, daß im oberen Böschungsbereich ein 5 m hoher, nicht durch lockere Massen gestützter Böschungsbereich zu sehen ist, dann kann weiteres Baggern Bruchvorgänge in der Böschung auslösen.

Das Abböschchen der gelockerten Massen erfolgt unter $34^\circ - 37^\circ$. Der Böschungsfuß liegt, Nachbrechen eingerechnet, bei Böschungshöhen ab 20 m und Massenausgleich im Profil ca. 5 m vor einem Böschungsfuß, der sich bei Annahme des Grenzgleichgewichtszustandes einstellen würde. Ohne Massenausgleich werden 10 m für möglich gehalten. Für den Abbruch größerer Massenblöcke sind zusätzlich 3 m zu veranschlagen.

Die Sicherheitszone für den am Tagebaurand arbeitenden Bagger mit Zugschaufel wurde unter Berücksichtigung der Kohäsion berechnet (Abschnitt 5). Bei Vernachlässigung der scheinbaren Kohäsion im Sand und Ausbildung einer konkaven Böschungsgeometrie erhält man mit einem Bruchflächenwinkel $\vartheta = \phi' \approx 37^\circ$ einen erforderlichen Sicherheitsabstand in etwa gleicher Größe wie bei Ansatz mit Kohäsion bei maximaler Böschungshöhe Tabelle 3).

Die Gewinnungstechnologie sollte daher aus bodenmechanischer Sicht folgende Maßnahmen einschließen:

- Sicherheitsabstand für vor dem Böschungsfuß wartende Fahrzeuge im jeweiligen Baufeld ≥ 10 m, am Ostrand ≥ 13 m einhalten.
- Sicherheitsabstand für Bagger mit Zugschaufel ≥ 7 m hinter der Oberkante einhalten.
- Bei Erreichen von 5 m gewachsenem Boden oberhalb des Haufwerkrandes Gewinnung unterbrechen, Lockerung des Kiessandes durch Vorbohren mit Lanze oder Massenumsetzung vom Gelände her veranlassen.

- Ab etwa 10 m Böschungshöhe eingeschränkten Auflockerungseffekt der Lanze beachten.
- Möglichst Einsatz von Lanze und Bagger als Geräte zur Haufwerksherstellung für Böschungshöhen ≥ 15 m kombinieren. Erst von unten lockern, dann von oben.
- An der Böschungsfrent Mindestabstand 50 m zwischen Lader (als Gewinnungs- oder Lockerungsgerät) und Bagger mit Zugschaufel einhalten.
- Für beide Geräte und zu beladende Fahrzeuge Fluchtweg senkrecht zur Böschungsfrent freihalten.
- Nach dem Lockern mittels Lanze $\frac{1}{2}$ Schicht bis zum Einsatz von Geräten in diesem Bereich warten.
- Böschungsfrent so einrichten, daß bindige Horizonte gegenläufig einfallen.
- Arbeiten im Böschungsbereich nur bei guten Sichtverhältnissen durchführen.
- In die Kontrolle [ABAO 122/1 § 67 (2)] Böschungen mit mehrwöchiger Standdauer einbeziehen, da dort durch Austrocknung die scheinbare Kohäsion zurückgeht und möglicherweise Überhänge auftreten.
- Bindige Horizonte in Geländenähe, die die Haufwerksbildung behindern, vor den Gewinnungsarbeiten abtragen.

Die empfohlenen Maßnahmen sind als Grundlage für einen Probetrieb zu betrachten und erforderlichenfalls zu ergänzen. Werden in einem Probezeitraum von ca. $\frac{1}{4}$ Jahr keine gegenteiligen Erfahrungen gemacht, so läßt sich die Standsicherheitsuntersuchung in einen Standsicherheitsnachweis überführen.