



**Stadt Köln**

## **Sanierung Kalkberg**

**- Los 1 -**

### **Stand sicherheitsberechnungen – Profil B/Profil C**

## **Gutachten**

Auftraggeber:

Herrn  
Johannes Feyrer  
Stadt Köln  
Berufsfeuerwehr, Amt für Feuerschutz  
Rettungsdienst und Bevölkerungsschutz  
Scheibenstrasse 13  
D – 50737 Köln

Sachverständiger:

Prof. Dr. rer. nat. L. H. Benner

Mitarbeiter:

Frau S. Jaentsch, Dipl.-Ing. C. Himmelreich,  
Dipl.-Ing. R. Joosten

Tel.-Durchwahl:

Tel.: 0234 - 68706392  
Fax: 0234 - 68706391  
Handy: 0151 - 52403681  
eMail: benner@wbg-geotechnik.de  
cad@wbg-geotechnik.de

Bearbeitungs-Nr.:

WBG-2016-466-003

Bochum, den 23.05.2016

Diese Stellungnahme besteht aus 7 Seiten und 3 Anlagen

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Anlagenverzeichnis .....	3
1.0 Einleitung .....	4
2.0 Beschreibung der Schnitte.....	5
2.1 Darstellung des Schnittes B (B-B').....	5
2.2 Darstellung des Schnittes C (C-C').....	6
3.0 Zusammenfassung .....	7
4.0 Anmerkung.....	7

## **Anlagenverzeichnis**

<b>Anlage 1</b>	<b>Email des Prüfstatikers vom 23.05.2016</b>
	<b>Freigabe der Standsicherheitsberechnungen Profil B und C</b>
<b>Anlage 2</b>	<b>Lageplan mit Lage der Profile</b>
<b>Anlage 3</b>	<b>Standsicherheitsberechnungen Profil B und C</b>
Anlage 3.1	Profil B Kenngrößen
Anlage 3.1.1	Profil B "Bishop" - Schnitt - Kreisgleitflächen
Anlage 3.1.2	Profil B "Bishop" - Tabellen
Anlage 3.1.3	Profil B "Bishop" - Schnitt - Kreisgleitflächen - Erdbeben
Anlage 3.1.4	Profil B "Bishop" - Tabellen Erdbeben
Anlage 3.1.5	Profil B "Janbu" - Schnitt - polygonale Gleitflächen (a)
Anlage 3.1.6	Profil B "Janbu " - Tabellen (a)
Anlage 3.1.7	Profil B "Janbu" - Schnitt - polygonale Gleitflächen (b)
Anlage 3.1.8	Profil B "Janbu " - Tabellen (b)
Anlage 3.2	Profil C Kenngrößen
Anlage 3.2.1	Profil C "Bishop" - Schnitt - Kreisgleitflächen
Anlage 3.2.2	Profil C "Bishop" - Tabellen
Anlage 3.2.3	Profil C "Bishop" - Schnitt - Kreisgleitflächen - Erdbeben
Anlage 3.2.4	Profil C "Bishop" - Tabellen Erdbeben
Anlage 3.2.5	Profil C "Janbu" - Schnitt - polygonale Gleitflächen (a)
Anlage 3.2.6	Profil C "Janbu " - Tabellen (a)
Anlage 3.2.7	Profil C "Janbu" - Schnitt - polygonale Gleitflächen (b)
Anlage 3.2.8	Profil C "Janbu " - Tabellen (b)

## 1.0 Einleitung

Unter Gutachten WBG-2016-446-002 ist die Standsicherheit von zwei Schnitten im Bereich des Loses 1 nachzuweisen. Hierbei handelt es sich um die Schnitte B-B' und C-C' im Bereich dieses Bauabschnittes (Anlage 2).

In einem ersten Arbeitsgang wurden die bodenmechanischen Parameter innerhalb der jeweiligen Schnitte festgelegt. Hierbei müssen grundsätzlich zwei Gruppen unterschieden werden. Bei der Gruppe A handelt es sich um bereits vorliegende Böden -anstehende Böden und in der Vergangenheit aufgeschüttetes Material; bei der Gruppe B geht man von einem Material aus, so wie es im Rahmen der Baumaßnahme verbaut werden soll. Die Parameter stellen sich im einzelnen wie folgt dar:

Gruppe A	anstehender Terrassenkies	$\varphi = 35^\circ; C = 0 \text{ kN/m}^2; \gamma = 22 \text{ kN/m}^3$
	Kalkschlamm	$\varphi = 25^\circ; C = 0 \text{ kN/m}^2; \gamma = 15 \text{ kN/m}^3$
	Aufschüttung (Deponat)	$\varphi = 35^\circ; C = 0 \text{ kN/m}^2; \gamma = 16 \text{ kN/m}^3$
	Pionierdamm (RNT)	$\varphi = 30^\circ; C = 0 \text{ kN/m}^2; \gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
	Aufsatzdamm	$\varphi = 26^\circ; C = 0 \text{ kN/m}^2; \gamma = 16 \text{ kN/m}^3$
Gruppe B	Auf-Pop-Damm	$\varphi = 35^\circ; C = 0 \text{ kN/m}^2; \gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

Die einzelnen bodenmechanischen Parameter der Gruppe A entstammen dabei bodenmechanischen Scherversuchen bzw. Großscherversuchen bzw. wurden aus anderen Versuchen abgeleitet. Bei der Gruppe B wurde festgelegt, welches Material zur Stabilisierung des Hanges eingesetzt werden soll.

## 2.0 Beschreibung der Schnitte

### 2.1 Darstellung des Schnittes B (B-B')

In der Übersicht (Anlage 3.1) sind noch einmal die eingesetzten Kenngrößen der bodenmechanischen Parameter in Profil B dargestellt. Gleichzeitig wird in diesem Schnitt die räumliche Verteilung der jeweiligen Bodentypen wiedergegeben.

Anlage 3.1.1 gibt graphisch die ungünstigste Kreisgleitfläche in Profil B nach Bishop unter Berücksichtigung der entsprechenden Teilsicherheiten wieder. Als Ergebnis der Berechnungen wird hier ein Wert von 0,91 ausgewiesen; d. h. die Böschung ist nach diesem Verfahren als standsicher zu bezeichnen. In der Anlage 3.1.2 ist das Tabellenwerk dieser Berechnung in fünf Blättern wiedergegeben.

In Anlage 3.1.3 wird graphisch die ungünstigste Kreisgleitfläche in Profil B nach Bishop unter dem Lastfall Erdbeben dargestellt. Hierbei wurden für den horizontalen Erdbebenbeiwert ( $a_h/g$ ) 0.0612 und für den vertikalen Erdbebenbeiwert ( $a_v/g$ ) 0.0202 festgelegt. Als Ergebnis der Berechnungen wird hier ein Wert von 0,85 ausgewiesen, d. h. auch unter diesen Bedingungen ist die Böschung standsicher. In der Anlage 3.1.4 ist das Tabellenwerk dieser Berechnung in fünf Blättern wiedergegeben.

Anlage 3.1.5 gibt graphisch die "ungünstigste" polygonale Gleitfläche in Profil B nach Janbu unter Berücksichtigung der entsprechenden Teilsicherheiten wieder. Als Ergebnis dieser Berechnungen wird hier ein Wert von 0,75 ausgewiesen; d. h. auch nach dieser Methode ist die Böschung in dem hier dargestellten Fall als standsicher zu bezeichnen. In der Anlage 3.1.6 ist das Tabellenwerk dieser Berechnung in zwei Blättern dargestellt.

In Anlage 3.1.7 ist graphisch eine weitere polygonale Gleitfläche in Profil B nach Janbu dargestellt. Hierbei wird ein Wert von 0,88 erreicht; d. h. auch bei dieser Gleitfläche kann die Standsicherheit nachgewiesen werden. Anlage 3.1.8 gibt das Tabellenwerk dieser Berechnungen wieder.

## 2.2 Darstellung des Schnittes C (C-C')

In der Übersicht (Anlage 3.2) sind noch einmal die eingesetzten Kenngrößen der bodenmechanischen Parameter in C dargestellt. Gleichzeitig wird in diesem Schnitt die räumliche Verteilung der jeweiligen Bodentypen wiedergegeben.

Anlage 3.2.1 gibt graphisch die ungünstigste Kreisgleitfläche in Profil C nach Bishop unter Berücksichtigung der entsprechenden Teilsicherheiten wieder. Als Ergebnis der Berechnungen wird hier ein Wert von 0,95 ausgewiesen; d. h. die Böschung ist nach diesem Verfahren als standsicher zu bezeichnen. In der Anlage 3.2.2 ist das Tabellenwerk dieser Berechnung in fünf Blättern wiedergegeben.

In Anlage 3.2.3 wird graphisch die ungünstigste Kreisgleitfläche in Profil C nach Bishop unter dem Lastfall Erdbeben dargestellt. Hierbei wurden für den horizontalen Erdbebenbeiwert ( $a_h/g$ ) 0.0612 und für den vertikalen Erdbebenbeiwert ( $a_v/g$ ) 0.0202 festgelegt. Als Ergebnis der Berechnungen wird hier ein Wert von 0,87 ausgewiesen, d. h. auch unter diesen Bedingungen ist die Böschung standsicher. In der Anlage 3.2.4 ist das Tabellenwerk dieser Berechnung in fünf Blättern wiedergegeben.

Anlage 3.2.5 gibt graphisch die "ungünstigste" polygonale Gleitfläche in Profil C nach Janbu unter Berücksichtigung der entsprechenden Teilsicherheiten wieder. Als Ergebnis dieser Berechnungen wird hier ein Wert von 0,85 ausgewiesen; d. h. auch nach dieser Methode ist die Böschung in dem hier dargestellten Fall als standsicher zu bezeichnen. In der Anlage 3.2.6 ist das Tabellenwerk dieser Berechnung in zwei Blättern dargestellt.

In Anlage 3.2.7 ist graphisch eine weitere polygonale Gleitfläche in Profil C nach Janbu dargestellt. Hierbei wird ein Wert von 0,92 erreicht; d. h. auch bei dieser Gleitfläche kann die Standsicherheit nachgewiesen werden. Anlage 3.2.8 gibt das Tabellenwerk dieser Berechnungen wieder.

### 3.0 Zusammenfassung

Nach Berechnungen des Gutachters ist sowohl nach dem Verfahren von Bishop als auch Janbu die Standsicherheit in den Profilen B und C nachweisbar, d. h. die Standsicherheit ist ausreichend ( $< 1,0$ ). Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass diese Lokalität in Köln-Kalk in der Erdbebenzone 1 liegt.

Dankenswerterweise wurde auch kurzfristig nach Erstellung der Unterlagen die Arbeiten von WBG durch den Prüfstatiker Trautner (Duisburg) überprüft. Als Ergebnis seiner Arbeiten ist festzuhalten: (Zitat) Die mir vorgelegten Standsicherheitsberechnungen in den Profilen B und C halten den zulässigen Ausnutzungsgrad von  $\mu_{zul} = 1,0$  ein und sind damit freigegeben.

### 4.0 Anmerkung

Im Anschluss an die Vergabe der Feldarbeiten werden vom Auftragnehmer (Baufirma) die Kennwerte für die zum Einsatz kommenden Erdbaustoffe wie

- Oberboden;
- Drainschicht

und

- Abdeckschicht

definiert, d. h. durch bodenmechanische Versuche nachgewiesen. Hierbei wird dann unter Verwendung der Krallmatte mit Vlies zwischen Oberboden und Drainschicht als auch unter Verwendung einer Krallmatte zwischen Drainschicht und Abdeckschicht ein System geschaffen und von WBG geprüft, welches den Anforderungen der Standsicherheit entspricht.

Im Anschluss werden diese Berechnungen dem Prüfstatiker vorgelegt.