



## Stand sicherheitsnachweis Abbauböschung

**Projekt: 5912-2022**

### Abbau von Sanden im Trocken- und Nassabbauverfahren in Lünne (OT Heitel)

**Auftraggeber:** JOHANN BUNTE Bauunternehmung SE & Co. KG  
Hauptkanal links 88  
26871 Papenburg

**Verfasser:** Büro für Geowissenschaften M&O GbR  
Bernard-Krone-Str. 19  
48480 Spelle

**Bearbeiter:** Dr. rer. nat. Mark Overesch  
B. Sc. Geow. Sebastian Schlenzek

**Datum:** 19.01.2023

---

**Büro für Geowissenschaften M&O GbR**

**Büro Spelle:**  
Bernard-Krone-Str. 19, 48480 Spelle  
Tel: 0 59 77 / 93 96 30  
Fax: 0 59 77 / 93 96 36

**Büro Sögel:**  
Zum Galgenberg 7, 49751 Sögel  
Tel: 0 59 52 / 90 33 88  
Fax: 0 59 52 / 90 33 91

e-mail: [info@mo-bfg.de](mailto:info@mo-bfg.de)  
Internet: [www.mo-bfg.de](http://www.mo-bfg.de)

Die Vervielfältigung des vorliegenden Gutachtens in vollem oder gekürztem Wortlaut sowie die Verwendung zur Werbung ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung zulässig.

## **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Vorbemerkungen</b> .....	<b>2</b>
1.1	Veranlassung.....	2
1.2	Verwendete Unterlagen .....	2
<b>2</b>	<b>Standortgegebenheiten</b> .....	<b>3</b>
2.1	Lage.....	3
2.2	Allgemeine Geologische und Hydrogeologische Verhältnisse .....	3
<b>3</b>	<b>Geplanter Aufbau der Überwasser- und Unterwasserböschung</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Baugrundmodell und Bodenkennwerte</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Durchführung und Ergebnis der Standsicherheitsberechnung</b> .....	<b>6</b>
5.1	Standsicherheit der geplanten Gesamtböschung .....	8
<b>6</b>	<b>Schlusswort</b> .....	<b>9</b>

# 1 Vorbemerkungen

## 1.1 Veranlassung

Die Firma JOHANN BUNTE Bauunternehmung SE & Co. KG plant auf dem Flurstück 31/2 der Flur 45 in der Gemarkung Lünne den Abbau von Sanden unterhalb des Grundwasserspiegels.

Das Büro für Geowissenschaften M&O GbR, Sögel und Spelle, wurde beauftragt die Standsicherheit der geplanten Abbauböschung (Unterwasser und Überwasser) zu prüfen. Dabei soll die vorhandene Geländemorphologie und die geplante Herrichtung der Unterwasserböschungen entsprechend Abbauplan berücksichtigt werden.

## 1.2 Verwendete Unterlagen

Tabelle 1 zeigt die zur Erstellung des vorliegenden Gutachtens verwendeten Planunterlagen.

Tabelle 1: Verwendete Unterlagen

Nr.	Unterlage	Datum	Verfasser, Quelle
1	Geologische Karte 1:25.000	-	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (Kartenserver NIBIS)
2	Bodenübersichtskarte 1:50.000	-	
3	Hydrogeologische Karte 1:50.000	-	
4	Hydrogeologische Übersichtskarte 1:200.000	-	
5	Bohrprofile ‚Schleuse Venhaus D 17‘ BID:3610GE0050, ‚Moorlage D 7‘ BID:3610GE0040, ‚Heitel D 6‘ BID:3610GE0039	01.01.1976	
6	Geologischer/ Hydrostratigrafischer Schnitt ‚PS_HY_200001_Speller_Aa_PS01‘	25.05.2020	
7	Geologischer/ Hydrostratigrafischer Schnitt ‚PS_HY_200001_Speller_Aa_PS02‘	25.05.2020	
8	Abbauplan inkl. Geländehöhen der Fa. JOHANN BUNTE Bauunternehmung SE & Co. KG (20.10.2022)	09.11.2022	Regionalplan & uvp planungsbüro peter stelzer GmbH
9	Hydrogeologisches Gutachten zum geplanten Nassabbau von Sanden der Fa. JOHANN BUNTE Bauunternehmung SE & Co. KG in der Gemarkung Lünne Flur 45, Flurstück 31/2	19.01.2023	Büro für Geowissenschaften M&O GbR, Sögel und Spelle

## 2 Standortgegebenheiten

### 2.1 Lage

Anlage 1 zeigt die Lage des geplanten Sandabbaus in der Gemeinde Lünne des Landkreises Emsland. Der Bodenabbau befindet sich auf dem Flurstück 31/2 der Flur 45 in der Gemarkung Lünne (s. Anlage 2).

Die betrachtete Fläche liegt laut Topographischer Karte 1:25.000 auf einer Höhe zwischen rd. 29 bis 31 m NHN.

### 2.2 Allgemeine Geologische und Hydrogeologische Verhältnisse

Gemäß der Bodenkarte von Niedersachsen 1:50.000 liegt im Bereich des Untersuchungsgebietes ein Tiefumbruchboden aus Podsol-Gley vor. Die mittleren Grundwasserflurabstände liegen aktuell zwischen 0,3 und 0,9 m unter GOK.

Im Bereich der Abbaustätte liegen im Tiefenbereich von 0 bis 2 m unter GOK (rd. 31 bis 29 m NHN) überwiegend fluviatil abgelagerte Fein- bis Grobsande der Weichsel-Kaltzeit vor. Im Tiefenbereich von rd. 2 bis  $\leq$  15 m unter GOK bzw. rd. 29 m NHN bis  $\leq$  16 m NHN treten meist fein- bis grobsandige Mittelsande des Drehnte-Stadiums auf, welche die Quartärbasis bilden. Darunter folgt bis in unbekannte Tiefe Ton- oder Mergelstein aus dem Valanginium (Mesozoikum).

Die geologischen Aufschlussbohrungen ‚Schleuse Venhaus D17‘, ‚Moorlage D7‘ und ‚Heitel D 6‘ sind in der näheren Umgebung der geplanten Abbaufäche niedergebracht (Lage s. Anlage 1) und zeigen bis rd. 0,5 m unter GOK bzw. rd. 28,96 m NHN humose Feinsande. Darunter folgen fluviatil abgelagerte grob- bis feinsandige Mittelsande. Z. T. weisen die Mittelsande schluffige Anteile auf. Die südlich gelegene Bohrung ‚Schleuse Venhaus D17‘ zeigt zudem im oberen Bereich bei rd. 2,5 bis 3 m unter GOK bzw. 32 bis 31,5 m NHN eine ebenfalls fluviatil abgelagerte mittel- feinsandige Grobsandlage auf.

Die im Rahmen der Lagerstättenerkundung durchgeführten sechs Erkundungsbohrungen (s. Unterlage 9) zeigen an der Oberfläche bis in eine Tiefe zwischen rd. 0,3 und 7,0 m unter GOK überwiegend mittelsandige, z. T. schwach schluffige Feinsande. Diese sind bis in eine Tiefe zwischen 0,3 und 0,5 m unter GOK humos ausgeprägt. Unter den Feinsanden folgen überwiegend feinsandige, grobsandige Mittelsande. Unter diesen Sanden wurden ab einer Tiefe zwischen 9 und 13 m unter GOK zunächst tonige, schluffige und feinsandige Mittelsande und darunter zumeist bis zur Endteufe von maximal 18 m unter GOK schluffige und feinsandige Tone aufgeschlossen. Im Bereich der Bohrung B6 ist in der zwischen 10 und 16 m unter GOK angetroffenen Tonschicht eine 2 m mächtige Schicht aus Mittelsand zwischengeschaltet.

Das Abbaugelände befindet sich im Bereich des Grundwasserkörpers ‚Plantlünner Sandebene (Mitte)‘. Die Basis des oberen, überwiegend aus Sanden gebildeten Grundwasserleiterkomplexes liegt hier laut Hydrogeologischer Übersichtskarte 1:200.000 zwischen > 25 und 0 m NHN, die Aquifermächtigkeit bis rd. 25 m. Die Erkundungsbohrungen (s. o.) zeigen eine Mächtigkeit des oberen Grundwasserleiters aus Sanden über den vorgefundenen schluffig-sandigen Tonen von im Mittel rd. 11 m.

Die Grundwassergleichenpläne aus dem Hydrogeologischen Gutachten zeigen ein nordnordöstlich gerichtetes Potenzialgefälle von 0,13 %, welches etwa den Angaben der Hydrogeologischen Karte entspricht.

### 3 Geplanter Aufbau der Überwasser- und Unterwasserböschung

Der in Anlage 1 dargestellte Lageplan des geplanten Abbaus basiert auf den Abbauplan des Planungsbüros peter stelzer GmbH aus Freren. Anlage 2 zeigt den Querschnitt A-A' durch das Abbaugewässer für den Zustand während des Abbaus. Tabelle 2 gibt den Aufbau der geplanten Abbauböschungen wieder.

Der mittlere Seewasserspiegel wird gem. der im Hydrogeologischen Gutachten (s. Tab. 1, Unterlage 9) erläuterten Prognose im Mittel bei etwa 30,6 m NHN liegen, bei einer Seewasserspiegelschwankung von rd. 1 m

Die Wasserwechselzone (29,6 und 31,6 mNHN) wird mit einer Böschungsneigung von 1:5 ausgebildet und die Unterwasserböschung (<29,6 mNHN) mit einer Neigung von 1:4 (s. Tabelle 2). Des Weiteren ist angrenzend an die Abbaulinie ein Erdwall vorgesehen, welcher an der Aufstandsfläche eine Breite von 10 m aufweisen soll. Die Böschungsneigung an der Luftseite (Abbau abgewandte Seite) soll mit 1:1,5 hergerichtet werden. Die wasserseitige Böschung (Abbau zugewandte Seite) wird mit einer Neigung von 1:2 angenommen.

Tabelle 2: Geplanter Verlauf der Abbauböschungen

Höhe OK Überwasserböschung [m NHN]		30,9 bis 31,5
Mittl. Höhe Seewasserspiegel <sup>a</sup> [m NHN]		30,6 <sup>a</sup>
Böschungsneigung [1:]	Wasserwechselzone (29,6 bis 31,6 m NHN)	5
	Unterwasserböschung (21,0 – 29,6 m NHN)	4

<sup>a</sup>gem. Hydrogeologisches Gutachten, M&O Büro für Geowissenschaften, 19.01.2023

## 4 Baugrundmodell und Bodenkennwerte

Entsprechend der in Abschnitt 2.2 erläuterten geologischen Ausgangssituation treten im Tiefenabschnitt des Bodenabbaus von der Geländeoberkante bis rd. 10 m unter GOK bzw. rd. 21 m NHN überwiegend Sande auf. Im Hinblick auf die Standsicherheitsberechnung werden diese im gesamten zu untersuchenden Bereich in Anlehnung an die DIN 18196:2011 als eng gestufter Sand (SE) angesetzt.

Die in größeren Tiefen (> 10 m unter GOK bzw. < 21 m NHN) erbohrten tonigen, schluffigen Sande werden in Anlehnung an die DIN 18196:2011 mit einem Feinkornanteil > 15 % der Bodengruppe SU\* bzw. entsprechend DIN 1054:2010 den bindigen Böden zugeordnet. Die Bodenkennwerte für die Standsicherheitsberechnungen werden aus DIN 1055-2:2010 für leichtplastische Schluffe (UL) abgeleitet. Darüber hinaus tritt in diesen Tiefen lagenweise schluffiger, feinsandiger Ton auf, welcher in die Bodengruppe TL eingeordnet wird. Hinsichtlich der Standsicherheitsberechnung werden die bindigen Böden als eine Schicht (UM-TL) angesetzt.

Bodenkenngrößen für den Standsicherheitsnachweis wurden gem. DIN 1055-2:2010 und in Anlehnung an die DIN 1054:2010 auf Grundlage der Erkundungsbohrungen abgeleitet. Im Falle für die Herrichtung des Erdwalls wird von einem aufgeschobenen Boden-Sand-Gemisch ([SE]) und für den Tiefenbereich der für den Abbau vorgesehenen Sande (SE) auf der sicheren Seite liegend von einer lockeren Lagerung ausgegangen.

Auf Grundlage der durchgeführten Bohrungen kann für die unterhalb der Sande anstehenden bindigen Böden (UL-TL) eine steife Konsistenz angenommen werden. Auf der sicheren Seite liegend wird der für die Bodengruppe TL entsprechende geringere Reibungswinkel  $\varphi'$  von  $22,5^\circ$  sowie eine Konsistenz  $c'$  von im Mittel  $3,5 \text{ kN/m}^2$  angesetzt. Im Falle eines Verlusts der angesetzten Kohäsion erzeugt ein Teil der pot. möglichen Belastungen zusätzlich wirksame Spannung im Korngerüst, wodurch der effektive Reibungswinkel in diesem Fall größer wird.

Für die Böden oberhalb des angesetzten Grundwasserspiegels (s. Abschn. 5) wurde eine Wichte von erdfeuchtem Boden angenommen, für die Böden darunter eine Wichte für wassergesättigten Boden.

Tabelle 3 fasst die angesetzten und abgeleiteten Bodenkennwerte zusammen, die bei der Standsicherheitsberechnung angesetzt worden sind.

Tabelle 3: Ableitung von Bodenkennwerten für die Standsicherheitsberechnung, angesetzte Werte

Bodenschicht	Bezeichnung	Bodenart	Lagerungsdichte / Zustandsform	Reibungswinkel, $\varphi'$ [°] <sup>a</sup>	Kohäsion, $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ] <sup>a</sup>	Wichte, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] <sup>a</sup>	
						erdfeucht	wassergesättigt
1	Boden, Erdwall	[SE]	locker	30,0	0	16,0	-
2	Sande	SE	locker	30,0	0	-	18,5
3	Schluff-Ton	UM-TL	steif	22,5	3,5	-	19,0

<sup>a</sup>aus DIN 1055-2:2010

## 5 Durchführung und Ergebnis der Standsicherheitsberechnung

Der Nachweis der Standsicherheit wird gemäß EC 7 in Verbindung mit der DIN 1054:2010 und DIN 4084:2009 mit dem Teilsicherheitsbeiwertekonzept im Grenzzustand der Tragfähigkeit GEO-3 durchgeführt. Hierzu erfolgte die Berechnung der Standsicherheit für den in Abschnitt 3 erläuterten Böschungsquerschnitt A im Lamellenverfahren mit Kreisgleitkörpern nach BISHOP mit dem Programm GGU Stability (Civilsolve, Version 11.26).

Es wurde die Standsicherheitsberechnung für den Verlust der Gesamtstandsicherheit der Böschung durchgeführt. Dabei wurde eine ständige Bemessungssituation (BS-P) gemäß DIN 1054:2010 angesetzt, welche die üblichen Nutzungsbedingungen eines Tragwerks mit ständigen und während der Funktionszeit des Bauwerks regelmäßig auftretenden veränderlichen Einwirkungen umfasst. Es wurde die Standsicherheit der Gesamtböschung im geplanten, hergerichteten Zustand geprüft. Diese beinhaltet auch die Prüfung auf alle potentiell möglichen Böschungsbrüche.

Die Sicherheit auf der Widerstandsseite, welche sich aus innerer Reibung und Kohäsion ergibt, geht bei dieser Methode nach einer Abminderung der Scherparameter mittels der in DIN 1054:2010 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte in die Berechnung ein:

$$\tan \varphi_d = \frac{\tan \varphi'}{\gamma_\varphi} \quad (\text{Formel 1})$$

und

$$c_d = \frac{c'}{\gamma_c} \quad (\text{Formel 2})$$

mit:

$\varphi_d$  = Bemessungswert des Reibungswinkels [°]

$c_d$  = Bemessungswert der Kohäsion [kN/m<sup>2</sup>]

$\varphi'$  = charakteristischer Bodenwert des Reibungswinkels [°]

$c'$  = charakteristischer Bodenwert der Kohäsion [kN/m<sup>2</sup>]

$\gamma_\varphi$  = Teilsicherheitsbeiwert des Reibungswinkels, hier = 1,25 (BS-P)

$\gamma_c$  = Teilsicherheitsbeiwert der Kohäsion, hier = 1,25 (BS-P)

Zur Bemessung der Standsicherheit wird der Ausnutzungsgrad der Bemessungswiderstände ( $\mu$ ) entsprechend DIN 4084:2009 iterativ ermittelt. Der Ausnutzungsgrad  $\mu$  beschreibt, wie der Bemessungswiderstand am Grenzgleichgewicht zwischen den auf den Böschungskörper einwirkenden Kräften, den widerstehenden Kräften und den Normalkräften in den Gleitlinien ausgenutzt wird. Er wird als Quotient aus der Summe der einwirkenden Kräfte ( $E_D$ ) und der Summe der Widerstandskräfte ( $R_D$ ) berechnet:

$$\mu = \frac{E_D}{R_D} \quad (\text{Formel 3})$$

Ein Ausnutzungsgrad  $\mu < 1,0$  bedeutet, dass zum Erreichen des Gleichgewichts nicht die gesamte zur Verfügung stehende Scherfestigkeit aktiviert werden muss. Die Böschung wäre somit standsicher.

Für die Berechnungen der Standsicherheit von Böschungen in Nassabbauten ist das hydraulische Gefälle zwischen Grund- und Seewasserspiegel von Bedeutung, welches die Durchströmung der Böschung bestimmt. Dabei verringert sich die Standsicherheit der Böschung im Falle effluenter Verhältnisse, bei denen Grundwasser durch die Böschung in das Abaugewässer strömt. Diese treten unter Berücksichtigung der Grundwasserfließrichtung (s. Abschn. 2) im südlichen Bereich des geplanten Bodenabbaus auf.

Die Grundwasserpotenziale im stationären Zustand wurden über das Finite-Elemente-Verfahren mit dem Programm GGU SS-Flow 2D (Civildserve) simuliert und im Standsicherheitsmodell implementiert.

Als Randbedingungen der Grundwasserpotenziale wurde der zu erwartende mittlere Seewasserspiegel von 30,6 m NHN angesetzt (s. Hydrogeologischen Gutachten, Tab. 1, Unterlage 9). Die horizontale Einregelung des Wasserspiegels im Anstrombereich des Abaugewässers beträgt gem. Hydrologischen Gutachten 0,26 m. Die Reichweite, bis zu der diese Absenkung wieder bis auf 90 % vom Ausgangsgrundwasserstand abgeklungen ist (R90), beträgt nach WROBEL (1980) im Oberstrom 8 m (s. Abschn. 6.3, Unterlage 9). Unter zusätzlicher Berücksichtigung des ungestörten Grundwassergefälles im

Hauptgrundwasserleiter (rd. 0,13 %, s. Abschn. 2.2) ist anzunehmen, dass in einer Entfernung von 8 m (R90, s.o.) von der anstromseitig gelegenen Abbauböschung entsprechend oben erläuteter horizontaler Einregelung der ungestörte Grundwasserstand bei ca. 30,85 mNN liegt. Dieser Wert wurde hier in der Simulation der Grundwasserströmung als Randbedingung für den Hauptgrundwasserleiter angesetzt. Hieraus resultiert im unmittelbaren Anstrombereich hinter der Abbauböschung rechnerisch ein erhöhtes Potenzialgefälle von ca. 3,1 % (vgl. Abschn. 2.2).

Im Grundwasserströmungsmodell wurde entsprechend den unter Abschnitt 2.2 geschilderten Verhältnissen ein Grundwasserkörper aus feinkornarmen Sanden mit einem im Mittel einheitlichen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ ) von  $4 \times 10^{-4}$  m/s angesetzt. Die Basis des Aquifers wurde entsprechend der Erkundungsbohrungen im Bereich der geprüften Böschung bei rd. 21 m NHN festgelegt.

## 5.1 Standsicherheit der geplanten Gesamtböschung

Die Anlage 2 zeigt die Standsicherheitsberechnung für den Profilschnitt A im Osten des geplanten Abbaus im Lamellenverfahren nach BISHOP entsprechend DIN 4084:2009. Gezeigt ist der ungünstigste Gleitkreis bzw. der Gleitkreis mit dem höchsten Ausnutzungsgrad. In Tabelle 4 ist das Ergebnis der Berechnung zusammengefasst.

Der maximale Ausnutzungsgrad  $\mu$  der geprüften Böschung im Bereich des Schnittes A liegt bei 0,97 und damit unter dem geforderten Soll von 1,00. Die Abbauböschung ist demnach als standsicher zu bewerten. Voraussetzung ist die Einhaltung der Vorgaben zum Abbau (vgl. Tab. 2).

Tabelle 4: Ergebnis der Böschungsbruchberechnung für die geprüfte Böschung im geplanten hergerichteten Zustand auf der Grundwasseranstromseite gemäß EC 7

Profilschnitt	Zustand Böschung	Bemessungssituation / Berechnung	Maximaler Ausnutzungsgrad (ungünstigster Gleitkreis), $\mu$	Gefordertes Soll für $\mu$	Stand-sicherheit
A	gem. Herrichtungsplan	BS-P / alle pot. möglichen Böschungsbrüche	0,97 <sup>a</sup>	≤ 1,00	gegeben

<sup>a</sup>s. Anlage 2

## 6 Schlusswort

Sollten sich hinsichtlich der vorliegenden Bearbeitungsunterlagen und der zur Betrachtung zugrunde gelegten Angaben Änderungen ergeben, ist der Verfasser zu informieren. Der Verfasser ist ebenfalls zu informieren, wenn während der Abbautätigkeiten von den beschriebenen geologischen Verhältnisse abweichende Schichten angetroffen werden. Dies gilt insbesondere für Schichten aus bindigem Bodenmaterial.

Falls sich Fragen ergeben, die im vorliegenden Bericht nicht oder nur abweichend erörtert wurden, ist der Verfasser zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Spelle, 19.01.2023

Dr. rer. nat Mark Overesch



Sebastian Schlenzek, B. Sc. Geow.

## Literatur

EAP (2007): Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, EA-Pfähle. Ernst & Sohn 2007.

EC 7 (2011): Handbuch Eurocode 7, Band 1: Handbuch Eurocode 7 - Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln & Band 2: Erkundung und Untersuchung. 1. Auflage, Beuth Verlag, Berlin, 2011.

ECKL, H. (2007): Hydrogeologische Anforderungen an Anträge auf obertägigen Abbau von Rohstoffen. Geofakten 10, Überarbeitete Fassung. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

ENTENMANN, W., BOLEY, C. (2001): Abbau von Ton und Sand unterhalb des Grundwasserspiegels – Aktuelle geotechnische und hydrogeologische Aspekte dargestellt an Fallbeispielen aus Niedersachsen. Zeitschrift für angewandte Geologie, 47/1.

KTA 2201.2 (1981): Sicherheitstechnische Regel des KTA (Korntechnischer Ausschuß) Nr. 2201.2, Teil 2: Baugrund, Fassung 11/82.

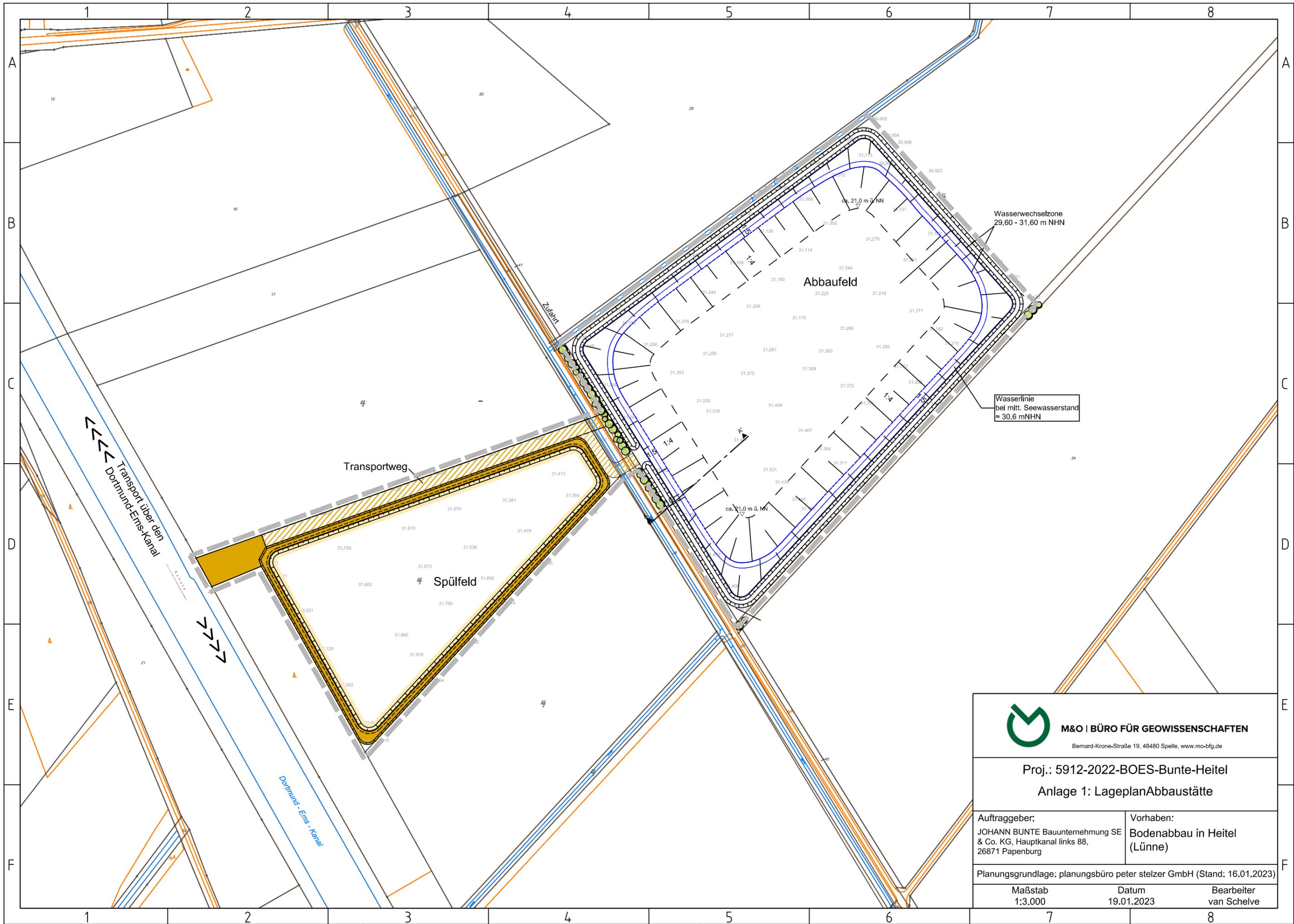
MEYER, H., FRITZ, L. (2001): Unterwasserböschungen aus Sicht der Bodenmechanik. Zeitschrift für angewandte Geologie, 47/1.

WROBEL, J.-P. (1980): Wechselbeziehungen zwischen Baggerseen und Grundwasser in gutdurchlässigen Schottern. GWF Wasser-Abwasser, 121 (4): 165-173.

## Anlagen

Anlage 1: Lageplan Abbaustätte

Anlage 2: Standsicherheitsberechnungen – Schnitt A-A' – anstromseitig gelegene Abbauböschung im Osten



**M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN**

Bernard-Krone-Straße 19, 48480 Spelle, www.mo-bfg.de

Proj.: 5912-2022-BOES-Bunte-Heitel  
 Anlage 1: Lageplan Abbaustätte

Auftraggeber:  
 JOHANN BUNTE Bauunternehmung SE  
 & Co. KG, Hauptkanal links 88,  
 26871 Papenburg

Vorhaben:  
 Bodenabbau in Heitel  
 (Lünne)

Planungsgrundlage: planungsbüro peter stelzer GmbH (Stand: 16.01.2023)

Maßstab  
 1:3.000

Datum  
 19.01.2023

Bearbeiter  
 van Schelwe



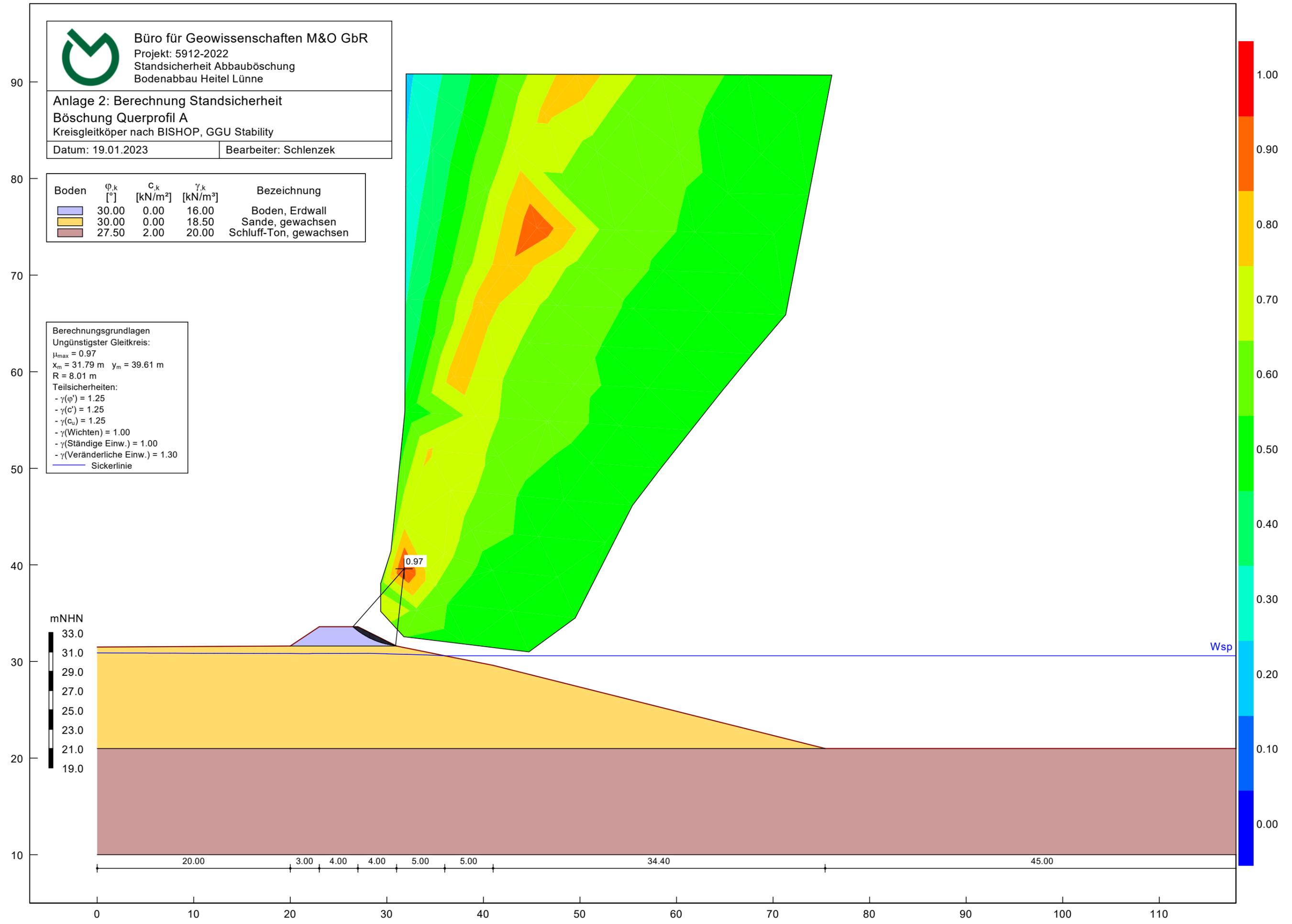
Büro für Geowissenschaften M&O GbR  
 Projekt: 5912-2022  
 Standsicherheit Abbauböschung  
 Bodenabbau Heitel Lünne

Anlage 2: Berechnung Standsicherheit  
 Böschung Querprofil A  
 Kreisgleitkörper nach BISHOP, GGU Stability

Datum: 19.01.2023      Bearbeiter: Schlenzek

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	30.00	0.00	16.00	Boden, Erdwall
	30.00	0.00	18.50	Sande, gewachsen
	27.50	2.00	20.00	Schluff-Ton, gewachsen

Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.97$   
 $x_m = 31.79 \text{ m}$     $y_m = 39.61 \text{ m}$   
 $R = 8.01 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.25$   
 -  $\gamma(c') = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 — Sickerlinie



mNHN  
 33.0  
 31.0  
 29.0  
 27.0  
 25.0  
 23.0  
 21.0  
 19.0

20.00    3.00    4.00    4.00    5.00    5.00    34.40    45.00

Wsp