
BGW Geotechnik GmbH

Büro Hohenlockstedt: Towerstr. 10, 25551 HOHENLOCKSTEDT, Tel.: 04826-9501114, email: webmaster@bgw-geotechnik.de

Erweiterung der Sandgrube Harmenhausen: Gutachten zur Standsicherheit der Böschungen

Auftraggeber: Fa. W. Wussow
Handwerksstr. 4
27804 Berne

Auftragsnummer: 2017.1987

Datum: 12.3.2018

Erweiterung der Sandgrube Harmenhausen: Gutachten zur Standsicherheit der Böschungen

Inhaltsverzeichnis:

1	VORGANG	1
2	ÄLTERE UNTERLAGEN	1
3	METHODIK.....	2
4	UNTERGRUNDAUFBAU.....	2
5	BEMESSUNGSWERTE.....	2
6	ERGEBNISSE DER STANDSICHERHEITSBERECHNUNGEN.....	3
6.1	ALLGEMEINES.....	3
6.2	EBENE GLEITFLÄCHEN.....	4
6.3	KREISFÖRMIGE GLEITFLÄCHEN.....	6
7	ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN.....	7

Anlagen:

1. Lageplan
2. Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen für kreisförmige Gleitflächen

Erweiterung der Sandgrube Harmenhausen: Gutachten zur Standsicherheit der Böschungen

1 Vorgang

Von der Fa. W. Wussow, Handwerksstr. 4, 27804 Berne, wurden wir beauftragt, ein Gutachten zur Standsicherheit der Grubenböschungen vorzulegen. Veranlassung hierfür ist die geplante Grubenerweiterung der Sandgrube in Harmenhausen.

2 Ältere Unterlagen

Für das Gutachten wurden die folgenden älteren Unterlagen verwendet:

- 2.1. Ergebnisse der Unterwasservermessung der Kiesgrube in Harmenhausen.- Eigener Bericht vom 19.9.2003.
- 2.2. Erweiterung Sandgrube Harmenhausen: Gutachten zu den Grundwasser- und Gewässerverhältnissen.- Eigenes Gutachten vom 24.11.2003.
- 2.3. Sandabbau Harmenhausen: Gutachten über die Ergebnisse von Unterwasservermessungen an Böschungen und von Standsicherheitsberechnungen.- Eigenes Gutachten vom 7.4.2007.
- 2.4. Sand- und Kiesgrube Harmenhausen: Bericht über die Ergebnisse der Seevermessung.- Eigenes Gutachten vom 17.6.2013.
- 2.5. Stellungnahme zu möglichen Bodensetzungen im weiteren Umfeld der Sandgrube Harmenhausen.- Eigenes Gutachten vom 9.9.2013.
- 2.6. Sand- und Kiesgrube Harmenhausen: Bericht über die Ergebnisse der Seevermessung.- Eigenes Gutachten vom 17.6.2017.

3 Methodik

Die Berechnung der Standsicherheit und die Bemessung des einzuhaltenden Böschungswinkels erfolgen nach EC7 unter Berücksichtigung der für dauerhafte Einwirkungen maßgeblichen Teilsicherheitsbeiwerte für die Bodenparameter.

Bei der Standsicherheitsberechnung werden in den kohäsionslosen Sanden ebene Gleitflächen zugrundegelegt. Obwohl wegen fehlender Kohäsion mit dem Auftreten kreisförmiger Gleitflächen kaum zu rechnen ist, werden aus Sicherheitsgründen auch solche berechnet. Die Berechnung folgt damit weitestgehend den Standsicherheitsberechnungen für die „alte“ Sandgrube in Harmenhausen aus dem Jahr 2007 (siehe Unterlage 2.3).

Genutzt wurde die Software GGU Stability der Fa. Civilserve.

Anlage 1 zeigt einen Lageplan des Untersuchungsgebietes.

4 Untergrundaufbau

Unterhalb des größtenteils entfernten bzw. noch zu entfernenden Mutterbodens und der nacheiszeitlichen Weichschichten stehen bis zur Abbausohle Sande an. Sie sind überwiegend gemischtkörnig und können bereichsweise kiesige Beimengungen enthalten.

5 Bemessungswerte

Für die Standsicherheitsberechnungen wird von den folgenden Kennwerten der Sande ausgegangen:

- Lagerungsdichte: locker,
- Reibungswinkel φ : 30°,
- Kohäsion: 0 kN/m²,
- Wichte: 18 kN/m³.

Zumindest im unteren Teil der anstehenden Sande kann von größeren Lagerungsdichten als der hier angenommenen lockeren Lagerung ausgegangen werden. Dem würde ein größerer Reibungswinkel entsprechen. Die Annahme eines Reibungswinkels von 30° über die gesamte betrachtete Sandmächtigkeit schafft daher zusätzliche Sicherheitsreserven.

6 Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen

6.1 Allgemeines

Im Rahmen der Standsicherheitsberechnungen werden für eine Vielzahl von möglichen Versagenskonfigurationen die Standsicherheiten berechnet.

Die Eingangsgrößen für diese Berechnungen sind der Reibungswinkel und für kreisförmige Gleitfugen zusätzlich die Kohäsion, die bei Sanden nicht vorhanden ist, sowie die Wichte. Da die Wichte unter Auftrieb abnimmt, wird bei kreisförmigen Gleitflächen auch die Lage des Grundwasserspiegels benötigt.

Im Rahmen der Berechnung werden die antreibenden Kräfte oder Momente mit den haltenden Kräften oder Momenten verglichen. Alle Einwirkungen, Kennwerte usw. werden nach EC7 mit sog. Teilsicherheitsbeiwerten für einen dauerhaften Zustand beaufschlagt. Diese dienen in erster Linie dazu, die Unsicherheiten bei der Auswahl der geotechnischen Bodenparameter zu berücksichtigen.

Das Ergebnis der Berechnungen ist der sog. Ausnutzungsgrad μ . Er beschreibt unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte, inwieweit die haltenden Kräfte von den antreibenden oder destabilisierenden Kräften ausgenutzt werden. Der Zahlenwert des Ausnutzungsgrades muss kleiner 1,00 betragen. Wird dieser Wert überschritten, bedeutet dies, dass unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte die haltenden Kräfte von den antreibenden Kräften überschritten werden und die von der Norm EC7 geforderten Standsicherheitsreserven nicht vorhanden sind. Der Grenzzustand für die Gebrauchstauglichkeit ist überschritten. Steigende Ausnutzungsgrade zeigen fallende Standsicherheiten an.

Bei Böden ohne Kohäsion und ohne strömendes Grundwasser wird der Ausnutzungsgrad bei gegebenem Böschungswinkel ausschließlich vom Reibungswinkel des Bodens bestimmt. Dies gilt auch unter Wasser, so dass die Böschungsberechnung in diesem Fall nicht von der Lage des Grundwasserspiegels und vom Auftrieb im Sediment unterhalb der Grundwasseroberfläche abhängt. Wie bereits erwähnt, stellen sich in diesem Fall ebene Gleitfugen ein.

Dies gilt nicht, wenn die Böschung der Einwirkung von strömendem Grundwasser ausgesetzt wird. In diesem Fall wirkt ein gerichteter Strömungswasserdruck, der zu berücksichtigen ist. Bei ausgeglichenen Wasserverhältnissen, d.h. bei Gleichheit von Grundwasser- und Seewasserspiegel, entstehen keine Strömungen im Böschungsbereich.

Oberhalb des Grundwasserspiegels sind die Böschungssubstrate nicht wassergesättigt, können aber je nach Korngrößenverteilung geringe Mengen von Porenwasser im Porenraum enthalten. In diesen Bereichen sind sie teilgesättigt. Die physikalischen Eigenschaften des Wassers führen dazu, dass derartige Bereiche eine sog. „scheinbare“ Kohäsion aufweisen können, die für die Dauer der Durchfeuchtung wirksam ist. Dies wiederum bewirkt, dass feuchte Sande einen wesentlich steileren Böschungswinkel aufweisen können als trockene oder wassergesättigte. Dieses Phänomen ist verantwortlich für die Ausbildung der ufernahen Steilstufen rund um den Grubensee.

Solange sich die bodenhydraulischen Verhältnisse nicht ändern, ist eine derartige Böschung stabil. Bei völliger Austrocknung oder stark zunehmender Wassersättigung verlieren solche Bereiche ihre Stabilität und bilden dann flachere Böschungen entsprechend dem Reibungswinkel aus. Die scheinbare Kohäsion wird bei den Standsicherheitsberechnungen nicht berücksichtigt.

Mit der Einwirkung von Porenwasserüberdruck ist bei den hier behandelten Sanden nicht zu rechnen.

6.2 Ebene Gleitflächen

Der Ausnutzungsgrad einer ebenen Gleitfläche im Sand berechnet sich oberhalb und unterhalb des Grundwasserspiegels direkt aus dem Verhältnis von (mit dem Teilsicherheitsbeiwert beaufschlagtem) Reibungswinkel φ zum Böschungswinkel β nach

$$\mu = \tan(\beta) / \tan(\varphi).$$

BGW Geotechnik GmbH

Büro Hohenlockstedt: Towerstr. 10, 25551 HOHENLOCKSTEDT, Tel.: 04826-9501114, email: webmaster@bgw-geotechnik.de

Die folgende Tabelle zeigt die berechneten Ausnutzungsgrade für unterschiedliche Böschungswinkel unter Nutzung des in Abschnitt 5 genannten Bemessungswertes für den Reibungswinkel.

Böschungswinkel [°]	Ausnutzungsgrad [-]
20,0	0,82
22,5	0,93
24,0	1,00
25,0	1,05
27,5	1,17
30,0	1,30
32,5	1,43
35,0	1,57

Für einen Böschungswinkel β von bis zu

$$\beta \leq 24^\circ$$

errechnet sich eine ausreichende Standsicherheit im Sinne der Norm. Dem entspricht eine maximale Neigung i von

$$i \leq 1:2,25.$$

Der maximale Böschungswinkel von 24° überschreitet denjenigen des alten Gutachtens von 2007 (siehe Unterlage 2.3), der mit 22° berechnet wurde, geringfügig. Die Ursache hierfür liegt darin, dass das alte Gutachten nach der seinerzeit aktuellen, aber heute nicht mehr gültigen Norm berechnet wurde. Der Ersatz des Globalsicherheitskonzeptes durch das heute gültige Teilsicherheitskonzept hat bei der Verwendung der für diesen Fall gültigen Teilsicherheitsbeiwerte zu einer geringen Rücknahme der Sicherheitsreserven geführt, was sich durch Vergleichsrechnungen jederzeit nachweisen lässt. Diese Rücknahme der Sicherheitsreserven ermöglicht den Nachweis ausreichender Standsicherheit bei ansonsten gleichen Randbedingungen auch für geringfügig steilere Böschungen.

6.3 Kreisförmige Gleitflächen

Die Berechnung für kreisförmige Gleitflächen erfolgt hier nur aus Sicherheitsgründen, da mit dem Auftreten derartiger Flächen nicht zu rechnen ist.

Nennenswerter Strömungswasserdruck in Böschungsrichtung ist nicht zu erwarten, da unter den hier anzutreffenden grundwasserhydraulischen Verhältnissen der Grundwasserspiegel so gut wie horizontal liegt und eine Kippung der Seewasseroberfläche relativ zur Grundwasseroberfläche ohne Auswirkungen ist. Nach älteren Vermessungsergebnissen liegt der Seewasserspiegel etwas höher als der Wasserspiegel der nächstgelegenen Gräben. In diesem Fall ist davon auszugehen, dass Wasser in geringen Mengen vom See in die Böschung eintritt und nach Untergrundpassage in den Entwässerungsgräben wieder austritt. Ein auf diesen Vorgang zurückzuführender Strömungswasserdruck ist in die Böschung hinein gerichtet und würde deren Standsicherheit vergrößern. Dies wurde hier nicht angesetzt.

Anlage 2 zeigt die Ergebnisse der Untersuchung von über 500 potentiellen Gleitkreisen. Zugrundegelegt wurde eine Böschung mit der in Abschnitt 6.2 errechneten maximalen Neigung und einer ufernahen Steilstufe.

Dargestellt wurde der Gleitkreis mit dem schlechtesten Ausnutzungsgrad sowie - mit Farbcodierung - die zu den jeweiligen Kreismittelpunkten gehörenden Ausnutzungsgrade.

Die geringste Standsicherheit zeigt einen Ausnutzungsgrad von

$$\mu = 1,80.$$

Dies ist nicht ausreichend standsicher im Sinne der Norm. Vergleichbares gilt für einige andere Gleitkreise, deren Mittelpunkte nur einen geringen Abstand vom in Anlage 2 dargestellten haben.

Diese Gleitkreise mit nicht ausreichender Standsicherheit gehen sämtlich durch die in der Berechnung berücksichtigte Steilstufe im Uferbereich, deren Existenz auf der in Abschnitt 6.1. beschriebenen scheinbaren Kohäsion basiert. Da diese in den Standsicherheitsberechnungen nicht in Ansatz gebracht wurde, können die für diesen Teilbereich errechneten Standsicherheiten nur nicht ausreichend sein.

Alle Böschungsbereiche außerhalb dieser Steilstufe zeigen ausreichende Standsicherheiten im Sinne der Norm.

Diese Verhältnisse wurden bereits im Gutachten von 2007 (Unterlage 2.3) erkannt, dem die nicht mehr gültige Norm mit dem globalen Sicherheitskonzept zugrunde liegt. Die seinerzeit ausgesprochene Empfehlung, einen 6,3 m breiten Streifen ausgehend von der Böschungsschulter einzurichten, der von Nutzungen freizuhalten ist, besteht weiterhin. Außerhalb dieses Sicherheitsstreifens existieren keine Gleitfiguren mit nicht ausreichenden Standsicherheitswerten.

7 Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Standsicherheitsberechnungen für die Erweiterung der Sandgrube Harmenhausen haben unter Berücksichtigung der derzeit gültigen EC7 die folgenden Ergebnisse erbracht:

1. Für eine Generalneigung der Böschungen von maximal 24° entsprechend einer Böschungsneigung von 1:2,25 errechnen sich ausreichende Standsicherheiten.
2. Steilere Böschungsbereiche längs der ufernahen Steilstufe zeigen keine ausreichenden Standsicherheiten im Sinne der Norm.
3. Hier wird die bereits im Jahr 2007 ausgesprochene Empfehlung wiederholt, einen 6,3 m breiten Sicherheitsstreifen längs der Böschungsschulter von Nutzungen freizuhalten.

Dr. A. Iwanoff
(BGW Geotechnik GmbH)

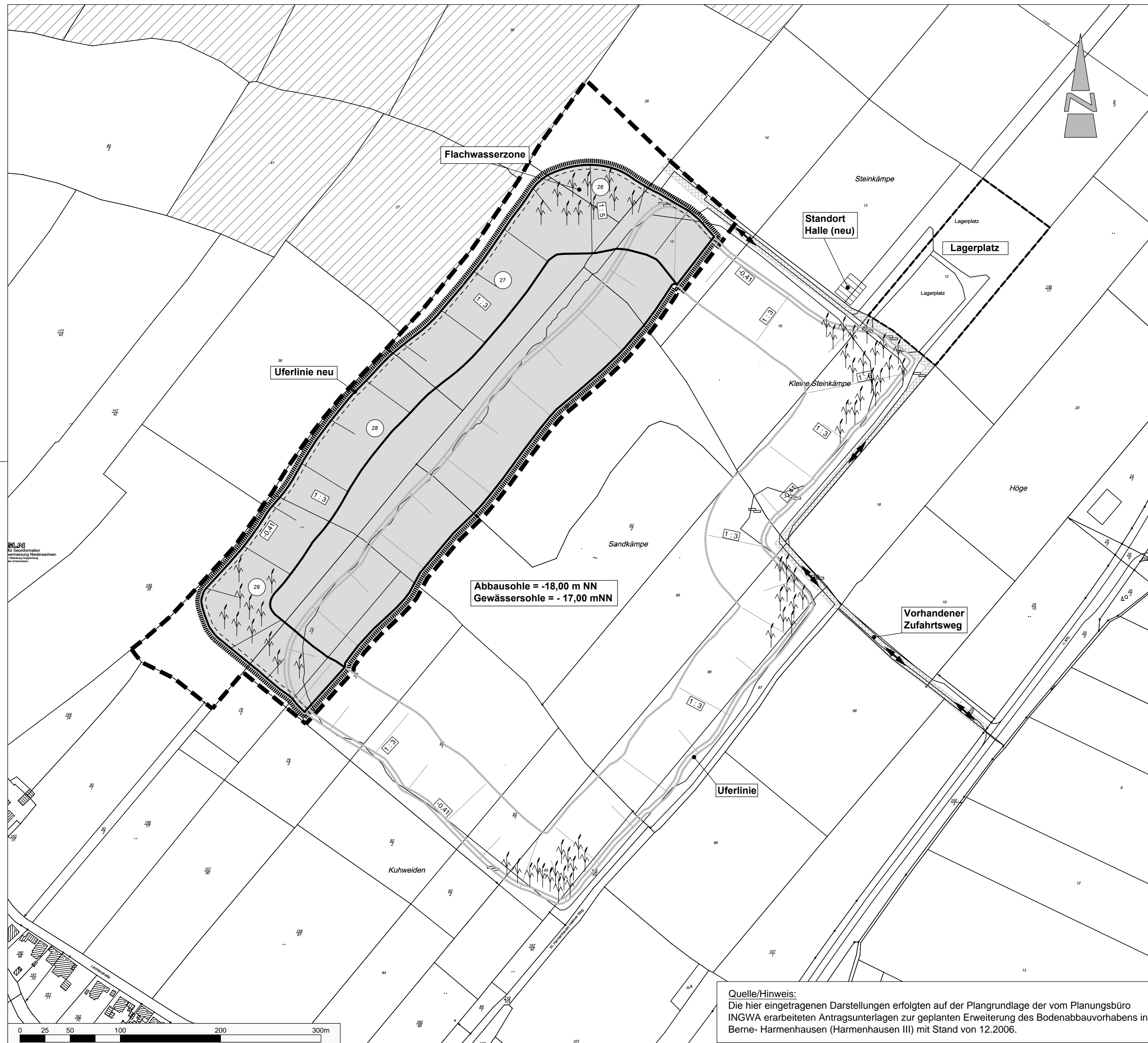
BGW Geotechnik GmbH

Büro Hohenlockstedt: Towerstr. 10, 25551 HOHENLOCKSTEDT, Tel.: 04826-9504111, email: webmaster@bgw-geotechnik.de

Gutachten 2017.1987, Anlage 1: Lagplan

Fa. Wilhelm Wussow

Planfeststellungsverfahren Harmenhausen IV - zur Erweiterung des Sandabbaus Harmenhausen III - in der Gemarkung Berne der Flur 17



- ### Planzeichenerklärung
- Grenze der beantragten Erweiterung
 - Abbaufäche der Erweiterung (inkl. Böschung des Altgewässers)
 - vorhandener Lagerplatz
 - Abbaufäche der Erweiterung
 - Zuwegung
 - Flurstücksnummer
 - Flurstücksnummer der Erweiterungsflächen
 - 110 kv-Leitung
 - genehmigter Mittlerer Wasserspiegel / genehmigte Uferlinie (in m NN)
gemittelter Wert zwischen gemessenen Minimal- und Maximal-Wert (-0.32 m NN und -0.50 m NN)
 - Böschungsbereich
 - Böschungsneigung
 - Röhricht
 - vorhandene Kompensationsflächen

Antragsteller:
Fa. Wilhelm Wussow
 Handwerksstraße 4
 27804 Berne



Vorhaben: **Planfeststellungsverfahren Harmenhausen IV - zur Erweiterung des Sandabbaus Harmenhausen III - in der Gemarkung Berne der Flur 17**

Planart: **Übersichtsplan**

Maßstab 1 : 2.000	Projekt: 15-2124 Plan-Nr. 1	Datum	Unterschrift
		Bearbeitet: 03/2018	Berlin
		Gezeichnet: 03/2018	Berlin
		Geprüft: 03/2018	Diekmann

Diekmann • Mosebach & Partner Regionalplanung, Stadt- und Landschaftsplanung
 Entwicklungs- und Projektmanagement
 Oldenburger Straße 86 26180 Rastede Tel. (04402) 91 16 30 Fax 91 16 40

Quelle/Hinweis:
 Die hier eingetragenen Darstellungen erfolgten auf der Plangrundlage der vom Planungsbüro INGWA erarbeiteten Antragsunterlagen zur geplanten Erweiterung des Bodenabbauvorhabens in Berne- Harmenhausen (Harmenhausen III) mit Stand von 12.2006.

BGW Geotechnik GmbH

Büro Hohenlockstedt: Towerstr. 10, 25551 HOHENLOCKSTEDT, Tel.: 04826-9504111, email: webmaster@bgw-geotechnik.de

Gutachten 2017.1987, Anlage 2: Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen

