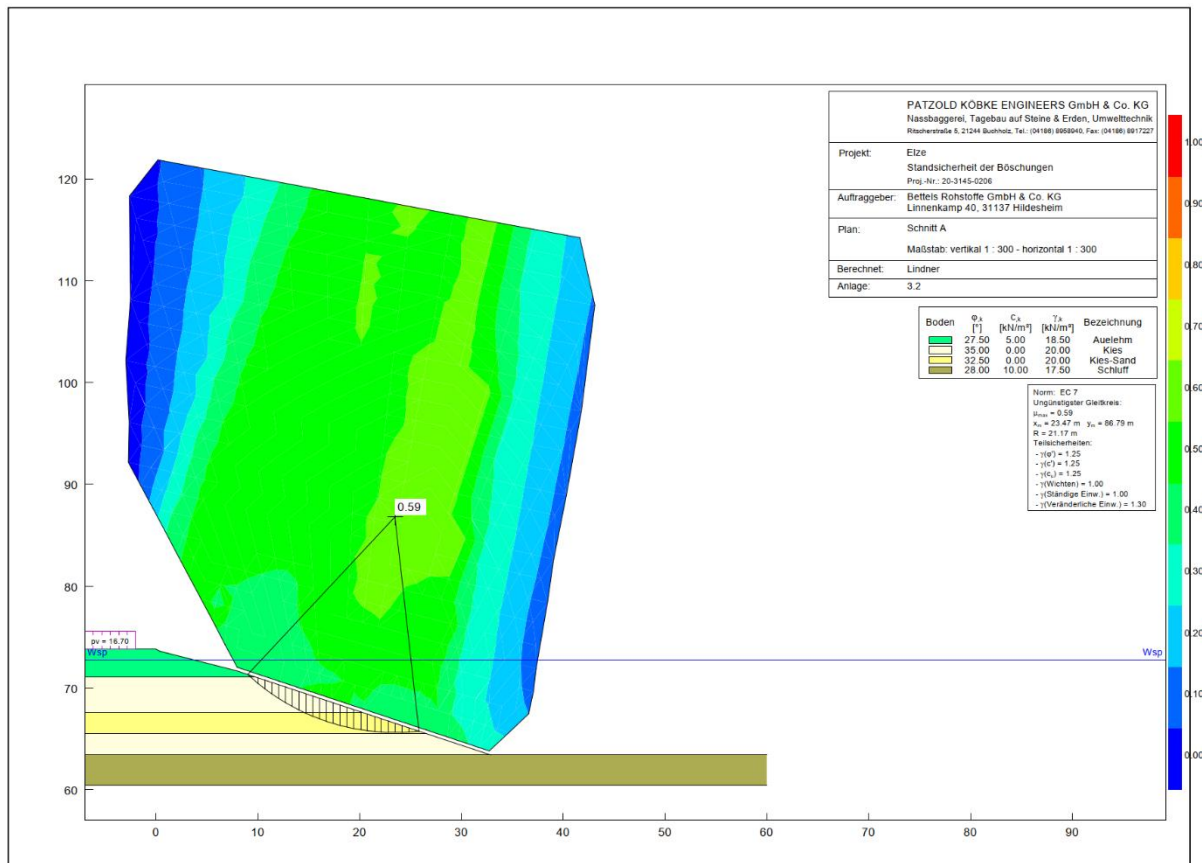


# Standortsicherheitsuntersuchung der Böschung für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze



im Auftrag von



**Bettels Rohstoffe GmbH & Co. KG**

Linnenkamp 40  
31137 Hildesheim

ausgeführt von



**PATZOLD, KÖBKE ENGINEERS GMBH & CO. KG**

Nassbaggerei, On- & Offshore Exploration, Tagebau auf Steine und Erden, Kampfmittel

Ritscherstraße 5, D-21244 Buchholz i. d. N., Tel.: 04186-8958940, Fax: 04186-8917227, E-Mail: info@pk-engineers.de

PKE-Proj.-Nr.: 20-3145-0206  
 Projektleiter: Dr. Jens Steffahn  
 November 2022

## Standsicherheitsuntersuchung der Böschungen für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze

<b>Neuaufschluss des Kieswerks Elze – Standsicherheitsuntersuchung der Böschung</b>					
PKE Dokumentennummer		Bettels_Standsicherheit_Elze_2201114_rev02.docx			
AG Dokumentennummer					
Revision	Status	Datum	Erstellt	Geprüft	Genehmigt
00	Vorabzug	10.10.2022	LL	JS	JS
01	Ergänzungen	01.11.2022	LL	JS	JS
02	Endversion	14.11.2022	LL	JS	JS

**Signaturen:**

LL    Lars Lindner  
JS    Dr. Jens Steffahn

## Standsicherheitsuntersuchung der Böschungen für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze

**INHALTSVERZEICHNIS**

1.	ZUSAMMENFASSUNG UND BEWERTUNG .....	4
2.	VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG .....	5
3.	STANDORT.....	5
4.	QUELLEN UND UNTERLAGEN .....	7
5.	BESCHREIBUNG DES BAUGRUNDES .....	7
6.	BODENVERFLÜSSIGUNG .....	10
7.	UNTERSUCHUNG DER STANDSICHERHEIT NACH DIN 4084.....	12
7.1	BERECHNUNGSVERFAHREN .....	12
7.2	NACHWEISFORMAT.....	13
7.3	BEMESSUNGSSITUATION.....	13
7.4	TELSICHERHEITSKONZEPT .....	13
7.5	MODELLAUFBAU .....	14
7.6	BERECHNUNGSERGEBNISSE .....	16
8.	UNTERSUCHUNG DER STANDSICHERHEIT IN ABHÄNGIGKEIT VOM GEWINNUNGSVERFAHREN.....	18
8.1	BOX-CUT BAGGERUNG.....	19
8.2	BERECHNUNGSVERFAHREN .....	20
8.3	BERECHNUNGSERGEBNISSE .....	21
9.	ANGEFÜHRTE SCHRIFTEN.....	23

**ANLAGENVERZEICHNIS**

Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlage 2	Schichtenverzeichnisse von ausgewählten Aufschlussbohrungen
Anlage 3	Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen nach DIN 4084

## 1. ZUSAMMENFASSUNG UND BEWERTUNG

Die Fa. BETTELS ROHSTOFFE GMBH & CO. KG, Linnenkamp 40, 31137 Hildesheim, beauftragte die Ingenieurgesellschaft PATZOLD, KÖBKE ENGINEERS GMBH & CO. KG (PKE), Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz in der Nordheide, gemäß Angebot vom 23.11.2020 mit der Durchführung einer Standsicherheitsuntersuchung der Böschung für das geplante Kieswerk am Standort Elze. Diese Untersuchung soll als Grundlage für ein Abbaukonzept der Vermeidung zukünftiger Böschungsrutschungen dienen, und zwar gegebenenfalls unter Einsatz einer Box-Cut Baggerung mit Abbaukontrolle.

Die Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen nach DIN 4084 und die Untersuchungen der Standsicherheit in Abhängigkeit vom Gewinnungsverfahren zeigen, dass bei einer Böschungsneigung von  $H : L = 1 : 3$  in der Unterwasserzone eine ausreichende Sicherheit gegen einen Böschungsbruch gegeben ist; selbst bei Ansatz einer Ersatzflächenlast von  $16,7 \text{ kN m}^{-2}$  auf der Böschungsschulter für schwereren Verkehr.

Die Aussagen zur Standsicherheit beziehen sich auf eine für den Standort empfohlene Ausführung einer abbaukontrollierten Baggerung mit einer Box-Cut Höhe  $\leq 2,50 \text{ m}$ . Bei größerer Strossenhöhe oder Baggerung in unkontrollierter Ausführung ist die Böschungsneigung entsprechend flacher zu wählen.

Die Ausbildung einer Wasserwechselzone zwischen Über- und Unterwasserzone ist durch eine Böschungsneigung von  $H : L = 1 : 4$  oder flacher zu berücksichtigen.

Zur Sicherung der Wasserwechselzone gegen Wellenschlag und Erosion sind gegebenenfalls und bei Bedarf ingenieurbio-logische oder wasserbauliche Maßnahmen zu treffen.

## 2. VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die Fa. BETTELS ROHSTOFFE GMBH & CO. KG, Linnenkamp 40, 31137 Hildesheim, beauftragte die Ingenieurgesellschaft PATZOLD, KÖBKE ENGINEERS GMBH & CO. KG (PKE), Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz in der Nordheide, gemäß Angebot vom 23.11.2020 mit der Durchführung einer Standsicherheitsuntersuchung der Böschung für das geplante Kieswerk am Standort Elze. Diese Untersuchung soll als Grundlage für ein Abbaukonzept der Vermeidung zukünftiger Böschungsrutschungen dienen, und zwar gegebenenfalls unter Einsatz einer Box-Cut Baggerung mit Abbaukontrolle.

Das Gutachten umfasst 23 Textseiten, 4 Abbildungen, 6 Tabellen und 3 Anlagen.

## 3. STANDORT

Das Untersuchungsgebiet bei Elze befindet sich in der gleichnamigen Gemeinde im Landkreis Hildesheim und grenzt westlich an das Fließgewässer der Riehe bzw. die Strecke der Deutschen Bahn (s. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Entfernung zur niedersächsischen Landeshauptstadt Hannover beträgt rund 25 km in nördlicher Richtung. Die Kreisstadt Hildesheim ist in etwa 12 km in östlicher Richtung zu erreichen. Die Gemeinde Gronau (Leine) liegt mit der nächstgelegenen Ortschaft Betheln in rd. 2,0 km Entfernung östlich und südlich an das Antragsgebiet (Anlage 1). Im Norden liegt die Gemeinde Nordstemmen mit der Ortschaft Burgstemmen in rd. 2,5 km Entfernung.

Die Geländehöhe liegt bei rd. NHN +75,0 m bis NHN +74,0 m und fällt nach Osten in Richtung Leine auf rd. NHN +74,0 m bis NHN +73,0 m ab [1]. Die Flächen des Antragsgebietes werden derzeit landwirtschaftlich genutzt (Abb. 1).

Eine Übersicht zur Schichtenfolge im Untersuchungsgebiet wird in Anlage 2 gegeben. Gemäß [1] ergibt sich folgendes Bild: Das Nutzbare im Untersuchungsgebiet stellen Niederterrassensedimente der Weichsel-Kaltzeit und grobkörnige Flusssedimente der Leine dar. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Kies-Sande [qN/G, S/f] mit einem Kiesanteil bis von 50 M-% bis 60 M-%. Die Kiese werden von bis zu 2,5 Metern mächtigen Auelehm überdeckt. Der Auelehm besteht überwiegend aus Schluff mit tonigem und sandigem Nebenkorn. Das Liegende der Nutzsicht wird durch Beckenablagerungen, ebenfalls aus Schluff bestehend mit sandigen und tonigen Anteilen gebildet. Vereinzelt sind tonige Lagen eingeschaltet, welche als Beckensedimente beschrieben werden und im Nordosten mit einer Mächtigkeit <1 m vertreten sind. Weitere Einzelheiten zum Baugrund sind Kap. 5 zu entnehmen.

Das Grundwasserfließgeschehen ist nach Nordosten auf die Leine als Vorfluter eingestellt. Der mittlere Grundwasserspiegel (Stichtage: August 2021/ Februar 2022) im Untersuchungsgebiet liegt zwischen ca. NHN +71,7 m und NHN +73,2 m [2]. Daraus resultieren mittlere Grundwasserflurabstände von ca. 1 bis 2 m.

Standortsicherheitsuntersuchung der Böschungen für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze

Durch die geplante Auskiesung wird im Untersuchungsgebiet mit vertikal fortschreitendem Abbau das Grundwasser freigelegt und es entstehen drei Baggerseen. Der Mindestabstand der jeweiligen Abbaufächen zu benachbarten Flurstücken beträgt mindestens 5 m. Größere Abstände zu Flurstücksgrenzen, die sich aus Anforderungen von Leitungsverläufen und Netzbetreibern ergeben, sind dem Erläuterungsbericht der Antragsunterlagen zu entnehmen [2].

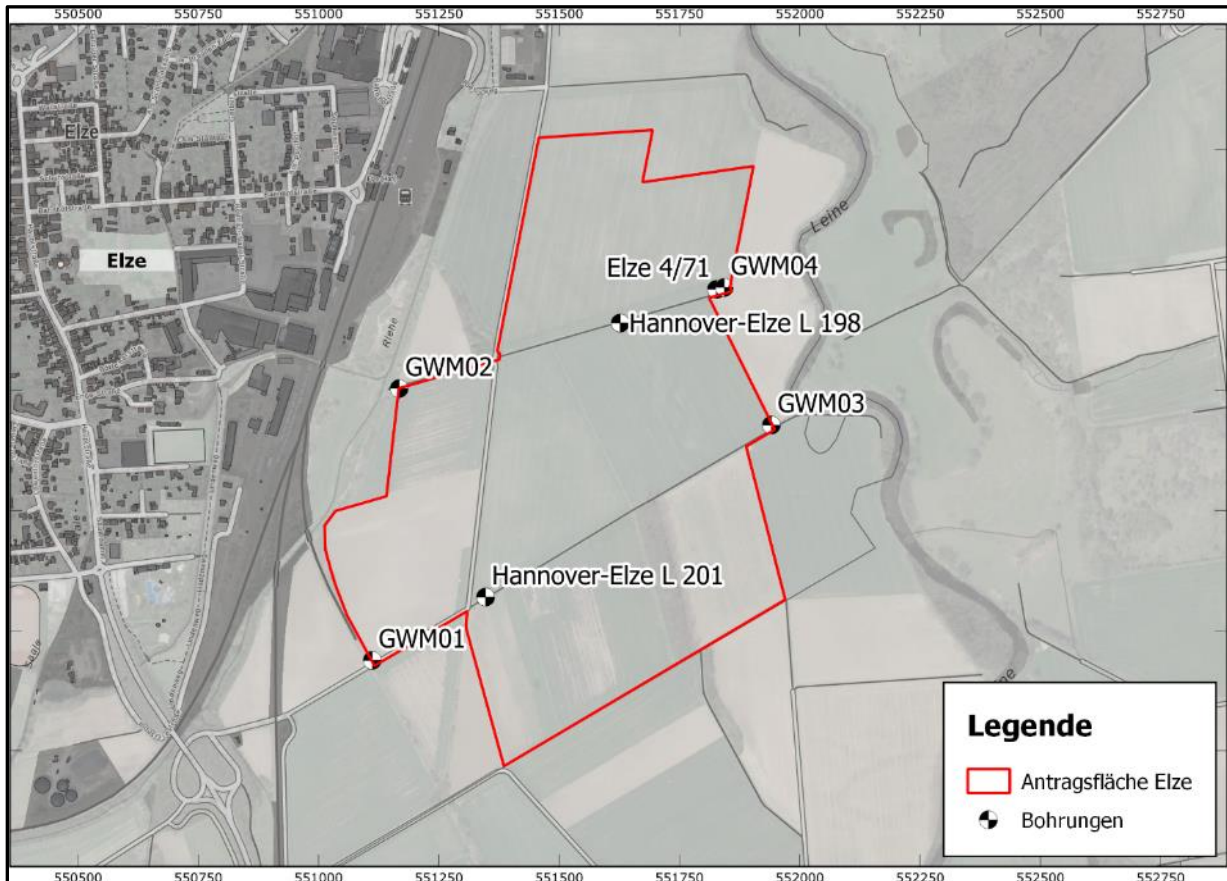


Abb. 1.: Lage des geplanten Kieswerk Elze mit Lage von relevanten Aufschlussbohrungen.

## 4. QUELLEN UND UNTERLAGEN

Zur Anfertigung des vorliegenden Gutachtens standen die angeführten Quellen und Unterlagen zur Verfügung. Eigene Untersuchungen und Geländearbeiten werden durch bereits vorhandene Untersuchungen / Aufschlussbohrungen Dritter ergänzt [2].

- [1] NIBIS® Kartenserver (2000): Geologische Karte von Niedersachsen 1: 50.000 – mit Eisrandlagen. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- [2] PATZOLD, KÖBKE ENGINEERS GMBH & CO. KG (2022): Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Genehmigung für die Gewinnung von Kiessand und die Herstellung eines Gewässers durch Freilegung von Grundwasser im Kieswerk Elze (Landkreis Hildesheim, Gemeinde Elze). – Ber.-Arch. Fa. BETTELS ROHSTOFFE GmbH & Co KG. [unveröff.]
- [3] PATZOLD, KÖBKE ENGINEERS GMBH & CO. KG (2022): Hydrogeologisches Gutachten zum Kieswerk Elze. – Ber.-Arch. Fa. BETTELS ROHSTOFFE GmbH & Co KG. [unveröff.]
- [4] NIBIS® KARTENSERVEN (2022): Bohrungen der Bohrdatenbank von Niedersachsen (BDN) - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- [5] ADOLF HOFFMANN (1927): Erläuterung zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt Elze Nr. 2089. Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin.

## 5. BESCHREIBUNG DES BAUGRUNDES

Die Schichtenfolge im Untersuchungsgebiet ist den Schichtenverzeichnissen in Anlage 2 zu entnehmen. Dabei handelt es sich um die Verzeichnisse zu den Bohrungen Hannover-Elze L 201, Hannover-Elze L 198, Elze 4/7 sowie GWM 01/21 bis GWM 04/21 (siehe auch Abb. 1), die ausgewählt wurden, um die Variabilität der Schichtenfolge im Untersuchungsgebiet bzw. den Böschungsbereichen abzubilden.

Basierend auf den ausgewählten Aufschlussbohrungen und den Ergebnissen der Lagerstätten-erkundung [2] ist die abbauwürdige Lagerstätte im Untersuchungsgebiet von ca. 0,3 m Oberboden und bis zu > 3,0 m mit Auelehm überdeckt. Die Kies-Sande weisen eine Gesamtmächtigkeit zwischen ca. 5 und 12 m auf. Die Kies-Sand/Kies-Basis befindet sich im Niveau zwischen rd. NHN +59 m und rd. NHN +65 m. Im Südwesten fällt die Basis auf rd. NHN +53 m ab (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Hier nimmt die Lagerstätten-Mächtigkeit bis auf >15 m zu.

Die im Untersuchungsgebiet angetroffenen, abbauwürdigen Schichten sind sehr variabel ausgeprägt und umfassen Korngrößen von Sand bis Kies, mit jeweils unterschiedlich ausgeprägten fein- bis grobkiesigen bzw. feinsandigen und schluffigen Anteilen. Allerdings wird das Gebiet

---

Standsicherheitsuntersuchung der Böschungen für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze

von Kies-Sand/Kiesabfolgen dominiert. Mittel- und Feinkiese stellt dabei den Großteil der angetroffenen Schichtenfolge dar. Grobsand-dominierte Bereiche sind ebenfalls anzutreffen.

Kiesabfolgen von mehreren Metern Mächtigkeit bestimmen alle Aufschlussbohrungen. In der Bohrung zur Messstelle GWM 03/21 findet sich mit 1,6 m die geringmächtigste Kieslage im Rahmen der Lagerstättenerkundung.

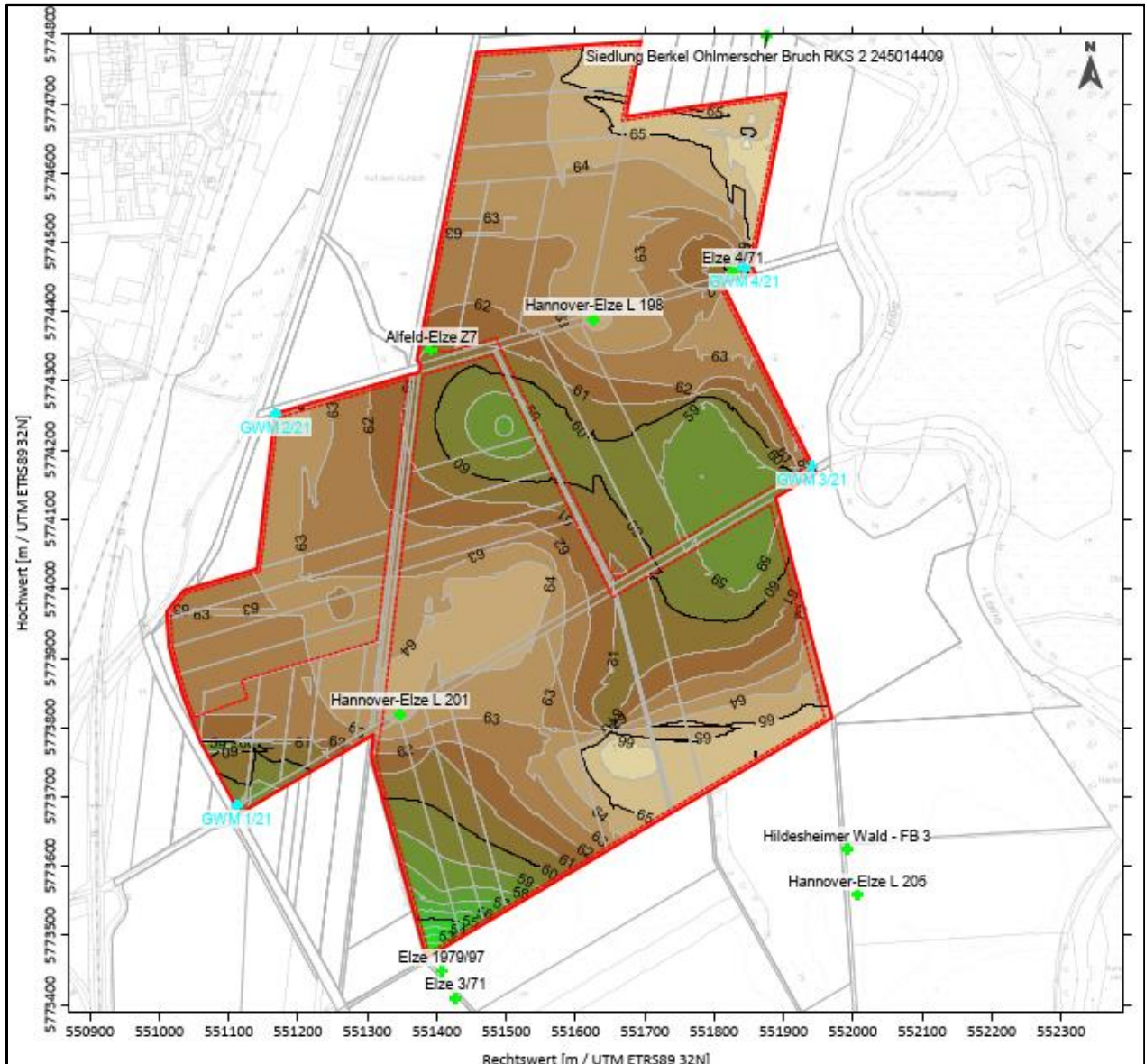
Innerhalb der Aufschlussbohrung zur Anlage der GWM 04/21 befindet sich die mächtigste Abfolge an kiesigen Grobsand mit 4,7 m.

Auffällig am Übergang von den korngestützten sandigen, kiesigen Sedimenten zu den bindigen Ablagerungen des Liegenden sind die teilweise >20 cm großen Steine, welche in allen Aufschlussbohrungen vorzufinden sind. Beim Übergang zwischen Kies- und (Fein)Sandlagen sind ebenfalls Steine anzutreffen (Anlage 2).

Eine reine Feinsandlage wurde in der Bohrung Hannover-Elze L 201 mit einer Mächtigkeit von 0,9 m in einer Tiefe von 1,6 m u. GOK durchörtert.



Standstabilitätsuntersuchung der Böschungen für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze



**Abb. 2: Lage der Kies-Sand-Basis.**

An der Basis der abbauwürdigen Kies-Sand/Kies-Lagerstätte schließt flächendeckend sandiger Schluff an, welcher untergeordnet auch tonige Komponenten im Nebenkorn aufweist (Hannover-Elze L 198, Hannover-Elze L 201, GWM 01/21). Das Liegende ist höchstwahrscheinlich einer quartären Beckenablagerung des Pleistozän zuzuordnen. Hinweise werden u.a. durch die in der GWM 03/21 beschriebene grünliche Farbe gegeben [5].

Die Bodenkennwerte, die zur Charakterisierung der oben angeführten Schichtglieder und für erdstatische Berechnungen im Rahmen des vorliegenden Gutachtens zugrunde gelegt wurden, sind in Kap. 7.5 aufgeführt.

## 6. BODENVERFLÜSSIGUNG

Die Bodenverflüssigung ist nach den langjährigen und praxisbezogenen Erfahrungen des Gutachters in vielen Fällen letztlich die wesentliche Ursache für einen möglichen Schadensfall, der sich aus der Interaktion von Gewinnungstätigkeit und Baugrund ergibt. Vor diesem Hintergrund soll im Vorwege der nachfolgenden Standsicherheitsbetrachtungen überprüft werden, ob und gegebenenfalls inwieweit die im Bereich des geplanten Kieswerkes Elze anstehenden Bodenarten ein signifikantes Verflüssigungspotential aufweisen.

### 6.1 Prinzip der Bodenverflüssigung

Zur Betrachtung der bei Bodenverflüssigung – als "Setzungsfließen" im Sinne von Terzaghi – auftretenden Böschungsabflachungen mit entsprechenden Rückgriffweiten in das Hinterland, als ein Maß für die Bemessung einer Berme oder eines "Sperrstreifens" im Sinne von FÖRSTER & VOGT (1991) steht nach dem derzeitigen Stand der Technik und Wissenschaft kein geeignetes Berechnungsmodell zur Verfügung.

Bei Umlagerungsbewegungen im Zuge der Gewinnung kann es mit einem Anstieg des Porenwasserüberdruckes zum Verlust der Scherfestigkeit und Lastabtragung über das Korngerüst kommen: Der Boden verhält sich dann wie eine Flüssigkeit.

### 6.2 Kriterien der Bodenverflüssigung

Auf allgemeine Kriterien zur Beurteilung des Verflüssigungspotentials von Böden wird nachstehend hingewiesen:

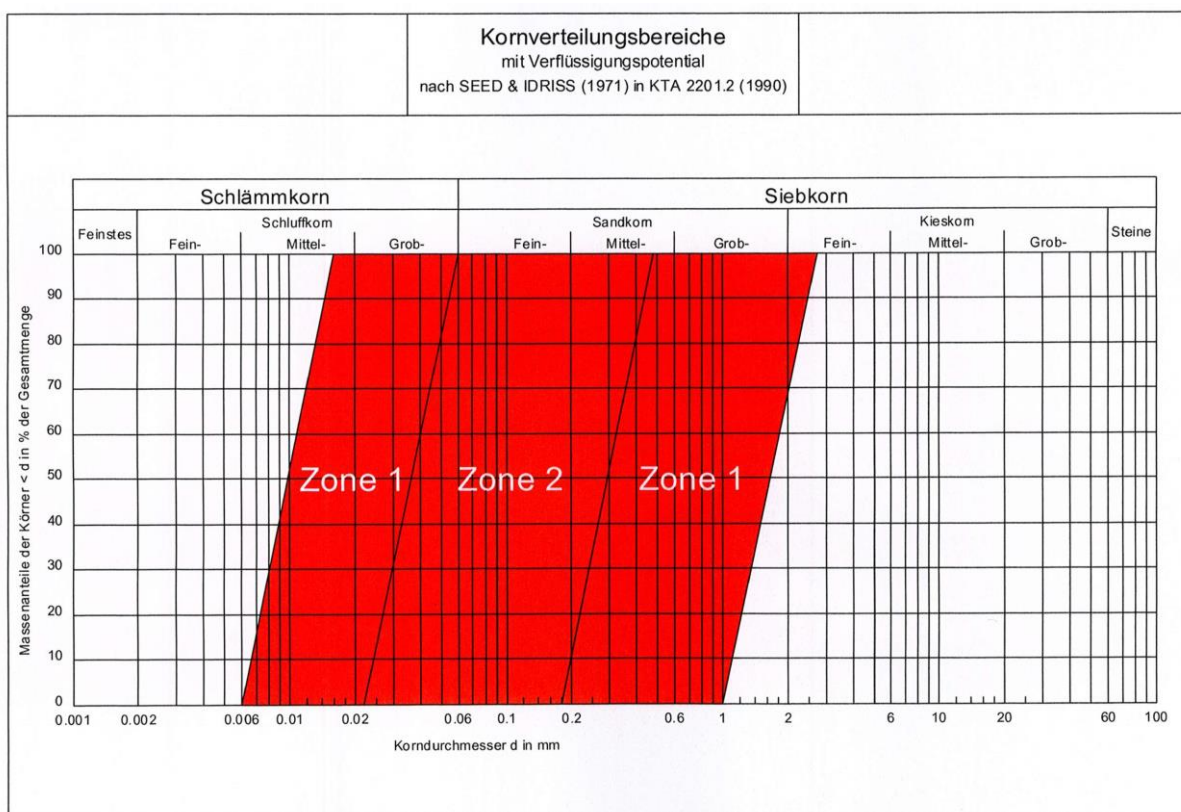
*"Gleichförmige und feine Sande neigen grundsätzlich mehr zur Bodenverflüssigung als ungleichförmige und grobe Sande. Entscheidenden Einfluss hat die Lagerungsdichte. Je lockerer der Sand gelagert ist, umso eher ist mit einer Verflüssigung zu rechnen. Bei sonst gleichen Bedingungen nimmt die Neigung zur Verflüssigung mit der Zunahme der wirksamen Spannungen im Boden ab. Bei hochliegendem Grundwasserspiegelstand ist die Gefahr der Verflüssigung größer als bei tiefem Grundwasserstand. ... Böden, deren Körnung im Bereich zwischen Mittelschluff und Grobsand liegt, sind verflüssigungsgefährdet. Dies gilt besonders für Feinsande. Bei Kiesen tritt Verflüssigung nur kurzzeitig auf. Deshalb können keine schädlichen Schubverformungen auftreten."* (KERNTECHNISCHER AUSSCHUSS, 1990 b)

Zur Beurteilung des Verflüssigungspotentials eines Bodens werden beispielsweise von SEED & IDRIS (1971) und RAJU (1994) weiterführende Kriterien angeführt. Diese lassen sich offensichtlich ohne weiteres auf die Verhältnisse bei der Gewinnung von Sand und Kies übertragen.

Standsicherheitsuntersuchung der Böschungen für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze

Zur Abschätzung des Verflüssigungspotentials wird vom KERNTECHNISCHEN AUSSCHUSS (1990 b) ein empirisch gefundenes und recht einfaches Verfahren nach SEED & IDRIS (1971) beschrieben:

Die Kornsummenkurve des zu betrachtenden Bodens ist in ein entsprechendes Diagramm wie in Abb. 3 einzutragen. Liegt der wesentliche Anteil der Kornverteilungskurve außerhalb der aufgetragenen Zone 1 oder 2, ist eine Verflüssigung nicht anzunehmen. Liegt der wesentliche Anteil der Kornverteilungskurve hingegen innerhalb der jeweiligen Zone 1 oder 2, ist eine Verflüssigung nicht auszuschließen. Ein Verflüssigungspotential ist dabei nach MEYER & FRITZ (2001) im besonderen Maße für die zentrale Zone 2 anzunehmen.



**Abb. 3: Kornverteilungsbereiche mit Verflüssigungspotential.**

Auf Grundlage der Beschreibung des Baugrundes in Kapitel 5 ist vor diesem Hintergrund davon auszugehen, dass die im Bereich des geplanten Kieswerks Elze anstehenden Bodenarten überwiegend kein signifikantes Verflüssigungspotential aufweisen, da diese sich nicht einer einzelnen Zone in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zuordnen lassen. Eine Ausnahme hierbei stellt beispielsweise der in der Bohrung Hannover-Elze L 201 angetroffene "Feinsand" dar. Welcher aber bei der Untersuchung der Standsicherheit nach DIN 4084 Berücksichtigung gefunden hat (siehe Abb. 5).

## 7. UNTERSUCHUNG DER STANDSICHERHEIT NACH DIN 4084

### 7.1 BERECHNUNGSVERFAHREN

Als Berechnungsverfahren zur Untersuchung der Standsicherheit von Über- und Unterwasserböschung am Standort Elze wurde zunächst das Lamellenverfahren für Kreisgleitflächen nach BISHOP eingesetzt.

Das Verfahren kann sowohl bei homogenem als auch bei geschichtetem Boden angewendet werden. Dabei wird als Versagensmechanismus eine starre Bruchscholle angenommen, die als Gleitkörper auf einer kreiszylindrischen Gleitfläche abrutscht.

Der Bruchkörper wird in vertikale und möglichst gleich breite Lamellen mit hinreichend geringer Lamellenbreite zerlegt. Dabei wird in jeder Lamelle die gekrümmte Gleitfuge näherungsweise durch deren Tangente ersetzt.

An den Lamellen treten außer den Lasten aus Eigengewicht, Verkehr etc. und den Scherkräften in der geprüften Gleitebene zusätzlich Erddruckkräfte an den Lamellenflanken auf, die bei der Betrachtung berücksichtigt werden müssen. Die Richtung und Verteilung der Erddruckkräfte sind unbekannt – beim Verfahren von BISHOP werden diese Kräfte horizontal angenommen.

Zur Berechnung der unbekanntenen Kräfte und des Ausnutzungsgrades steht neben dem Kräftegleichgewicht in vertikaler und tangentialer Richtung an der Einzellamelle das Momentengleichgewicht zur Verfügung. Setzt man hier die Summe der Momente aus Erddruckkräften zu Null, so kann der Ausnutzungsgrad  $\mu$  einfach errechnet werden:

$$\mu = \frac{\text{Mobilisierte Scherfestigkeit}}{\text{Entwurfsgröße der Scherfestigkeit}}$$

Für einige Randbedingungen gilt dann gleichwertig:

$$\mu = \frac{\text{Abtreibende Momente}}{\text{Rückhaltende Momente}}$$

Die Grundlagen des Berechnungsverfahrens nach BISHOP sind in DIN 4084 beschrieben; hier wird auch auf weiterführende Literatur verwiesen.

Bei dem behandelten Böschungsbruchansatz nach BISHOP handelt es sich um ein statisch unbestimmtes Problem, für das nur iterative Lösungen möglich sind. Dazu werden sowohl die Lagen der Gleitfugen als auch die Mittelpunkte der Gleitkreise variiert. Für jede der Fugen ist der Ausnutzungsgrad  $\mu$  zu ermitteln. Maßgebend ist schließlich die Gleitfuge mit dem größten Ausnutzungsgrad. Der Nachweis der Standsicherheit ist erfüllt, wenn  $\mu \leq 1,0$  ist.

Als Rechenprogramm zur Berechnung der Standsicherheit der Böschungsgeometrien wird das Programm GGU Stability, Version 12.00 vom 30.08.2016, eingesetzt.

## Standsicherheitsuntersuchung der Böschungen für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze

## 7.2 NACHWEISFORMAT

Im Sinne des Eurocodes EC 7 handelt es sich bei einem Böschungsbruch um ein Versagen des Gesamtsystems. Die Untersuchung der Böschungsbruchsicherheit stellt dementsprechend eine Betrachtung zum Grenzzustand des Versagens durch den Verlust der Gesamtstandsicherheit – GEO-3 – dar. Informativ handelt es sich im Sinne der DIN 1054:2005 dabei um den Nachweis für den Grenzzustand 1C.

## 7.3 BEMESSUNGSSITUATION

Im Sinne des EC 7 ist die Bemessungssituation BS-P zugrunde zu legen: "*Den ständigen Situationen (Persistent situations), die den üblichen Nutzungsbedingungen des Tragwerks entsprechen, wird die Bemessungssituation BS-P zugeordnet. Hierbei werden ständige und während der Funktionszeit des Bauwerks regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen berücksichtigt.*" Informativ handelt es sich im Sinne der DIN 1054:2005 dabei um den Nachweis für den Grenzzustand 1C.

## 7.4 TEILSICHERHEITSKONZEPT

In der Untersuchung der Böschungsbruchsicherheit für das Erdbauwerk im Untersuchungsgebiet ist das Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte nach EC 7 enthalten.

Grundsätzlich werden die durch das Bodengleichgewicht und eventuell angreifende Streckenlasten hervorgerufene charakteristische Werte von Einwirkungen und Beanspruchungen durch Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_G$  bzw.  $\gamma_Q$  gemäß Tabelle A 2.1 in DIN 1054:2010 erhöht (s. Tabelle 1).

Die Berücksichtigung der Sicherheit auf der Widerstandsseite erfolgt durch Abminderung der Scherparameter  $\phi_k$  bzw.  $c_k$  analog der Definition nach FELLENIUS mit den in DIN 1054:2010 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_\phi$  bzw.  $\gamma_c$  gemäß Tabelle A 2.2 (s. Tabelle 2).

Im Rahmen der durchgeführten Berechnungen wird, wie bereits oben erläutert, ausschließlich die Bemessungssituation BS-P betrachtet, auf die sich das Teilsicherheitskonzept gemäß DIN 1054:2010 bezieht, wie nachstehend tabelliert.

<i>Bemessungssituation</i>		<i>BS-P</i>	<i>BS-T</i>	<i>BS-A</i>
<i>Einwirkungen</i>				
Ständige Einwirkungen	$\gamma_G$	1,00	1,00	1,00
Veränderliche Einwirkungen	$\gamma_Q$	1,30	1,20	1,00

**Tabelle 1: Teilsicherheitsbeiwerte zu Einwirkungen und Beanspruchungen für die Betrachtung zum Grenzzustand des Versagens durch den Verlust der Gesamtstandsicherheit – GEO-3 – nach DIN 1054:2010.**

## Standsicherheitsuntersuchung der Böschungen für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze

<i>Bemessungssituation</i>		<i>BS-P</i>	<i>BS-T</i>	<i>BS-A</i>
<i>Bodenkenngröße</i>				
Reibungsbeiwert $\tan \varphi'$	$\gamma_{\varphi}$	1,25	1,15	1,10
Kohäsion $c'$	$\gamma_c$	1,25	1,15	1,10

**Tabelle 2: Teilsicherheitsbeiwerte zu geotechnischen Kenngrößen für die Betrachtung zum Grenzzustand des Versagens durch den Verlust der Gesamtstandsicherheit – GEO-3 – nach DIN 1054:2010.**

## 7.5 MODELLAUFBAU

### *Schichtenfolge*

Die Schichtenfolge des Baugrundmodells wurde in Anlehnung an die Schichtenverzeichnisse zu den Aufschlussbohrungen in Anlage 2 erstellt. Eine Auflage aus Mutterboden wurde nicht berücksichtigt, da diese im Sinne der Aufgabenstellung nicht von Bedeutung ist. Soweit sinnvoll und fachlich vertretbar wurden einzelne Schichtglieder aus der Schichtaufnahme zusammengefasst. Geringmächtige Einschaltungen von wenigen Zentimetern bis Dezimeter wurden beim Modellaufbau, auch im Hinblick auf die Grenzen der Auflösung im Rechenprogramm, vernachlässigt. Aus Analogieschlüssen zu Schichtenverzeichnissen von Erkundungsbohrungen aus der weiteren Umgebung des Betrachtungsgebietes wurde das Baugrundmodell über die Endteufe der eingangs genannten Baugrundaufschlüsse hinaus erweitert.

Das erstellte Modell für den Schnitt C und für den Schnitt D orientiert sich an der rd. 200 m entfernt liegenden Bohrung Hannover-Elze L 198. Aufgrund der Distanz und damit verbundenen Unsicherheiten bzgl. des geologischen Untergrundes, wird die einheitliche Schichtenabfolge von Feinkies im Modell mit Kies-Sand geotechnisch berücksichtigt.

### *Wasserstand*

Die Berücksichtigung des Grundwassers bei Standsicherheitsuntersuchungen erfolgt im Rechenprogramm über Porenwasserdrucklinien. Als Wasserstand wurden entsprechend den Angaben im hydrogeologischen Gutachten [3] Standrohrspiegelhöhen angesetzt, die einen prognostizierten mittl. Bemessungswasserstand von rd. NHN +72,73 m für See A, für den See C NHN +72,28 m und für die Seen B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub> einen Wasserstand von NHN +72,75 m abbilden. Auf den Ansatz von influenten oder effluenten Strömungsverhältnissen wurde bewusst verzichtet, da diese im Untersuchungsgebiet im Hinblick auf geringe Schwankungen der hydraulischen Potentialverteilung kaum ausgeprägt sind.

## Standsicherheitsuntersuchung der Böschungen für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze

### Böschungsgeometrie

Als Überwasserböschung wurde eine Neigung von  $H : L = 1 : 2$  zugrunde gelegt. Aufgrund der hydrogeologischen Situation ist diese nur schwach ausgebildet. Die Wasserwechselzone ist mit einer Neigung von  $H : L = 1 : 4$  angelegt. Als Unterwasserböschung wurde eine Neigung von  $H : L = 1 : 3$  zugrunde gelegt. Die Böschungsgeometrien für die Standsicherheitsuntersuchung wurden entlang von Schnittlinien abgeleitet, die in Anlage 1 aufgetragen sind und aus der Abbauplanung resultieren.

Für den nördlichen Bereich des herzustellenden Gewässers See B<sub>1</sub> und See B<sub>2</sub> gemäß den Ausführungen in [3] ist keine Überwasserböschung mit einer Neigung von  $H : L$  mit  $1 : 2$  vorgesehen und wird entsprechend im Schnitt C berücksichtigt.

### Geotechnische Kennwerte

Der Ansatz der geotechnischen Kennwerte für die zu betrachtenden Böden im Untersuchungsgebiet erfolgte auf der sicheren Seite liegend sowie unter Berücksichtigung der vorliegenden Ergebnisse von Baugrunduntersuchungen entsprechend den Angaben in [2] und [4] sowie unter anderen den Ausführungen in WITT (2008) und DGGT (2017) (siehe Tabelle 3).

Im Berechnungsprogramm werden auftretende Wasserdrücke über Porenwasserdrücke berücksichtigt, so dass für die Standsicherheitsuntersuchungen die Trockenwichte  $\gamma$  des Bodens anstelle der Wichte des Bodens unter Auftrieb  $\gamma'$  verwendet wird. Standortsspezifische Ansätze der Bodenkennwerte sind den Berechnungsmodellen in Anlage 3 zu entnehmen.

#	Bodenart	Kürzel	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN m <sup>-2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN m <sup>-3</sup> ]
1	Auelehm	Lf	27,5	5,0	18,5
2	Kies-Sand	G-S	32,5	0,0	20,0
3	Kies	G	35,0	0,0	20,0
4	Feinsand	fS	30,0	0,0	16,0
5	Schluff	U	28,0	10,0	17,5
6	Ton	T	27,0	20,0	20,0
7	Schluff bis Ton	U-T	27,5	0,0	18,0

**Tabelle 3: Charakteristische Bodenkennwerte.**

### Verkehrslast

Auf der sicheren Seite liegend wird als Verkehrslast auf der Böschungsoberkante eine Ersatzflächenlast von  $16,70 \text{ kN m}^{-2}$  für schwereren Verkehr entsprechend den Lasten der Brückensklasse 30/30 nach alter DIN 1072 in einem einheitlichen Abstand von 2 m zur eigentlichen Böschung berücksichtigt.

Standsicherheitsuntersuchung der Böschungen für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze

7.6 BERECHNUNGSERGEBNISSE

Die Berechnungsergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen nach DIN 4084 sind in Anlage 3 und Tabelle 4 angeführt. Dabei sind die Ergebnisse für die Unterwasserböschung mit einer Böschungsneigung von H : L = 1 : 3 dargestellt. Auf eine Betrachtung und Darstellung von flach einschneidenden Gleitkreisen mit z.T. höheren Ausnutzungsgraden wurde verzichtet, da diese nur Hautrutschungen repräsentieren, die für die Standsicherheit der Böschung nicht maßgeblich sind. Die Berechnungsergebnisse stellen sich wie folgt dar:

Ausnutzungsgrad	$\mu$ [-]	Untersuchte Gleitkreise	Bemerkung
Anlage 3.1 Schnitt A (Unterwasser)	0,59	4.001	Rechnerisch standsicher.
Anlage 3.2 Schnitt B (Unterwasser)	0,63	23.590	Rechnerisch standsicher.
Anlage 3.3 Schnitt C (Unterwasser)	0,65	67.844	Rechnerisch standsicher.
Anlage 3.4 Schnitt D (Unterwasser)	0,64	3.804	Rechnerisch standsicher.
Anlage 3.5 Schnitt E (Unterwasser)	0,64	33.222	Rechnerisch standsicher.
Anlage 3.6 Schnitt F (Unterwasser)	0,57	26.201	Rechnerisch standsicher.
Anlage 3.7 Schnitt G (Unterwasser)	0,59	26.888	Rechnerisch standsicher.

Tabelle 4: Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchung nach DIN 4084.

Eine Überprüfung der Überwasserböschung wurde für jeden Schnitt ebenfalls durchgeführt und ist exemplarisch in Abb. 4 und Abb. 5 durch die Schnitte E und G dargestellt. Die ermittelten Ausnutzungsgrade  $\mu$  für die Überwasserböschungen im Antragsgebiet befinden sich in der Größenordnung  $< 0,3$ .

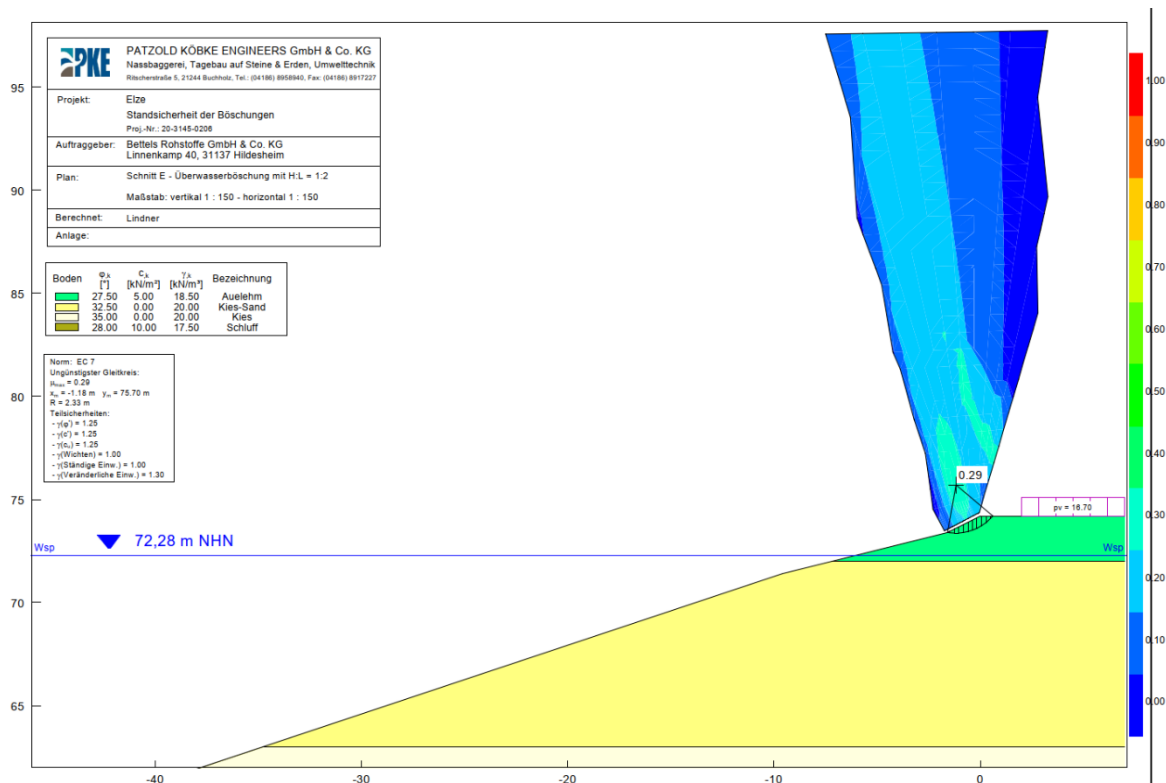
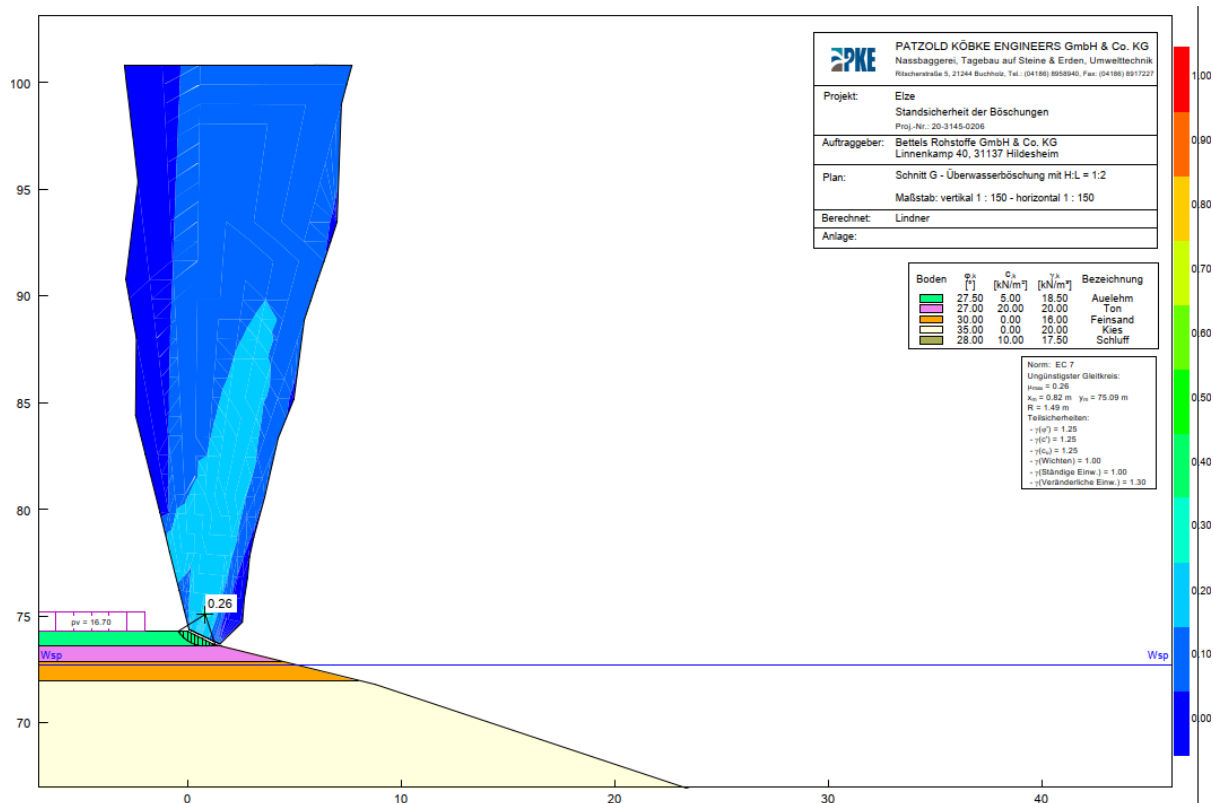


Abb. 4: Darstellung der Überwasserböschung im Schnitt E als repräsentatives Beispiel für das Antragsgebiet mit einer Böschungsneigung von H : L = 1 : 2 und maximalen Ausnutzungsgrad  $\mu$  von 0,29.



Standsticherheitsuntersuchung der Böschungen für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze



**Abb. 5: Darstellung der Überwasserböschung im Schnitt G mit einer Böschungsneigung von H : L = 1 : 2 und maximalen Ausnutzungsgrad  $\mu$  von 0,26.**

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass die Berechnungsergebnisse der Standsticherheitsuntersuchung nach DIN 4084 unter den getroffenen Annahmen in Kapitel 7.5 und bei den untersuchten Böschungskonfigurationen eine ausreichende Standsticherheit erkennen lassen. Steilere, aber auch flachere Böschungskonfigurationen, wurden nicht untersucht, da hier nur die Bereitstellung einer Grundlage für die Anfertigung eines Abbaukonzeptes Gegenstand der Betrachtung ist.

Wellenschlag und Schwankungen der Wasserstände sind durch die Anlage einer Wasserwechselzone mit einer Neigung von H : L = 1 : 4 oder flacher entsprechend den Beobachtungen bei BODE (2005) zu berücksichtigen.

Kleinräumigen Erosionen der Wasserwechselzone durch Wellenschlag ist ggf. durch eine ingenieurbiologische oder wasserbauliche Sicherung entgegenzuwirken.

Die Aussage im Hinblick auf die Standsticherheit berücksichtigt jedoch an dieser Stelle noch keine dynamischen Einwirkungen auf die Unterwasserböschung in Abhängigkeit vom Gewinnungsverfahren (Box-Cut Verfahren), wie bei BODE (2005) untersucht. Die Untersuchung der Standsticherheit wird nachstehend auf die Betrachtung dieser Aspekte erweitert.

## 8. UNTERSUCHUNG DER STANDSICHERHEIT IN ABHÄNGIGKEIT VOM GEWINNUNGSVERFAHREN

Die betriebliche Realität zeigt, dass sich die Unterwasserböschungen bei der Gewinnung von Sand und Kies in anderer Neigung einstellen, als die üblichen Berechnungsverfahren in DIN 4084 erwarten lassen. Mit erdstatischen Verfahren nach BISHOP, BOROWICKA, FELLENIUS, FRÖHLICH, JANBU, KREY und MORGENSTERN & PRICE sowie anderen Autoren in DIN 4084 werden mit vorgegebenen Bodenkennwerten die aktivierten Scherfestigkeiten in verschiedenen Ebenen, auch polygonartigen, oder kreisförmigen Gleitflächen berechnet. Der natürliche Spannungs- und Verformungszustand wird dabei jedoch ebenso wenig wie der tatsächliche Verlauf der Versagensfläche bestimmt: Diese können in erheblichem Maße von den angenommenen Verhältnissen und den erdstatischen Modellen abweichen.

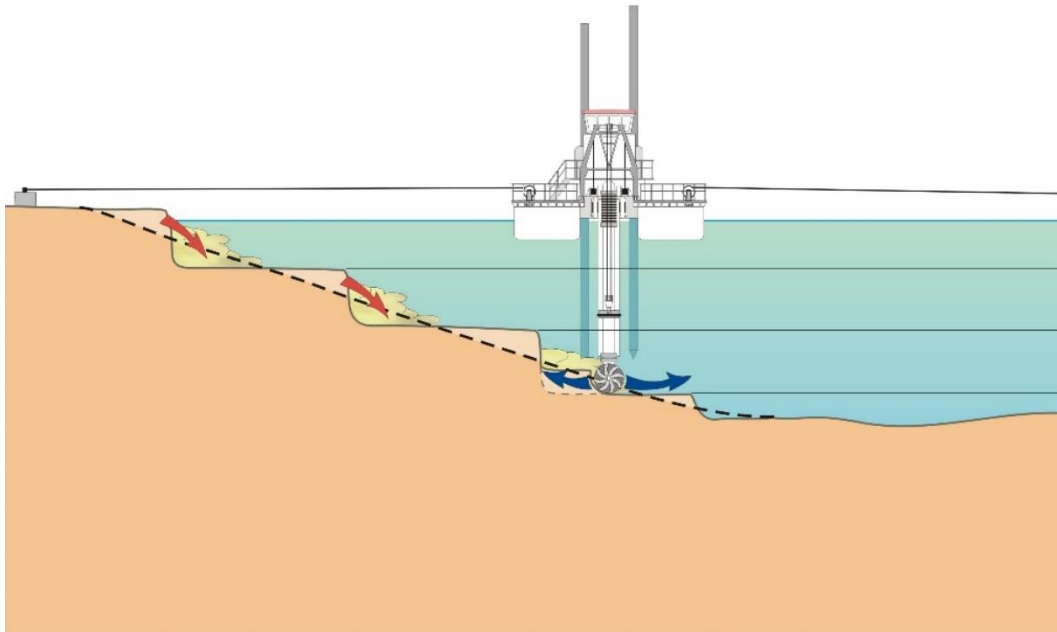
Eine rechnerische Berücksichtigung von dynamischen Einwirkungen durch die unterschiedlichen Gewinnungsverfahren und Gewinnungsgeräte oder eine entsprechende Betrachtung von dynamischen Prozessen durch das ständige Auftreten von Rutschungen und Trübeströmen im Zuge der Abbautätigkeit – mit maßgeblicher Bedeutung für die jeweils herstellbare Böschungsneigung – ist damit nicht möglich. Mit Überwindung der anwendungsspezifischen Beschränkungen von erdstatischen Verfahren in DIN 4084 und kontinuumsmechanischen Methoden wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes des INGENIEURBÜROS DR.-ING. V. PATZOLD ein Planungssystem entwickelt, bei dem durch eine ganzheitliche Betrachtung der lagerstätten-, gewinnungsverfahren- und gewinnungsgerätebedingten Einflussfaktoren nachvollziehbare Empfehlungen zur standortabhängigen Gestaltung von Böschungssystemen gegeben werden können (BODE, 2005). Dies konnte unter anderem durch statistische Auswertung von zahlreichen Echolotpeilungen aus den wichtigsten Sand- und Kieslagerstätten in Deutschland – unter granulometrischer, stratigraphischer und genetischer Zuordnung von charakteristischen Böschungssystemen zu verschiedenen Bodenarten und -gruppen oder Lagerstättentypen und -provinzen – erreicht werden.

Zur Minimierung des Böschungsbruchrisikos im geplanten Kieswerk Elze ist die Ausführung einer Box-Cut Baggerung mit Abbaukontrolle im Sinne von BODE (2005), PATZOLD et al. (2008) und BODE & PATZOLD (2010) unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten dringend angeraten. Die Untersuchung der Standstabilität in Abhängigkeit vom Gewinnungsverfahren wird deshalb untenstehend auf die Betrachtung der Box-Cut Baggerung bezogen.

Zum Verständnis der Ausführungen erfolgt nachstehend zunächst eine Kurzbeschreibung dieses Verfahrens.

## 8.1 BOX-CUT BAGGERUNG

Die Box-Cut Baggerung kann mit Gewinnungsgeräten, die mit zwangsgeführten und – schwieriger – auch mit nicht zwangsgeführten Lösewerkzeugen ausgerüstet sind, durchgeführt werden. Verfahrenstechnisch liegt das Box-Cut Verfahren zwischen profilgerechter Abgrabung und unkontrollierter Baggerung, mit fließenden Übergängen zu diesen beiden (s. Abb. 6).



**Abb. 6: Prinzip der Box-Cut Baggerung (Erläuterung im Text).**

Im Zuge der Gewinnung werden zahlreiche Strossen mit geringer Mächtigkeit und übersteilten Teilböschungen durch treppenstufenartige Schnittführung vom Hangenden zum Liegenden im gewachsenen Boden hergestellt, die anschließend mehr oder weniger planmäßig zu Bruch gehen.

Die Höhe der Box-Cuts ist den jeweiligen Verhältnissen vor Ort anzupassen. Dabei sind im Hinblick auf die unterschiedlichen bodenmechanischen Eigenschaften der Lockergesteine beispielsweise für Fein- bis Mittelsand geringere Strossenhöhen als für Kies-Sand zu wählen. Die Herstellung von gebrochenen Böschungssystemen mit unterschiedlichen Teilböschungsneigungen ist mit einem Grundsaugbagger ohne Abbaukontrollanlage praktisch nicht möglich. Als Grenze zwischen kontrollierter und unkontrollierter Abgrabung wird im Fein- bis Mittelsand eine Box-Cut Höhe von  $\leq 2,50$  m und im Kies-Sand eine Strossenhöhe von  $\leq 5,00$  m angesehen. Die Box-Cut Höhe ist gegebenenfalls den Betriebserfahrungen vor Ort anzupassen.

Grundsätzlich gilt für die Box-Cut Baggerung in der Böschung: Ausführung vom Hangenden zum Liegenden und in der Fläche. Eine Baggerung vom Liegenden zum Hangenden und auf einer Station hingegen kennzeichnet eine unkontrollierte Baggerung mit entsprechend resultierender Standsicherheitsgefährdung der Böschung.

## Standsicherheitsuntersuchung der Böschungen für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze

Die Box-Cut Baggerung wird derzeit nicht nur im Wasserbau sondern in einer zunehmenden Anzahl von Einzelfällen auch beim Tagebau durchgeführt, teilweise als Auflage durch den Genehmigungsgeber; und zwar dann, wenn neben der Produktionsleistung eine gewisse Sorgfalt bei der Bauausführung Berücksichtigung findet. Dabei wird mit abnehmender Strossenhöhe bei der Böschungsbaggerung zugleich die Gefahr von Schadensfällen infolge von unkontrollierten Böschungsbrüchen erheblich verringert und letztlich der Ausbeutegrad in den Lagerstätten mit steileren Böschungsneigungen als bei der unkontrollierten Abgrabung erhöht. Darüber hinaus wird die akute Gefahr einer Bodenverflüssigung in entsprechend gefährdeten Böden gegenüber dem unkontrollierten Abbau vermindert.

Der Kontinuität der Box-Cut Baggerung in der Böschung – unter Einsatz einer Abbaukontrollanlage – ist besondere Sorgfalt zu widmen.

## 8.2 BERECHNUNGSVERFAHREN

Zur Gestaltung der Unterwasserböschung bei Box-Cut Baggerung wird bei BODE (2005) nachstehende Beziehung angeführt:

$$H:L_{erf.} = \left[ \eta_{tab.} \cdot \alpha_{dyn.} \cdot \tan \frac{\varphi}{\gamma_{\varphi}} \right] \quad [1]$$

mit:	$H:L_{erf.}$	Neigungsverhältnis der Unterwasserböschung	[-]
	$\eta_{tab.}$	Standsicherheit aus Lastannahmen	[-]
	$\alpha_{dyn.}$	Abminderungsbeiwert für Gewinnungsverfahren	[-]
	$\varphi$	Reibungswinkel des Bodens	[°]
	$\gamma_{\varphi}$	Teilsicherheitsbeiwert für Reibungswinkel	[-]
und:	$\eta_{tab.}$	Ansatz siehe BODE (2005)	
	$\alpha_{dyn.} = 0,8$	Ansatz für Box-Cut Baggerung (Lösewerkzeug: zwangsgeführt; Strossenhöhe: klein)	
	$\alpha_{dyn.} = 0,7$	Ansatz für Box-Cut Baggerung (Lösewerkzeug: nicht zwangsgeführt; Strossenhöhe: groß)	
	$\varphi = \varphi'$	Ansatz für profilgerechte Baggerung	
	$\varphi = \varphi_c$	Ansatz für Box-Cut Baggerung	
	$\gamma_{\varphi} = 1,05$	Ansatz für mittleres Sicherheitsniveau	
	$\gamma_{\varphi} = 1,10$	Ansatz für hohes Sicherheitsniveau	

## Standsicherheitsuntersuchung der Böschungen für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze

### 8.3 BERECHNUNGSERGEBNISSE

Die Berechnungsergebnisse der Standsicherheitsberechnungen nach Gleichung [1] sind für die Unterwasser verbreiteten Hauptbodenarten mit  $\varphi \leq 35^\circ$  und  $\varphi \leq 32,5^\circ$  in Tabelle 5 und Tabelle 6 angeführt.

Die Ansätze für die Reibungswinkel der Böden erfolgten auf der sicheren Seite liegend als effektive Reibungswinkel, die für die anstehenden Hauptbodenarten (Kies und Kies-Sand) entsprechend den Angaben in Kapitel 7.5 zugrunde zu legen sind.

<b>Ansatz</b>		
$\eta_{tab.}$	[-]	0,9
$\alpha_{dyn.}$	[°]	0,7
$\varphi$	[°]	$\leq 35,0$
$\gamma_\varphi$	[-]	1,10
<b>Ergebnis</b>		
H:L <i>erf.</i>	[-]	$\leq 1:2,6$

**Tabelle 5: Ergebnis der Standsicherheitsuntersuchung nach Gleichung [1] mit  $\varphi \leq 35,0^\circ$ .**

<b>Ansatz</b>		
$\eta_{tab.}$	[-]	0,9
$\alpha_{dyn.}$	[°]	0,7
$\varphi$	[°]	$\leq 32,5$
$\gamma_\varphi$	[-]	1,10
<b>Ergebnis</b>		
H:L <i>erf.</i>	[-]	$\leq 1:2,8$

**Tabelle 6: Ergebnis der Standsicherheitsuntersuchung nach Gleichung [1] mit  $\varphi \leq 32,5^\circ$ .**

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass die Berechnungsergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen nach Gleichung 1 unter den getroffenen Annahmen und in der Zusammenschau von Tabelle 5 und Tabelle 6 eine ausreichende Standsicherheit für die Unterwasserzone bei einer Böschungsneigung von H : L = 1 : 3 erkennen lassen. Bei dieser Bewertung wurden betriebliche Unsicherheiten berücksichtigt, die verfahrensbedingten Übergängen zwischen kontrollierter und unkontrollierter Baggerung hinreichend Rechnung tragen.

---

Standsicherheitsuntersuchung der Böschungen für den Neuaufschluss des Kieswerks Elze

Die Vorgabe einer Böschungsneigung von  $H : L = 1 : 3$  die eine ausreichende Standsicherheit für die Unterwasserzone erkennen lässt, beschränkt sich auf Ausführung der Baggerung im abbaukontrollierten Box-Cut Verfahren mit einer Box-Cut Höhe  $\leq 2,50$  m. Bei größerer Strossenhöhe oder unkontrollierter Baggerung ist die Böschungsneigung ggf. flacher zu wählen.

Die Berechnungsergebnisse und Empfehlungen im Rahmen dieses Gutachten stellen die Grundlage zur Erstellung eines Abbaukonzeptes für den Neuaufschluss Elze dar.

Buchholz in der Nordheide, den 14.11.2022

**PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GMBH & CO. KG**



i.A. Dr. Jens Steffahn  
Projektleiter

## 9. ANGEFÜHRTE SCHRIFTEN

BODE, G. (2005): Zur Ausbildung und Gestaltung von Böschungssystemen bei der Gewinnung von Sand und Kies – Entwicklung eines Planungssystems. – Diss. Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Hannover: 177 S., 74 Abb., 65 Tab., 5 Anh.; Hannover.

BODE, G. & PATZOLD, V. (2010): Gestaltung von Unterwasserböschungen bei der Gewinnung von Sand und Kies – Strategien zur Vermeidung von Böschungsbrüchen. – Advanced Mining Solutions (8): 69-78; Clausthal-Zellerfeld.

FÖRSTER, W. & VOGT, A. (1991): Abschätzung der Rückgriffweite von Setzungsfließbrutschungen. – Neue Bergbautechnik 21 (10/11): 366-371; Leipzig (Dt. Verl. für Grundstoffindustrie).

KERNTECHNISCHER AUSSCHUSS (1990 b): Sicherheitstechnische Regel KTA 2201.2 – Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen – Teil 2: Baugrund; 7 S.; Köln, Berlin (Heymanns).

MEYER, H. & FRITZ, L. (2001): Unterwasserböschungen aus Sicht der Bodenmechanik. – Zeitschrift für angewandte Geologie 47 (1): 4-7; Stuttgart (Schweizerbart).

PATZOLD, V., GRUHN, G. & DREBENSTEDT, C. (2008): Der Nassabbau – Erkundung, Gewinnung, Aufbereitung, Bewertung. – 472 S., zahlr. Abb. und Tab.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).

RAJU, V.-R. (1994): Spontane Verflüssigung lockerer granularer Körper – Phänomene, Ursachen, Vermeidung. – Diss. Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der Universität Karlsruhe – Veröffentlichungen des Institutes für Bodenmechanik und Felsmechanik der Universität Fridericiana in Karlsruhe (134): 98 S.; Karlsruhe.

SEED, H. B. & IDRIS, I. M. (1971): Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential. – Journal of the soil mechanics and foundations division ASCE (93) SM9: 1249-1273; New York.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK - DGGT (2017): Erster Technischer Halbjahresbericht 2017 des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen der Hafentechnischen Gesellschaft e.V. (HTG) und der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT).

WITT, K. J. (2008): Grundbau-Taschenbuch. Teil 1: Geotechnische Grundlagen; Weimar.

## ANLAGEN

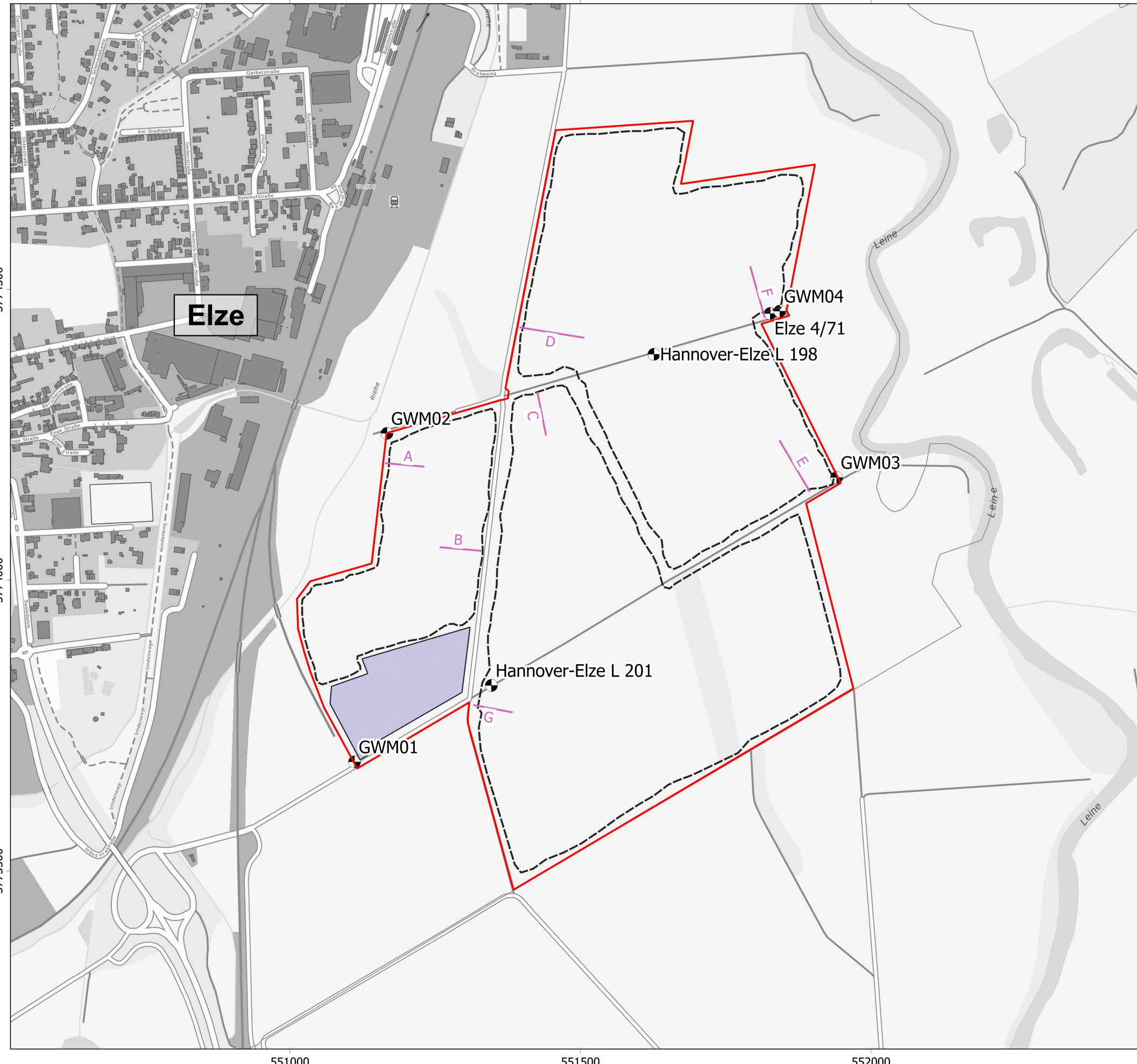


**ANLAGE 1**  
Übersichtslageplan

# Planzeichenerklärung

## Legende

- Administrative Grenzen**
- Antragsfläche KW Elze
  - Betriebsfläche
  - Abbaugrenzen
- Spezifische Grenzen**
- Modellschnitte A bis G
  - Bohrungen



Kartengrundlage: Auszug aus dem WebAtlasDE  
© Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2020)

Koordinatensystem: UTM ETRS89 32N

0 100 200 300 400 m



**Patzold, Köbke Engineers GmbH & Co. KG**  
Nassbaggerei · Tagebau · Erkundung · UXO  
Rütscherstraße 5, 21244 Buchholz i. d. Nordheide  
Tel: +49 (0)4186-895894-0, info@pk-engineers.de

Projekt: Standsicherheit der Böschungen  
Kiessandabbau Elze

Auftraggeber: Bettels Rohstoffe GmbH & Co. KG  
Linnenkamp 40, 31137 Hildesheim



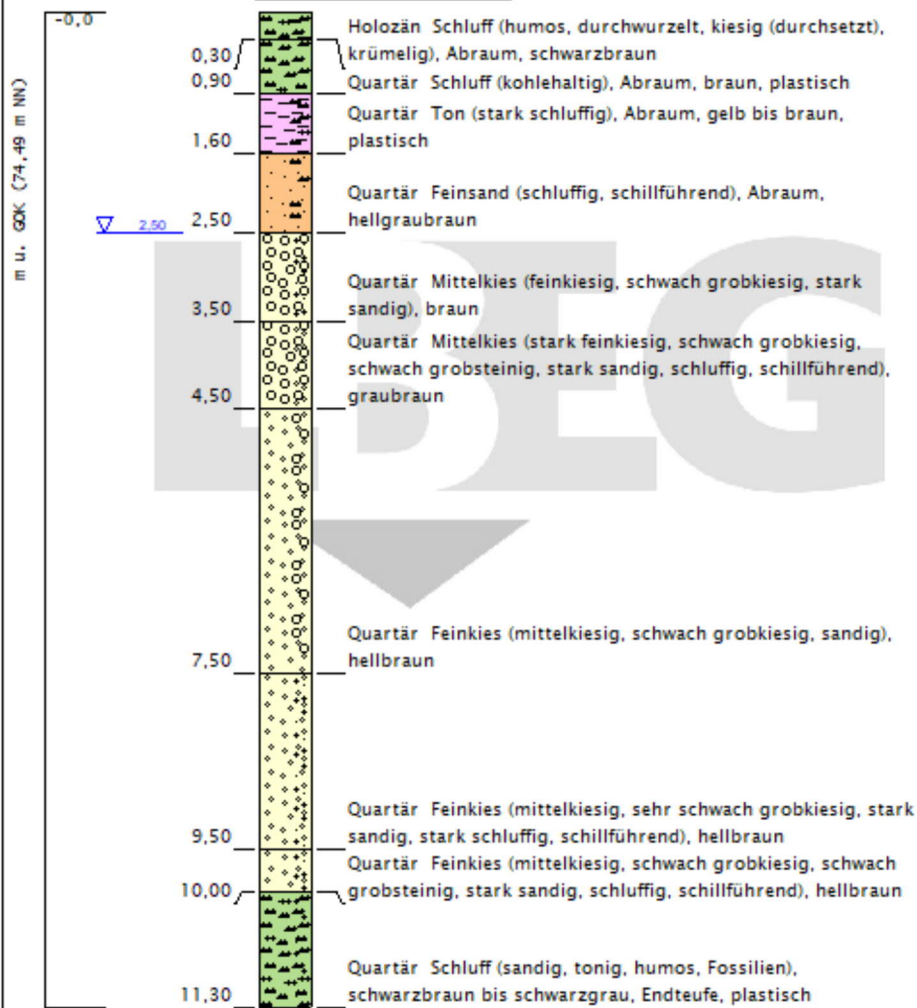
Plan: Übersichtsplan Maßstab: 1 : 7.000 DIN A3

	Datum	Name
Gezeichnet:	10.10.2022	LL
Geprüft:	10.10.2022	JS
Datei:	Elze.qgz	
PKE-Proj.-Nr.:	20-3145-0206	

## **ANLAGE 2**

### Schichtenverzeichnisse zu den Bohrungen

**Hannover-Elze L 201**



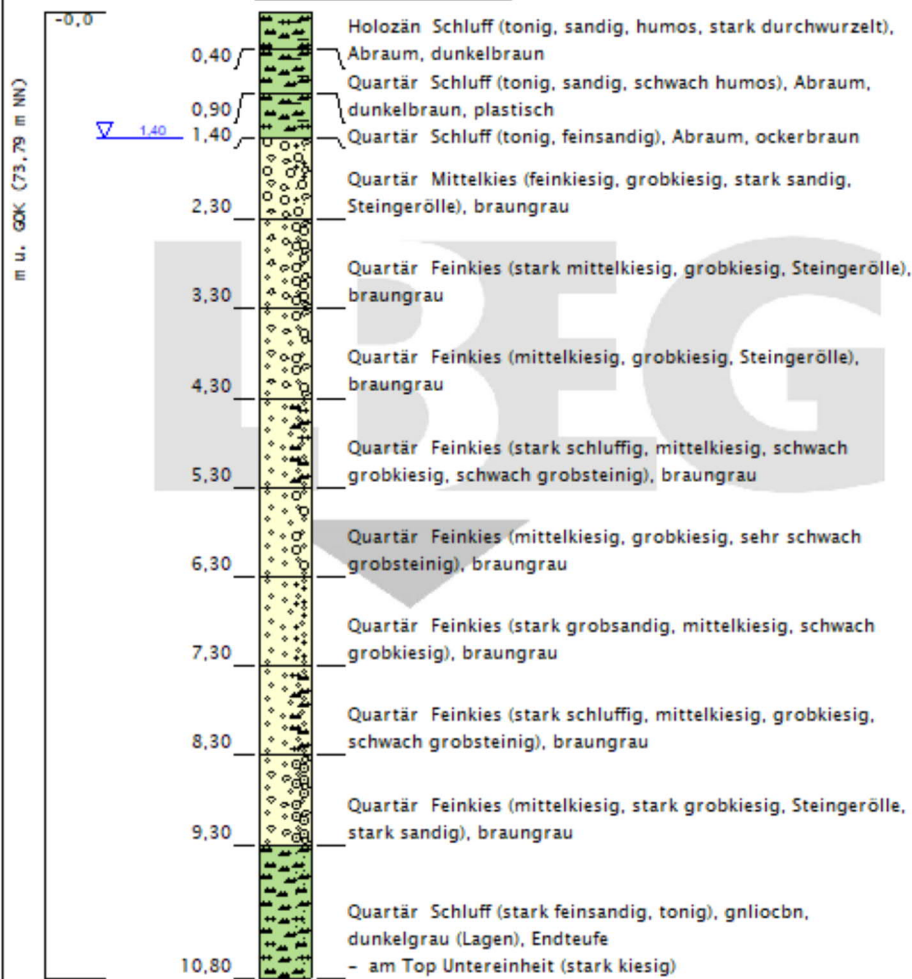
Das LBEG ist als Bergbehörde nicht nur für Niedersachsen, sondern für alle Bohrungen in der Nordsee sowie für die Bohrungen ab 100 m Bohrstrecke in den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen zuständig. Alle anderen Bearbeitungen erfolgen in den jeweiligen geologischen Landesämtern. Für bergrechtliche Aufgaben stellen sie dem LBEG ihre Daten zur Verfügung.

Höhenmaßstab: 1:61

Erstellt mit GeoDin am 28.05.2021 11:35:48

Ost: 32551346,74	Nord: 5773819,06	Höhe: 74,49 m zu NN
Bohrungszweck: Erkundung zum Abbau von Industriemineralen		
Bohrfirma: H. Angers Söhne Bohr- und Brunnenbaugesellschaft mbH		
Endteufe der Bohrung in m u. Ansatzpunkt: 11,30		
Autor: Roth		Bohrzeit: 18.05.1972 bis 18.05.1972
TK25: 3824	Archivfachbereich: SE	Archivnummer: 448
Archiv-Nr.:		Aufschlusskurzbez.: S 448 - 201
Ortsbezeichnung:		
Landkreis: Hildesheim		Gemeinde: Elze

**Hannover-Elze L 198**



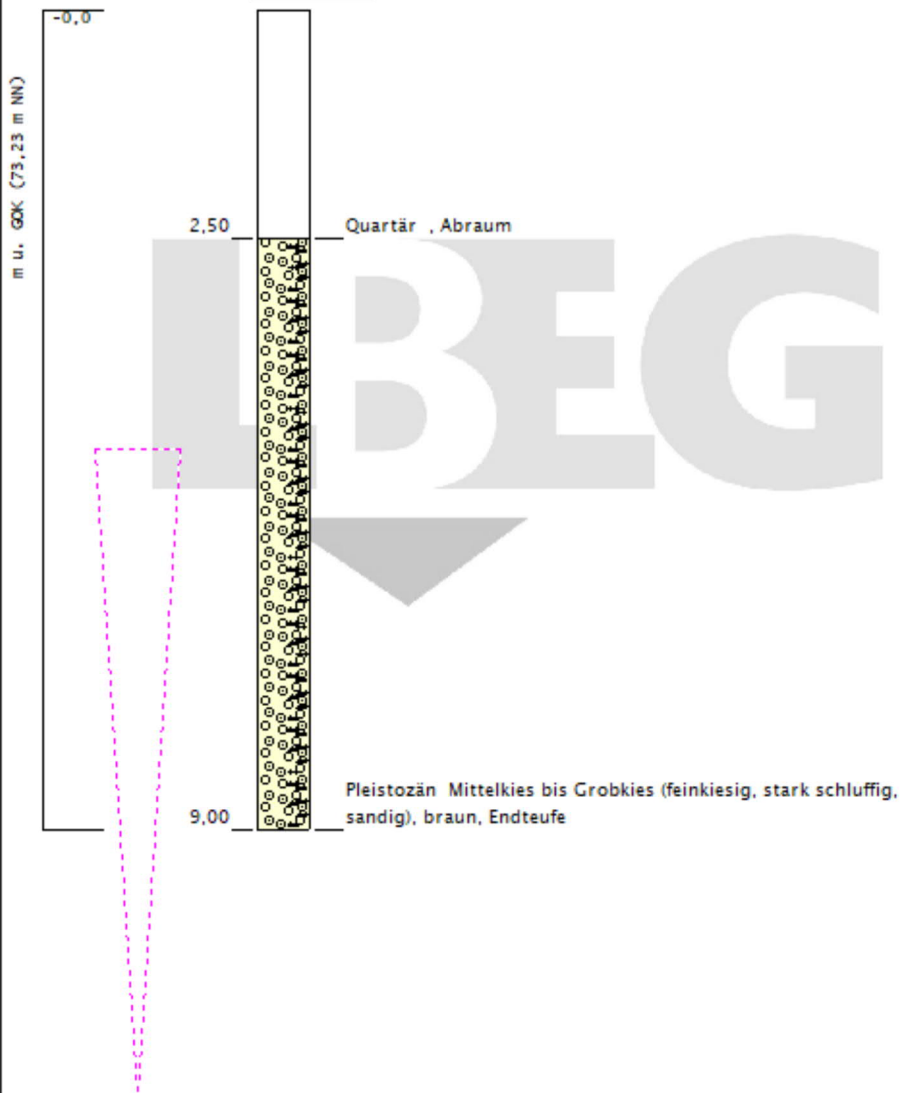
Das LBEG ist als Bergbehörde nicht nur für Niedersachsen, sondern für alle Bohrungen in der Nordsee sowie für die Bohrungen ab 100 m Bohrstrecke in den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen zuständig. Alle anderen Bearbeitungen erfolgen in den jeweiligen geologischen Landesämtern. Für bergrechtliche Aufgaben stellen sie dem LBEG ihre Daten zur Verfügung.

Höhenmaßstab: 1:60

Erstellt mit GeoDin am 28.05.2021 11:37:37

Ost: 32551626,63	Nord: 5774388,83	Höhe: 73,79 m zu NN
Bohrungszweck: Erkundung zum Abbau von Industriemineralen		
Bohrfirma: H. Angers Söhne Bohr- und Brunnenbaugesellschaft mbH		
Endteufe der Bohrung in m u. Ansatzpunkt: 10,80		
Autor: Irrlitz		Bohrzeit: 19.05.1972 bis 19.05.1972
TK25: 3824	Archivfachbereich: SE	Archivnummer: 446
Archiv-Nr.:		Aufschlusskurzbez.: S 446 - 198
Ortsbezeichnung:		
Landkreis: Hildesheim		Gemeinde: Elze

**Elze 4/71**



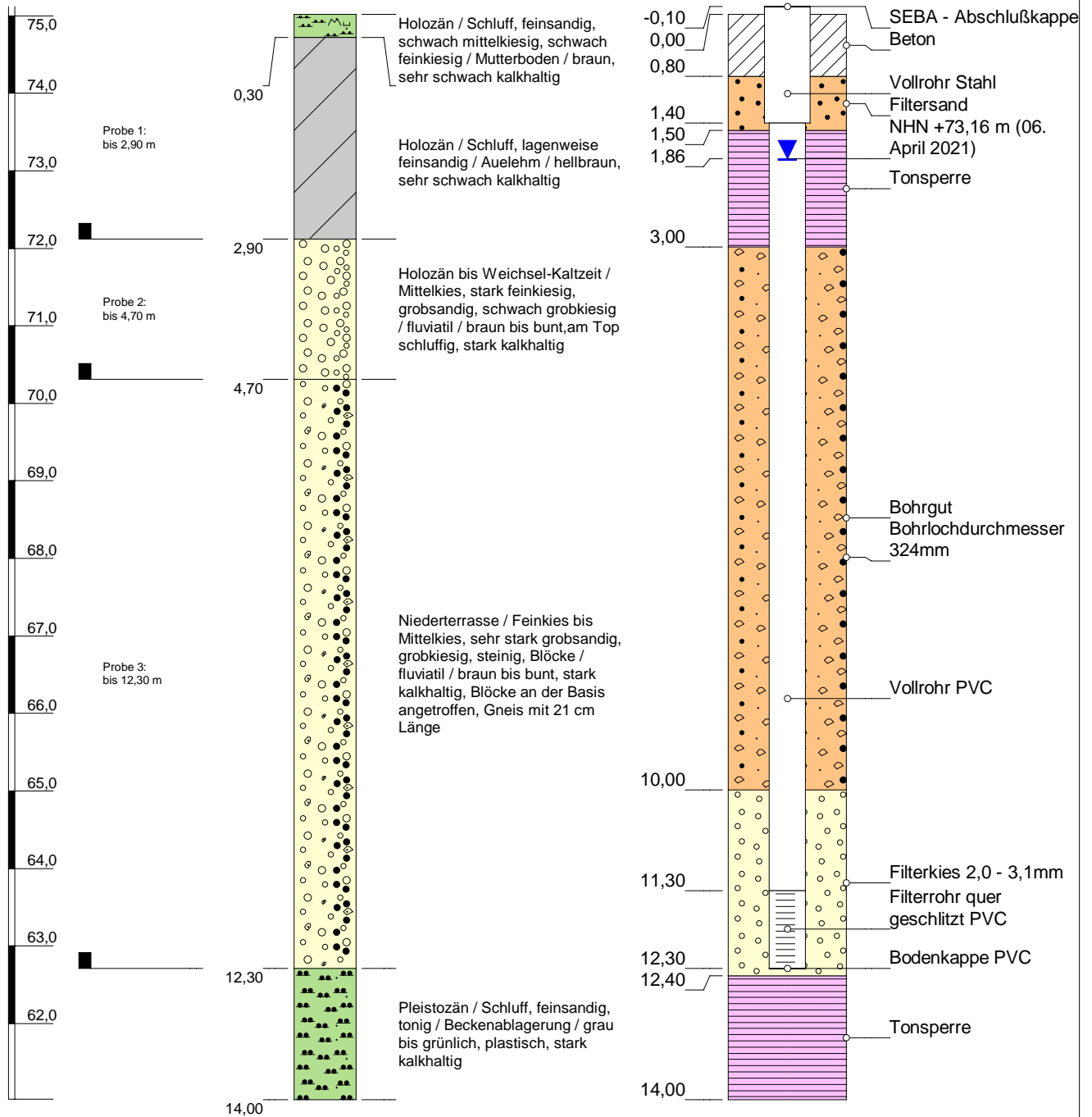
Das LBEG ist als Bergbehörde nicht nur für Niedersachsen, sondern für alle Bohrungen in der Nordsee sowie für die Bohrungen ab 100 m Bohrstrecke in den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen zuständig. Alle anderen Bearbeitungen erfolgen in den jeweiligen geologischen Landesämtern. Für bergrechtliche Aufgaben stellen sie dem LBEG ihre Daten zur Verfügung.

Höhenmaßstab: 1:59

Erstellt mit GeoDin am 28.05.2021 11:04:59


Ost: 32551826,56	Nord: 5774458,80	Höhe: 73,23 m zu NN
Bohrungszweck: Erkundung zum Abbau von Industriemineralen		
Bohrfirma: NLFb - Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung		
Endteufe der Bohrung in m u. Ansatzpunkt: 9,00		
Autor: Irrlitz		Bohrzeit: 01.01.1971 bis 01.01.1971
TK25: 3824	Archivfachbereich: SE	Archivnummer: 353
Archiv-Nr.:		Aufschlusskurzbez.: B 33
Ortsbezeichnung:		
Landkreis: Hildesheim		Gemeinde: Elze

**GWM 01/21**



Höhenmaßstab: 1:80

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: Erkundung Elze</b>		
<b>Bohrung: GWM 01/21</b>		
Auftraggeber: Bettels Rohstoffe GmbH & Co. KG	Rechtswert: UTM 32 551111	
Bohrfirma: Klenke Bohrunternehmen GmbH	Hochwert: 5773688	
Bearbeiter: LL	Ansatzhöhe: NHN +75,02 m	
Datum: 24.03.2021	Anlage 2b	Endtiefe: 14,00 m u. GOK

Erkundung Elze

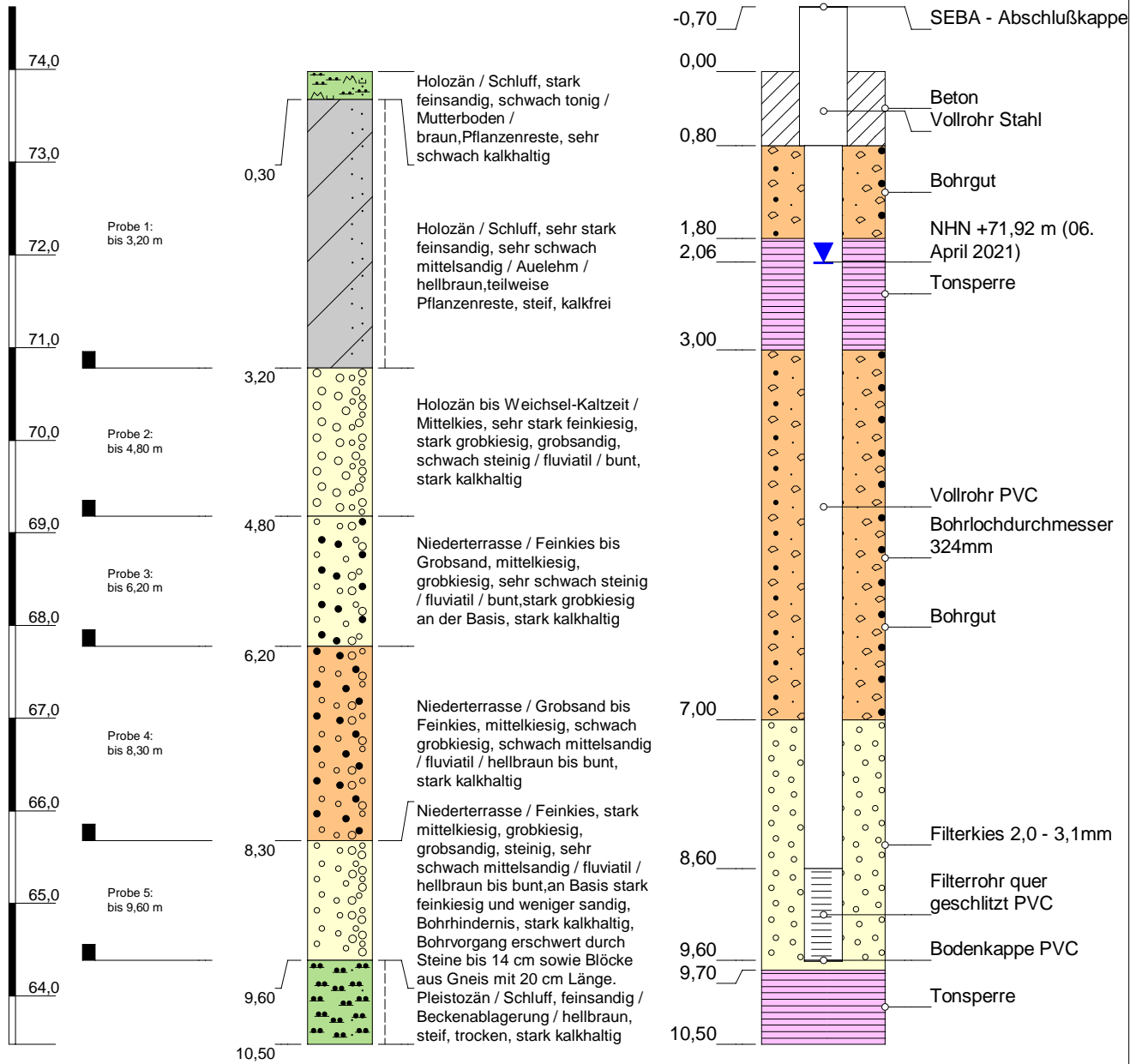
Bohrzeit:  
von: 24.03.2021  
bis: 24.03.2024

GWM 01/21

1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,30	a) Schluff, feinsandig, schwach mittelkiesig, schwach feinkiesig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f) Mutterboden	g) Holozän	h)	i)				
2,90	a) Schluff, lagenweise feinsandig					bgp	1	2,90
	b)							
	c)	d)	e) hellbraun					
	f) Auelehm	g) Holozän	h)	i)				
4,70	a) Mittelkies, stark feinkiesig, grobsandig, schwach grobkiesig					bgp	2	4,70
	b) am Top schluffig							
	c)	d)	e) braun bis bunt					
	f)	g) Holozän bis Weichsel-Kaltzeit	h)	i) ++				
12,30	a) Feinkies bis Mittelkies, sehr stark grobsandig, grobkiesig, steinig, Blöcke				Blöcke an der Basis angetroffen, Gneis mit 21 cm Länge	bgp	3	12,30
	b)							
	c)	d)	e) braun bis bunt					
	f)	g) Niederterrasse	h)	i) ++				
14,00	a) Schluff, feinsandig, tonig							
	b)							
	c) plastisch	d)	e) grau bis grünlich					
	f) Beckenablagerung	g) Pleistozän	h)	i) ++				




**GWM 02/21**



Höhenmaßstab: 1:70

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: Erkundung Elze</b>		
<b>Bohrung: GWM 02/21</b>		
Auftraggeber: Bettels Rohstoffe GmbH & Co. KG	Rechtswert: UTM 32 551167	
Bohrfirma: Klenke Bohrunternehmen GmbH	Hochwert: 5774253	
Bearbeiter: LL	Ansatzhöhe: NHN +73,98 m	
Datum: 25.03.2021	Anlage 2b	Endtiefe: 10,50 m u. GOK

Erkundung Elze

Bohrzeit:  
von: 25.03.2021  
bis: 25.03.2021

GWM 02/21

1	2	3	4	5	6				
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges			Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe				i) Kalkgehalt		
0,30	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig  b) Pflanzenreste  c) d) e) braun  f) Mutterboden      g) Holozän      h)      i)								
3,20	a) Schluff, sehr stark feinsandig, sehr schwach mittelsandig  b) teilweise Pflanzenreste  c) steif      d)      e) hellbraun  f) Auelehm      g) Holozän      h)      i) 0			bgp	1	3,20			
4,80	a) Mittelkies, sehr stark feinkiesig, stark grobkiesig, grobsandig, schwach steinig  b)  c)      d)      e) bunt  f)      g) Holozän bis Weichsel-Kaltzeit      h)      i) ++			bgp	2	4,80			
6,20	a) Feinkies bis Grobsand, mittelkiesig, grobkiesig, sehr schwach steinig  b) stark grobkiesig an der Basis  c)      d)      e) bunt  f)      g) Niederterrasse      h)      i) ++			bgp	3	6,20			
8,30	a) Grobsand bis Feinkies, mittelkiesig, schwach grobkiesig, schwach mittelsandig  b)  c)      d)      e) hellbraun bis bunt  f)      g) Niederterrasse      h)      i) ++			bgp	4	8,30			

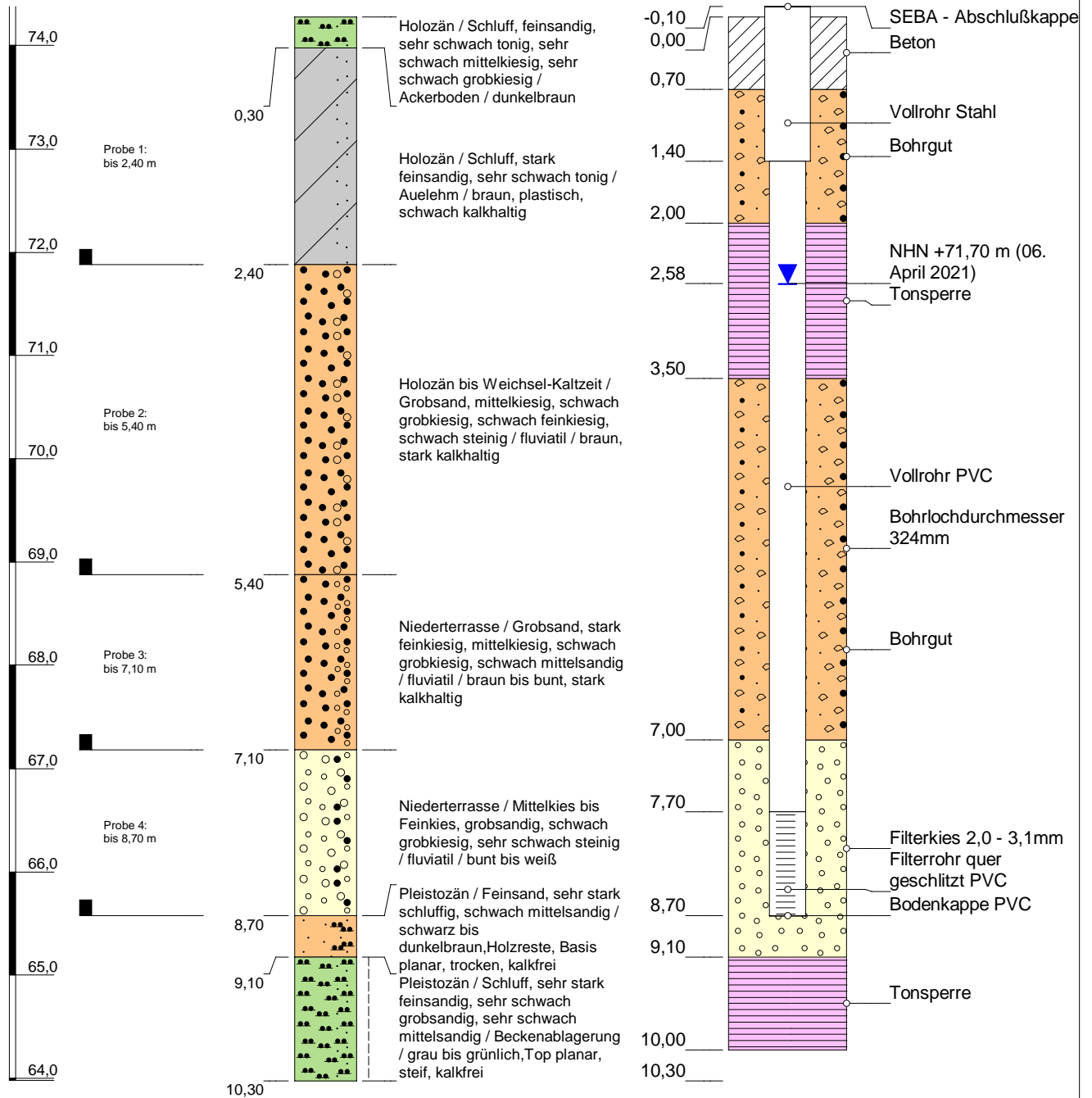
Erkundung Elze

Bohrzeit:  
von: 25.03.2021  
bis: 25.03.2021

**GWM 02/21**


1	2	3	4	5	6				
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges			Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe						
9,60	<p>a) Feinkies, stark mittelkiesig, grobkiesig, grobsandig, steinig, sehr schwach mittelsandig</p> <p>b) an Basis stark feinkiesig und weniger sandig</p> <p>c)</p> <p>d) Bohrhindernis</p> <p>e) hellbraun bis bunt</p> <p>f)</p> <p>g) Niederterrasse</p> <p>h)</p> <p>i) ++</p>	Bohrvorgang erschwert durch Steine bis 14 cm sowie Blöcke aus Gneis mit 20 cm Länge.	bgp	5	9,60				
10,50	<p>a) Schluff, feinsandig</p> <p>b)</p> <p>c) steif, trocken</p> <p>d)</p> <p>e) hellbraun</p> <p>f) Beckenablagerung</p> <p>g) Pleistozän</p> <p>h)</p> <p>i) ++</p>								
	<p>a)</p> <p>b)</p> <p>c)</p> <p>d)</p> <p>e)</p> <p>f)</p> <p>g)</p> <p>h)</p> <p>i)</p>								
	<p>a)</p> <p>b)</p> <p>c)</p> <p>d)</p> <p>e)</p> <p>f)</p> <p>g)</p> <p>h)</p> <p>i)</p>								
	<p>a)</p> <p>b)</p> <p>c)</p> <p>d)</p> <p>e)</p> <p>f)</p> <p>g)</p> <p>h)</p> <p>i)</p>								

**GWM 03/21**



Höhenmaßstab: 1:60

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: Erkundung Elze</b>		
<b>Bohrung: GWM 03/21</b>		
Auftraggeber: Bettels Rohstoffe GmbH & Co. KG	Rechtswert: UTM 32 551941	
Bohrfirma: Klenke Bohrunternehmen GmbH	Hochwert: 5774177	
Bearbeiter: LL	Ansatzhöhe: NHN +74,28 m	
Datum: 25.03.2021	Anlage 2b	Endtiefe: 10,30 m u. GOK

Erkundung Elze				Bohrzeit: von: 25.03.2021 bis: 25.03.2021				
GWM 03/21								
1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang					
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung			h) Gruppe	i) Kalk- gehalt	
0,30	<b>a)</b> Schluff, feinsandig, sehr schwach tonig, sehr schwach mittelkiesig, sehr schwach grobkiesig <b>b)</b> <b>c)</b> <b>d)</b> <b>e)</b> dunkelbraun <b>f)</b> <b>g)</b> Holozän <b>h)</b> <b>i)</b>							
2,40	<b>a)</b> Schluff, stark feinsandig, sehr schwach tonig <b>b)</b> <b>c)</b> plastisch <b>d)</b> <b>e)</b> braun <b>f)</b> Auelehm <b>g)</b> Holozän <b>h)</b> <b>i)</b>					bgp	1	2,40
5,40	<b>a)</b> Grobsand, mittelkiesig, schwach grobkiesig, schwach feinkiesig, schwach steinig <b>b)</b> <b>c)</b> <b>d)</b> <b>e)</b> braun <b>f)</b> <b>g)</b> Holozän bis Weichsel-Kaltzeit <b>h)</b> <b>i)</b> ++					bgp	2	5,40
7,10	<b>a)</b> Grobsand, stark feinkiesig, mittelkiesig, schwach grobkiesig, schwach mittelsandig <b>b)</b> <b>c)</b> <b>d)</b> <b>e)</b> braun bis bunt <b>f)</b> <b>g)</b> Niederterrasse <b>h)</b> <b>i)</b> ++					bgp	3	7,10
8,70	<b>a)</b> Mittelkies bis Feinkies, grobsandig, schwach grobkiesig, sehr schwach steinig <b>b)</b> <b>c)</b> <b>d)</b> <b>e)</b> bunt bis weiß <b>f)</b> <b>g)</b> Niederterrasse <b>h)</b> <b>i)</b>					bgp	4	8,70

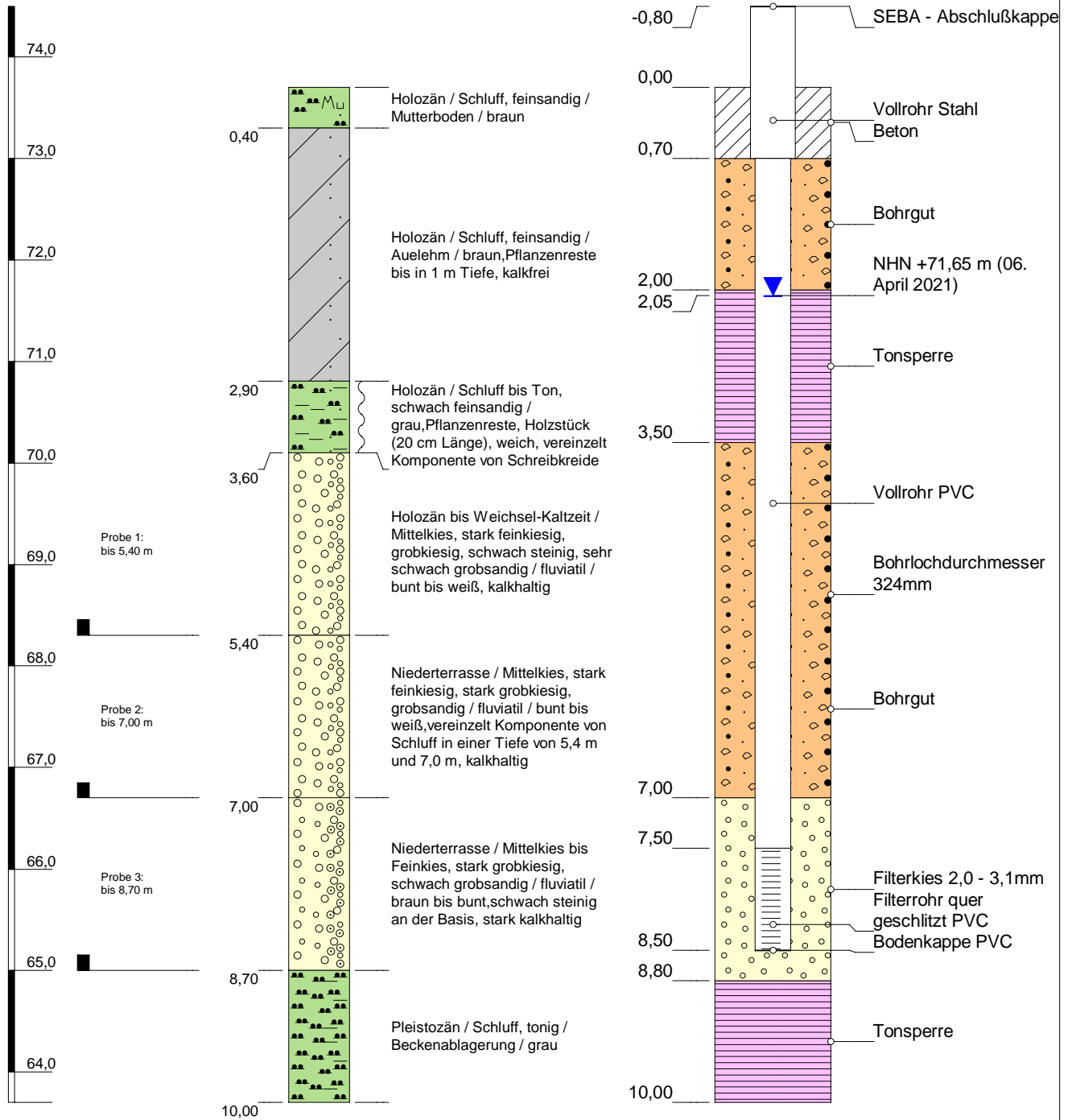
Erkundung Elze

Bohrzeit:  
von: 25.03.2021  
bis: 25.03.2021

GWM 03/21


1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
9,10	a) Feinsand, sehr stark schluffig, schwach mittelsandig							
	b) Holzreste, Basis planar							
	c) trocken	d)	e) schwarz bis dunkelbraun					
	f)	g) Pleistozän	h)	i) 0				
10,30	a) Schluff, sehr stark feinsandig, sehr schwach grobsandig, sehr schwach mittelsandig							
	b) Top planar							
	c) steif	d)	e) grau bis grünlich					
	f) Beckenablagerung	g) Pleistozän	h)	i) 0				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

**GWM 04/21**



Höhenmaßstab: 1:60

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: Erkundung Elze</b>		
<b>Bohrung: GWM 04/21</b>		
Auftraggeber: Bettels Rohstoffe GmbH & Co. KG	Rechtswert: UTM 32 551843	
Bohrfirma: Klenke Bohrunternehmen GmbH	Hochwert: 5774463	
Bearbeiter: LL	Ansatzhöhe: NHN +73,70 m	
Datum: 22.03.2021	Anlage 2b	Endtiefe: 10,00 m u. GOK

Erkundung Elze

Bohrzeit:  
von: 22.03.2021  
bis: 22.03.2021

GWM 04/21

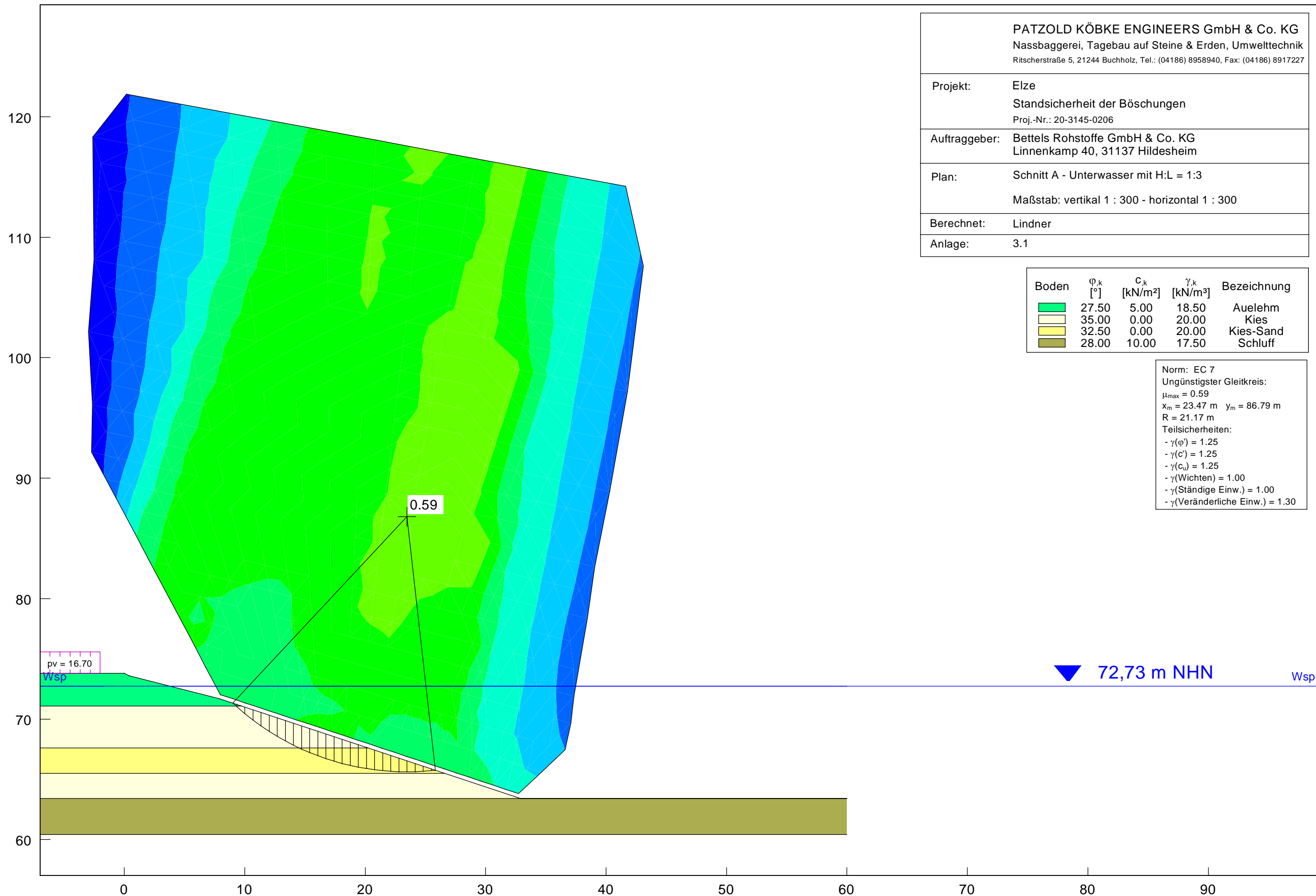
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Schluff, feinsandig							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f) Mutterboden	g) Holozän	h)	i)				
2,90	a) Schluff, feinsandig							
	b) Pflanzenreste bis in 1 m Tiefe							
	c)	d)	e) braun					
	f) Auelehm	g) Holozän	h)	i) 0				
3,60	a) Schluff bis Ton, schwach feinsandig				vereinzelt Komponente von Schreibkreide			
	b) Pflanzenreste, Holzstück (20 cm Länge)							
	c) weich	d)	e) grau					
	f)	g) Holozän	h)	i)				
5,40	a) Mittelkies, stark feinkiesig, grobkiesig, schwach steinig, sehr schwach grobsandig					bgp	1	5,40
	b)							
	c)	d)	e) bunt bis weiß					
	f)	g) Holozän bis Weichsel-Kaltzeit	h)	i) +				
7,00	a) Mittelkies, stark feinkiesig, stark grobkiesig, grobsandig					bgp	2	7,00
	b) vereinzelt Komponente von Schluff in einer Tiefe von 5,4 m und 7,0 m							
	c)	d)	e) bunt bis weiß					
	f)	g) Niederterrasse	h)	i) +				



Erkundung Elze		Bohrzeit: von: 22.03.2021 bis: 22.03.2021				
GWM 04/21						
1	2	3	4	5	6	
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges			
	b) Ergänzende Bemerkungen					
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang				e) Farbe
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung				h) Gruppe
		Entnommene Proben				
		Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
8,70	a) Mittelkies bis Feinkies, stark grobkiesig, schwach grobsandig  b) schwach steinig an der Basis  c) d) e) braun bis bunt  f) g) Niederterrasse h) i) ++		bgp	3	8,70	
10,00	a) Schluff, tonig  b)  c) d) e) grau  f) Beckenablagerung g) Pleistozän h) i)					
	a)  b)  c) d) e)  f) g) h) i)					
	a)  b)  c) d) e)  f) g) h) i)					
	a)  b)  c) d) e)  f) g) h) i)					

### **ANLAGE 3**

Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen nach DIN 4084



**PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG**  
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik  
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt:	Elze Standsicherheit der Böschungen Proj.-Nr.: 20-3145-0206
Auftraggeber:	Bettels Rohstoffe GmbH & Co. KG Linnenkamp 40, 31137 Hildesheim
Plan:	Schnitt A - Unterwasser mit H:L = 1:3 Maßstab: vertikal 1 : 300 - horizontal 1 : 300
Berechnet:	Lindner
Anlage:	3.1

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
■	27.50	5.00	18.50	Auelehm
■	35.00	0.00	20.00	Kies
■	32.50	0.00	20.00	Kies-Sand
■	28.00	10.00	17.50	Schluff

Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.59$   
 $x_m = 23.47$  m  $y_m = 86.79$  m  
 $R = 21.17$  m  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi) = 1.25$   
 -  $\gamma(c) = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

pv = 16.70  
 Wsp

0.59

▼ 72,73 m NHN

Wsp



**PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG**  
Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik  
Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Elze  
Standsicherheit der Böschungen  
Proj.-Nr.: 20-3145-0206

Auftraggeber: Bettels Rohstoffe GmbH & Co. KG  
Linnenkamp 40, 31137 Hildesheim

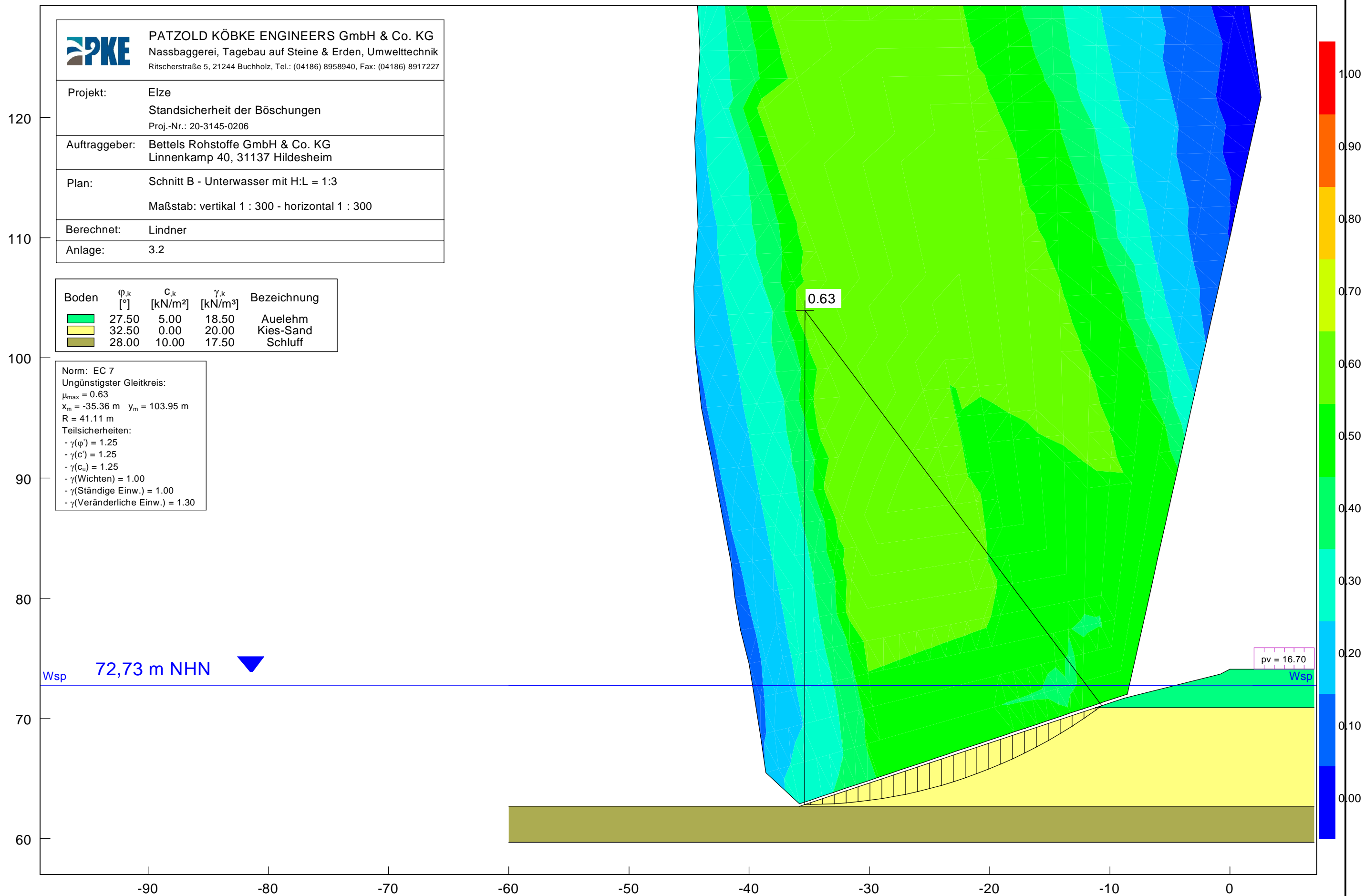
Plan: Schnitt B - Unterwasser mit H:L = 1:3  
Maßstab: vertikal 1 : 300 - horizontal 1 : 300

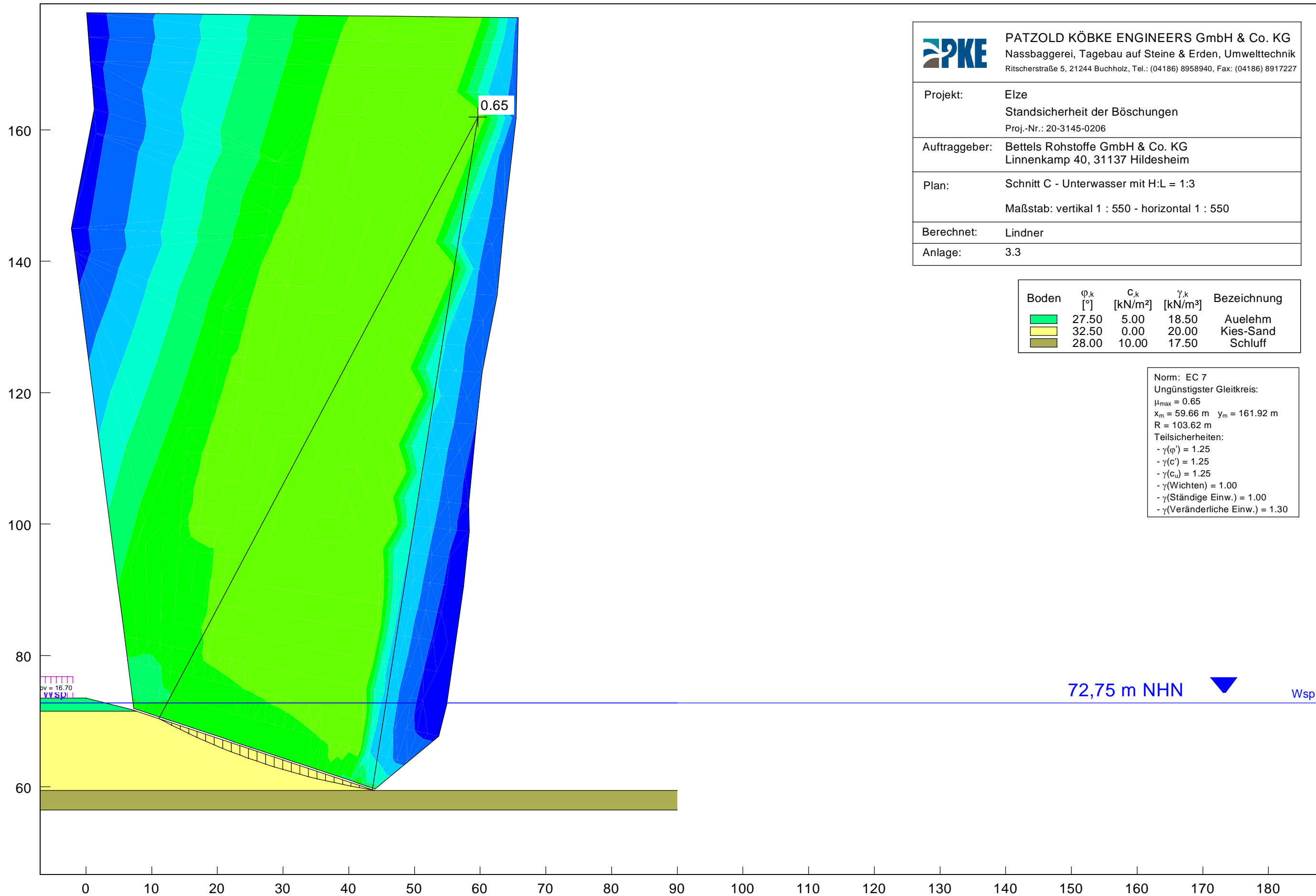
Berechnet: Lindner

Anlage: 3.2

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	5.00	18.50	Auelehm
	32.50	0.00	20.00	Kies-Sand
	28.00	10.00	17.50	Schluff

Norm: EC 7  
Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.63$   
 $x_m = -35.36$  m  $y_m = 103.95$  m  
 $R = 41.11$  m  
Teilsicherheiten:  
-  $\gamma(\varphi') = 1.25$   
-  $\gamma(c') = 1.25$   
-  $\gamma(c_u) = 1.25$   
-  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
-  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
-  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$





**PKE** PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG  
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik  
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

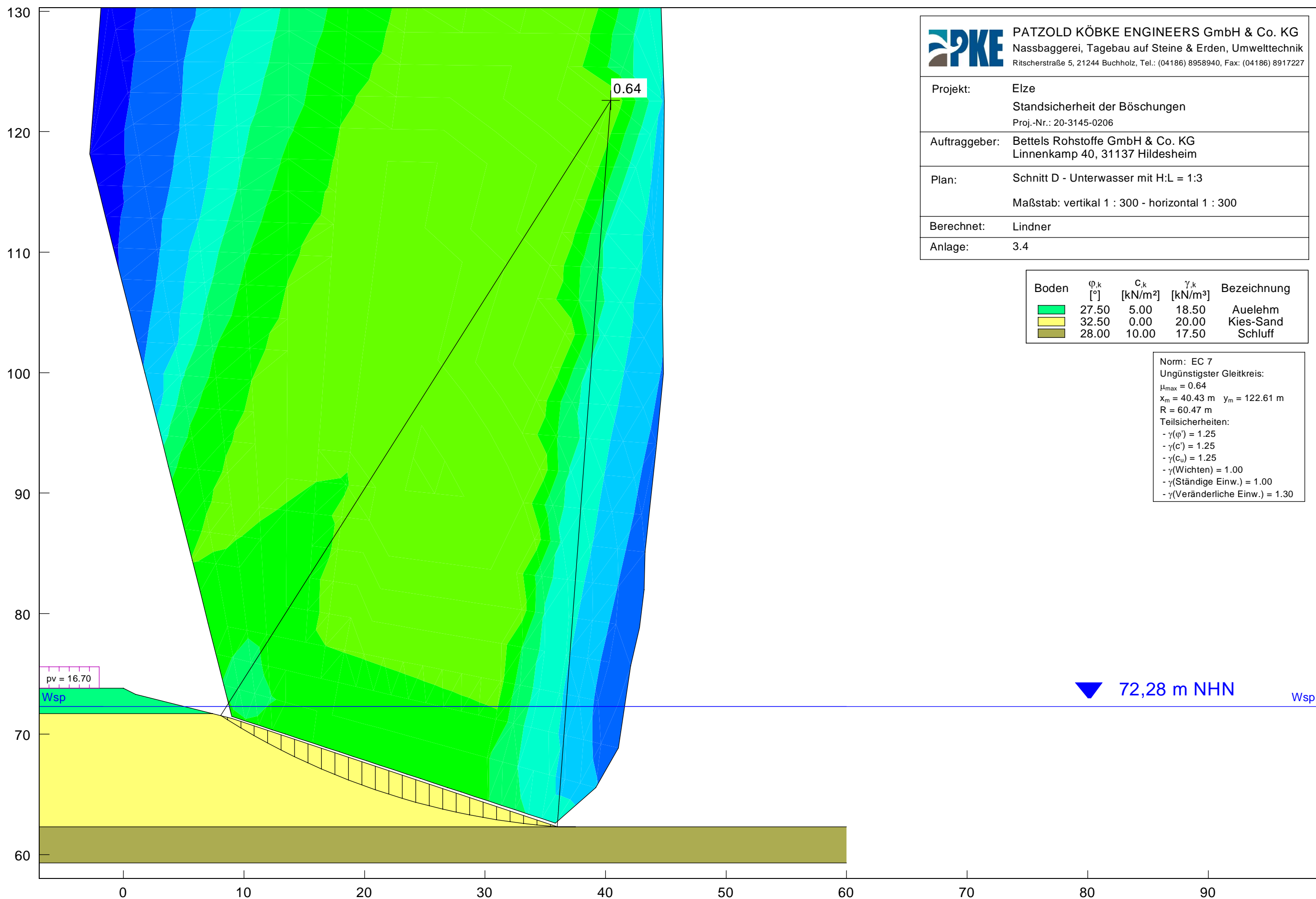
Projekt:	Elze Standicherheit der Böschungen Proj.-Nr.: 20-3145-0206
Auftraggeber:	Bettels Rohstoffe GmbH & Co. KG Linnenkamp 40, 31137 Hildesheim
Plan:	Schnitt C - Unterwasser mit H:L = 1:3 Maßstab: vertikal 1 : 550 - horizontal 1 : 550
Berechnet:	Lindner
Anlage:	3.3

Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
<span style="color: green;">■</span>	27.50	5.00	18.50	Aueleh
<span style="color: yellow;">■</span>	32.50	0.00	20.00	Kies-Sand
<span style="color: brown;">■</span>	28.00	10.00	17.50	Schluff

Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.65$   
 $x_m = 59.66 \text{ m}$   $y_m = 161.92 \text{ m}$   
 $R = 103.62 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi') = 1.25$   
 -  $\gamma(c') = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

pv = 16.70  
 VVSD

72,75 m NHN ▼ Wsp



**PKE** PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG  
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik  
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Elze  
 Standsicherheit der Böschungen  
 Proj.-Nr.: 20-3145-0206

Auftraggeber: Bettels Rohstoffe GmbH & Co. KG  
 Linnenkamp 40, 31137 Hildesheim

Plan: Schnitt D - Unterwasser mit H:L = 1:3  
 Maßstab: vertikal 1 : 300 - horizontal 1 : 300

Berechnet: Lindner  
 Anlage: 3.4

Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	5.00	18.50	Auelehm
	32.50	0.00	20.00	Kies-Sand
	28.00	10.00	17.50	Schluff

Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.64$   
 $x_m = 40.43 \text{ m}$   $y_m = 122.61 \text{ m}$   
 $R = 60.47 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.25$   
 -  $\gamma(c) = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

pv = 16.70

Wsp

▼ 72,28 m NHN

Wsp



**PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG**  
Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik  
Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Elze  
Standsicherheit der Böschungen  
Proj.-Nr.: 20-3145-0206

Auftraggeber: Bettels Rohstoffe GmbH & Co. KG  
Linnenkamp 40, 31137 Hildesheim

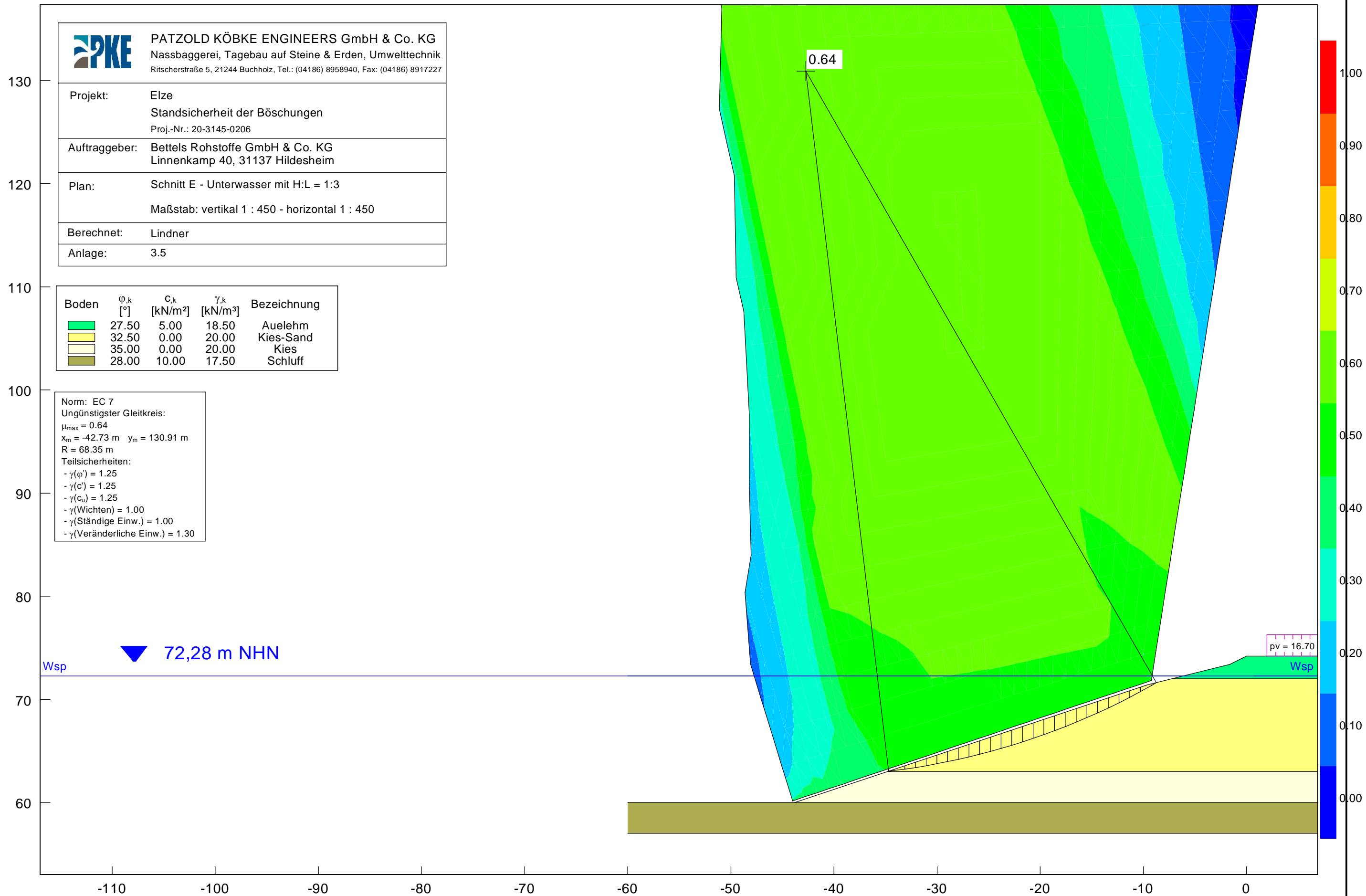
Plan: Schnitt E - Unterwasser mit H:L = 1:3  
Maßstab: vertikal 1 : 450 - horizontal 1 : 450

Berechnet: Lindner

Anlage: 3.5

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	5.00	18.50	Auelehm
	32.50	0.00	20.00	Kies-Sand
	35.00	0.00	20.00	Kies
	28.00	10.00	17.50	Schluff

Norm: EC 7  
Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.64$   
 $x_m = -42.73$  m  $y_m = 130.91$  m  
 $R = 68.35$  m  
Teilsicherheiten:  
-  $\gamma(\varphi') = 1.25$   
-  $\gamma(c') = 1.25$   
-  $\gamma(c_u) = 1.25$   
-  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
-  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
-  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$





**PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG**  
Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik  
Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Elze  
Standsicherheit der Böschungen  
Proj.-Nr.: 20-3145-0206

Auftraggeber: Bettels Rohstoffe GmbH & Co. KG  
Linnenkamp 40, 31137 Hildesheim

Plan: Schnitt F - Unterwasser mit H:L = 1:3  
Maßstab: vertikal 1 : 300 - horizontal 1 : 300

Berechnet: Lindner

Anlage: 3.6

Boden	$\phi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_{,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	5.00	18.50	Auelehm
	27.50	0.00	18.00	Schluff/Ton
	35.00	0.00	20.00	Kies
	28.00	10.00	17.50	Schluff

Norm: EC 7  
Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.57$   
 $x_m = -42.14 \text{ m}$   $y_m = 127.95 \text{ m}$   
 $R = 66.65 \text{ m}$   
Teilsicherheiten:  
-  $\gamma(\phi') = 1.25$   
-  $\gamma(c') = 1.25$   
-  $\gamma(c_u) = 1.25$   
-  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
-  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
-  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

▼ 72,28 m NHN

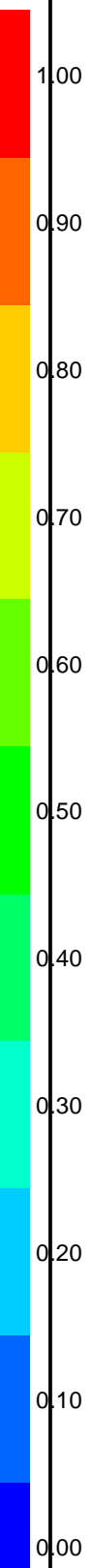
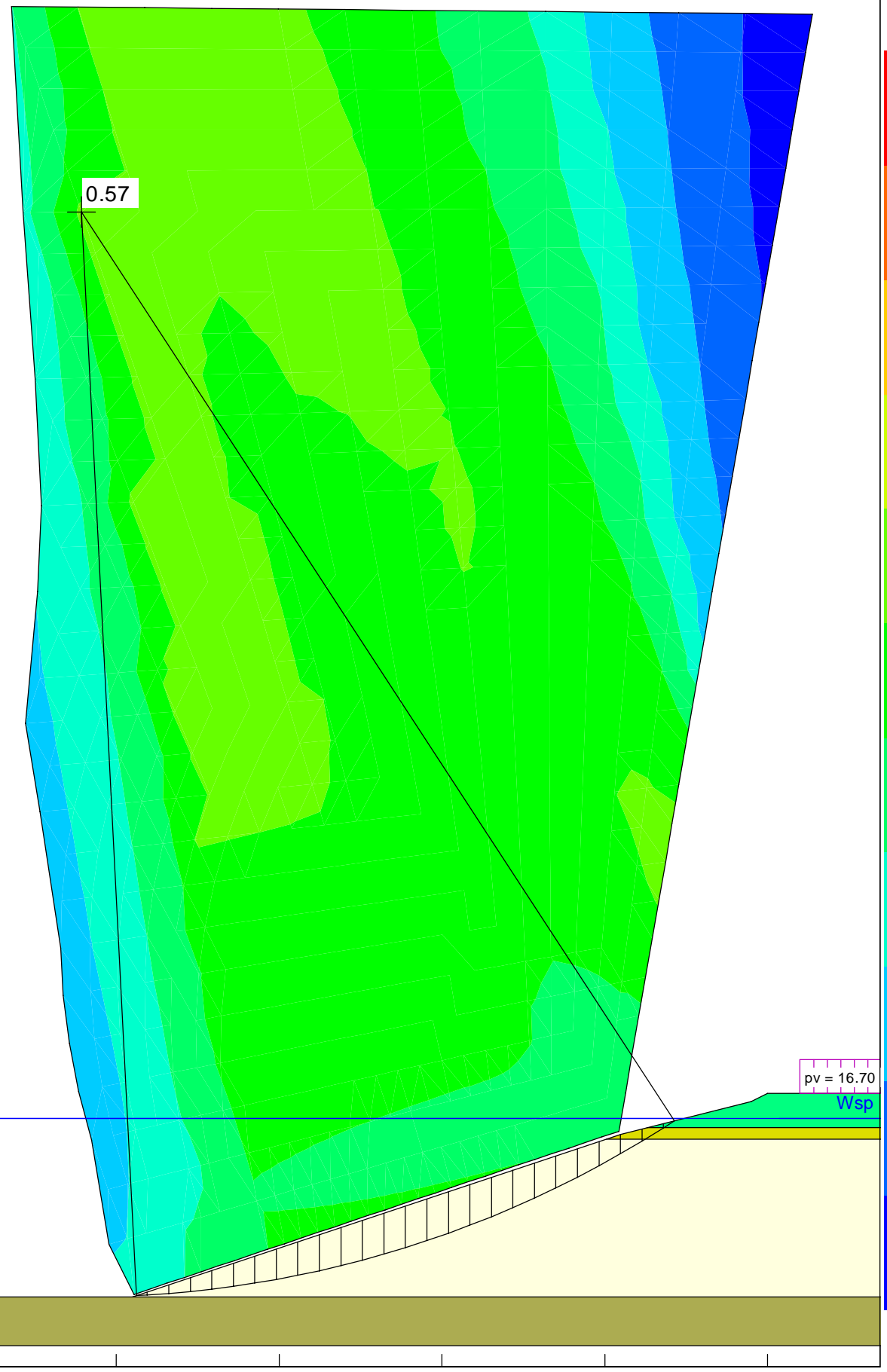
Wsp

pv = 16.70

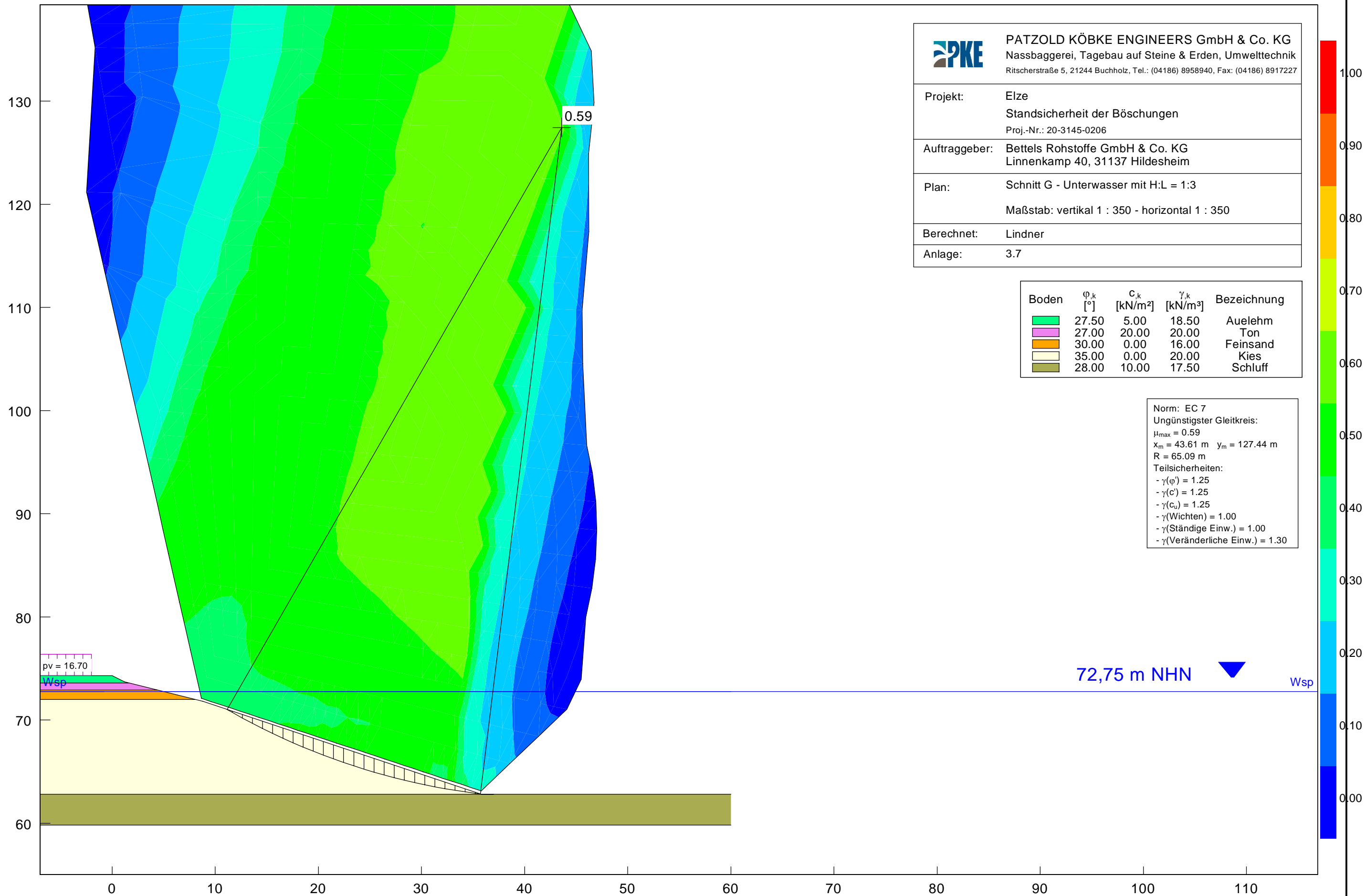
Wsp

140  
130  
120  
110  
100  
90  
80  
70  
60

-110 -100 -90 -80 -70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 0





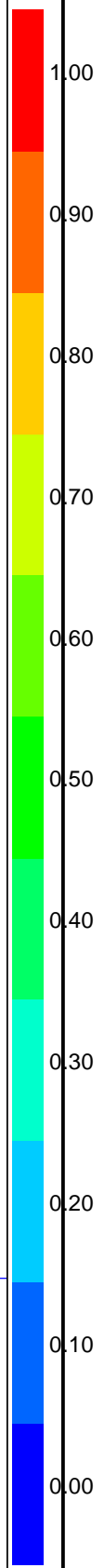


**PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG**  
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik  
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt:	Elze Standsicherheit der Böschungen Proj.-Nr.: 20-3145-0206
Auftraggeber:	Bettels Rohstoffe GmbH & Co. KG Linnenkamp 40, 31137 Hildesheim
Plan:	Schnitt G - Unterwasser mit H:L = 1:3 Maßstab: vertikal 1 : 350 - horizontal 1 : 350
Berechnet:	Lindner
Anlage:	3.7

Boden	$\phi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_{,k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	5.00	18.50	Auelehm
	27.00	20.00	20.00	Ton
	30.00	0.00	16.00	Feinsand
	35.00	0.00	20.00	Kies
	28.00	10.00	17.50	Schluff

Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.59$   
 $x_m = 43.61$  m  $y_m = 127.44$  m  
 $R = 65.09$  m  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.25$   
 -  $\gamma(c) = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



pv = 16.70  
Wsp

72,75 m NHN Wsp