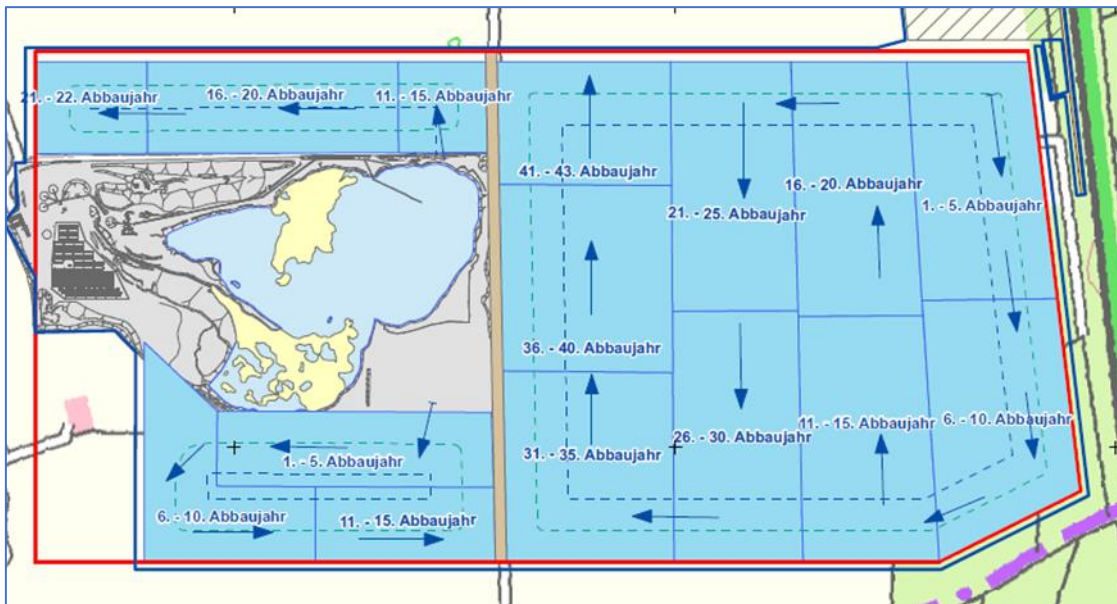


# Stand sicherheitseinschätzung

## für die Bergefe ste zwischen aktuellem Abbaufeld und Erweiterung Ostfeld im Kiessandtagebau Altenau



**Lagekoordinaten:** Rechtswerte <sup>45</sup> 88. 500 bis <sup>45</sup> 91. 000  
Hochwerte <sup>56</sup> 98. 700 bis <sup>57</sup> 00. 000  
(Lagebezug Gauß-Krüger RD/83)

**Auftraggeber:** **FUGRO Germany Land GmbH**  
Berthold-Brecht-Allee 9  
01309 Dresden

*Friedrich*

Dr.-Ing. Steffen Friedrich  
Vom Sächsischen Oberbergamt Freiberg  
anerkannter Sachverständiger für Geotechnik

Freiberg, 29.08.2018

## Inhaltsverzeichnis

## Seite

1	Veranlassung und Aufgabenstellung .....	3
2	Arbeitsunterlagen .....	3
3	Auswertung der Arbeitsunterlagen .....	5
3.1	Geodätische und geometrische Angaben .....	5
3.2	Geologische Situation .....	5
3.3	Geotechnische Eigenschaften .....	7
3.3.1	Erkundungsergebnisse .....	7
3.3.2	Geotechnische Verhältnisse .....	8
3.4	Hydrologische Situation .....	9
3.5	Zu schützende Objekte .....	10
3.6	Angaben zur Abbautechnologie .....	10
4	Standsicherheitsuntersuchungen .....	12
4.1	Nachbruchbreite und Baggerabstand .....	12
4.1.1	Berechnungsmodell und Berechnungsverfahren .....	12
4.1.2	Ergebnisse der Berechnungen .....	12
4.2	Böschungsstandsicherheit .....	13
4.2.1	Berechnungsmodell und Berechnungsverfahren .....	13
4.2.2	Bemessungssituationen und Teilsicherheitsbeiwerte .....	13
4.2.3	Berechnungskennzahlen .....	14
4.2.4	Berechnungsergebnisse .....	15
5	Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse .....	15

## Anlagen

Anlage 1	Schematisches Abbaukonzept; Fugro Germany Land GmbH, Stand: 6/2017; M 1:10.000
Anlage 2	Tageriss Kiessandtagebau Altenau (Stand: 10/2016); M 1:2.000
Anlage 3	Bohrprofile der Erkundungsbohrungen: R 3/14, Nbx 8/70, Aen 1/96, Aen 4/96, Aen 7/16
Anlage 4	Geotechnisches Modell Bergefeite; M 1:1.000
Anlage 5.1	Berechnungsergebnis Lastfall 1 - Gewinnungsböschung
Anlage 5.2	Berechnungsergebnis Lastfall 2 - Nachbruchböschung

## 1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Für den Kiessandtagebau Altenau wird gegenwärtig der Rahmenbetriebsplan gemäß § 52 (2a) Bundesberggesetz für die Erweiterung und Änderung des Kiessandtagebaus durch Fugro Germany Land GmbH erarbeitet. Die Erweiterung umfasst Flächen nördlich, südlich und vor allem ein Abbaufeld östlich des aktuellen Abbaus und für einen Abbaue Zeitraum von bis zu 43 Jahren. In Anlage 1 ist das schematische Abbaukonzept dargestellt.

Innerhalb des Planfeststellungsverfahrens ist für eine zwischen dem aktuellen Abbaufeld und dem Abbaufeld im Osten geplante Bergefeste eine Standsicherheitseinschätzung zu erarbeiten.

Entsprechend der derzeitigen räumlichen und zeitlichen Abbauplanung ist zu keinem Zeitpunkt beiderseits der Bergefeste Wasser. Bevor der Abbau von Osten den Bereich der Bergefeste erreicht, ist von westlicher Seite die vollständige Verfüllung durch Verspülen von Überschusssanden geplant. Dessen ungeachtet wird auftragsgemäß der Fall einer beidseitig offenen Bergefeste standsicherheitstechnisch mit untersucht.

Das Ingenieurbüro für Geotechnik Friedrich wurde durch Fugro Germany Land GmbH mit /2.1/ mit der Erarbeitung der Standsicherheitseinschätzung beauftragt.

## 2 Arbeitsunterlagen

- 2.1 Auftrag „Erarbeitung einer Standsicherheitseinschätzung für eine Bergefeste im Tagebau Altenau der Fa. Berger“; Fugro Germany Land GmbH, Dresden. 04.07.2018
- 2.2 Hauptbetriebsplan Kiessandtagebau Altenau, Ing.-Büro Galinsky & Partner GmbH, Obergruna 15.02.2013
- 2.3 Standsicherheitsbeurteilung Kiessandlagerstätte Altenau (Anlage 7 zum Betriebsplan); Fugro Consult GmbH, 25.01.2000
- 2.4 Standsicherheitseinschätzung für die Gewinnungsböschung, die Sandhalde und das Spülfeld im Kiessandtagebau Altenau der Fa. Berger Rohstoffe GmbH; Ingenieurbüro für Geotechnik Friedrich, Freiberg, 14.01.2015
- 2.5 Ergebnisbericht – Nacherkundung Lagerstätte Altenau, Oktober 2016 – Februar 2017; Fugro Consult GmbH, Berlin, 05.05.2017
- 2.6 Bohrprofile Nbx 8/70, Aen 1/96, Aen 4/96, Aen 7/96
- 2.7 Tagesriss Kieswerk Altenau, Stand: 10/2016
- 2.8 Jahresbericht 2017 Grundwassermonitoring Kiessandtagebau Altenau;

G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft, Halsbrücke, 03.01.2018

- 2.9 Richtlinie des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg „Geotechnische Sicherheit“ (GeSi); Cottbus, 01.07.2014
- 2.10 DIN 1054-101: Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Dezember 2010

### 3 Auswertung der Arbeitsunterlagen

#### 3.1 Geodätische und geometrische Angaben

Der Kiessandtagebau Altenau der Berger Rohstoffe GmbH befindet sich im Bundesland Brandenburg am südwestlichen Rand des Landkreises Elbe-Elster. Das Gelände des Kiessandtagebaus liegt unmittelbar östlich der Ortslage Altenau.

Die gemäß Hauptbetriebsplan gegenwärtig durch den Kiessandtagebau in Anspruch genommene Fläche liegt ca. innerhalb der Lagekoordinaten:

Rechtswerte	<sup>45</sup> 88. 550	bis	<sup>45</sup> 89. 600
Hochwerte	<sup>56</sup> 99. 000	bis	<sup>57</sup> 99. 700

(Lagebezug Gauß-Krüger RD/83).

Im Zuge der geplanten Erweiterung wird die zukünftige Gesamtfläche etwa innerhalb der Lagekoordinaten:

Rechtswerte	<sup>45</sup> 88. 500	bis	<sup>45</sup> 91. 000
Hochwerte	<sup>56</sup> 98. 700	bis	<sup>57</sup> 00. 000

(Lagebezug Gauß-Krüger RD/83)

liegen.

Die Geländeoberfläche des ursprünglichen, unverritzten Geländes liegt bei  $\approx + (90 \dots 92)$  m HN. Im Abbaufeld Ost sind gemäß Tageriss /2.7/ (siehe Anlage 2) Geländehöhen zwischen  $+ (91,2 \dots 93,2)$  m HN vorhanden, unmittelbar entlang der geplanten Bergefechte  $+ (92,5 \dots 93,0)$  m HN.

Die geplante Bergefechte soll den aktuellen Abbaubereich und das geplante Abbaufeld Ost voneinander trennen. Sie verläuft im Bereich des am östlichen Rand der gegenwärtigen Betriebsplangrenze vorhandenen Weges annähernd in Nord-Süd-Richtung über eine Gesamtlänge von ca. 1.150 m, Die Lage ist aus Anlage 1 und Anlage 2 (dort nicht vollständig auf Lageplan dargestellt) ersichtlich.

Im Endzustand wird im Westen keine freie Böschung mehr vorhanden sein, da der Abbausee sukzessive mit Überschusssanden wieder verspült wird. Im Abbaufeld Ost erfolgt gegebenenfalls eine Ufermodellierung. Aufgrund des langen zeitlichen Abbauhorizontes ist von einer langen Standdauer der Böschungen auszugehen. Der Zustand, dass die Böschungen beidseitig der Bergefechte frei stehen, ist im Grunde nicht vorgesehen, soll aber, auf der sicheren Seite liegend, mit betrachtet werden.

#### 3.2 Geologische Situation

Der Kiessandtagebau Altenau liegt im Elbe-Elster-Tiefland, welches sich im Lausitzer Urstromtal, einem Teil des in der Saaleeiszeit entstandenen Breslau-Magdeburg-Bremer Urstromtales befindet.

## **Tertiär**

Die miozänen Bildungen des Niederlausitzer Tertiärbeckens reichen von Norden her bis in den Raum Riesa. Die Elbtalzone war im Tertiär Sedimentationsgebiet. Es kamen vorwiegend Tone und fein- bis mittelkörnige Sande zur Ablagerung. Braunkohlen sind bei Altenau nachgewiesen worden. Sicher sind weitere, heute bereits wieder erodierte Flözbereiche vorhanden gewesen, wie teilweise starke Kohlefürungen in den quartären Bildungen zeigen.

## **Quartär**

Der Bereich des Untersuchungsgebietes wird durch zwei markante quartäre Elemente gekennzeichnet, die Elbtalwanne und die Dahleener Endmoräne. Als Elbtalwanne wird die glaziale Destruktionsstruktur, die sich von Dessau über Wittenberg bis nach Riesa erstreckt, bezeichnet. Diese Elbtalwanne hat bei Torgau eine Breite von rd. 30 km. Im Untersuchungsraum ist die westliche Begrenzung sehr deutlich durch Aufragungen des Grundgebirges und die sich nach Norden anschließende Dahleener Endmoräne morphologisch gekennzeichnet.

Die Basis der Elbtalwanne reicht bei Jacobstal bis in ein Niveau von +45 m HN, bei Übigau bereits bis +10 m HN. Gelegentlich ist diese Wanne basal mit einer elsterkaltzeitlichen Grundmoräne ausgekleidet, wie Bohrungen im Raum Mühlberg-Altenau gezeigt haben. Bei Auftauen des in dieser Hohlform liegenden Eises entstanden Sande mit glazifluviatilen Charakter von geringer Mächtigkeit (nachgewiesen in Zeithain und im Strehla-Bogen). Danach setzte die fluviatile Füllung der Elbtalwanne ein. Über Jahrtausende war die Elbtalwanne das Absetzbecken der Elbe. Zwischen der Spätelsterkaltzeit bis zur Frühsaalekaltzeit kam es zu bis über 50 m mächtigen sandig kiesigen Ablagerungen. Die zahlreich, aber in unterschiedlichem Niveau angetroffenen Schluffe sind Bildungen von Totarmen. Auffällig ist eine, über das gesamte Gebiet zu verfolgende Zwei- oder Dreiteilung der Ablagerungen, die durch Wechsel in der Korngröße und Auftreten von großen Steinen (viele Basalte) gekennzeichnet ist. Das Niveau dieses Steinhorizontes liegt zumeist zwischen +80 m und +75 m HN.

Insgesamt zeichnen sich die vorwiegend fluviatilen Füllungen der Elbtalwanne durch sehr hohe Kiesgehalte (Anteil > 2,0 mm) und hohe Steinanteile (> 63 mm) aus. Die Kiesgehalte liegen zwischen 32% und 59%. Der Düsenwirkung des Engtales südlich Riesa ist es sicher zu verdanken, dass die groben Körnungen und Steine weit nach Norden bis in den Raum um Torgau transportiert worden sind.

Die spätelster- bis frühsaalekaltzeitlichen Füllungen der Elbtalwanne stehen vorwiegend östlich der Elbe im Raum zwischen Riesa, Torgau, Mühlberg und Arzberg oberflächennah an.

Die Weichselkaltzeit wird im Elbraum durch die sandigen Bildungen der höheren Niederterrasse deutlich, welche fluviatile Bildungen (Sandterrasse) der Elbe sind. Die tiefere Niederterrasse der Elbe, die sich durch kiesige Bildungen auszeichnet, ist

oberflächennah nicht nachweisbar. Sichtbar ist die Erosionskante, die als deutlicher Geländesprung von Nünchritz bis über Mühlberg-Belgern hinaus auf beiden Seiten der Elbe nach Norden zu verfolgen ist.

Dieser Bereich wird von der holozänen Terrasse ausgefüllt. Eine Abtrennung weichselkaltzeitlicher und holozäner Kiessande voneinander ist nicht möglich, da keine deutlichen Unterschiede im Korngrößenaufbau und Geröllbestand feststellbar sind. Die sandig-kiesigen Bildungen der holozänen Terrasse stehen gelegentlich, besonders an der rezenten Elbe, an. Allgemein wird jedoch der Bereich der holozänen Terrasse durch 0,5 - 3 m mächtigen Auelehm über Kiesen gekennzeichnet /2.5/.

### 3.3 Geotechnische Eigenschaften

#### 3.3.1 Erkundungsergebnisse

Zur Bestimmung der konkreten geotechnischen und bodenphysikalischen Eigenschaften der anstehenden Lockergesteine im Bereich der Bergefeste stehen insgesamt 5 Erkundungsbohrungen zur Verfügung, welche direkt auf bzw. unmittelbar in der Nähe der zukünftigen Bergefeste niedergebracht wurden, zur Verfügung.

Die Ansatzpunkte der Bohrungen sind im Lageplan Anlage 2 eingezeichnet (außer Nbx 8/70). Die Teufe und Höhe der Ansatzpunkte der Felderkundungen ist in Tabelle 1 aufgeführt.

**Tabelle 1:** Teufe und Ansatzpunkthöhe der Bohrungen

Bohrung	Teufe [m]	Höhe AP [m ü HN]	Lage bezgl. Bergefeste
R 3/14	50,00	+92,54	Nordrand des akt. Abbaugebietes, ca. 80 m westlich der Bergefeste
Aen 1/96	47,30	+92,50	Nordöstliche Ecke des akt. Abbaugebietes, direkt auf Bergefeste
Aen 7/16	54,00	+93,05	mittig auf geplanter Bergfeste
Aen 4/96	42,50	+92,50	südlich des akt. Abbaus, im Südteil der Bergefeste ca. 25 m westlich
Nbx 8/70	62,70	+92,70	auf Weg, ca. 250 m nördlich der geplanten Bergefeste

Im Folgenden werden die Bohrergebnisse detailliert beschrieben. Die Festlegung der Berechnungskennwerte für die Standsicherheitsberechnungen erfolgt im Abschnitt 4.



Die Bohrprofile sind in Anlage 3 dargestellt.

### 3.3.2 Geotechnische Verhältnisse

Die erbohrte Schichtenfolge entspricht im Grundsatz der Beschreibung der geologischen Verhältnisse in den quartären Ablagerungen.

#### R 3/14

Bis ca. 32 m Teufe stehen überwiegend Sande, welche abwechselnd vorwiegend fein-, mittel oder grobsandig mit kiesigen und teilweise schluffigen Anteilen sind. Zwischen 32 m und 34 m unter GOK folgt grobsandiger Kies. Unterhalb der Kiesschicht sind in Teufen zwischen (34 ... 40,5) m schluffig, tonige Schichten vorhanden, welche gegebenenfalls als mögliche vorgegebene Gleitflächen zu berücksichtigen sind. Darunter setzt sich die Schichtenfolge mit überwiegend grobsandigen bis kiesigen Lockergesteinen bis zur Endteufe der Bohrung fort, wobei bis in die Tiefe von 50 m steinige Einlagerungen vorhanden sind.

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die erkundeten Bodenarten, die wesentlichen granulometrischen Kennzahlen sowie die daraus abgeleitete Wasserdurchlässigkeit nach Beyer der 2014 untersuchten Linermischprobe aufgeführt.

**Tabelle 2:** Bodenart, granulometrische Kennzahlen und Wasserdurchlässigkeit der Mischproben aus R 3/14 (Quelle: /2.4/)

Probe Nr.	Bodenart / Bodengruppe	Ungleichförmigkeit	Feinkornanteil	d <sub>10</sub>	d <sub>50</sub>	Wasserdurchlässigkeit (Beyer)
Teufe		U [-]	FKA [%]	[mm]	[mm]	k <sub>f</sub> [m/s]
<b>Gewinnungsböschung</b>						
R3/14 MP 1	gS, g, ms SW	3,7	1,7	0,36	1,33	1,5*10 <sup>-3</sup>

In den rolligen Schichthorizonten ist erwartungsgemäß eine hohe Wasserdurchlässigkeit ( $k_f \geq 1,0 \cdot 10^{-3}$ ) vorhanden, wogegen die bindigen Zwischenschichten deutlich geringere Wasserdurchlässigkeiten aufweisen (vgl. Tab. 1 in /2.4/, R1-2:  $k_f = 5,0 \cdot 10^{-6}$ ).

#### Aen 1/96

In Bohrung Aen 1/96 wurden durchgehend bis in die Teufe von 46,6 m Sande und Kiese erbohrt. Zwischen GOK und 6 m überwiegend die Grob- und Mittelsande, darunter folgen bis ca. 19 m überwiegend Fein- bis Mittel-, teilweise Grobkiese. Zwischen 19 m und 23 m Teufe wurde Mittelsand mit Schluffbrocken erkundet. Im Bereich zwischen 22 m und 24 m unter GOK sind Steine mit Durchmesser bis  $d = 21$  cm angetroffen worden. Bis 43 m steht überwiegend Mittelsand an, gefolgt von Mittelkies bis ca. 46,6 m, was dem Liegenden der Kieslagerstätte entspricht. Unterhalb 46,6 m wurde steifer bis fester Ton erkundet.



### **Aen 7/16**

In der zentral im Bereich der Bergefeste niedergebrachten Bohrung Aen 7/16 wurden bis zur Endteufe durchgehend Sande und Kiese in wechselnden Zusammensetzungen erbohrt. Zwischen 12 m und 27 m unter GOK wurden vermehrt Gerölle und Steineinlagerungen bis max. 16 cm Durchmesser angetroffen. Schluffige Partien wurden erst unterhalb 45 m angetroffen.

### **Aen 4/96**

Analog Aen 7/16 stehen durchgehend bis zur Endteufe Sande und Kiese in unterschiedlichen Zusammensetzungen an. Zwischen 12 m und 20 m wurden Steine bis 40 cm Durchmesser angetroffen. Ausgeprägte schluffige Horizonte sind nicht vorhanden, bindige Böden wurden nur als untergeordnete Beimengungen erkundet.

### **Nbx 8/70**

Innerhalb der bis zur Endteufe erkundeten Sand- und Kiesablagerungen wurden zwischen m bis 26,4 m Teufe feinsandiger Schluff erkundet. Analog den Ergebnissen der anderen Bohrungen sind insbesondere zwischen 10 m bis 30 m unter GOK vermehrt Steine bis 20 cm Durchmesser vorhanden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass im mittleren Teufenbereich der Lagerstätte, wie bereits in /2.4/ festgestellt, vermehrt Steine bzw. Geröll anzutreffen sind. Ein durchgehender bindiger Horizont ist hingegen im Bereich der Bergefeste nicht vorhanden. Die schluffigen Einlagerungen sind meist nur lokal oder bruchstückhaft vorhanden (vgl. Bohrprofile in Anlage 3).

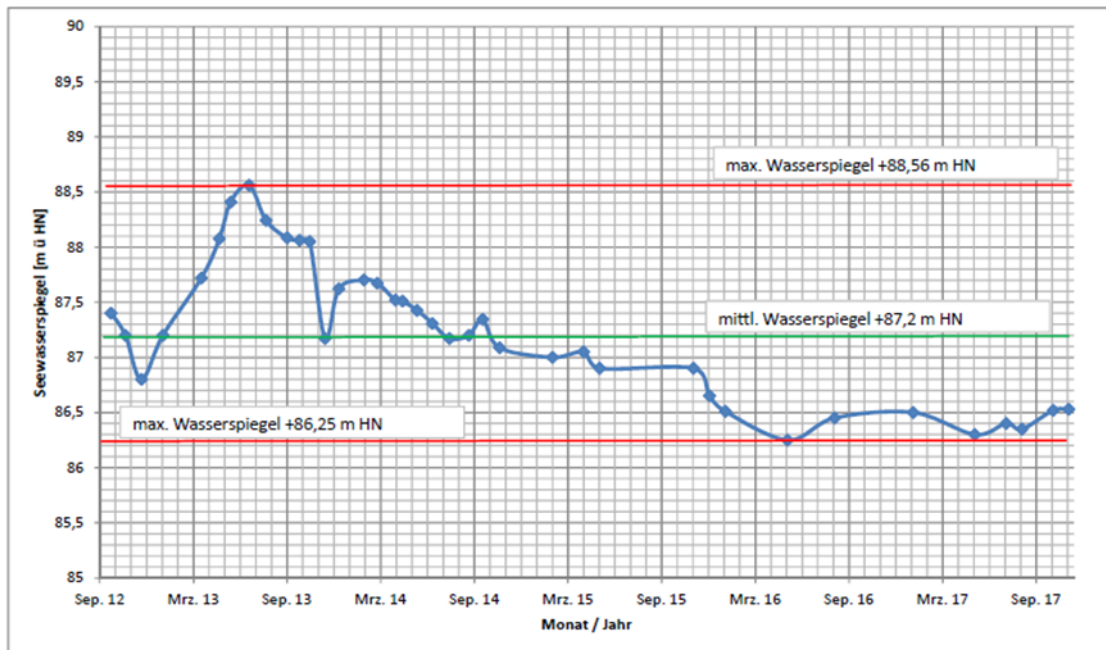
## **3.4 Hydrologische Situation**

Maßgeblich für die Standsicherheit und die Bemessung der Bergefeste ist der Wasserspiegel im See.

Abbildung 1 zeigt die Ganglinie des Seewasserspiegels von Oktober 2012 bis Dezember 2017. Die aktuelle Wasserspiegelhöhe liegt +87,20 m ü HN (Stand 29.10.2014). Die Schwankungsbreite der Seespiegelhöhe im dargestellten Zeitraum zwischen +86,25 m ü HN im Minimum und +88,56 m ü HN im Maximum beträgt ca. 2,3 m. Der Maximalwert im Sommer 2013 ist die Folge des Elbehochwassers. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass die Schwankungen wetter- und jahreszeitabhängig sind und der Seewasserspiegel auch künftig im angegebenen Bereich variieren kann.

Sowohl Mittelwert als auch Median der Messwerte liegen etwa bei  $\approx +87,2$  m HN. Für die Standsicherheitsberechnungen wird dieser mittlere Seewasserspiegel als Berechnungswasserstand berücksichtigt.

**Abbildung 1:** Ganglinie des Seewasserspiegels von Okt. 2012 bis Nov. 2014



### 3.5 Zu schützende Objekte

Fest installierte zu schützende Objekte sind im Bereich der zu bemessenden Bergefeste nicht vorhanden. Allerdings sind die örtlich veränderlichen Gewinnungs- und Förderanlagen des Kiessandtagebaus im Zusammenhang mit der Böschungsstandsicherheit und einzuhaltenden Vorlandbreiten zu den Böschungsoberkanten der Krone der Bergefeste einzubeziehen. Alle anderen Anlagen und Einrichtungen des Kiessandtagebaus befinden sich nicht im unmittelbaren Einflussbereich der zu bewertenden Bergefeste.

### 3.6 Angaben zur Abbautechnologie

Die Gewinnung erfolgt diskontinuierlich mit einem Schwimmbagger über Greifer und Transport mit einer Bandanlage. Abbildung 2 zeigt den Schwimmbagger und Abbildung 3 die Gewinnungsböschung. Die Abbautiefe liegt bei maximal 48 m. Die trockenen Randböschungen zwischen Seewasserspiegel und Rasensohle weisen Höhen zwischen (3 ... 5) m auf. Die Unterwasserböschung kann somit Höhen im Bereich (43 ... 45) m aufweisen. Das Abbauverfahren setzt voraus, dass die Böschungen unter und über Wasser durch die Massenentnahme kontinuierlich nachbrechen. Unter Wasser stellt sich unmittelbar nach dem Abbau und dem damit erzwungenen Nachbruch ein natürlicher Böschungswinkel mit der Sicherheit von  $\approx 1$  ein. Nach den Angaben des Betriebsplans /2.2/ ist dieser Grenzgleichgewichtszustand bei einem Böschungswinkel unter Wasser um  $31^\circ$  zu erwarten, was annähernd dem natürlichen Reibungswinkel

entspricht. Die erdfeuchte Überwasserböschung steht augenscheinlich zwischen ca. (60 ... 80)°.



**Abb. 2:** Schwimmbagger mit Gewinnungsböschung im Hintergrund



**Abb. 3:** Steil stehende Gewinnungsböschung über Wasser

Im weiteren Verlauf flachen die Böschungen durch natürliche Umlagerungsvorgänge sukzessive auf Winkel im Endzustand zwischen (18 ... 22)° ab.

## 4 Standsicherheitsuntersuchungen

### 4.1 Nachbruchbreite und Baggerabstand

#### 4.1.1 Berechnungsmodell und Berechnungsverfahren

Entsprechend der Angaben des Auftraggebers soll der aktuell im Bereich der geplanten Bergefeste vorhandene Fahrweg (Breite 5 m) erhalten bleiben. Zusätzlich ist beidseitig ein Sicherheitsstreifen von 10 m vorzusehen. In Anlage 4 ist das geotechnische Modell für die Bergefeste dargestellt. Gemäß dem aktuellen Planungsstand ist die Bergefeste zu keinem Zeitpunkt beidseitig von Wasser umgeben. Für die Standsicherheit ist dies jedoch ohne Bedeutung, da bei gleichen Wasserspiegelhöhen keine standsicherheitsrelevanten Strömungen vorhanden sind.

Um die geforderte Kronenbreite der Bergefeste von 25 m zu gewährleisten, darf das Gewinnungsgerät mit dem Abbauvorgang einen aus dem Nachbruchverhalten der Böschungen resultierenden Abstand zur Oberkante der Nachbruchböschung nicht unterschreiten.

Nach der Gewinnung stellen sich die Böschungen im Grenzgleichgewicht bei voller Ausnutzung der Scherfestigkeit mit einem Winkel  $\beta_{uw,0} \approx 31^\circ$  ein. Das Gewinnungsgerät hat zu diesem Zeitpunkt einen Abstand  $b_{Gew}$  von der Oberkante der Böschung. Dieser bestimmt sich aus:

$$b_{Gew} = \frac{h_{ges}}{\tan \beta_{uw,0}}$$

Bei der Gewinnung ist zusätzlich zum Sicherheitsabstand die Nachbruchbreite  $b_{NB}$  zu berücksichtigen, die sich aus der natürlichen Böschungsabflachung unter Wasser ergibt (siehe Anlage 4). Infolge von Massenumlagerungen unter Wasser findet eine natürliche Böschungsabflachung auf  $\beta_{uw,End} \approx 20^\circ$  statt, die zu einem Rückgriff an der Böschungsoberkante führt. Die Rückgriffweite ist dabei von der Gesamthöhe der Böschung  $h_{ges}$  abhängig und kann nach folgender Formel ermittelt werden (vgl. Abb. 4):

$$b_{NB} = 0,5 \cdot h_{ges} \cdot \left( \frac{1}{\tan \beta_{uw,End}} - \frac{1}{\tan \beta_{uw,0}} \right)$$

Aus dem Abstand zwischen den Außenkanten der Sicherheitsstreifen (Sicherheitslinie) und der Oberkante Gewinnungsböschung  $b_{NB}$  und dem sich aus dem Nachbruchwinkel ergebenden horizontalen Abstand des Gewinnungsgerätes zur OK Gewinnungsböschung  $b_{Gew}$  kann der Gesamtabstand zwischen Böschungsoberkante Bergefeste und dem letzten zulässigen Abbaupunkt  $b_{ges}$  berechnet werden.

#### 4.1.2 Ergebnisse der Berechnungen

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Berechnungen des Baggerabstandes  $b_{Gew}$  der Nachbruchbreite  $b_{NB}$  sowie dem daraus resultierenden Gesamtabstand  $b_{ges}$  zwischen



letztem Abbaupunkt und Sicherheitslinie (OK der Nachbruchböschung) für Böschungs- / Abbauhöhen zwischen  $h_{\text{ges}} = (20 \dots 48) \text{ m}$  enthalten. Die letzte Zeile enthält die Ergebnisse für die maximal geplante Abbautiefe.

**Tabelle 3: Berechnungsergebnisse**

<b>Böschungshöhe</b> $h_{\text{ges}} [\text{m}]$	<b>Baggerabstand</b> $b_{\text{Gew}} [\text{m}]$	<b>Nachbruchbreite</b> $b_{\text{NB}} [\text{m}]$	<b>Gesamtabstand [m]</b> $b_{\text{ges}} = b_{\text{Gew}} + b_{\text{NB}}$
20,0	32,0	11,5	43,5
25,0	40,0	14,3	54,3
30,0	48,0	17,2	65,2
35,0	56,0	20,1	76,1
40,0	64,0	22,9	86,9
45,0	72,0	25,8	97,8
<b>48,0</b>	<b>76,8</b>	<b>27,5</b>	<b>104,3</b>

## 4.2 Böschungsstandsicherheit

### 4.2.1 Berechnungsmodell und Berechnungsverfahren

Zusätzlich zu den oben erfolgten Berechnungen der Nachbruchbreiten und erforderlichen Baggerabstände in Abhängigkeit der Abbautiefe wird die Standsicherheit der Böschungen der Bergefeste unter Berücksichtigung von Fahrzeuglasten auf der Dammoberfläche überprüft.

Die Berechnungen erfolgen mit dem Programm GGU-Stability nach dem Gleitkreisverfahren nach Bishop. Durchgehende vorgegebene Gleitflächen sind gemäß den Ergebnissen der Erkundungsbohrungen nicht vorhanden. Die Berechnungsmodelle haben folgende Randbedingungen:

- Böschungsneigungen:
  - LF 1 – Gewinnungsböschung  $\beta_{\text{uW},0} = 31^\circ$
  - LF 2 – Nachbruchböschung (Endböschung)  $\beta_{\text{uW},\text{End}} = 20^\circ$
- Fahrzeuglast: SLW 60,  $p = 33,3 \text{ kN/m}^2$  auf 6 m Breite, Vorlandbreite  $b_v = 3 \text{ m}$
- Seewasserspiegel: +87,2 m NHN.

### 4.2.2 Bemessungssituationen und Teilsicherheitsbeiwerte

Die Standsicherheitsuntersuchungen werden gemäß DIN 1054-101 /2.8/ geführt. Beim Böschungs- und Geländebruch nach /2.10/ handelt es sich um ein Versagen des Gesamtsystems. Der zugehörige Nachweis der Tragfähigkeit wird als Grenzzustand des

Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit (GEO-3) bezeichnet. Für Endböschungen (LF 2: Böschung der Bergefechte nach Nachbruch mit langer Standzeit vor Verspülung) werden die Teilsicherheitsbeiwerte nach Bemessungssituation BS-P gewählt. Für Zwischenstände (LF 1: Gewinnungsböschung) wird die Bemessungssituation BS-T für zeitlich begrenzte Situationen angesetzt (vgl. Tabelle 4).

**Tabelle 4:** Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen, Beanspruchungen und geotechnische Kenngrößen (gemäß /2.10/)

Einwirkung bzw. Beanspruchung	BS - P	BS-T	BS-E
Ständige Einwirkungen (Eigengewicht)	1,0	1,0	1,0
Ungünstige veränderliche Einwirkungen (Verkehrslast)	1,3	1,2	1,0
Bodenkenngröße	BS - P	BS-T	
Reibungsbeiwert $\tan \varphi' \tan \varphi_u$	1,25	1,15	1,0
Kohäsion $c'$ und Scherfestigkeit $c_u$	1,25	1,15	1,0

Für die Erbringung des Nachweises, muss die Summe der Einwirkungen kleiner / gleich der Summe der Widerstände  $E_d \leq R_d$  bzw. der Ausnutzungsgrad  $\mu = E_d / R_d \leq 1$  sein.

#### 4.2.3 Berechnungskennzahlen

Die in Tabelle 5 angegebenen Berechnungskennzahlen für die gewachsene Gewinnungsböschung sind aus Unterlage /2.4/ übernommen. Die Berechnungskennwerte in /2.4/ wurden aus Scherversuchen an Linerproben ermittelt. Da in den Erkundungsbohrungen überwiegend Sand (Mittel- bis Grobsand) erkundet wurde, werden auf der sicheren Seite liegend nur der Kennwerte für gewachsenen Sand angesetzt.

Für den umgelagerten Sand nach Abflachung werden Kennwerte für locker gelagerten Sand gemäß DIN 1055 angesetzt.

**Tabelle 5: Bodenphysikalische Berechnungskennzahlen**

Lockergesteinsart	Reibungswinkel	Kohäsion	Wichte	
			natürlich	unter Auftrieb
	cal $\varphi'$ [°]	cal $c'$ [kN/m²]	cal $\gamma$ [kN/m³]	cal $\gamma'$ [kN/m³]
<b>Gewinnungsböschung</b>				
Sand, Kiessand, gewachsen	32	5	19	11
Sand, Kiessand, umgelagert	30	0	18	10
Schluff / Ton	30	10	20	10

#### 4.2.4 Berechnungsergebnisse

In den Anlagen 5.1 und 5.2 ſind die Berechnungsergebnisse für beide Laſtfälle grafisch dargeſtellt. Im Laſtfall 1 (Gewinnungsböſchung) ergibt ſich ein Ausnuſtungsgrad von  $\mu = 0,96 < 1$ . Der größte Ausnuſtungsgrad betrifft einen Gleitkreis im Bereich der oberen, ſteil ſtehenden Trockenböſchung. Für ein Fahrzeug oder Gerät, welches ſich mit 3 m Vorland zur Sicherheitslinie aufhält, beſteht keine Gefährdung. Aufgrund des zeitlich verzögerten Nachbruches (ſiehe Ergebnisse in Kap. 4.1) iſt das Befahren des Nachbruchbereiches nicht zuläſſig.

Für den quasistaſtionären Endzuſtand (bis zur Schließung der Abbauseen durch Verſpülung) ergibt ſich ein Ausnuſtungsgrad von  $\mu = 0,65 < 1$ . Auch hier iſt bei Einhaltung eines Vorlandes von 3 m zur Böſchungsoberkante keine Gefährdung von Fahrzeugen oder Geräten vorhanden.

### 5 Zusammenfaſſung und Bewertung der Ergebnisse

Innerhalb des Planfeſtſtellungsverfahrens für den Kiessandtagebau Altenau war für eine zwiſchen dem aktuellen Abbaufeld und dem Abbaufeld im Oſten geplante Bergefeſte eine Standssicherheitseinschätzung zu erarbeiten.

Auf der Grundlage vorliegender Erkundungsergebnisse aus dem Zeitraum 1970 bis 2016 aus dem Bereich der Bergefeſte wurden die für die Bergefeſte maßgeblichen geotechniſchen Randbedingungen herausgearbeitet und entſprechende Standssicherheitsberechnungen durchgeführt.

Unter Berücksichtigung der ſich an der Gewinnungsböſchung unmittelbar nach Abbau und nach erfolgtem Nachbruch einſtellenden Böſchungsneigungen ergeben ſich die in Tabelle 3 angegebenen einzuhaltenden Abſtände. Der Baggerabſtand zur Oberkante der Gewinnungsböſchung beträgt bei maximaler Abbautiefe von 48 m 76,8 m. In dieſem Fall iſt mit einer Nachbruchbreite von bis zu 27,5 m zu rechnen, ſo daſſ ſich für dieſe Abbautiefe ein Geſamtabſtand zwiſchen leztem Abbaupunkt und der ſpäteren Böſchungsoberkante der Endböſchung von  $b_{ges} = 104,3$  m ergibt. Bei geringeren Abbautiefen vor der Bergefeſte reduzieren ſich die einzuhaltenden Abſtände wie in Tabelle 3 angegeben.

Auch unter Berücksichtigung von Fahrzeug- und Gerätelasten iſt für beide unterſuchten Laſtfälle (Gewinnungsböſchung und Nachbruchböſchung) die Standssicherheit ſicher gewährleiſtet.

Die Herſtellung der Bergefeſte in der beſchriebenen Form (5 m Fahrtraſſe zuzüglich beidſeitig 10 m Sicherheitsſtreifen) iſt ohne ſtandsicherheitstechniſche Einſchränkungen möglich. Die berechneten Abſtände des Gewinnungsgerätes zur Abbauböſchung ſind zwingend einzuhalten, da anderenfalls ein Nachbruch in den Sicherheitsſtreifen










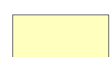
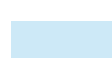

hinein erfolgen kann. Ebenso sind durch Fahrzeuge und Geräte auf der Krone der Bergefechte die genannten Vorlandbreiten von  $b_v \geq 3 \text{ m}$  zur Sicherheitslinie bzw. Böschungsoberkante im Endzustand unbedingt einzuhalten.

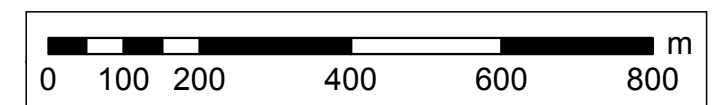
Die vorliegende Standsicherheitseinschätzung gilt für die beschriebenen geotechnischen, hydrologischen und technologischen Randbedingungen zeitlich unbegrenzt. Bei Änderungen einzelner Randbedingungen ist die Situation neu zu bewerten.

Aufgestellt: August 2018



### Legende

-  Bergwerksfeld Altenau (BEW)
-  Rahmenbetriebsplan
-  Bergefeste inkl. Sicherheitsabstand
-  Abbaurichtung
-  Abbaufäche
-  Böschungunterkante
-  Böschungsmittellinie
-  Spühlbereich (Flachwasser)
-  Seefläche (Betriebszustand: 10/2016)
-  Risswerk (Betriebszustand: 10/2016)



**Rahmenbetriebsplan gem. § 52 (2a) BBergG  
Erweiterung und Änderung  
des Kiessandtagebaus Altenau**

**Schematisches Abbaukonzept**

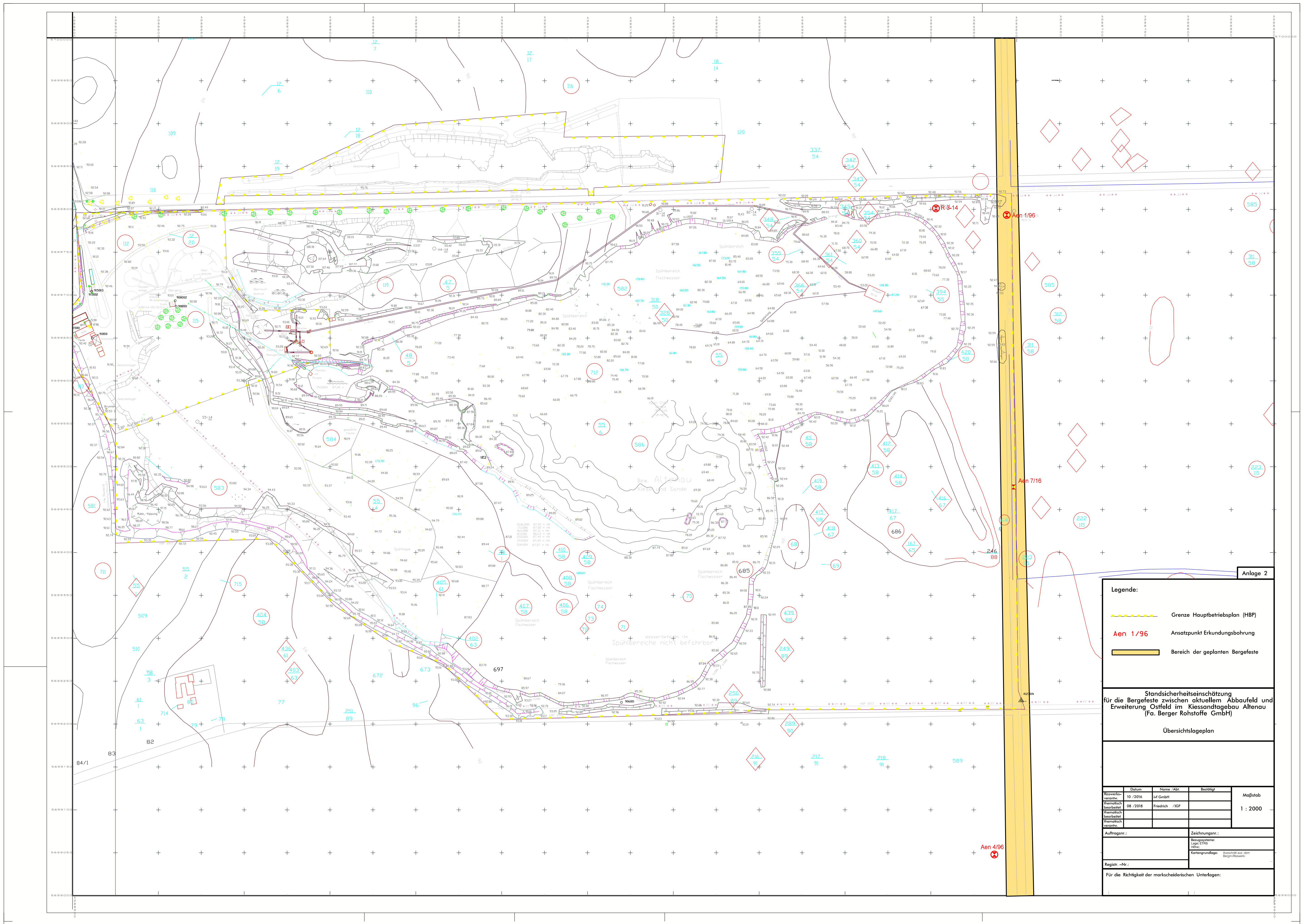
Maßstab 1 : 10.000

Datum: 02.06.2017

Bearbeiter: A. Böhme

**Anlage 5.2**





**Legende:**

- Grenze Hauptbetriebsplan (HBP)
- Aen 1/96      Ansatzpunkt Erkundungsbohrung
- Bereich der geplanten Bergefeste

**Standsicherheits-einschätzung  
für die Bergefeste zwischen aktuellem Abbaufeld und  
Erweiterung Ostfeld im Kiessandabbau Altenau  
(Fa. Berger Rohstoffe GmbH)**

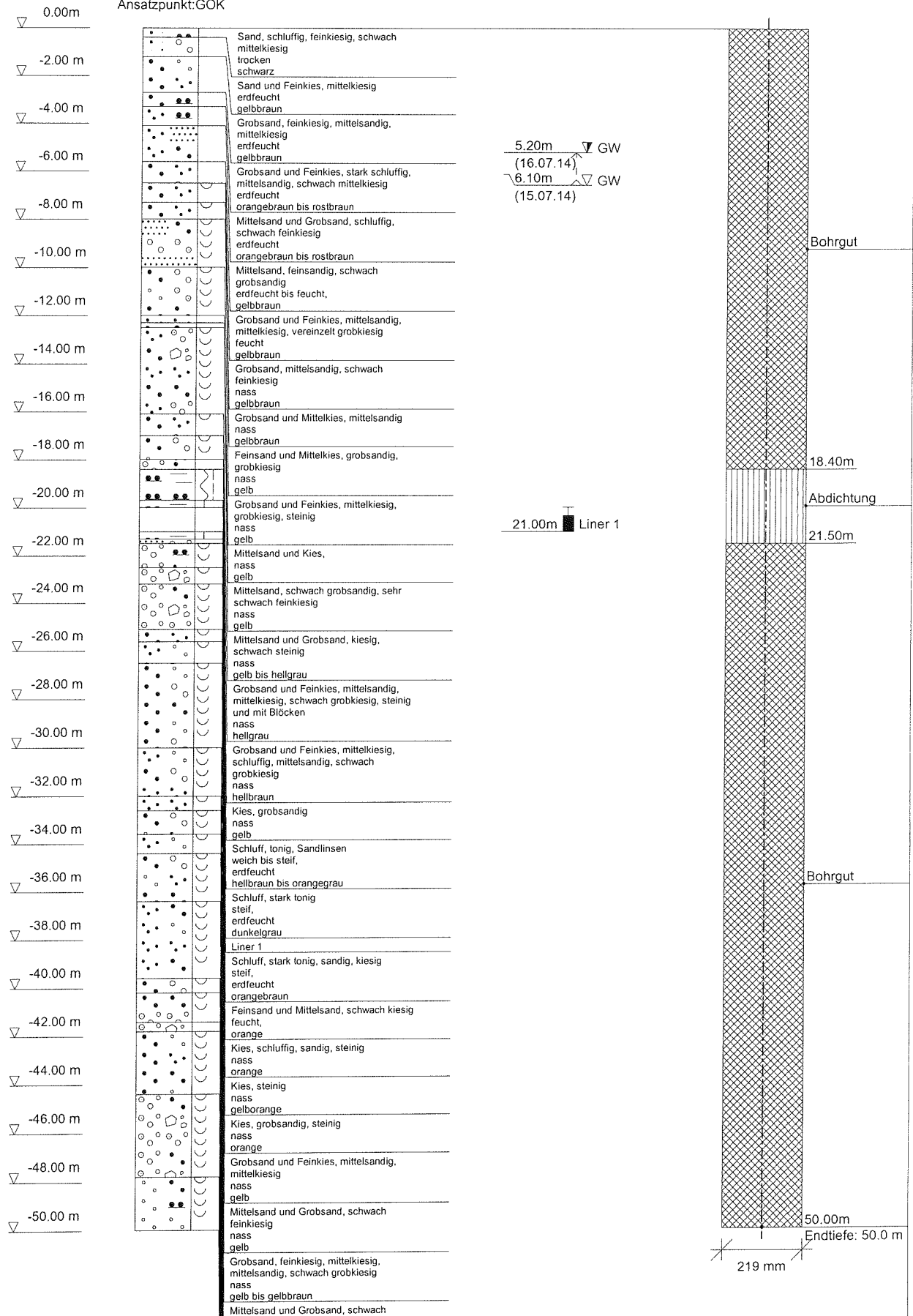
Übersichtslageplan

	Datum	Name / Abt.	Bestandig	Maßstab  1 : 2000
Zustimmung: Technisch bearbeitet	10 / 2016	W. GmbH		
	08 / 2018	Friedrich / IGF		
Auftraggeber: .....		Zeichnungs-nr.: .....		
		Baugrundschrift: von (1/16) H100:		
Regist.-Nr.: .....		Kontingentsgrundlage: Ausschnitt aus dem Bergbau-Bericht		
Für die Richtigkeit der markseidenischen Unterlagen:				

ROSENHAHN BRUNNENBAU	Projekt : Kiessandtagebau Altenau
04924 BAD LIEBENWERDA	Projektnr.: K 068/2014
TORGAUER STR 45	Anlage :
TEL. 035341/30015 FAX. 30017	Maßstab : 1: 230 / 1: 15

## R 3/14

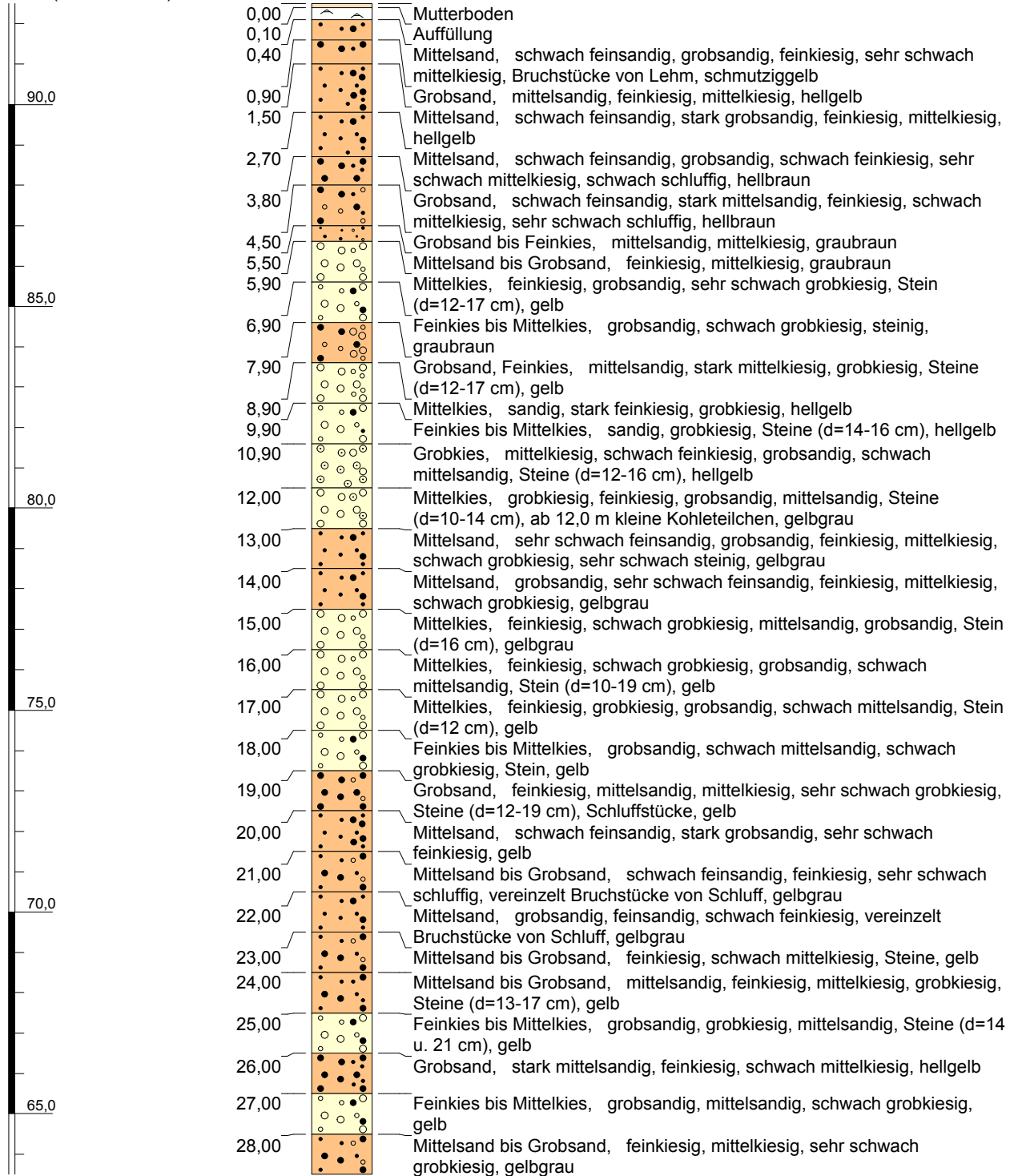
Ansatzpunkt: GOK





## Aen 1/96

GOK (92,50 m NHN)



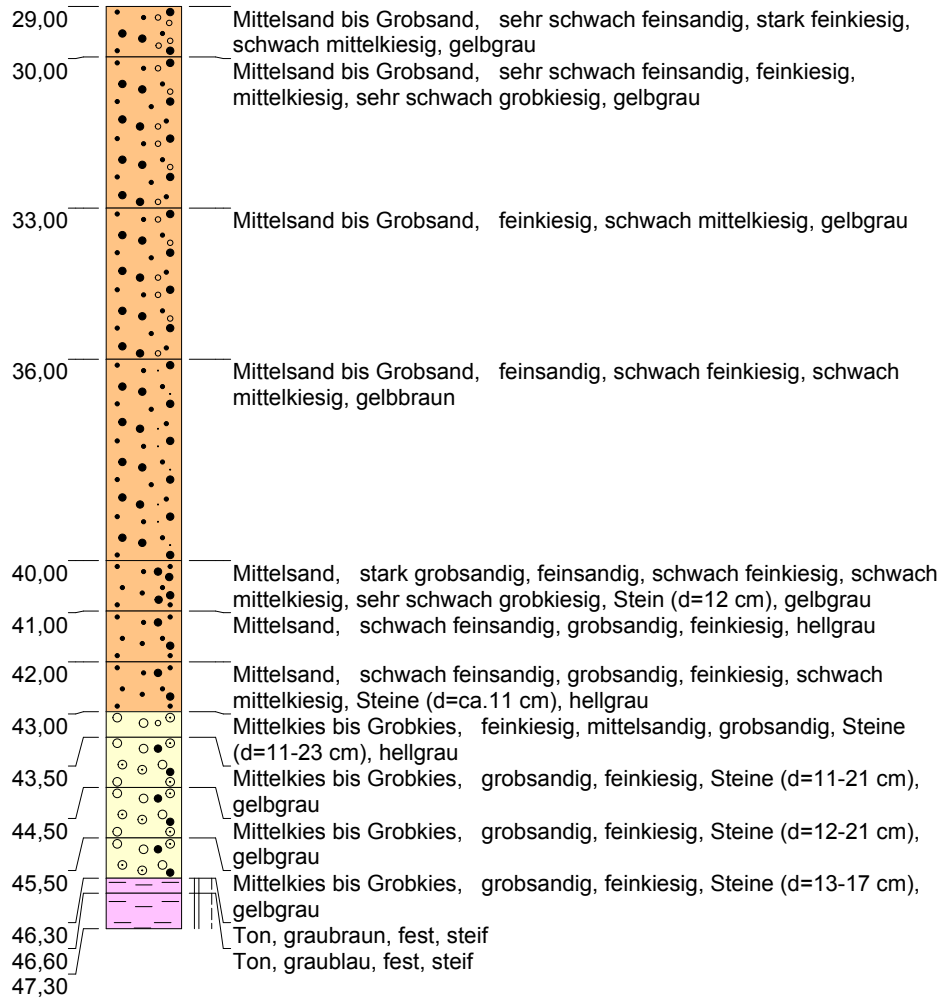
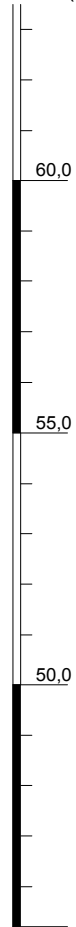
Höhenmaßstab: 1:150

Blatt 1 von 2

<b>Projekt:</b> Rahmenbetriebsplan Kiessand Altenau		
<b>Bohrung:</b> Altenau 1/96		
	Rechtswert:    4589597	
	Hochwert:     5699648	
	Ansatzhöhe:    92,50 m NHN	
Quelle:	Fugro	
	Endtiefe:       47.30 m u. GOK	


## Aen 1/96

GOK (92,50 m NHN)



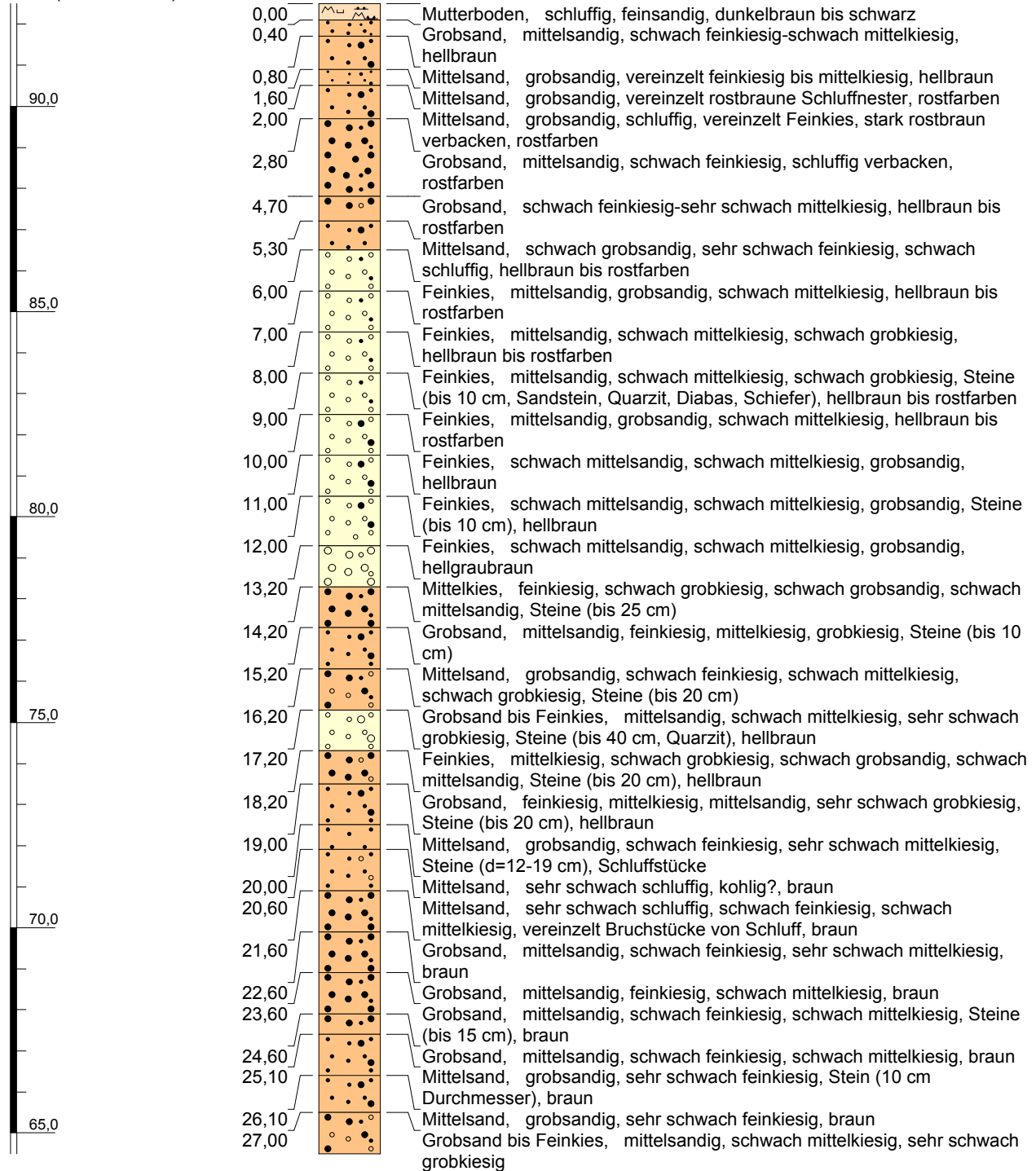
Höhenmaßstab: 1:150

Blatt 2 von 2

<b>Projekt:</b> Rahmenbetriebsplan Kiessand Altenau		
<b>Bohrung:</b> Altenau 1/96		
	Rechtswert:    4589597	
	Hochwert:     5699648	
	Ansatzhöhe:   92,50 m NHN	
Quelle:	Fugro	
	Endtiefe:      47.30 m u. GOK	


## Aen 4/96

GOK (92,50 m NHN)



Höhenmaßstab: 1:150

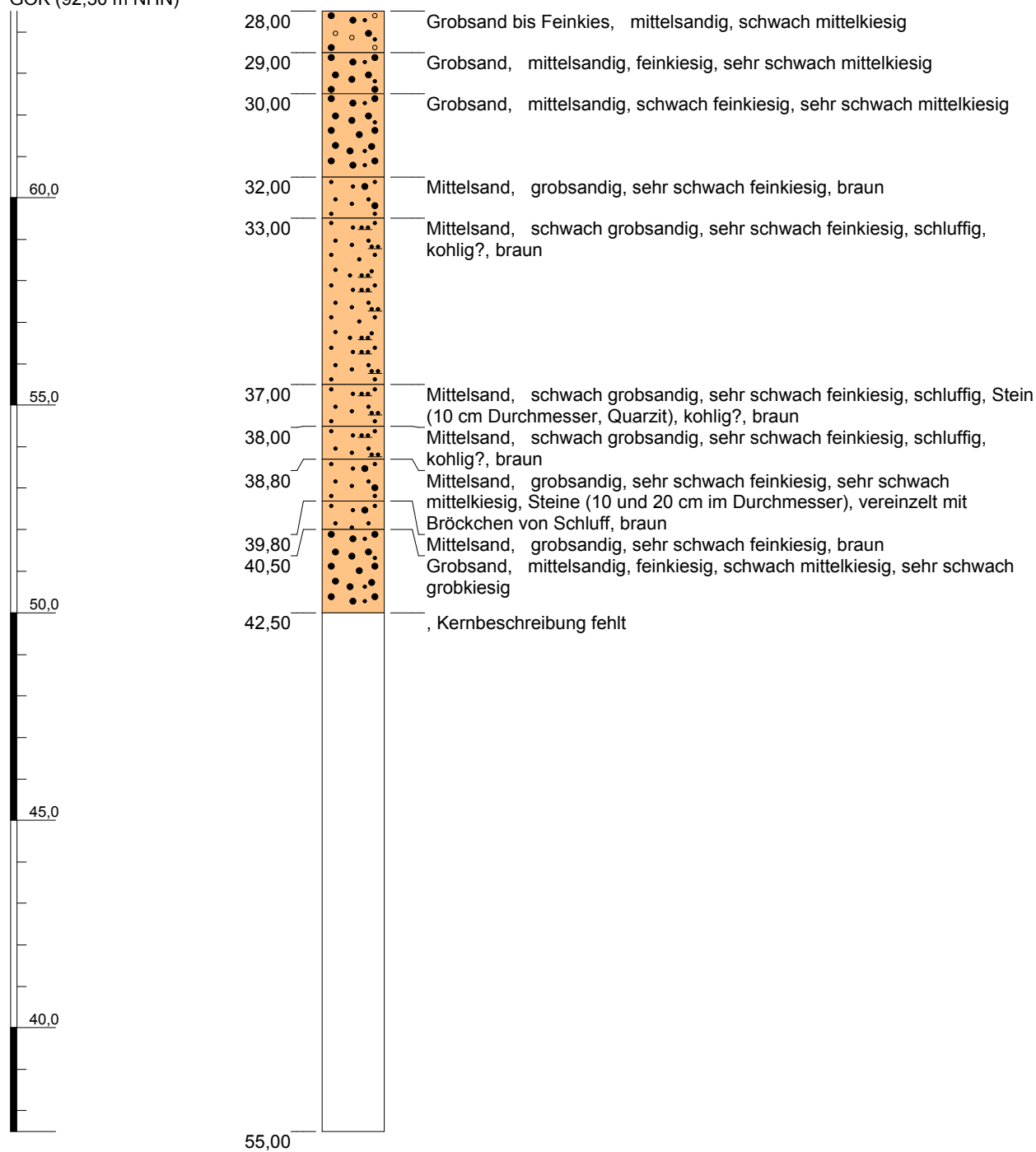
Blatt 1 von 2

<b>Projekt:</b> Rahmenbetriebsplan Kiessand Altenau		
<b>Bohrung:</b> Altenau 4/96		
	Rechtswert:    4589585	
	Hochwert:     5698900	
	Ansatzhöhe:   92,50 m NHN	
Quelle:	Fugro	
	Endtiefe:      55,00 m u. GOK	




GOK (92,50 m NHN)

## Aen 4/96

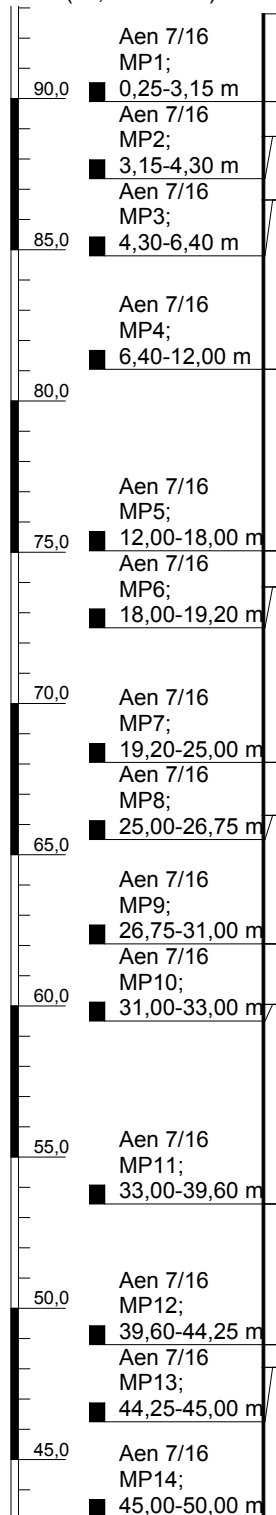


Höhenmaßstab: 1:150

Blatt 2 von 2

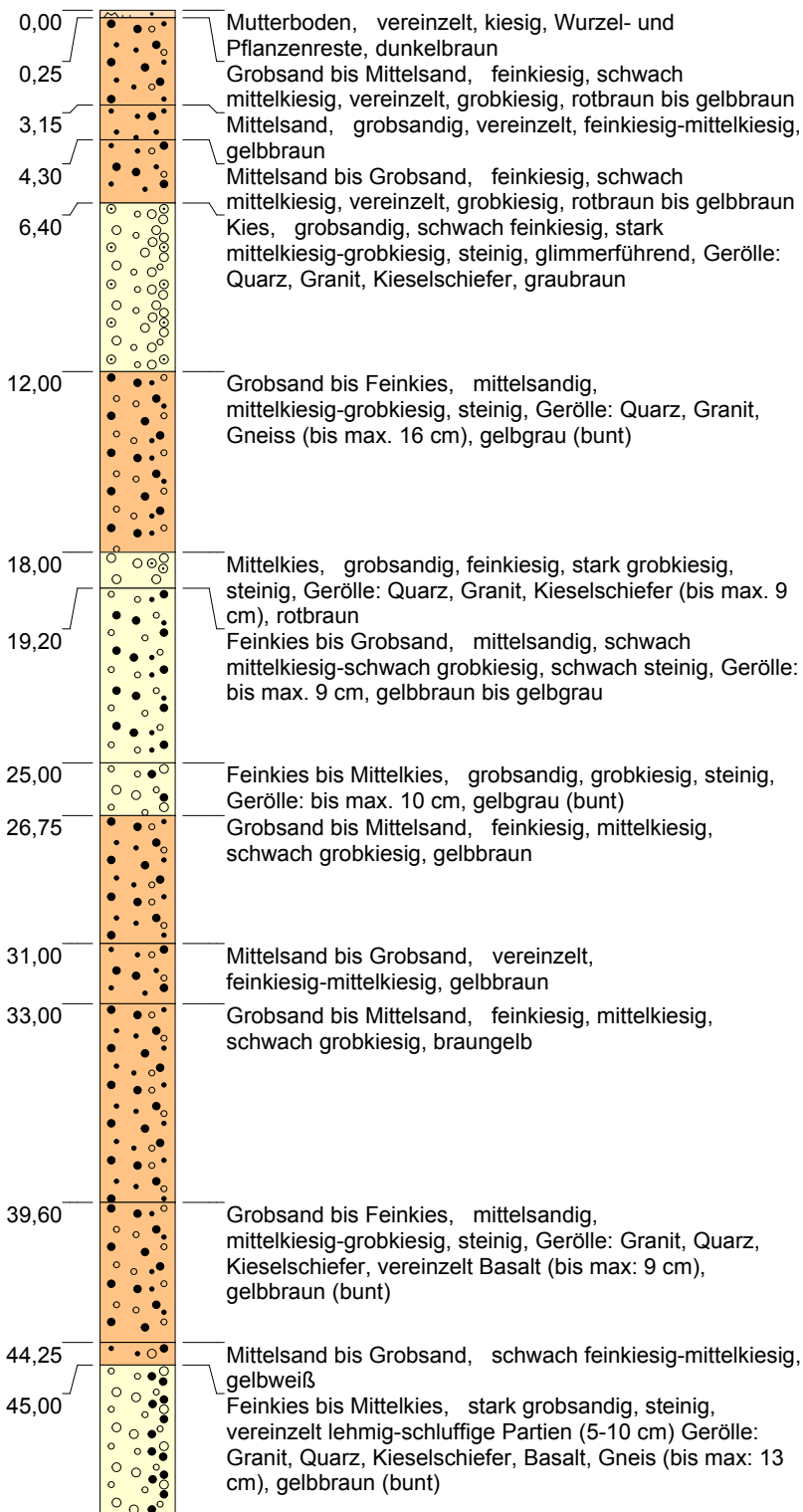
Projekt: Rahmenbetriebsplan Kiessand Altenau		
Bohrung: Altenau 4/96		
	Rechtswert: 4589585	
	Hochwert: 5698900	
	Ansatzhöhe: 92,50 m NHN	
Quelle: Fugro	Endtiefe: 55,00 m u. GOK	

GOK (93,05 m NHN)



5,50  
5,54

## Aen 7/16



Höhenmaßstab: 1:250

Blatt 1 von 2

**Projekt:** Erkundung Kiessandtagebau Altenau

**Bohrung:** Altenau 7/16

Auftraggeber: Berger Rohstoffe GmbH

Rechtswert: 4589604

Bohrfirma: Rosenhahn Brunnenbau

Hochwert: 5699332

Bearbeiter: A. Böhme

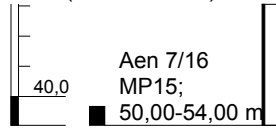
Ansatzhöhe: 93,05 m NHN

Datum: 21.12.2016

Endtiefe: 55,00 m u. GOK

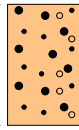


GOK (93,05 m NHN)



## Aen 7/16

50,00




54,00

Grobsand bis Mittelsand, feinkiesig, vereinzelt, schwach  
mittelkiesig-schwach grobkiesig, gelb

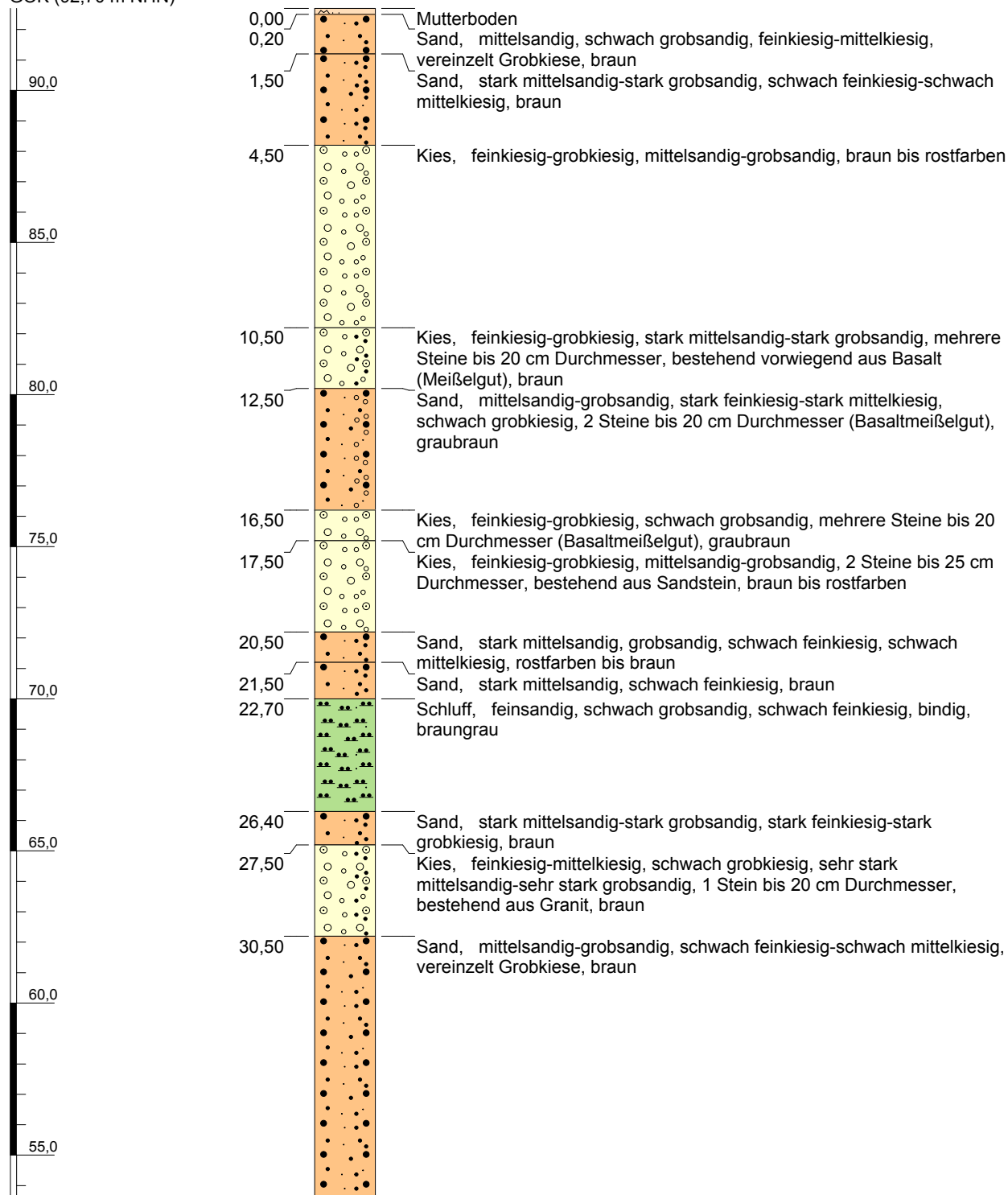
Höhenmaßstab: 1:250

Blatt 2 von 2

<b>Projekt:</b> Erkundung Kiessandtagebau Altenau			
<b>Bohrung:</b> Altenau 7/16			
Auftraggeber:	Berger Rohstoffe GmbH		Rechtswert: 4589604
Bohrfirma:	Rosenhahn Brunnenbau		Hochwert: 5699332
Bearbeiter:	A. Böhme		Ansatzhöhe: 93,05 m NHN
Datum:	21.12.2016	Endtiefe: 55,00 m u. GOK	


GOK (92,70 m NHN)

## Nbx 8/70



Höhenmaßstab: 1:200

Blatt 1 von 2

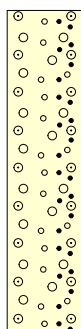
<b>Projekt:</b> Rahmenbetriebsplan Kiessand Altenau		
<b>Bohrung:</b> Neuburxdorf 8/70		
	Rechtswert:    4589601	
	Hochwert:     5700154	
	Ansatzhöhe:   92,70 m NHN	
Quelle:	G. Galinsky (1971)	
	Endtiefe:      62,70 m u. GOK	

GOK (92,70 m NHN)



## Nbx 8/70

39,20



Kies, feinkiesig-mittelkiesig, schwach grobkiesig, stark mittelsandig-stark grobsandig, vereinzelt Steine bis 10 cm Durchmesser, vorwiegend Kieseleschiefer, braun bis rostfarben

47,70




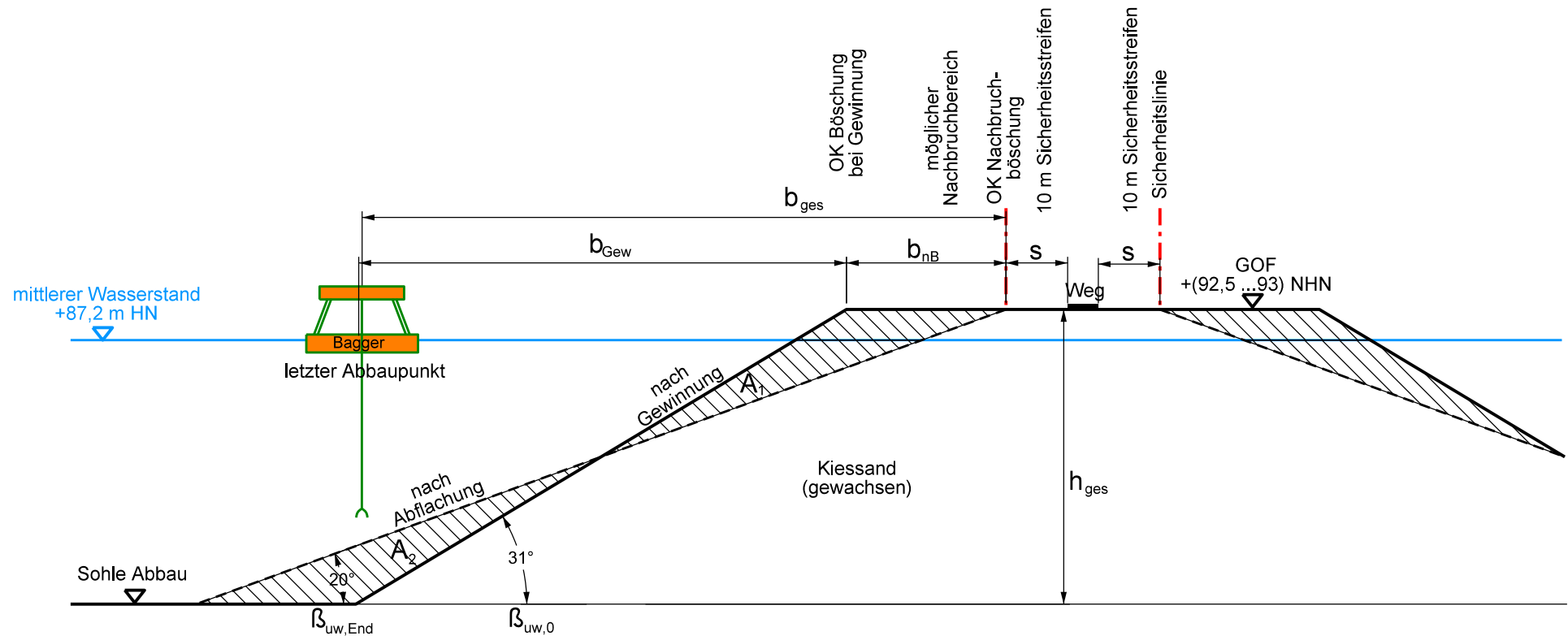
Sand, mittelsandig-grobsandig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig, grau

62,70

Höhenmaßstab: 1:200

Blatt 2 von 2

<b>Projekt:</b> Rahmenbetriebsplan Kiessand Altenau		
<b>Bohrung:</b> Neuburxdorf 8/70		
	Rechtswert: 4589601	
	Hochwert: 5700154	
	Ansatzhöhe: 92,70 m NHN	
Quelle: G. Galinsky (1971)	Endtiefe: 62,70 m u. GOK	



natürliche Böschungsabflachung  
durch Materialumlagerung  $A_1 = A_2$

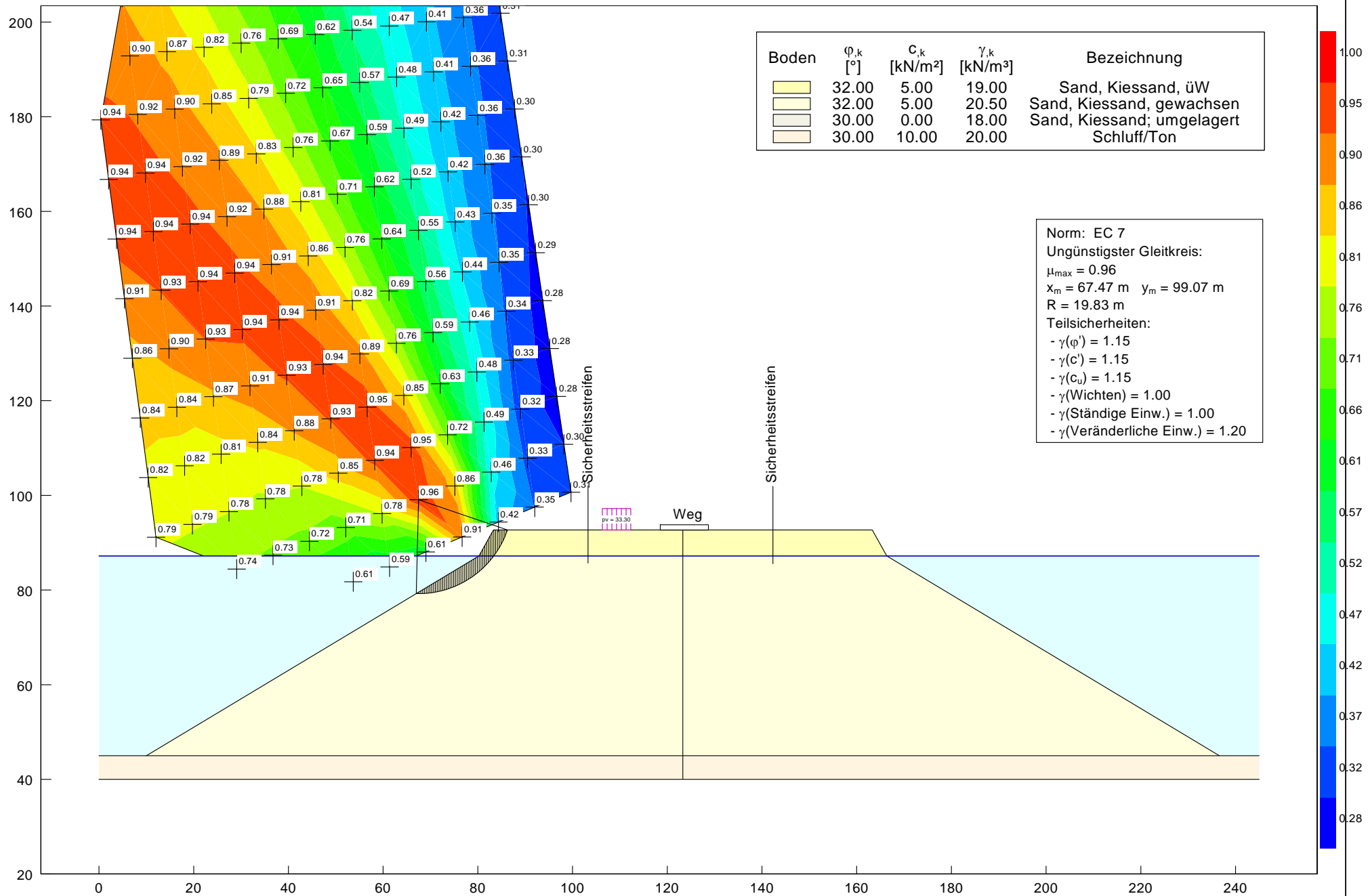
Anlage 4

**IGF** Ingenieurbüro  
für Geotechnik  
Dr.-Ing. Friedrich

Kiessandtagebau Altenau  
Standsicherheitseinschätzung  
Bergefeste zwischen Westfeld und Ostfeld

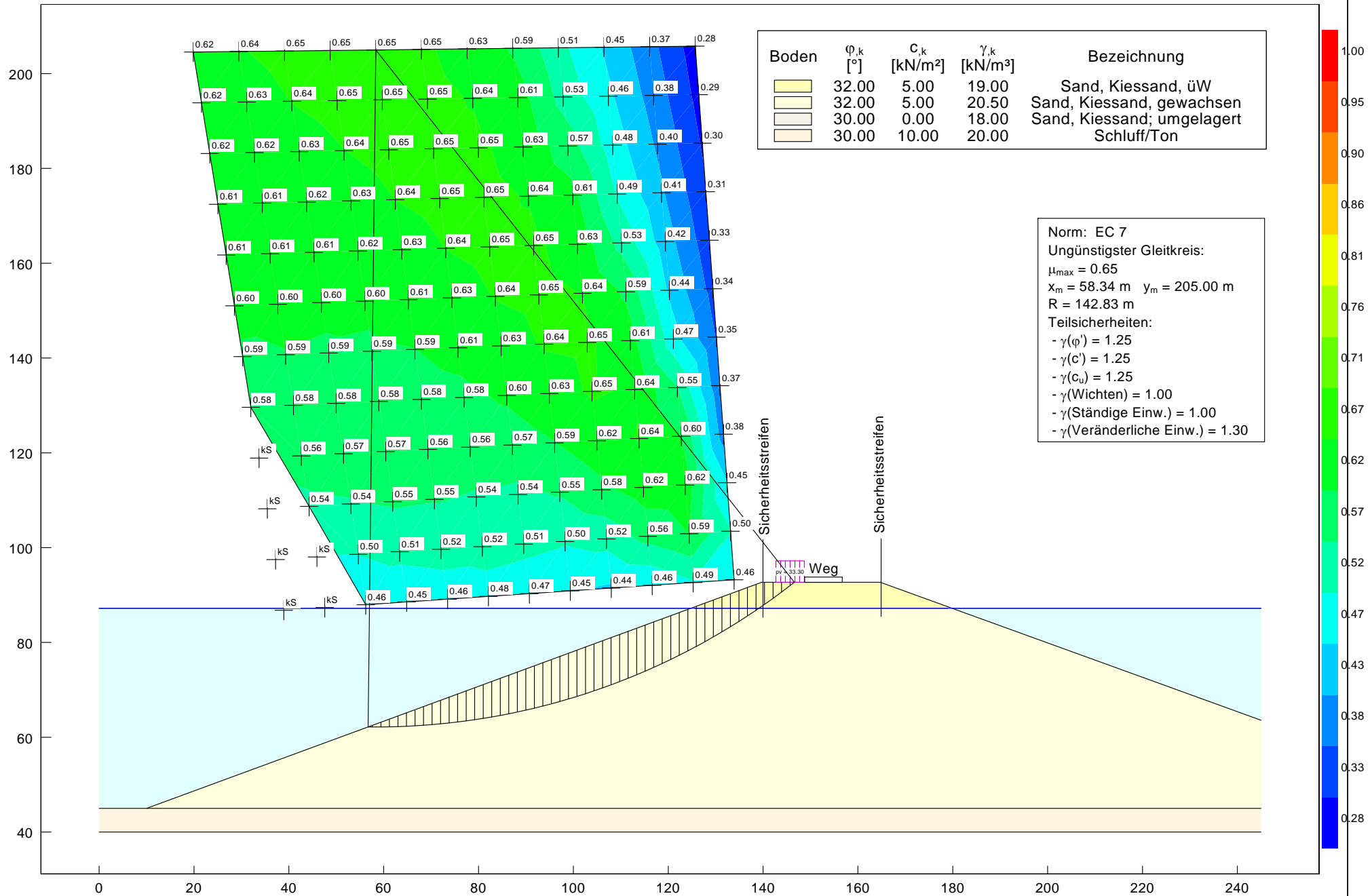
Gewinnung mit nachbrechender Böschung  
Böschungswinkel während/nach Abbau  $\beta_{uw,0} = 31^\circ$   
Böschungswinkel nach natürlicher Abflachung  $\beta_{uw,End} = 20^\circ$

	Datum	Name /Abt.	Bestätigt	Maßstab 1:1000
gezeichnet	08 /2018	Friedrich /IGF		
geprüft	08 /2018	Friedrich /IGF		



Anlage 5.1: Lastfall1 - Gewinnungsböschung





Anlage 5.2: Lastfall 2 - Nachbruchböschung