

ArcelorMittal Bremen GmbH
Neubau einer Schlacke- und Staubdeponie

Geotechnische Standorterkundung

Auftraggeber

ArcelorMittal Bremen GmbH
Carl – Benz – Straße 30
28237 Bremen

Bearbeiter

Herr Dipl.-Ing. Ralf Zöller
Frau Dipl.-Ing. Ulrike Ahlburg-Bleß

Projektnummer

13-378

Datum

30.06.2014

Anschrift

Nadorster Straße 229 a – 26123 Oldenburg
Tel.: (04 41) 93 64 23 – 336
eMail: ahlburg-bless@igb-ingenieure.de

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 VERANLASSUNG	2
2 UNTERLAGEN	2
3 BAUVORHABEN.....	2
4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE.....	3
4.1 Geografischer und geologischer Überblick.....	3
4.2 Erkundungsprogramm	3
4.3 Erkundungsergebnisse	4
4.4 Wasserverhältnisse.....	5
4.5 Bodenmechanische Laborversuche	6
5 BODENMECHANISCHE KENNWERTE	7
6 ALLGEMEINE BEURTEILUNG DES DEPONIESTANDORTES.....	7
7 BEURTEILUNG DES BINDIGEN BODENS ALS DICHTUNGSMATERIAL	8
8 ZUSAMMENFASSUNG.....	9
ANLAGENVERZEICHNIS.....	10

1 VERANLASSUNG

Die ArcelorMittal Bremen GmbH plant, auf dem Gelände ihres Stahlwerkes in Bremen eine neue Deponie zur Ablagerung von Schlacken und Stäuben aus dem Stahlwerksbetrieb zu errichten. Es sind zwei getrennte Ablagerungsbereiche, jeweils für Schlacke und Stäube, vorgesehen.

Die IGB Ingenieurgesellschaft mbH wurde von ArcelorMittal Bremen GmbH beauftragt, eine geotechnische Standorterkundung durchzuführen und auf deren Grundlage einen geotechnischen Bericht zu erstellen.

2 UNTERLAGEN

Zur Ausarbeitung des geotechnischen Berichts standen uns die nachfolgend genannten Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Fa. Vulhop+Becker GmbH & Co. KG:
Lageplan, Schichtenverzeichnisse, Sondierprotokolle und Bodenproben zu 8 Kleinrammbohrungen und 5 Drucksondierungen im April und Mai 2014
- [2] Umtec Prof. Biener/Sasse/Konertz:
Abfallwirtschaftszentrum ArcelorMittal Bremen, Konzeptstudie, Entwicklung eines Deponiekonzeptes, Februar 2009
- [3] Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Außenstelle Bremen:
Hydrogeologische Untersuchung Werderland, 29.09.1989
- [4] Prof. Dr. E. Habetha:
Der Baugrund der KLÖCKNER DEPONIE II auf dem Werksgelände der KLÖCKNER Hüttenwerke AG in Bremen, 04.11.1973

3 BAUVORHABEN

Die ArcelorMittal GmbH Bremen plant die Errichtung einer neuen Deponie für die Ablagerung von Schlacken und Stäuben aus dem Stahlwerksbetrieb. Die zur Verfügung stehende Fläche für die sogenannte Deponie 5 umfasst ca. 16 ha und grenzt im Osten un-

mittelbar an die in Betrieb befindliche Schlammdeponie 2. Die getrennt nach Schlacke und Stäube ausgewiesenen Ablagerungsbereiche sind der Deponieklasse DK 0 und DK I (Schlacke) bzw. DK II und DK III (Stäube) zuzuordnen.

4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

4.1 Geografischer und geologischer Überblick

Das Werksgelände der ArcelorMittal GmbH Bremen liegt im Stadtteil Industriehäfen im Nordwesten der Stadt.

Nach geologischen Kartenwerken sind unter anthropogen geprägten Deckschichten zunächst holozäne, fluviatile Gezeitenablagerungen zu erwarten. Unter den Schichten des Holozäns folgen pleistozäne Wesersande und –kiese, die in größerer Tiefe von sogenannten Lauenburger Schichten unterlagert werden.

4.2 Erkundungsprogramm

Zur orientierenden Erkundung des vorgesehenen Standorts wurden von dem Bohrunternehmen Vulhop + Becker GmbH & Co. KG, Rastede, insgesamt 5 Drucksondierungen (CPT) im April 2014 und 8 Kleinrammbohrungen (KRB) im Mai 2014 niedergebracht. Ziel der Baugrunderkundung ist die Beurteilung der geologischen Barriere und die Verwertbarkeit der anstehenden bindigen Böden als Deponiebaustoff.

Die Erkundungsarbeiten wurden von uns geplant und gesteuert. Die Anordnung der aufschlusspunkte erfolgte in einem Raster über die geplante Deponiefläche verteilt. Die Drucksondierungen wurden zwischen 14,5 m und 21 m, die Kleinrammbohrungen bis 10 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft.

Die Ansatzpunkte wurden von dem Bohrunternehmer nach Lage und Höhe bezogen auf die in der Nähe befindlichen Grundwassermessstelle GK 10 eingemessen. Die Höhe der als Höhenbezugspunkt gewählten Grundwassermessstelle beträgt +2,59 mNN.

Die Lage der Kleinrammbohrungen und der Drucksondierungen ist dem Lageplan in der Anlage 1 zu entnehmen.

4.3 Erkundungsergebnisse

Die Ergebnisse der Kleinrammbohrungen und der Drucksondierungen sind höhengerecht in der Anlage 2 dargestellt. Den Schichtenprofilen liegen die Schichtenverzeichnisse des Bohrunternehmers zu Grunde, die von uns durch Ansprache der aus den einzelnen Bodenschichten entnommenen Bodenproben sowie anhand der ausgeführten Laborversuche überarbeitet und ergänzt wurden.

Den Ergebnissen der Baugrunderkundungen zufolge wurde folgende Schichtenfolge aufgeschlossen:

- (1) Holozäne Weichschichten
- (2) Mittelsande

Die einzelnen Schichten können wie folgt beschrieben werden:

(1) Holozäne Weichschichten

In allen Aufschlusspunkten wurden ab Geländeoberkante organische, schwach feinsandige Schluffe erkundet. Die Schichtmächtigkeit liegt zwischen 0,6 m und 0,9 m, nur an den Aufschlusspunkten KRB 3 und KRB 4 wurde eine Schichtmächtigkeit von 1,8 m bzw. 1,6 m festgestellt. Die Konsistenz wurde nach Bohrvorgang als weich bis steif angesprochen.

Die mit den Drucksondierungen ermittelten Spitzenwiderstände q_c liegen zwischen 0,2 MPa bis 1,0 MPa. Vereinzelt wurden bis zu 3,5 MPa bei gleichzeitigem Anstieg des Reibungsverhältnisse R_f auf bis etwa 9 % nachgewiesen.

Unterhalb der Schluffe folgen schwach organische bis organische Tone, die ortsüblich als Auelehme bezeichnet werden. Nach Bohrvorgang weisen die Tone eine weiche bis steife Konsistenz auf.

In den Auelehmen wurden dünne Torfbänder bis etwa 0,3 m Mächtigkeit (vgl. KRB2 und KRB 8) und vereinzelt Holzreste aufgeschlossen. Oberhalb der unteren Schichtgrenze ist teilweise eine dünne schluffige Sandlage vorhanden, deren Mächtigkeit zwischen 0,1 m und 0,4 m variiert. Die Basis des Auelehms wurde zwischen 3,5 m und 6,5 m unter GOK erkundet.

Die Auelehme zeichnen sich in den Drucksondierungen durch einen Anstieg des Reibungsverhältnisses R_f zwischen 2,5 % und 10 % bei einem sehr geringen Spitzenwiderstand q_c kleiner 0,5 MPa aus. Die in dem Auelehm eingelagerten Sandbänder sind durch den Anstieg der Spitzenwiderstände bei gleichzeitigem Abfall des Reibungsverhältnisses zu erkennen.

(2) Mittelsande

Der Auelehm wird von Mittelsanden mit z. T. schluffigen sowie fein- und grobsandigen Nebenanteilen unterlagert. Vielfach sind Schlufflinsen und –bänder sowie vereinzelt Holzreste eingelagert. Im Bereich der KRB 8 wurde zwischen 7,0 m und 7,3 m unter GOK ein stark zersetzter Torf aufgeschlossen. Die Basis der Sande wurde mit den Kleinrammbohrungen bis zur Endteufe bei 10 m unter GOK und auch mit den Drucksondierungen bis etwa 21,0 m unter GOK nicht erkundet..

Spitzenwiderstände wurden zwischen 2 MPa und 50 MPa ermittelt. Ein deutlicher Anstieg der Spitzenwiderstände ist ab etwa 10 m bis 11,5 m unter GOK zu verzeichnen. Die Mittelsande sind oberhalb dieser Tiefe überwiegend mitteldicht bis dicht und unterhalb als dicht bis sehr dicht einzustufen.

4.4 Wasserverhältnisse

Wasser wurden in den im Auelehm eingelagerten Sandbändern und unterhalb der bindigen Deckschichten angetroffen. In Tabelle 1 sind die angebohrten Wasserstände und die Wasserstände nach Bohrende aufgeführt.

Aufschluss-pkt.	1. GW angebohrt		2. GW angebohrt		nach Bohrende	
	m GOK	mNN	m GOK	mNN	m GOK	mNN
KRB 1	3,5	-2,52	4,9	-3,92	0,2	0,78
KRB 2	4,0	-3,0	6,4	-5,44	0,55	0,45
KRB 3	4,9	-3,82	6,6	-5,52	0,2	0,88
KRB 4	4,0	-2,62	4,7	-3,32	0,1	1,28
KRB 5	3,5	-2,2			0	1,3
KRB 6	5,0	-3,99	6,5	-5,49	0,2	0,81
KRB 7	4,6	3,46			1,15	-0,01
KRB 8	-4,62	-5,56	4,7	-3,76	0,2	0,74

Tabelle 1 Zusammenstellung der Wasserstände

Bei den genannten Wasserständen handelt es sich um eine einmalige Messung am Tag des Aufschlusses, die weder den höchsten Stand noch den Schwankungsbereich des Wasserstandes wiedergeben.

Die gut durchlässigen Sande bilden den Grundwasserleiter. Das in den Sanden zirkulierende Wasser steht gespannt an. Zusätzlich sind die in den Auelehmen eingeschlossenen Sandschichten wasserführend.

Die Durchlässigkeit k_f der Sande liegt in der Größenordnung von 5×10^{-5} m/s bis 5×10^{-4} m/s. Die holozänen Weichschichten weisen mit 1×10^{-11} m/s bis 1×10^{-8} m/s eine deutlich geringere Durchlässigkeit auf.

4.5 Bodenmechanische Laborversuche

Von den während der Aufschlussarbeiten aus den einzelnen Bodenschichten entnommenen gestörten Bodenproben wurden repräsentative Proben ausgewählt und in unserem Labor folgende Parameter bestimmt bzw. Versuche durchgeführt:

- Korngrößenverteilung nach DIN 18 123
- Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122
- Natürlicher Wassergehalt nach DIN 18 121
- Organische Beimengungen (Glühverlust) nach DIN 18 128

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind in der Anlage 3 zusammengestellt. Die Kornverteilungskurven sind der Anlage 4 zu entnehmen.

Holozäne Weichschichten

Die holozänen Weichschichten setzen sich kornanalytisch aus Schluffen und Tonen mit überwiegend schwach sandigen Nebenanteilen zusammen. Der Anteil an abschlämmbaren Bestandteilen ($\text{Korn-}\varnothing \leq 0,06 \text{ mm}$) variiert zwischen rd. 83 % und 98 %. Der Feinstkornanteil ($\text{Korn-}\varnothing \leq 0,002 \text{ mm}$) liegt zwischen 24 % und 67 %.

Nach Auswertung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122 ist der Boden als ausgeprägt plastischer Ton (TA) einzustufen. Der Wassergehalt nimmt mit zunehmender Tiefe zu und liegt zwischen 34 % und 46 %.

Der Anteil an organischen Bestandteilen V_{gl} bestimmt durch den Glühverlust liegt zwischen 5,1 % und 7,1 %. Demgemäß sind die Weichschichten als schwach bis mittel organisch anzusprechen.

Mittelsande

Die unterlagernden Sande setzen sich kornanalytisch aus Mittelsanden mit fein- und grobsandigen Nebenanteilen zusammen. Der Anteil an abschlämmbaren Bestandteilen liegt bei etwa 6 %.

5 BODENMECHANISCHE KENNWERTE

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Untergundaufschlüsse und der bodenmechanischen Laborversuche sowie unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können die in Tabelle 2 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen gemäß DIN 1054 in Ansatz gebracht werden.

Schicht Nr.	Bodenart	Wichte		Scherfestigkeit		Steifemodul $E_{s,k}$ MN/m ²
		feucht γ_k kN/m ³	unter Auftrieb γ'_k kN/m ³	Rei- bungs- winkel φ'_k °	Kohäsion c'_k kN/m ²	
1	Schluff, schwach feinsandige	17,0	7,0	20,0	5,0 - 10	3,0 – 10,0
2	Ton, organisch (Auelehm)	17,0	7,0	15,0	5,0	1,0 – 3,0
3	Sande (Wesersand)	18,0	10,0	32,5	-	50 - 100

Tabelle 2 Zusammenstellung der charakteristischen Bodenkennwerte

6 ALLGEMEINE BEURTEILUNG DES DEPONIESTANDORTES

In der Deponieverordnung DepV 2012 sind die geologischen und hydrogeologischen Anforderungen an Deponiestandorte in Abhängigkeit von der Deponieklasse festgelegt. Nachfolgend erfolgt für den geplanten Standort eine tabellarische Bewertung der entsprechenden Kriterien.

Anforderungen an geologische Barriere	DK 0	DK I	DK II	DK III
Schichtmächtigkeit $\geq 1,0$ m	erfüllt	erfüllt	erfüllt	--
Schichtmächtigkeit $\geq 5,0$ m	--	--	--	nicht erfüllt
Durchlässigkeit $k_f \leq 1,0 \times 10^{-7}$ m/s	erfüllt	erfüllt	erfüllt	--
Durchlässigkeit $k_f \leq 1,0 \times 10^{-9}$ m/s	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Abstand OK geolog. Barriere vom höchsten zu erwartenden GW-Spiegel: $\geq 1,0$ m	nicht erfüllt	nicht erfüllt	nicht erfüllt	nicht erfüllt

Tabelle 3 Bewertung der geologischen Barriere

Die Mächtigkeit der bindigen Deckschichten variiert am geplanten Deponiestandort zwischen 3,5 m und 6,5 m. Nach erforderlichem Abtrag der durchwurzelter Böden sowie der lokal anstehenden dünnen Torflagen verbleiben etwa 2,5 m bis 4,2 m Auelehm als geologische Barriere. Aufgrund der überwiegend weichen Konsistenz ist der Auelehm als stark kompressibel und gering tragfähig zu bezeichnen.

Die vorhandene Mächtigkeit ist damit für die technische Barriere einer Deponie der Klassen DK 0 bis DK II ausreichend, für die Klasse DK III jedoch nicht. Der Grundwasserflurabstand ist in allen Fällen zu gering.

7 BEURTEILUNG DES BINDIGEN BODENS ALS DICHUNGSMATERIAL

Die wesentlichen Kriterien zur Beurteilung der Eignung als mineralisches Dichtungsmaterial sind die Korngrößenverteilung, der Wassergehalt und die Durchlässigkeit. Die bindigen Weichschichten sind mit Ausnahme des oberflächennah durchwurzelter Horizontes aufgrund ihrer Kornzusammensetzung als mineralisches Dichtungsmaterial geeignet. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei definiertem Einbau und Verdichtung die Anforderungen an die Durchlässigkeit $k_f \leq 5,0 \times 10^{-10}$ m/s erfüllt werden.

Mit zunehmender Tiefe nimmt der Wassergehalt zu. Im Rahmen einer Eignungsprüfung ist zu untersuchen, ob die Weichschichten vor Einbau abzutrocknen sind oder ggfs. durch Kalkzugabe konditioniert werden müssen.

8 ZUSAMMENFASSUNG

Die ArcelorMittal Bremen GmbH plant, auf dem Gelände ihres Stahlwerkes in Bremen eine neue Deponie zur Ablagerung von Schlacken und Stäuben aus dem Stahlwerksbetrieb zu errichten. Es sind zwei getrennte Ablagerungsbereiche für Schlacke und Stäube vorgesehen.

Zur Bewertung des Deponiestandortes wurden im April und Mai 2014 insgesamt 8 Kleinrammbohrungen und 5 Drucksondierungen niedergebracht. Grundwasser wurde am Tag der Baugrundaufschlüsse zwischen rd. 3,5 m und 6,6 m unter GOK angetroffen. Nach Bohrende stieg das Grundwasser auf ca. 1,2 m unter GOK bis GOK an.

Es wurden holozäne Weichschichten bis max. 6,5 m unter GOK erkundet, die sich aus schwach feinsandigen Schluffen und schwach organischen Tonen zusammensetzen. Lokal sind in den Weichschichten dünne Torflagen und Sandbänder aufgeschlossen worden. Unterhalb der Weichschichten folgen bis zur Endteufe Mittelsande.

Die geologische Barriere in ihrer natürlichen Beschaffenheit erfüllt nicht alle an einen Deponiestandort gemäß DepV 2012 gestellte Anforderungen. Für die Deponieklasse DK III ist die vorhandene Schichtmächtigkeit der Weichschichten von max. rd. 4,0 m nicht ausreichend. Hinsichtlich der hydrogeologischen Gegebenheiten werden ebenfalls zusätzliche technische Maßnahmen erforderlich.

Der anstehende Auelehm kann – erforderlichenfalls nach Behandlung aufgrund eines zu hohen Wassergehalts – als Dichtungsmaterial an der Deponiebasis eingesetzt werden.

IGB Ingenieurgesellschaft mbH

- Niederlassung Oldenburg -



Dipl.-Ing. Ralf Zöller

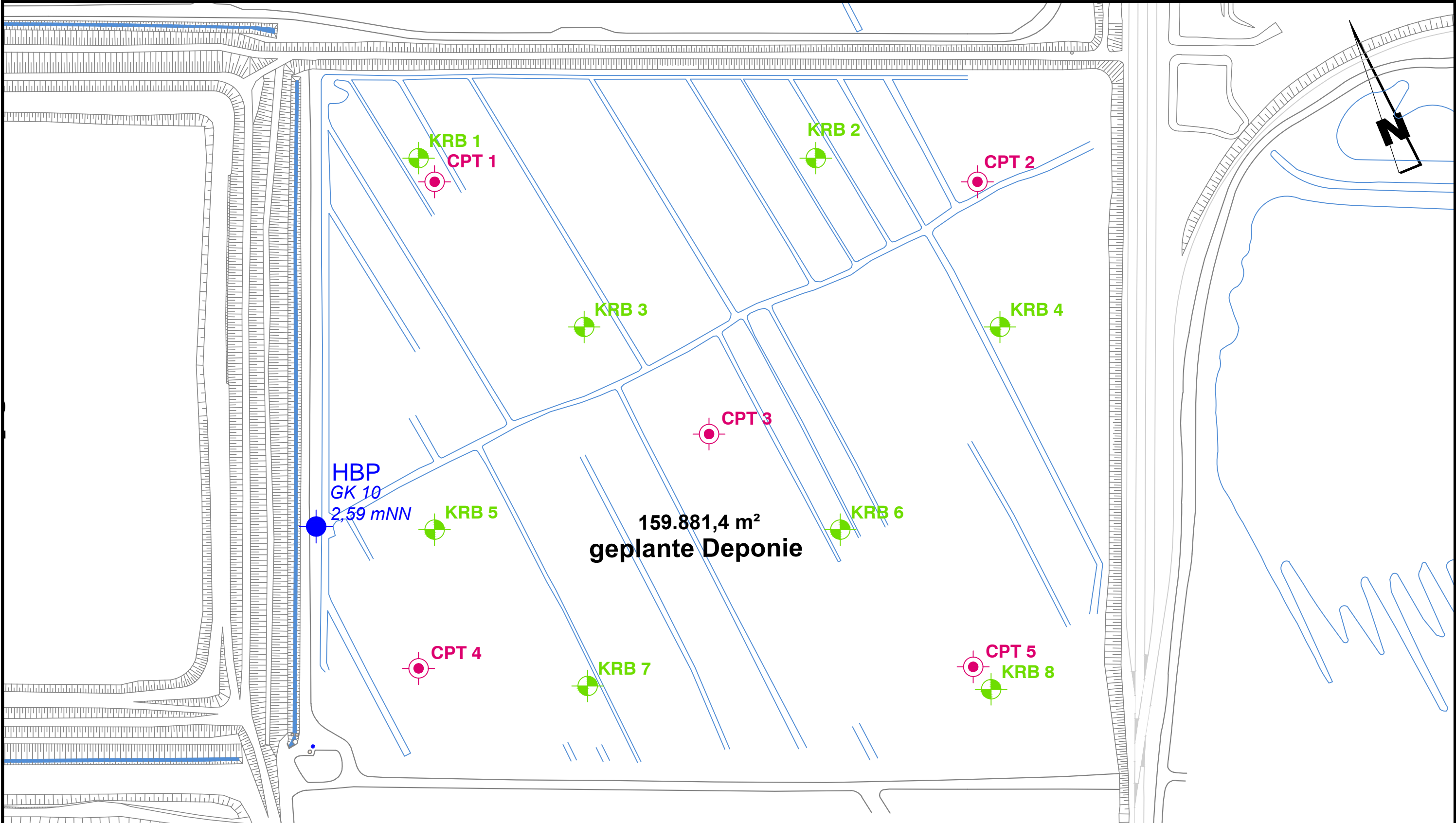
i. A.



Dipl.-Ing. Ulrike Ahlburg-Bleß

ANLAGENVERZEICHNIS




Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlage 2	Lageplan der Untergrundaufschlüsse
Anlage 3	Zusammenstellung der Versuchsergebnisse
Anlage 4	Kornverteilungskurven



O:\IGB-2013\13-378 SWB Deponie\510_GeoBer\03_Plane\01_CAD-Ausgang\13-378_10_LP_101

Plangrundlage:
ArcelorMittal Bremen GmbH, Werkslageplan, Übersicht Deponie-Flächen, Februar 2014

Koordinatensystem:
ohne

- Legende:**
-  KRB Kleinrammbohrung
 -  CPT Drucksondierung
 -  HBP Höhenbezugspunkt

 **IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH**
Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz
Hamburg • Berlin • Kiel • Ludwigshafen • Oldenburg

Steindamm 96
20099 Hamburg
Tel.: 040 / 22 70 00 - 0
Fax: 040 / 22 70 00 - 28

Neufeldtstraße 10
24118 Kiel
0431 / 26 04 10 - 0
0431 / 26 04 10 - 18

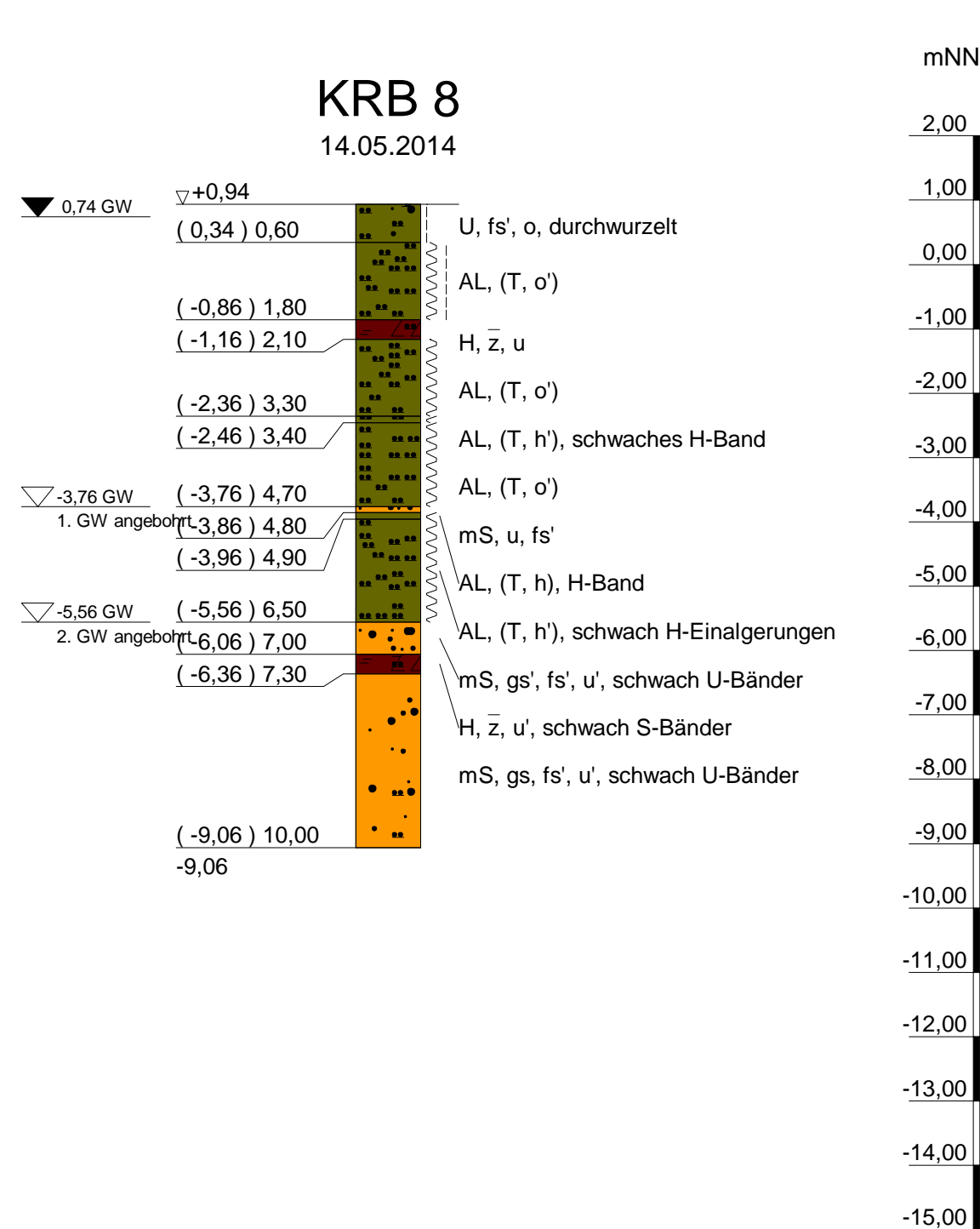
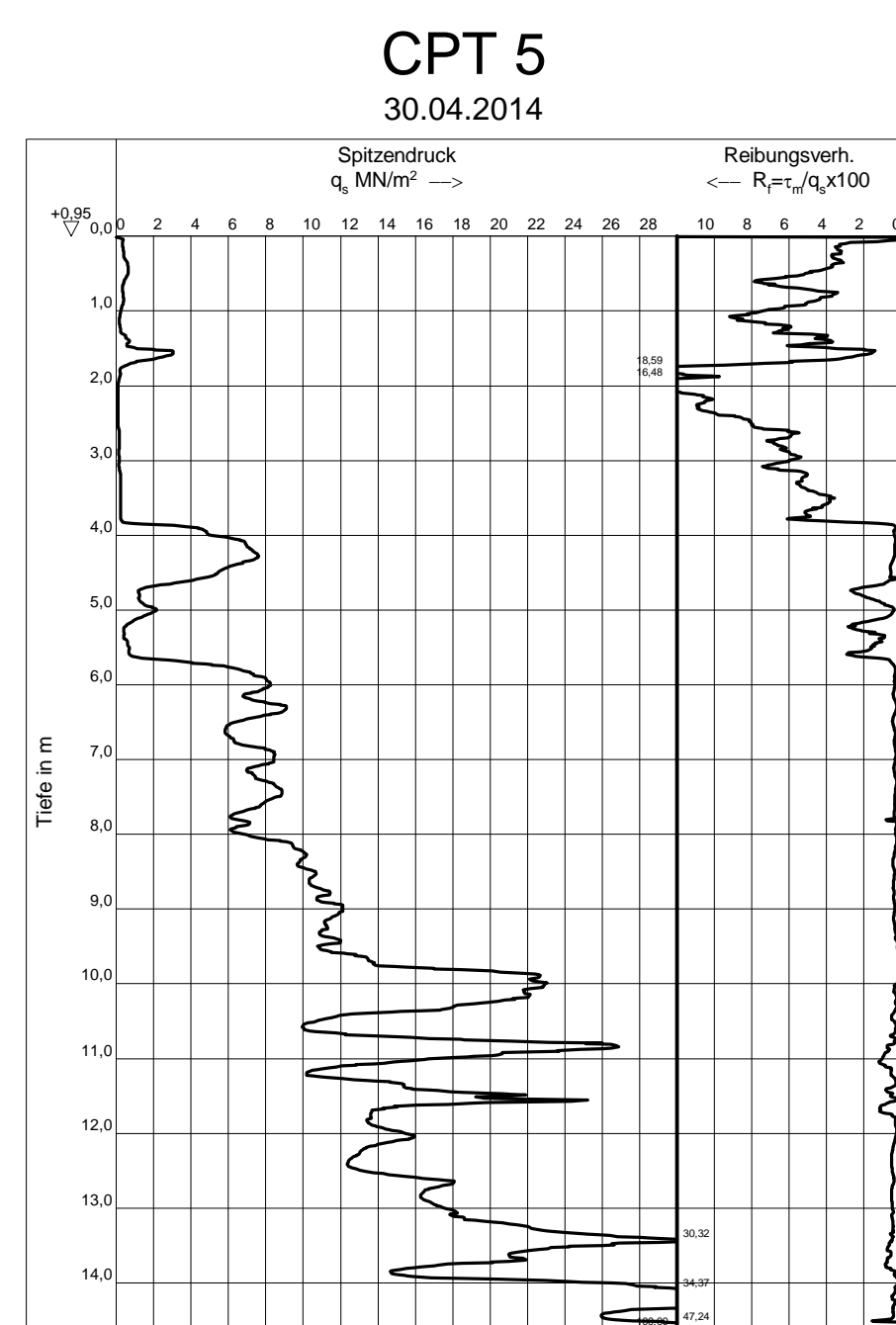
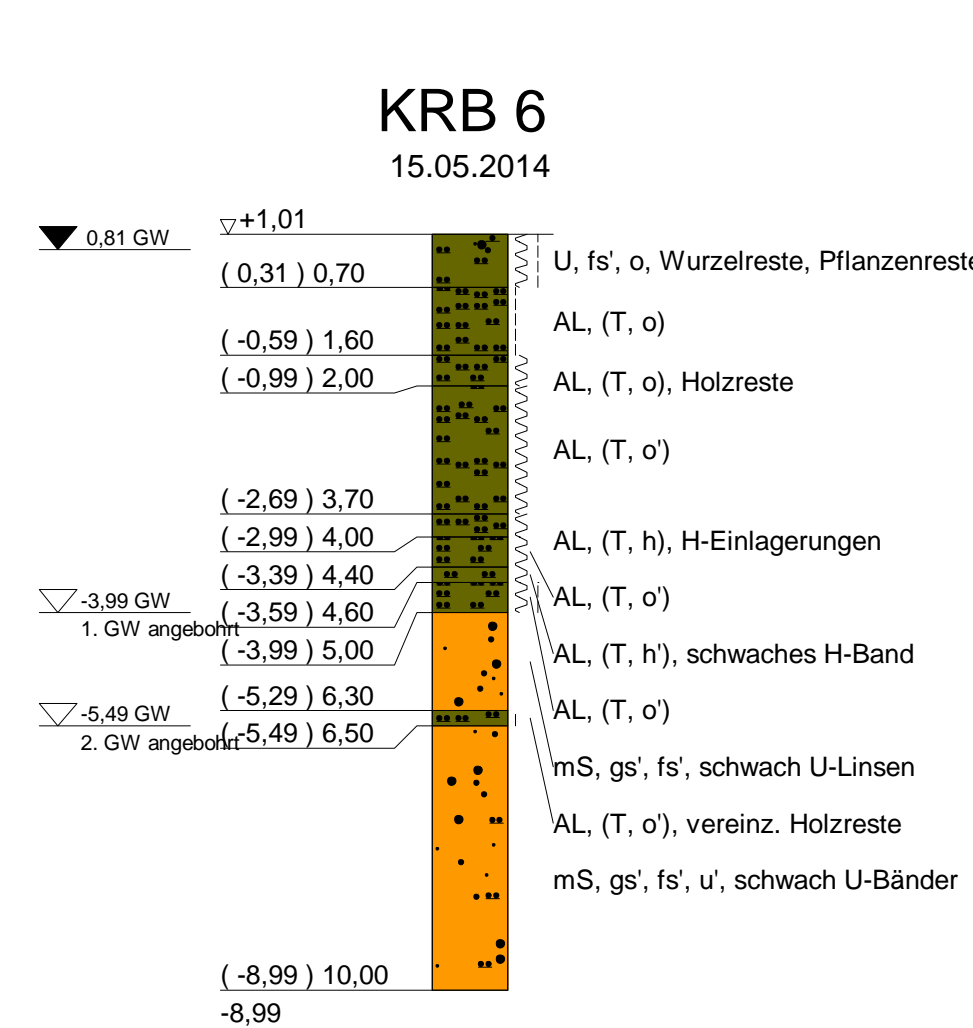
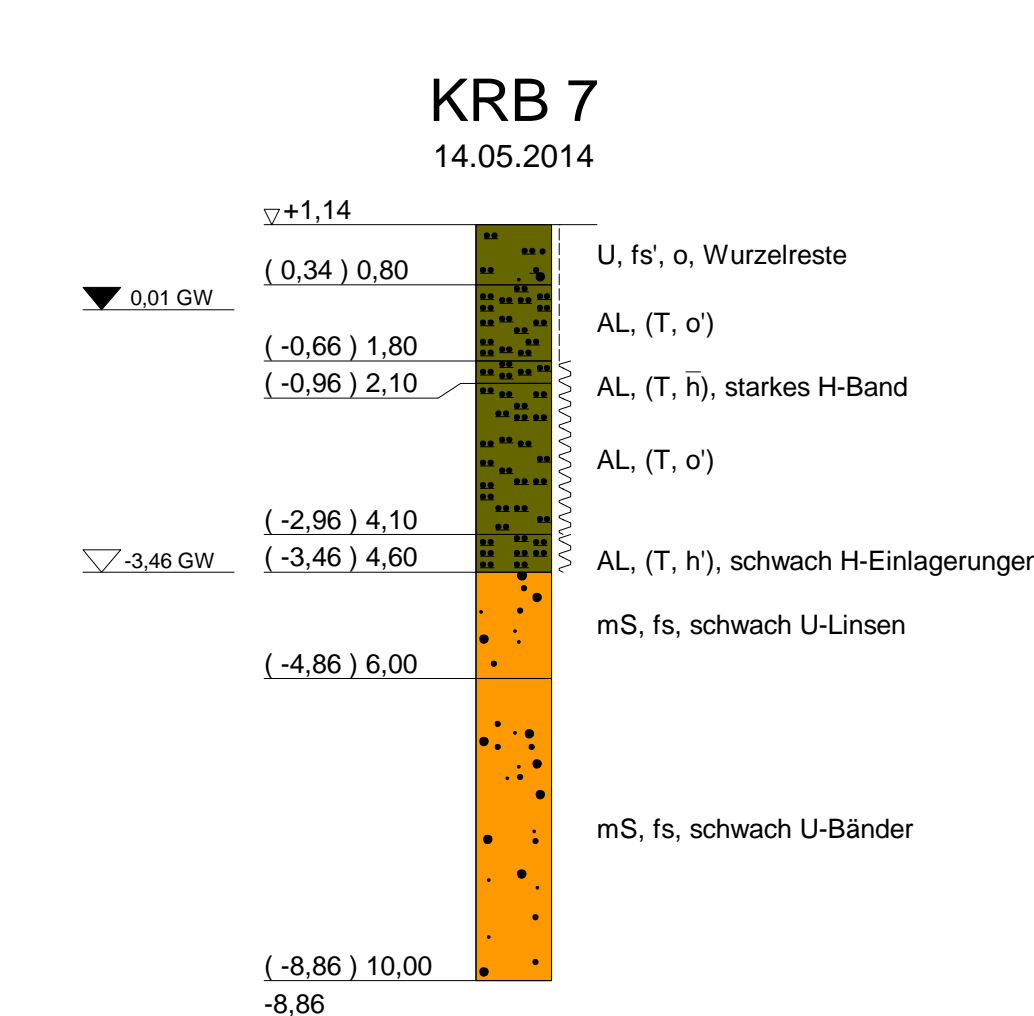
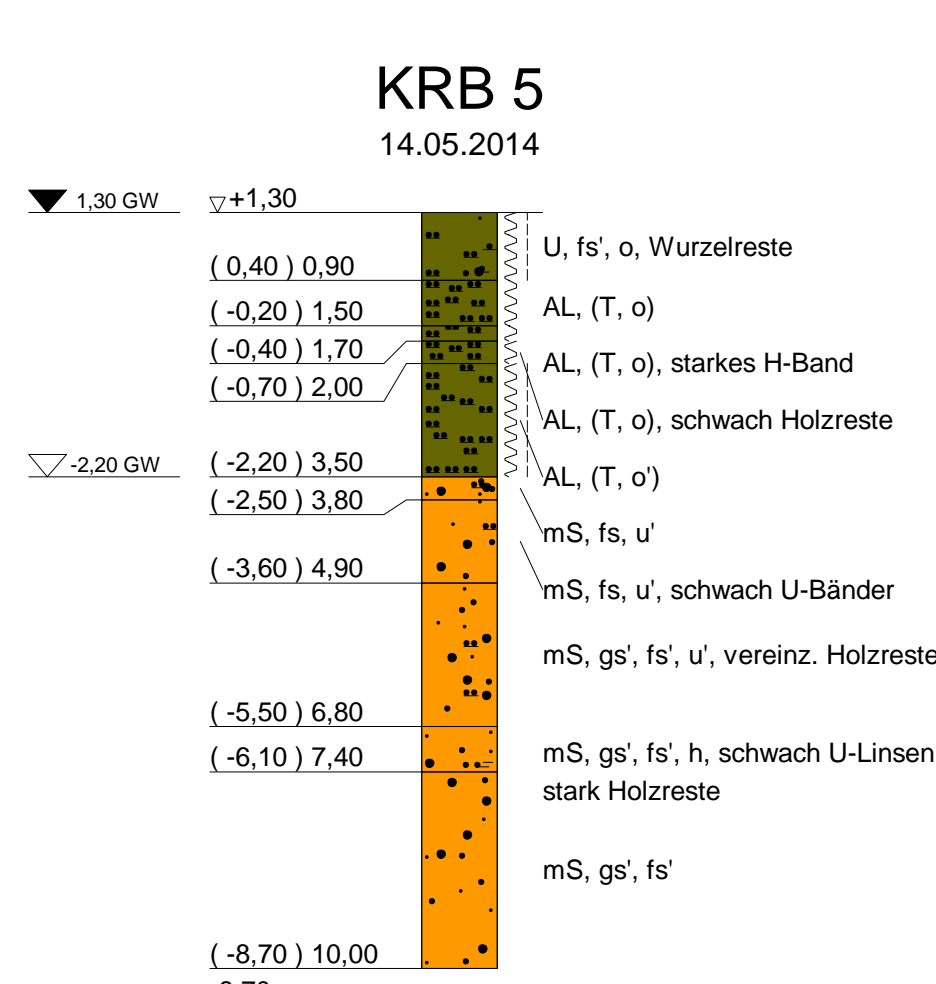
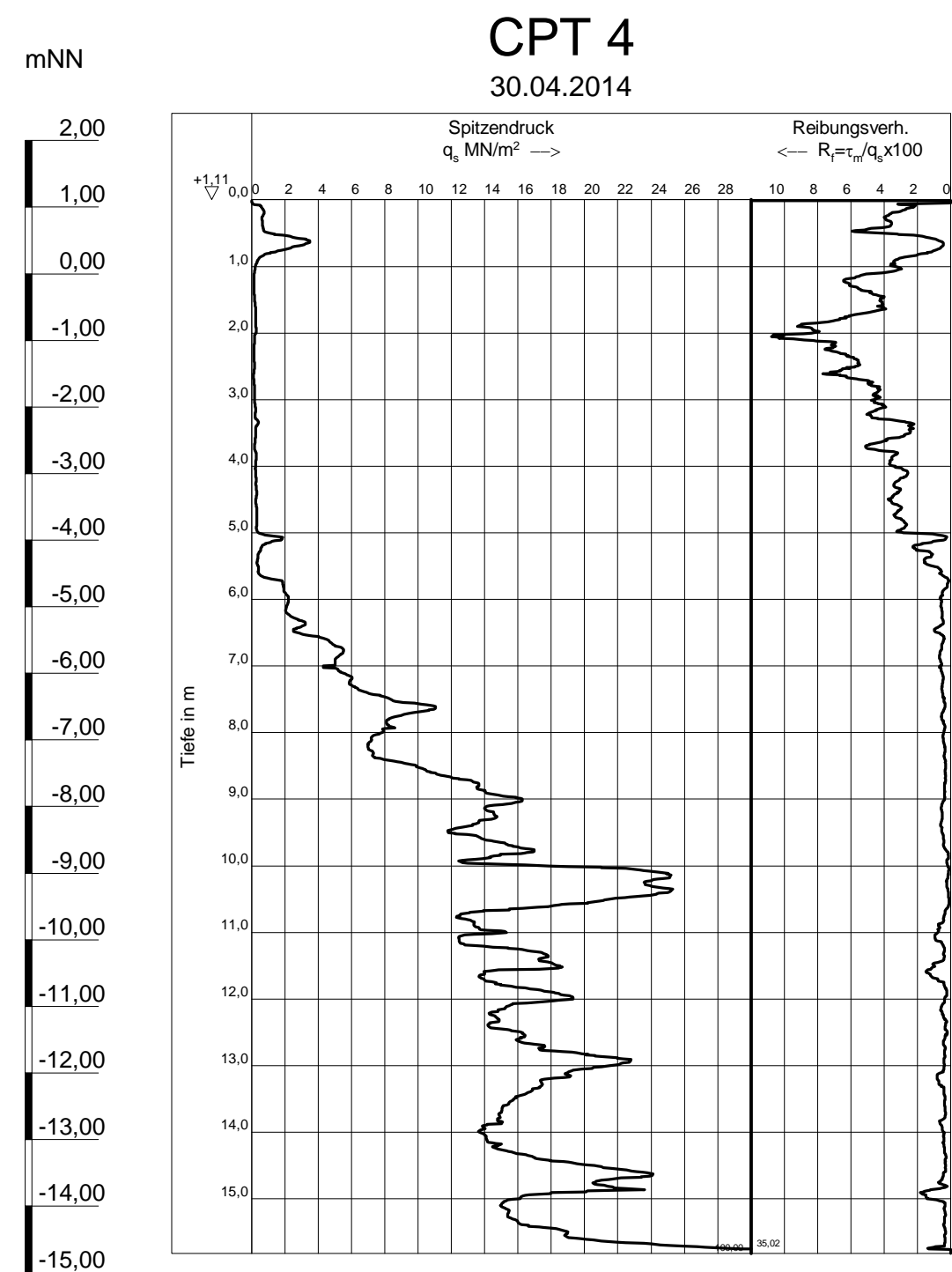
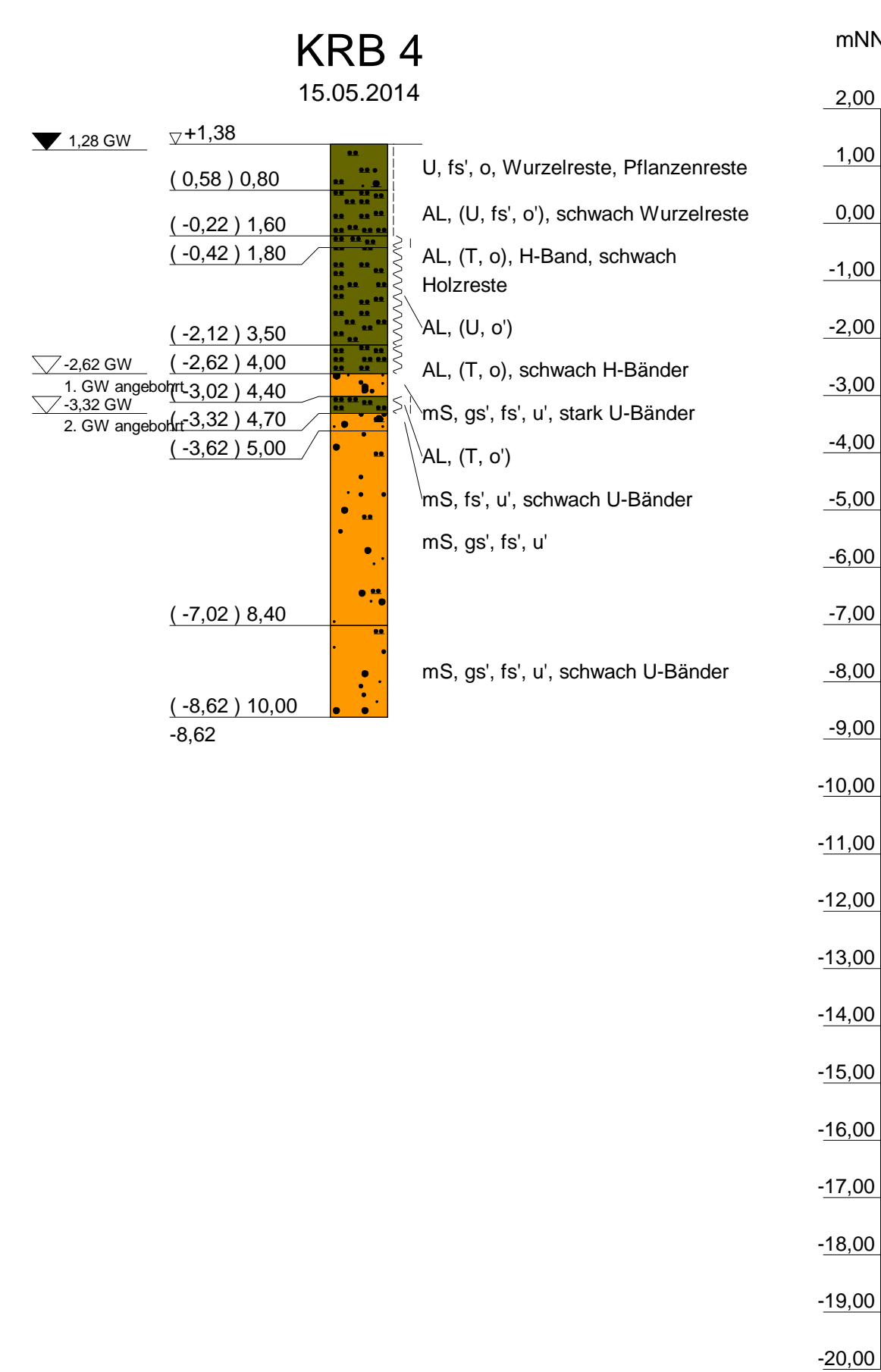
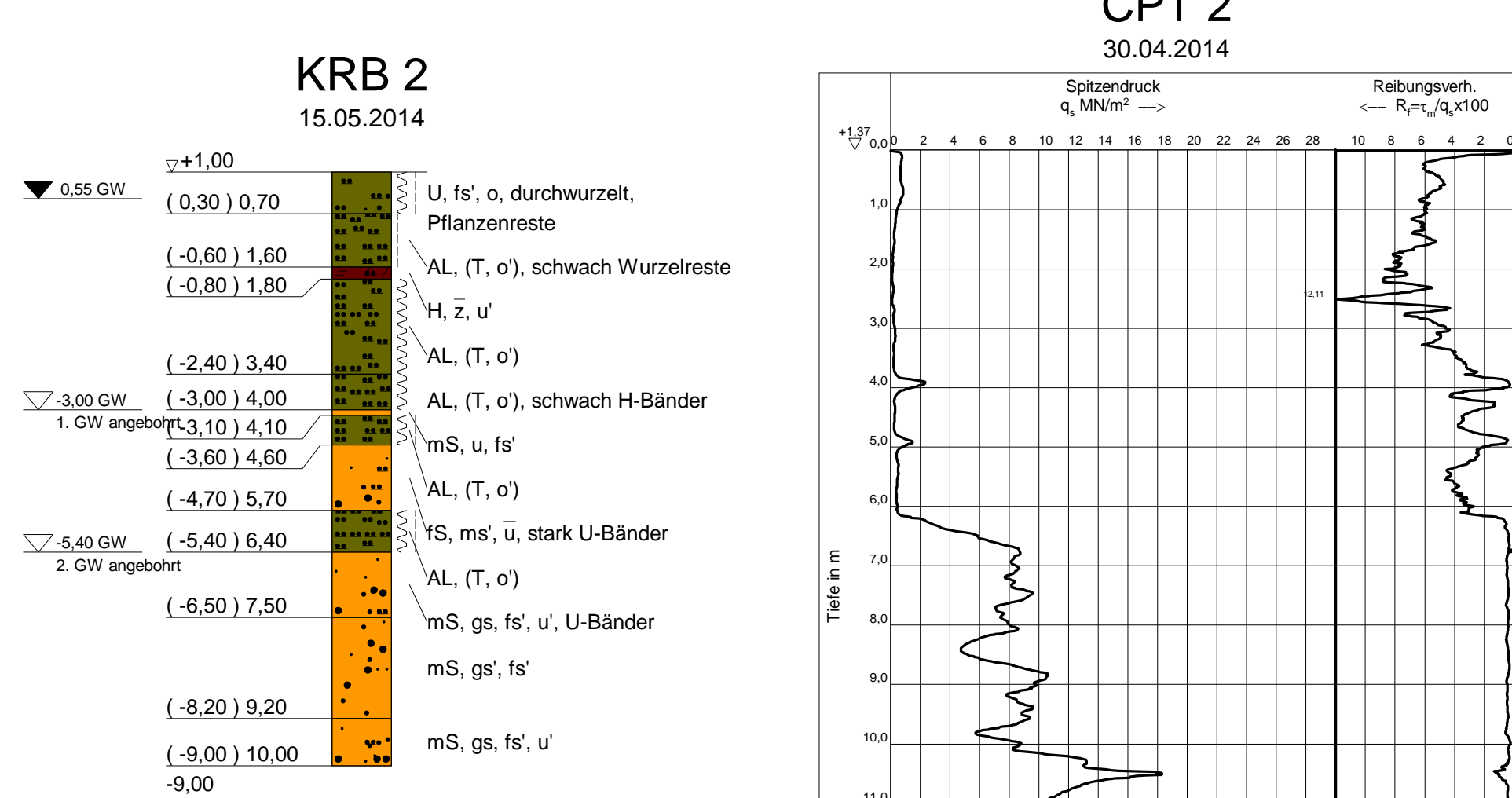
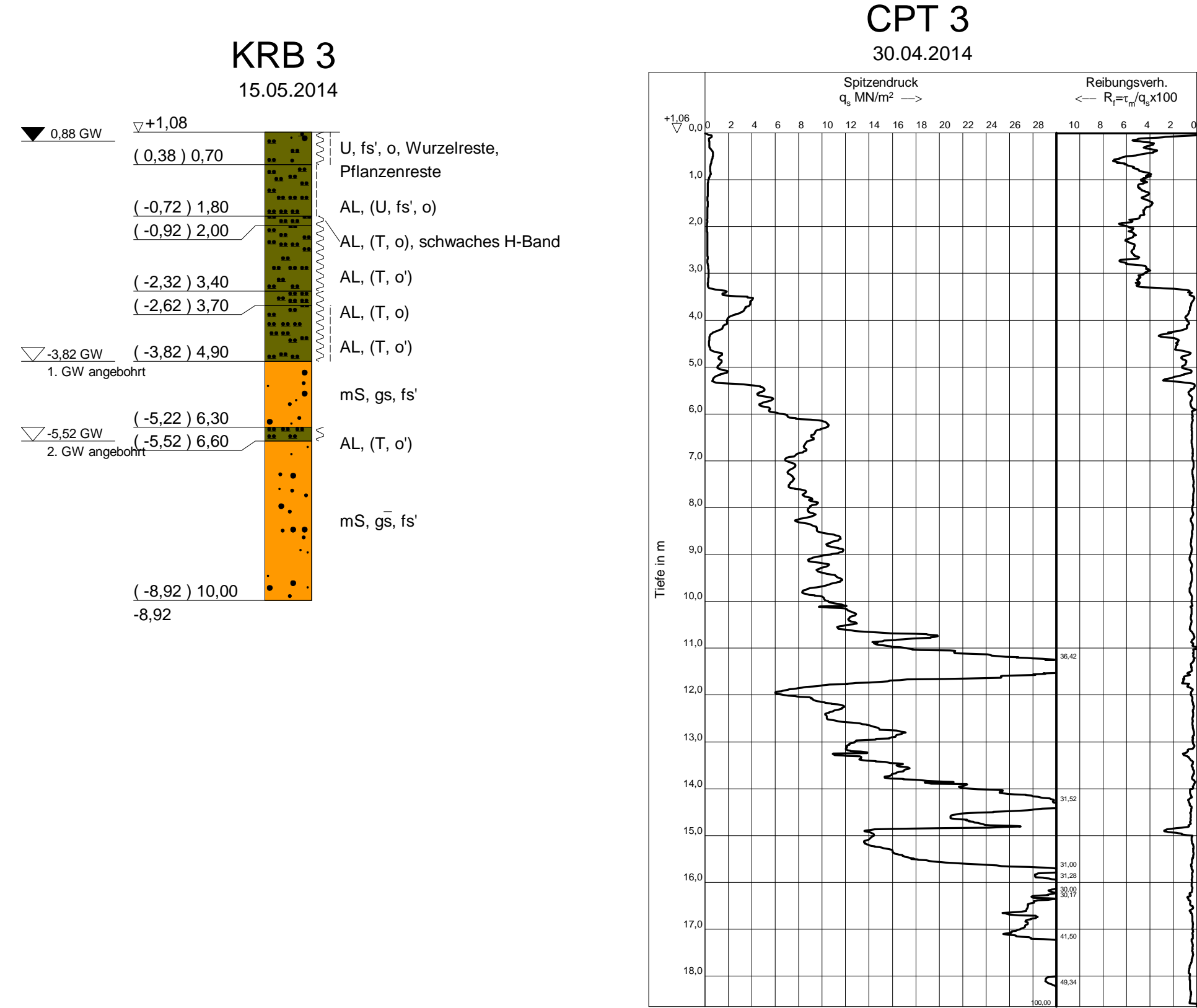
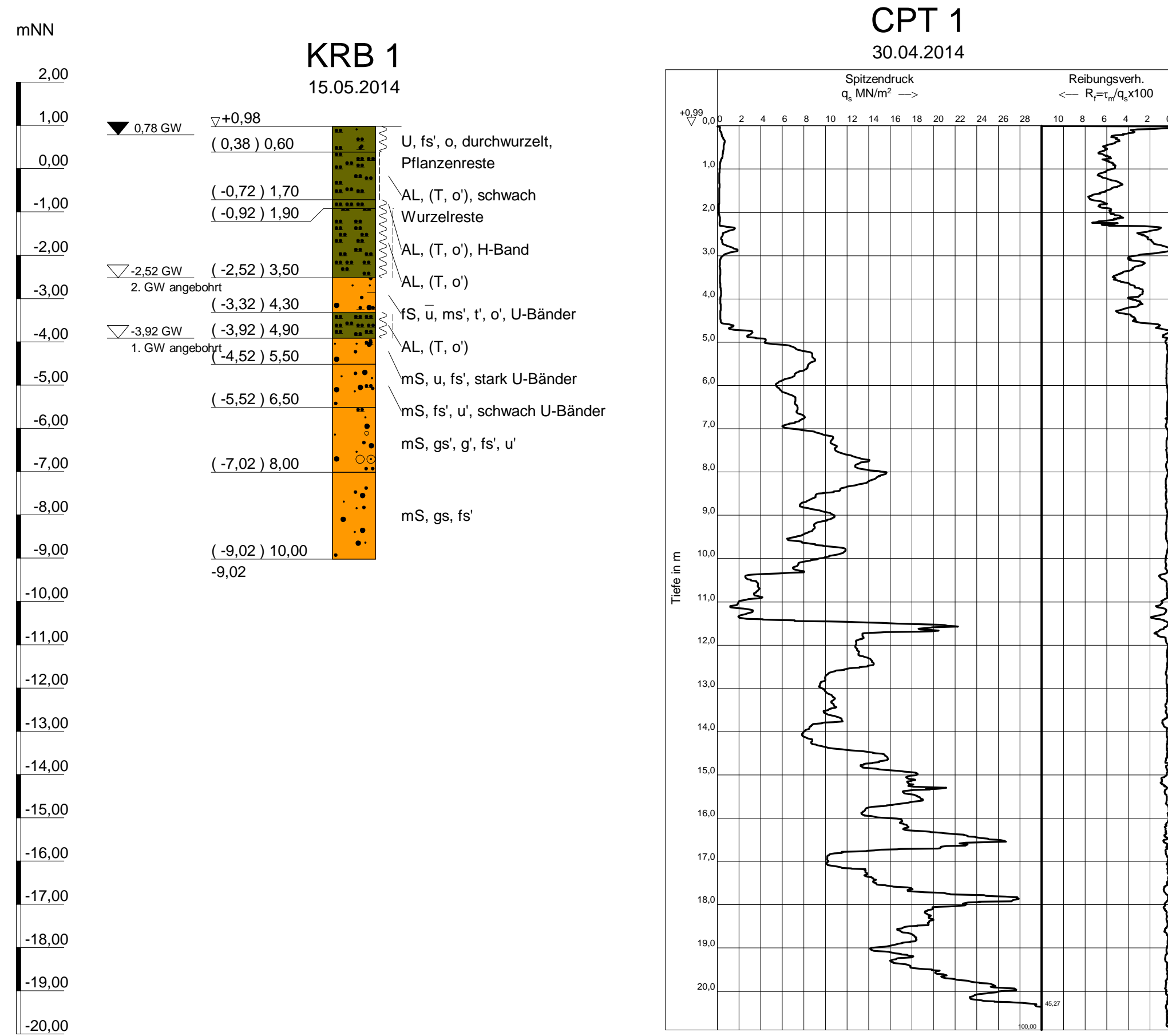
Nadorster Straße 229 a
26123 Oldenburg
0441 / 93 64 23 - 0
0441 / 93 64 23 - 328

www.igb-ingenieure.de

ArcelorMittal Bremen GmbH
Neubau Schlacke- und Staubdeponie
Geotechnische Standortuntersuchung

Lageplan

Datum	30.06.2014
gez.	Hn
gepr.	Ah
Maßstab	1 : 2.000
Anlage 1	
Zeichnungs-Nr.	13-378 10 LP 101



LEGENDE

Aufschlussbezeichnungen

Sch	Schurf
B	Bohrung
KRB	Kleinrammbohrung
GWM	Grundwassermessstelle
RFB	Rammfiterbohrungen

CPT	Drucksondierung
DPH	schwere Rammsondierung
DPM	mittelschwere Rammsondierung
DPL-5	leichte Rammsondierung (A = 5 cm)
DPL-10	leichte Rammsondierung (A = 10 cm)

Bodenproben

☐	ungestörte Probe
☒	Bohrkern
☒	gestörte Probe

Korngrößenbereich

f fein
m mittel
g grob

Nebenanteile

schwach (5 - 15 %)
stark (30 - 40 %)

Konsistenzen

brg breiig (0,00 < I_p < 0,50)
sch weich (0,50 < I_p < 0,75)
stf steif (0,75 < I_p < 1,00)
fst fest (1,00 < I_p)
fst fest (w_u < w_L)

Feuchtigkeit

f feucht
nass

Grundwasser

Grundwasser angebohrt
Grundwasser nach Bohrende
Ruhestand im aug. Bohrloch
KGW kein Grundwasser

Verwitterungsstufen

0 frisch / nicht verwittert
1 schwach verwittert
2 mäßig verwittert
3 stark verwittert
4 vollständig verwittert
5 zersetz

Klüftung

klü klüftig
stark klüftig

IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz
Hamburg • Berlin • Kiel • Ludwigshafen • Oldenburg

Steindamm 96
20099 Hamburg
Tel.: 040 / 22 70 00 - 0
Fax: 040 / 22 70 00 - 25

Neufeldstraße 10
24118 Kiel
Tel.: 0431 / 26 04 10 - 0
Fax: 0431 / 26 04 10 - 15

Nordster Straße 229 a
26123 Oldenburg
Tel.: 0441 / 93 64 23 - 0
Fax: 0441 / 93 64 23 - 329

AracelMittel Bremen GmbH
Neubau Schlacke- und Staubdeponie
Geotechnische Standorterkundung

Ergebnisse der Untergrunderkundungen

Maßstab 1 : 100	Datum 30.06.2014	Anlage 2
Blattgröße 1200 x 550	gezeichnet gepr. Ah	Zeichnungs-Nr. 13-378 10 BP 201

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE

Bodenart / Versuchsmaterial	Auelehm	Mittelsand	Auelehm	Auelehm	Auelehm	Auelehm				
Entnahmestelle	KRB 3	KRB 4	KRB 5	KRB 5	KRB 6	KRB 8				
Entnahmetiefe [m]	0,7 - 1,8	5,0 - 8,4	0,9 - 1,5	2,0 - 3,5	2,0 - 3,7	0,6 - 1,8				
Entnahmeart	GP	GP	GP	GP	GP	GP				
Wassergehalt w_n [%]	34,0			44,2	45,8	36,6				
Fließgrenze w_L [%]				71,2						
Ausrollgrenze w_P [%]				26,0						
Plastizitätszahl I_P [%]				45,2						
Konsistenzzahl I_c [-]				0,59						
Feuchtwichte γ_f [kN/m³]										
Trockenwichte γ_d [kN/m³]										
Proctorversuch s. Anlage										
Kornverteilung s. Anlage	4.1	4.2	4.1	4.1	4.1	4.1				
Durchlässigkeit s. Anlage										
Glühverlust V_{gl} [%]	6,3				5,1	7,1				
lockerste Lagerung $\min \gamma_d$ [g/cm³]										
dichteste Lagerung $\max \gamma_d$ [g/cm³]										
Scherversuch s. Anlage										
Kompressionsversuch s. Anlage										
einaxialer Druckversuch s. Anlage										
Wasseraufnahmevermögen w_A s. Anlage										

13-378 ArcelorMittal Bremen GmbH

Neubau einer Schlacke- und Staubdeponie

Geotechnische Standorterkundung

IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
 Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz
 Hamburg • Berlin • Kiel • Ludwigshafen • Oldenburg

www.igb-ingenieure.de

Steindamm 96
 20099 Hamburg
 Tel.: 040 / 22 70 00 - 0
 Fax: 040 / 22 70 00 - 28

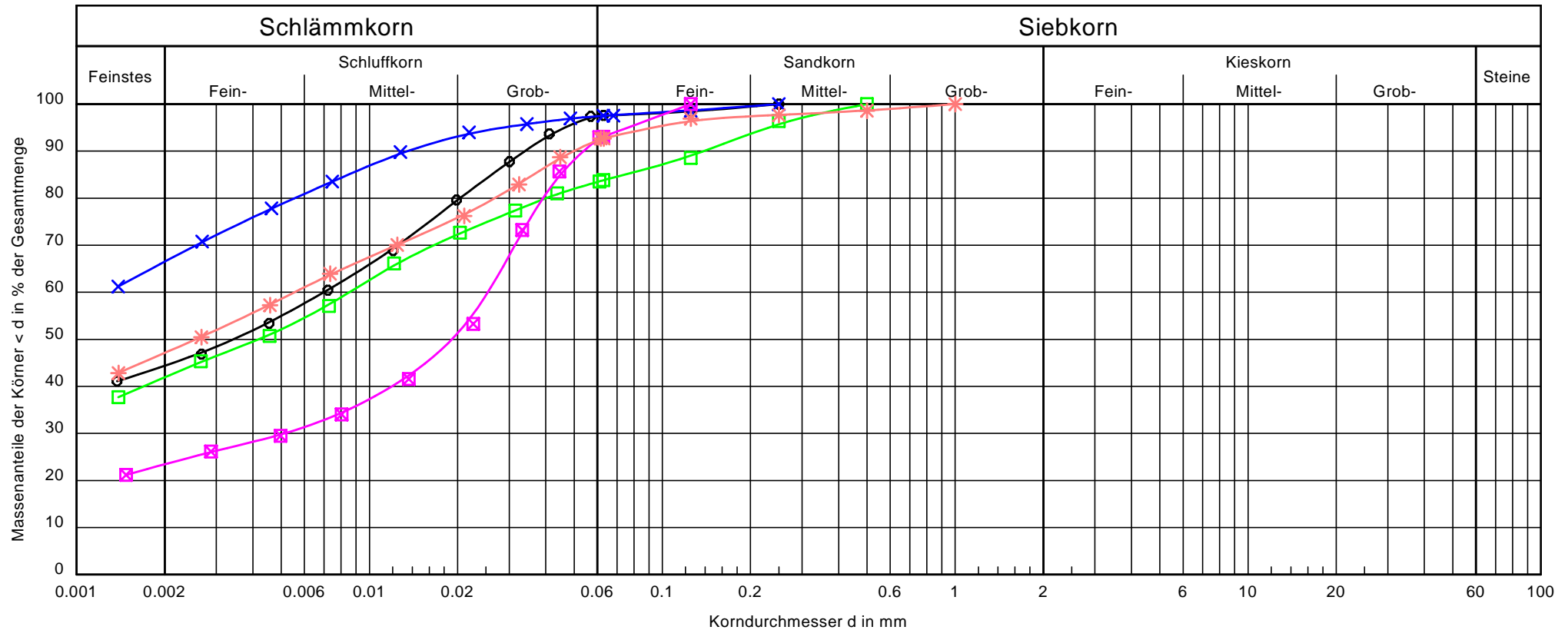
Neufeldtstraße 10
 24118 Kiel
 0431 / 26 04 10 - 0
 0431 / 26 04 10 - 18

Nadorster Straße 229 a
 26123 Oldenburg
 0441 / 93 64 23 - 0
 0441 / 93 64 23 - 328

Anlage 3

Kornverteilungskurven

14.05 -15.05.2014



Signatur	○—○	×—×	□—□	⊠—⊠	*—*
Entnahmestelle	KRB 3	KRB 5	KRB 5	KRB 6	KRB 8
Entnahmetiefe in m	0,7 - 1,80	0,9 - 1,50	2,0 - 3,50	2,0 - 3,70	0,6 -1,80
Bodenart [DIN 14688-1]:	T	T	T, s	U, t, s'	T, s'
k [m/s] (Hazen):	-	-	-	-	-
Bemerkung:					

13-378 ArcelorMittal Bremen GmbH
Neubau einer Schlacke- und Staubdeponie
Geotechnische Standorterkundung

IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz
Hamburg • Berlin • Kiel • Ludwigshafen • Oldenburg

Steindamm 98
20099 Hamburg
Tel.: 040 / 22 70 00 - 0
Fax: 040 / 22 70 00 - 28
www.igb-ingenieure.de

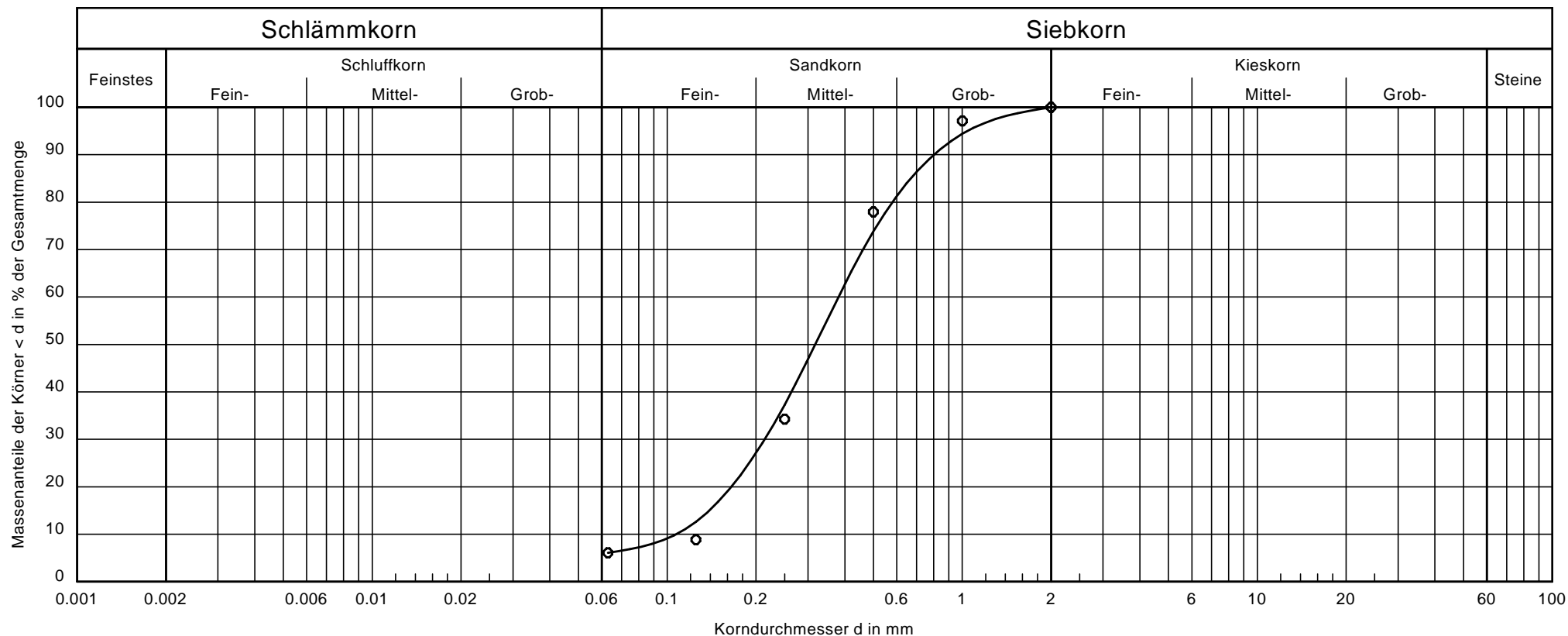
Neufeldtstraße 10
24118 Kiel
0431 / 26 04 10 - 0
0431 / 26 04 10 - 18

Nadorster Straße 229 a
26123 Oldenburg
0441 / 93 84 23 - 0
0441 / 93 84 23 - 328

Anlage: 4.1

14.05. - 15.05.2014

Kornverteilungskurven



Signatur	
Entnahmestelle	KRB 4
Entnahmetiefe in m	5,0 - 8,4
Bodenart [DIN 14688-1]:	mS, fs, u', gs'
k [m/s] (Hazen):	$1.3 \cdot 10^{-4}$
Bemerkung:	

13-378 ArcelorMittal Bremen GmbH
Neubau einer Schlacke- und Staubdeponie
Geotechnische Standorterkundung