

# Weiterbetrieb und Erweiterung Quarzsandtagebau „Utgast“

Kiesgruben Günther Müller GmbH & Co. KG, Neuschoo



## Hydrogeologischer Fachbeitrag

Hesel, 23. November 2017

Auftraggeber : Kiesgruben Günther Müller GmbH & Co. KG  
Ziegeleiweg 1 • 26487 Neuschoo

Auftragnehmer : H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG  
An der Fabrik 3 • D-26835 Hesel  
Tel.: +49 4950 9392-0 • Fax: +49 4950 1359  
eMail: [info@hm-germany.de](mailto:info@hm-germany.de) • Homepage: <http://www.hm-germany.de/>  
Eingetragen im Handelsregister des Amtsgerichts Aurich unter HRA 111325

Projektleiter : Dipl. Geologin Julia Zimmermann

Projekt-Nr. : 5736

Berichtsdatum : 23. November 2017

Anlagen : 10

Titelbild : östliches Ufer Abbaustätte Utgast, Blickrichtung Nord  
(H & M 03.04.2017)



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorbemerkungen</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Allgemeine Beschreibung des Abbauvorhabens</b>	<b>1</b>
2.1	Geographische Lage .....	1
2.2	Rohstoff .....	2
2.3	Abbau .....	2
2.4	Folgenutzung .....	2
2.5	Langfristig beabsichtigte weitere Abbauvorhaben im Planungsraum .....	2
2.6	Lage zu Schutz-, Vorrang- und Vorsorgegebieten insbesondere für die Trinkwassergewinnung .....	2
<b>3</b>	<b>Hydrologische, morphologische, klimatische, geologische Gegebenheiten</b>	<b>4</b>
3.1	Morphologie .....	4
3.2	Niederschlag und Verdunstung .....	4
3.3	Gewässernetz .....	4
3.4	Geologischer Aufbau .....	6
<b>4</b>	<b>Hydrogeologische Gegebenheiten</b>	<b>7</b>
4.1	Hydrogeologischer Aufbau und Eigenschaften des Untergrundes .....	7
4.2	Grundwasserstände .....	9
4.3	Grundwasserflurabstände .....	12
4.4	Grundwasserfließverhältnisse .....	13
4.5	Grundwasserbeschaffenheit .....	14
4.6	Grundwasserüberdeckung .....	15
4.7	Grundwasserneubildung .....	15
<b>5</b>	<b>Auswirkungen auf das Grundwasserströmungsfeld</b>	<b>16</b>
5.1	Ermittlung von Ausmaß und Reichweite der abgrabungsbedingten Grundwasserabsenkung und -aufhöhung .....	16
5.2	Angaben zu veränderter Grundwasserfließrichtung und zum Einzugsgebiet des Baggersees .....	17
5.3	Berücksichtigung von vertikalen Strömungskomponenten und ihren Veränderungen .....	18
5.4	Einflüsse auf Ökologie und Nutzungen .....	18
5.5	Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung der voraussichtlichen Auswirkungen .....	19



<b>6</b>	<b>Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt</b>	<b>20</b>
6.1	Grundwasserneubildungsraten.....	20
6.2	Grundwasserentnahme .....	20
6.3	Grundwasserverluste .....	21
6.4	Einflüsse auf Ökologie und Nutzungen .....	21
6.5	Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung der voraussichtlichen Auswirkungen .....	21
<b>7</b>	<b>Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit</b>	<b>22</b>
7.1	Hydrochemische Veränderungen .....	22
7.2	Hydrochemische Schichtung im Grundwasser .....	24
7.3	Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung der voraussichtlichen Auswirkungen .....	25
<b>8</b>	<b>Auswirkungen im Abbaugewässer</b>	<b>26</b>
<b>9</b>	<b>Wasserrahmenrichtlinie</b>	<b>30</b>
9.1	Grundwasser .....	30
9.2	Oberirdische Gewässer .....	31
<b>10</b>	<b>Konzept für ein Beweissicherungsprogramm</b>	<b>32</b>
<b>11</b>	<b>Literaturhinweise</b>	<b>33</b>
<b>12</b>	<b>Kartenverzeichnis</b>	<b>34</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Hydrografische Karte im Bereich der Abbaustätte (verändert nach MU 2017) .....	5
Abb. 2:	Körnungslinien .....	8
Abb. 3:	Grundwasserganglinien der Messstellen B3(M) und B5(M) sowie Ganglinie des Seewasserstandes .....	9
Abb. 4:	Ganglinien der Grundwasserflurabstände der Messstellen B3(M) und B5(M) .....	12
Abb. 5:	Ionenverteilung im Piper-Diagramm .....	14
Abb. 6:	Grundwasserneubildung .....	15



Abb. 7: Baggersee mit Absenkung und Aufhöhung des Grundwassers sowie Reichweite der hydraulischen Auswirkungen (schematisiert, ECKEL 2007).....	16
Abb. 8: Einfluss der Seeform auf die Einflussbreite des Baggersees, relative Seetiefe ( $t/D = 0,3$ (LfU 2004) .....	18
Abb. 9: Einteilung der Seefläche .....	27

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Vor-Ort-Parameter Brückenleide .....	5
Tab. 2: Durchlässigkeitsbeiwert und effektive Porosität aus Kornverteilung .....	8
Tab. 3: Statistik der Grundwasserstände.....	11
Tab. 4: Grundwasserflurabstände .....	13
Tab. 5: Spektralfaktoren, Streichlängen, mittleren partiellen Wellenhöhen der Sektoren sowie mittlere Wellenhöhen, mittlere Wellenlänge, mittlere Wellenperiode und Wellenaufbau im Abbaugewässer an Punkt P.....	29

## Anlagenverzeichnis

<b>Anlage 1</b>	Übersichtskarte	M 1 : 25.000
<b>Anlage 2</b>	Lageplan	M 1 : 5.000
<b>Anlage 3</b>	Querprofile Brückenleide	
<b>Anlage 4</b>	Bohrprofile der Erkundungsbohrungen	
<b>Anlage 5</b>	Stammdaten der Grundwassermessstellen	
<b>Anlage 6</b>	Bohrprofile/ Ausbauzeichnungen Grundwassermessstellen	
<b>Anlage 7</b>	Grundwasserganglinien	
<b>Anlage 8</b>	Grundwassergleichenpläne	M 1 : 6.000
<b>Anlage 9</b>	Flurabstandsplan	M 1 : 6.000
<b>Anlage 10</b>	Analyseergebnisse	



## **1 Vorbemerkungen**

Die Kiesgruben Günther Müller GmbH & Co. KG, Ziegeleiweg 1 in 26487 Neuschoo, betreibt in der Gemarkung Utgast, Gemeinde Holtgast, Landkreis Wittmund einen Sandabbau im Nassabbauverfahren. Im Rahmen der langfristigen Unternehmensplanung und Standortsicherung sollen nunmehr die Zulassungsvoraussetzungen für eine erneute Erweiterung der Abbaustätte geschaffen werden. Der Weiterbetrieb und die Erweiterung des Tagebaus in Utgast bedarf eines bergrechtlichen Planfeststellungsverfahrens mit Umweltverträglichkeitsprüfung gem. § 52 Abs. 2a i.V.m. § 57a Bundesberggesetz (BBergG).

In der Antragkonferenz am 11. November 2014 sowie mit Schreiben des LBEG vom 11.05.2015 wurde der Umfang der notwendigen Untersuchungen festgelegt. Unter anderem ist die Erstellung eines hydrogeologischen Fachbeitrages in Anlehnung an die Geofakten 10 des LBEG (ECKL 2007) notwendig.

Für die Erstellung des hydrogeologischen Fachbeitrages liegen aus der laufenden Beweissicherung Daten zur Grundwassergüte seit 1997 in einem 2 bis 3 Jahres-Rhythmus und zu den Grundwasserständen seit 1997 in einem monatlichen Messrhythmus vor. Für den Bereich der bisherigen Abbaustätte wurden 1978 11 Erkundungsbohrungen in Tiefen zwischen 10 und 18 m niedergebracht. Im Jahr 1993 wurden 8 Bohrungen bis 20 m Tiefe durchgeführt und 1999 nochmal 3 25 bis 30 m tiefe Bohrungen. Im Bereich der Erweiterungsfläche liegen Bohrprofile von einer 30 m tiefen Bohrung aus dem Jahr 1999 und von 5 25 bis 30 m tiefen Bohrungen aus dem Jahr 2000 vor. Im April 2014 wurden zwei 30 m tiefe Erkundungsbohrungen niedergebracht und zu Grundwassermessstellen ausgebaut. Weiterhin liegen Bohrprofile von 5 Grundwassermessstellen aus dem Jahr 1997 vor. Proben der Bohrungen aus dem Jahr 1993 und 2014 wurden zu Mischproben zusammengefügt und davon Siebanalysen durchgeführt.

## **2 Allgemeine Beschreibung des Abbauvorhabens**

### **2.1 Geographische Lage**

Das Plangebiet, das sich naturräumlich im Grenzbereich zwischen der Ostfriesischen Seemarsch und der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest befindet, ist rund 500 m nördlich des Ortskerns der Ortschaft Utgast, Gemeinde Holtgast, Landkreis Wittmund, zwischen Strengeweg und Ettingsweg gelegen.

Die größten Teile des Plangebiets sind der Seemarsch zuzuordnen. Nach dem Landschaftsrahmenplan (LRP LK Wittmund) handelt es sich um die Landschaftseinheiten Benersieler Marsch im nördlichen Teil des Geltungsbereiches und Esenser Geest im südlichen Teil.



## 2.2 Rohstoff

<u>Art:</u>	Füll-/Kiessande
<u>Menge:</u>	4,75 Mio. m <sup>3</sup>
<u>Verwendungszweck:</u>	Baustoffe für Hoch-/Tiefbau
<u>volkswirtschaftliche Bedeutung:</u>	Lagerstätte 1. Ordnung von besonderer volkswirtschaftlicher Bedeutung (NIBIS Kartenserver 2017a)

## 2.3 Abbau

<u>Art:</u>	Nassabbau
<u>Fläche:</u>	rd. 21,39 ha (Nassabbauerweiterung)
<u>Wasserfläche nach Abbauende:</u>	rd. 29,55 ha
<u>Tiefe:</u>	30 m
<u>Form:</u>	rechteckig
<u>Ausrichtung:</u>	N-S
<u>Technische Betriebsmerkmale:</u>	Unbemanntes, dGPS kontrolliertes Spülaggregat; Siebmaschine zur Herstellung versch. Produkte
<u>Laufzeit:</u>	40 Jahre

## 2.4 Folgenutzung

Die Abbaustätte verbleibt nach Abbau als naturnaher Landschaftssee.

## 2.5 Langfristig beabsichtigte weitere Abbauvorhaben im Planungsraum

Seitens Kiesgruben Günther Müller GmbH & Co. KG ist eine nochmalige Erweiterung des Abbaus derzeit nicht geplant.

## 2.6 Lage zu Schutz-, Vorrang- und Vorsorgegebieten insbesondere für die Trinkwassergewinnung

Das Plangebiet ist Bestandteil eines im Raum Utgast großflächig ausgewiesenen Rohstoffsicherungsgebietes mit Quarzsandvorkommen von besonderer volkswirtschaftlicher Bedeutung (Lagerstätte 1. Ordnung) (NIBIS Kartenserver 2017a).

Der potenzielle Einwirkungsbereich des Vorhabens befindet sich im 2.555 ha großen Landschaftsschutzgebiet WTM025, welches Bestandteil des EU-Vogelschutzgebietes



2309-431 - V63 „Ostfriesische Seemarsch zwischen Norden und Esens“ ist. Seit September 2010 ist das Gebiet als Landschaftsschutzgebiet (LSG) geschützt. Das LSG dient dem Schutz des EU-Vogelschutzgebietes für den im Landkreis Wittmund liegenden Bereich.

Die Abbaustätte und die Erweiterungsflächen befinden sich im Bereich eines Vorsorgegebietes für Rohstoffgewinnung, für Landwirtschaft auf Grund besonderer Funktionen der Landwirtschaft, für Erholung sowie im nordöstlichen Teil für Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung (RROP 2006).

Das Untersuchungsgebiet liegt außerhalb von Vorsorge- und Vorranggebieten für die Trinkwassergewinnung. Die Schutzzone III des Trinkwasserschutzgebiets *„Harlingerland“* liegt ca. 4,5 km südlich der Abbauf Flächen.





### **3 Hydrologische, morphologische, klimatische, geologische Gegebenheiten**

#### **3.1 Morphologie**

Die Geländehöhen nehmen von Süden nach Norden ab. Im Süden der Abbaustätte sind Geländehöhen von etwa 2,0 bis 2,8 mNN vorhanden. Im Norden variieren sie zwischen 1,0 und 1,5 mNN. Die Geländeneigung ist geringer als 0,5 % (NIBIS Kartenserver 2017b).

#### **3.2 Niederschlag und Verdunstung**

Im NIBIS Kartenserver (2017c) wird für die Erweiterungsflächen eine jährliche Niederschlagsmenge von rd. 867 mm ausgewiesen. Davon entfallen 421 mm auf das Sommer- und 446 mm auf das Winterhalbjahr (NIBIS Kartenserver 2017d & e). Die FAO-Grasreferenzverdunstung wird auf 547 mm im Jahr sowie 430 mm Sommer und 117 mm im Winter angegeben (NIBIS Kartenserver 2017f, g, h).

Die klimatische Wasserbilanz weist für ein Jahr somit einen Überschuss von etwa 320 mm auf. Im Sommer besteht ein Defizit von etwa 9 mm und im Winter ein Überschuss von rd. 329 mm.

#### **3.3 Gewässernetz**

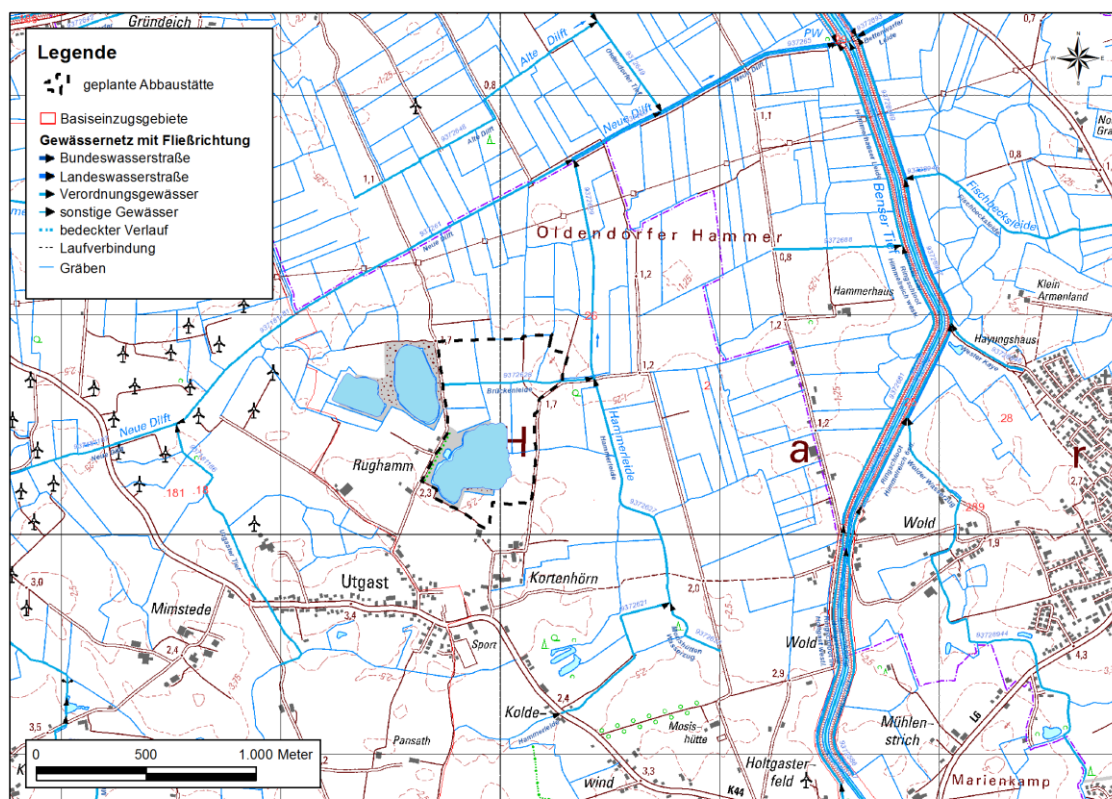
Der Erweiterungsbereich der Abbaustätte wird von einigen Gräben durchzogen. Mittig von West nach Ost verläuft die Brückenleide, ein Gewässer II. Ordnung, Richtung Hammerleide, ebenfalls ein Gewässer II. Ordnung (Abb. 1). Die Hammerleide entwässert in nördliche Richtung zur Neue Dillt, und von dort wird in östlicher Richtung über ein Schöpfwerk in das Benser Tief entwässert. Der Wasserstand im Gebiet wird somit anthropogen reguliert.

Im April 2016 hat eine Vermessung der Brückenleide stattgefunden. Es wurden an 5 Standorten verteilt auf einer Strecke von rd. 530 m Querprofile aufgenommen. Die östlichste Profilaufnahme erfolgte direkt vor der Parallelführung zum Ettingsweg. Die obere Breite des Gewässers nimmt von West nach Osten von rd. 3 auf rd. 4 m zu. Auch die Sohlbreite nimmt im Verlauf von rd. 0,8 auf rd. 1,2 m zu. Die Böschungsneigung liegt meist im Bereich von 1:1 bis 1:1,5. Das Sohlgefälle beträgt über den gesamten Streckenabschnitt 0,08 %. Die Grabensohle am östlichsten Profilschnitt liegt bei -0,10 mNN. Die Profilschnitte sind in Anlage 3 einsehbar.

Im April 2017 wurden an den Standorten 1 und 4 der Querprofile Wasserproben entnommen und auf die Vor-Ort-Parameter untersucht (Tab. 1).

**Tab. 1: Vor-Ort-Parameter Brückenleide**

Parameter	Einheit	Standort 1	Standort 4
Datum/Uhrzeit	[-]	03.04.2017 9:55	03.04.2017 16:00
Färbung	[-]	gelblich	schwach gelblich
Trübung	[-]	keine	keine
Geruch	[-]	muffig	schwach muffig
Wassertemperatur	[°C]	9,8	15,6
Sauerstoffgehalt	[mg/l]	8,19	13,53
pH-Wert	[-]	6,81	6,01
Elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	258	297



**Abb. 1: Hydrografische Karte im Bereich der Abbaustätte  
(verändert nach MU 2017)**



### 3.4 Geologischer Aufbau

In der GK 25 werden für die oberen 2 m im Bereich der bisherigen Abbaustätte saalezeitliche Fein- bis Mittelsande, die z. T. von weichselzeitlichen Flugsanden überdeckt werden, ausgewiesen (NIBIS-Kartenserver 2017i). Nach Osten geht diese Schichtenfolge in weichselzeitliche Flugsande über drenthezeitlichen Geschiebelehm über. Nach Norden schließen sich schluffige Tone mit Pflanzenresten des Holozäns über Niedermoortorf, unterlagert von pleistozänen Feinsanden, an. Nach NIBIS Kartenserver (2017j) ist mit einer Tiefenlage der Quartärbasis von etwa -50 mNN auszugehen.

Die Bohrungen zur Erkundung auf sulfatsaure Böden auf den Erweiterungsflächen zwischen bisheriger Abbaustätte und Brückenleide ergaben eine durchschnittliche Kleiauf-lage von 0,36 m. Der Klei wurde nur teilweise von Torf oder torfhaltigen Sedimenten in Mächtigkeiten von rd. 0,1 m unterlagert. Die im Liegenden folgenden Sande wiesen teil-weise bindige Eigenschaften auf, so dass sie als sandige Schluffe angesprochen wurden.

Die Bohrungen der Lagerstättenerkundung weisen im Wesentlichen Mittel- bis Feinsande aus. Grobsande und Kiesanteile finden sich in den Bohrungen auf den Erweiterungs-flächen vor allem in Tiefen > 16 m. In den ersten 2 Metern finden sich vor allem in den östlichen Bohrungen Lehmschichten mit Mächtigkeiten von 0,1 bis 1,2 m.

Proben der Bohrungen aus dem Jahr 1993 wurden zu Mischproben zusammengefügt und auf ihre Kornverteilung untersucht. Auch von den 2 Bohrungen im Jahr 2014 wurden re-präsentative Proben auf ihre Kornverteilung untersucht. Die Proben können alle als enggestufte Sande klassifiziert werden. Die Körnungslinien der Bohrungen B6(M) und B7(M) aus dem Jahr 2014 sind in Abb. 2 dargestellt.

Das sandige und kiesige Bohrgut der Bohrungen B6(M) [B1, Utgast] und B7(M) [B2, Utgast] wurde zu jeweils einer Mischprobe zusammengefasst und dem Institut für Nicht-metallische Werkstoffe der TU Clausthal zur Bestimmung des Kegelfallpunktes nach Seger (DIN EN 993-12) sowie zur Bestimmung des Quarzanteils mittels Röntgendiffrak-tometrie (RDA) übersandt. Der Quarzgehalt beider Proben beträgt 93 %. Die Bestimmung des Kegelfallpunktes nach Seger wurde nach dem Fall des Vergleichkegels SK28 been-det. Die Probenkegel waren noch nicht gefallen, somit hat das Probenmaterial eine Ke-gelfallpunkt nach Seger >SK 28 auf. Die Kriterien als grundeigener Bodenschatz (SK  $\geq$  26 und Quarzgehalt  $\geq$  80%) im Sinne des § 3 Abs. 4 Ziffer 1 BBergG – Quarzsand – werden erfüllt.



## 4 Hydrogeologische Gegebenheiten

### 4.1 Hydrogeologischer Aufbau und Eigenschaften des Untergrundes

Die Abbaustätte und Erweiterungsflächen befinden sich im hydrogeologischen Teilraum Oldenburgisch-Ostfriesische Geest. In diesem bilden Sande des Quartärs und Tertiärs den Grundwasserleiter, der durch schluffig-tonige Sedimente größtenteils im oberen Teil des Pliozäns in unterschiedliche Stockwerke getrennt sein kann. Die Basis des Grundwasserleiters bilden schluffige Feinsande des Miozäns (ELBRACHT et al. 2007). Abgeschlossen wird die pleistozäne Schichtenfolge von einem sandigen Geschiebelehm bzw. -mergel. An der Basis der geringdurchlässigen Schichten ist das Grundwasser zu meist gespannt (ELBRACHT et al. 2007). Die Mächtigkeit des Grundwasserleiterkomplexes wird im NIBIS Kartenserver (2017k) mit >100 bis 200 m angegeben.

Bohrung Bensorsiel I in etwa 1,3 km Entfernung in nordnordwestlicher Richtung zeigt eine bindige pliozäne Schicht in etwa 53 bis 58 m Tiefe und miozäne schluffige Sedimente ab rd. 197 m Tiefe (NIBIS Kartenserver 2017l).

Bis in die geplante Abbautiefe von 30 m wurden im Rahmen der Erkundungsbohrungen verbreitet durchgehend Sande angetroffen. Neben den in den ersten beiden Metern teilweise vorhandenen Lehmschichten wurde nur in Bohrung B6(M) im Tiefenbereich von 20 m eine geringmächtige Lehmschicht angetroffen.

In Abgleich der Unterkanten der geringdurchlässigen Sedimente der vorhandenen Bohrungen (Anlage 4, Anlage 6) mit dem Flurabstandsplan (Anlage 9) ist davon auszugehen, dass im südlichen Bereich der Abbaustätte eine freie Grundwasseroberfläche vorliegt und im nördlichen Bereich teils freies und teils gespanntes Grundwasser vorhanden ist.

Die Ergebnisse der Kornverteilungen der 1993 und 2014 untersuchten Proben sind mit HydrogeoSieveXL, einer Auswertungssoftware auf Excel-Basis (DEVLIN 2015), ausgewertet worden. Es wurden Durchlässigkeitsbeiwerte nach bis zu 15 verschiedenen Auswertungsmethoden unter Beachtung der entsprechenden Gültigkeitsbereiche berechnet. Zusätzlich wurden die effektiven Porositäten berechnet. Die so berechneten Mittelwerte der Durchlässigkeit sind in Tab. 2 aufgeführt.

Sie charakterisieren den Grundwasserleiter mit Durchlässigkeitsbeiwerten (geometrisches Mittel) zwischen  $4,64 \cdot 10^{-5}$  m/s und  $4,47 \cdot 10^{-4}$  m/s als durchlässig bis stark durchlässig. Anhand der repräsentativen Mächtigkeiten wurde für jede untersuchte Bohrung die resultierende horizontale Durchlässigkeit nach

$$K_h = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^n K_i \cdot m_i$$

mit den geometrischen Mittelwerten der Durchlässigkeitsbeiwerte berechnet. Bei Bohrung B7(M) ist jedoch zu berücksichtigen, dass die größeren Schichten nicht untersucht wurden. Die resultierende horizontale Durchlässigkeit müsste eigentlich höher sein. Der Mittelwert aller Bohrungen beträgt  $1,81 \cdot 10^{-4}$  m/s.

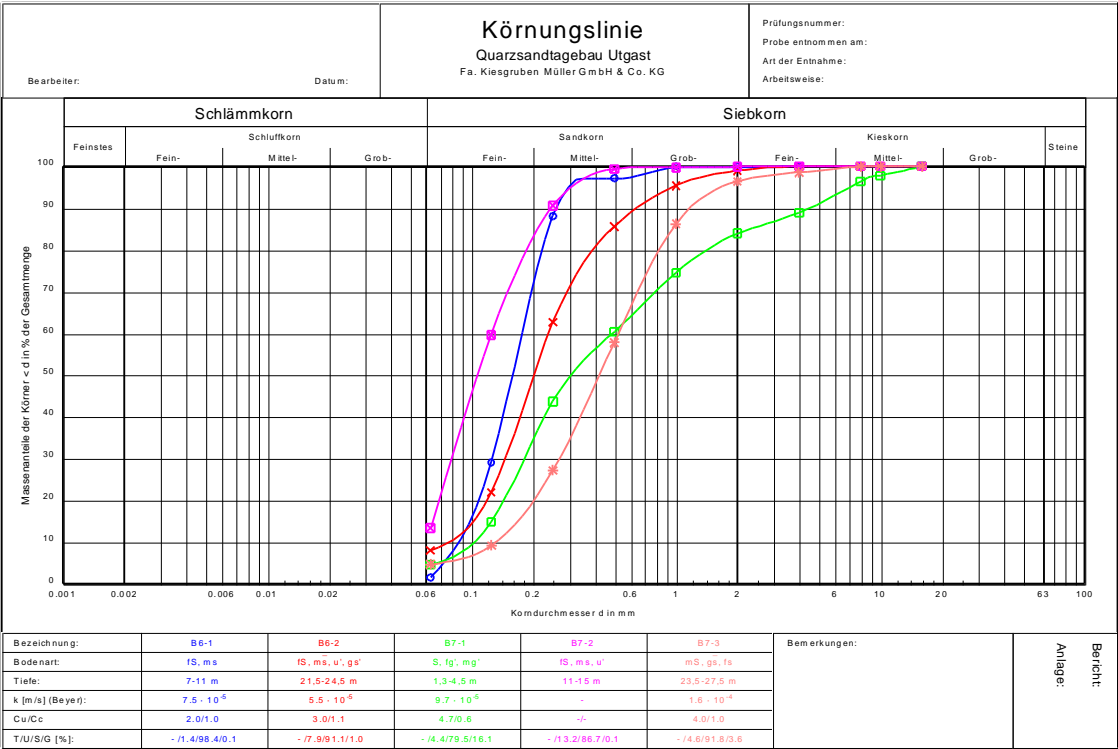


Abb. 2: Körnungslinien

Tab. 2: Durchlässigkeitsbeiwert und effektive Porosität aus Kornverteilung

Probe	Durchlässigkeitsbeiwert		Effektive Porosität	Repräsentative Mächtigkeit	Resultierende horizontale Durchlässigkeit
	Geometrischer Mittelwert	Arithmetischer Mittelwert			
[-]	[m/s]	[m/s]	[-]	[m]	[m/s]
B1-1 93	5,82E-04	7,99E-04	0,33	10,6	3,77E-04
B1-2 93	1,11E-04	1,19E-04	0,29	8,2	
B2-1 93	1,91E-04	2,09E-04	0,30	7,8	1,81E-04
B2-2 93	1,74E-04	1,96E-04	0,31	11,0	
B3-1 93	2,20E-04	2,55E-04	0,32	8,9	2,93E-04
B3-2 93	4,10E-04	5,07E-04	0,33	5,5	
B4-1 93	2,29E-04	2,49E-04	0,31	7,8	1,85E-04
B4-2 93	1,43E-04	2,51E-04	0,32	8,0	
B5-1 93	1,85E-04	2,01E-04	0,31	5,8	2,83E-04
B5-2 93	4,47E-04	7,53E-04	0,33	7,2	
B5-3 93	1,76E-04	2,43E-04	0,32	5,8	
B6-1 93	7,45E-05	8,27E-05	0,29	11,0	1,17E-04
B6-2 93	1,74E-04	2,03E-04	0,32	8,3	

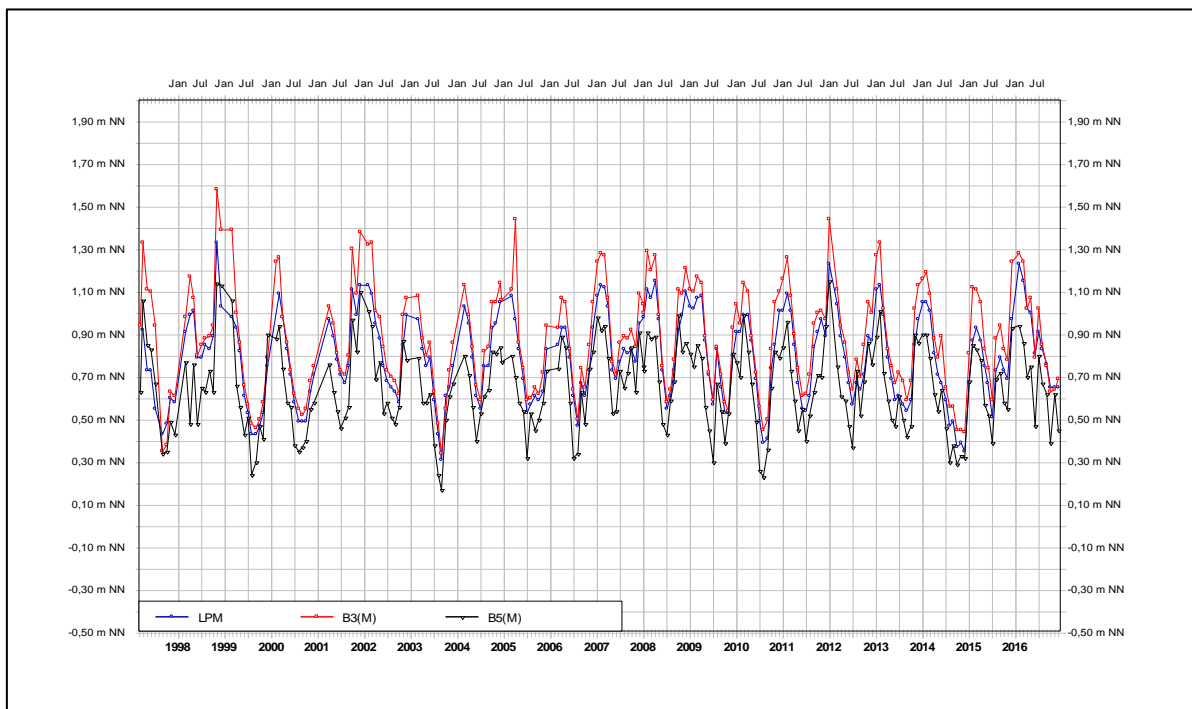


Probe	Durchlässigkeitsbeiwert		Effektive Porosität	Repräsentative Mächtigkeit	Resultierende horizontale Durchlässigkeit
	Geometrischer Mittelwert	Arithmetischer Mittelwert			
[-]	[m/s]	[m/s]	[-]	[m]	[m/s]
B6(M)-1 2014	7,09E-05	7,94E-05	0,27	15,3	7,75E-05
B6(M)-2 2014	9,62E-05	1,22E-04	0,30	5,4	
B7(M)-1 2014	1,86E-04	3,05E-04	0,33	3,2	1,21E-04
B7(M)-2 2014	4,64E-05	5,66E-05	0,28	17,0	
B7(M)-3 2014	2,72E-04	3,60E-04	0,32	7,0	

Für die effektive Porosität wurden Werte zwischen 0,27 und 0,33 berechnet (Tab. 2). Der Mittelwert beträgt 0,31. Es somit von einem mittleren, nutzbaren (entwässerbaren) Porenanteil von 31 % auszugehen.

## 4.2 Grundwasserstände

Die Grundwasserstände werden im Rahmen der Beweissicherung anhand von 10 Grundwassermessstellen monatlich erfasst. Von den 8 ältesten Grundwassermessstellen (B1(M) – B5(M), P1 – P3) liegen Daten seit März 1997 vor. Die Messstellen B 6(M) und B 7(M) wurden im April 2014 errichtet, und die Messung begann im November 2015. Vom Abbaugewässer liegen seit April 1997 kontinuierliche Daten vor.



**Abb. 3: Grundwasserganglinien der Messstellen B3(M) und B5(M) sowie Ganglinie des Seewasserstandes**



In Abb. 3 sind exemplarisch die Grundwasserganglinien der südlich vom Abbau gelegenen Messstelle B3(M) und der nordöstlich befindlichen Messstelle B5(M) sowie die Ganglinie des Wasserstandes des Abbaugewässers dargestellt. Die Ganglinien zeigen einen gleichen jahreszeitlichen Verlauf. Die höchsten Grundwasserstände traten 1998 bzw. 2012 auf und waren bezogen auf alle Messstellen zwischen 0,18 und 0,58 m höher als die mittleren Grundwasserhochstände. Die niedrigsten Grundwasserstände traten 2003 auf und waren zwischen 0,18 und 0,23 m niedriger als die mittleren Grundwasserniedrigstände. Insgesamt beträgt die mittlere Spannweite der Wasserstände zwischen 0,55 bis 1,03 m/a an den Grundwassermessstellen sowie 0,56 m/a im Abbaugewässer. Die absolute Spannweite reicht von 0,98 bis 1,79 m im Grundwasser und 1,02 m im Abbaugewässer (Tab. 3).

Bezogen auf die Zeitreihe 1997-2016 ist kein Trend bei den Wasserständen zu verzeichnen.

**Tab. 3: Statistik der Grundwasserstände**

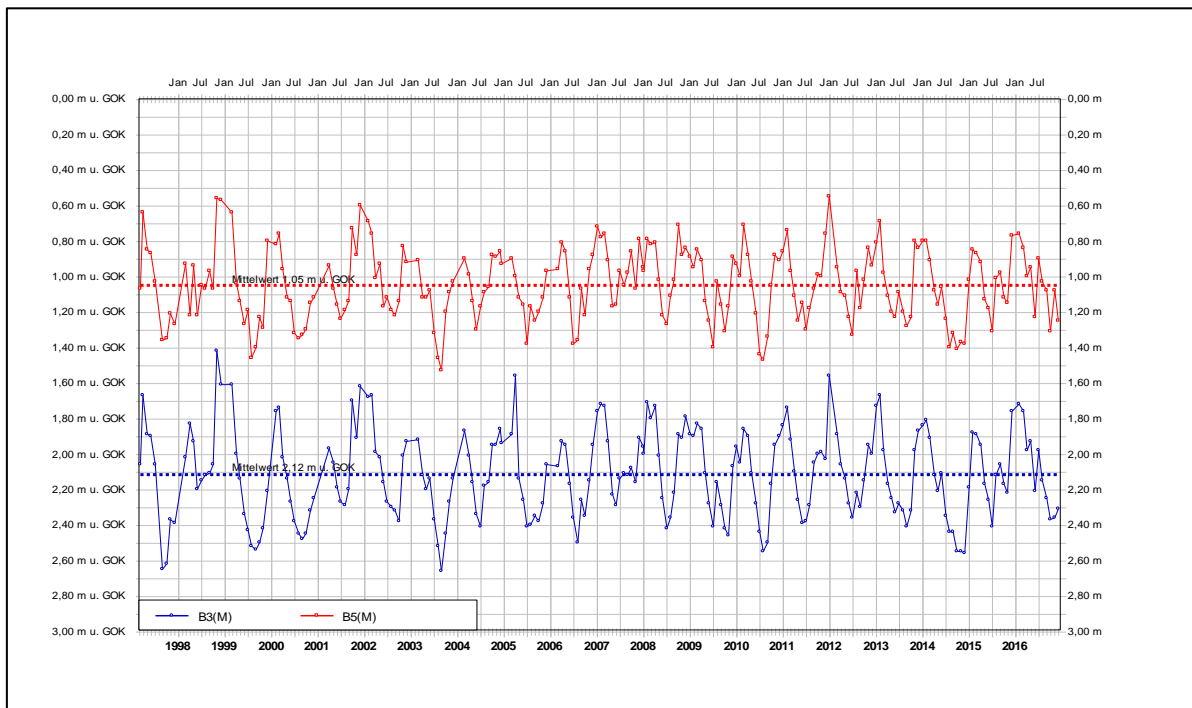
		B1(M)	B2(M)	B3(M)	B4(M)	B5(M)	B6(M)	B7(M)	P1	P2	P3	Abbaugewässer
<b>Zeitintervall</b>	<b>[-]</b>	Mrz. 97 - Dez. 16	Mrz. 97 - Dez. 16	Mrz. 97 - Dez. 16	Mrz. 97 - Dez. 16	Nov. 15 - Dez. 16	Nov. 15 - Dez. 16	Mrz. 97 - Dez. 16	Mrz. 97 - Dez. 16	Mrz. 97 - Dez. 16	Mrz. 97 - Dez. 16	Apr. 97 - Dez. 16
<b>Anzahl Messwerte</b>	<b>[-]</b>	217	220	220	217	220	13	13	217	217	217	216
<b>Höchster Wert</b>	<b>[mNN]</b>	1,22	1,72	1,58	1,45	1,15	0,61	0,67	1,29	1,47	2,29	1,33
<b>Datum</b>		02.01.12	02.01.12	02.11.98	02.11.98	02.01.12	01.02.16	01.02.16	02.01.12	02.01.12	02.11.98	02.11.98
<b>Niedrigster Wert</b>	<b>[mNN]</b>	0,23	0,38	0,34	0,32	0,17	0,23	0,28	0,24	0,28	0,50	0,31
<b>Datum</b>		01.09.03	01.09.03	01.09.03	01.09.03	01.09.03	06.06.16	04.10.16	01.09.03	01.09.03	01.09.03	01.09.03
<b>Spannweite</b>	<b>[m]</b>	0,99	1,34	1,24	1,13	0,98	0,38	0,39	1,05	1,19	1,79	1,02
<b>Mittelwert</b>	<b>[mNN]</b>	0,71	0,93	0,88	0,83	0,65	0,42	0,48	0,74	0,8	1,08	0,79
<b>mittlerer höchster Wert</b>	<b>[mNN]</b>	1,00	1,36	1,28	1,20	0,97			1,05	1,16	1,71	1,08
<b>mittlerer niedrigster Wert</b>	<b>[mNN]</b>	0,45	0,60	0,56	0,53	0,37			0,47	0,50	0,68	0,53



### 4.3 Grundwasserflurabstände

Die Grundwasserflurabstände stellen den lotrechten Abstand zwischen der Geländeoberfläche und der Grundwasseroberfläche dar, so dass eine Entwicklung der Grundwasserflurabstände der der Grundwasserstände gleicht. Die Grundwasserflurabstände haben sich daher bezogen auf die Zeitreihe 1997-2016 nicht verändert. In Abb. 4 sind exemplarisch Ganglinien der Flurabstände der Messstellen B3(M) und B5(M) dargestellt. In Tab. 4 sind die mittleren Flurabstände und die Extremwerte der jeweils vorliegenden Messreihe aufgeführt. Die niedrigsten Flurabstände sind an den nördlichsten Messstellen vorhanden und die größten im Süden.

Zur Darstellung der Grundwasserflurabstände wurde ein Flurabstandsplan vom Stichtag 1. August 2016 ohne Berücksichtigung des bestehenden Abbaugewässers erstellt. Die Flurabstände betragen im südlichen Bereich der Erweiterungsflächen ca. 2,1 m. Im Bereich der nördlichen Erweiterungsflächen betragen sie nur noch 0,5 bis 1,0 m.



**Abb. 4: Ganglinien der Grundwasserflurabstände der Messstellen B3(M) und B5(M)**



**Tab. 4: Grundwasserflurabstände**

Messstelle [-]	mittlerer Flurabstand [m u. GOK]	geringster Flurabstand [m u. GOK]	größter Flurabstand [m u. GOK]
B1(M)	1,09	0,58	1,57
B2(M)	1,38	0,59	1,93
B3(M)	2,12	1,42	2,66
B4(M)	2,05	1,43	2,56
B5(M)	1,05	0,55	1,53
B6(M)	0,81	0,62	1,00
B7(M)	0,56	0,37	0,76
P1	1,26	0,71	1,76
P2	1,24	0,57	1,76
P3	2,14	0,93	2,72

## 4.4 Grundwasserfließverhältnisse

Zur Darstellung der Strömungssituation im Bereich der Abbaustätte wurden Grundwassersegleichenpläne von unterschiedlichen Grundwasserständen erstellt (Anlage 8). Am Stichtag 1. August 2016 waren nahezu mittlere Grundwasserstände vorhanden. Am Stichtag 1. Februar 2016 waren, mit Ausnahme des Abbaugewässers, nahezu mittlere Grundwasserhochstände vorhanden, und am Stichtag 4. Oktober 2016 waren die Wasserstände nur wenige Zentimeter höher als die mittleren Grundwasserniedrigstände. Neben den Messstellen des Abbaus wurden auch die Messstellen der westlich des Strengeweges befindlichen Füllsandgrube berücksichtigt. Östlich des Strengeweges ist eine nordöstliche Fließrichtung und westlich des Strengeweges eine nordnordwestliche Fließrichtung ausgebildet. Im Bereich der Abbaustätte ist bei mittleren Grundwasserständen ein flaches Gefälle von ca. 0,63 ‰ vorhanden. Das Gefälle ist beim Stichtag mit etwa mittleren Grundwasserniedrigständen ähnlich, dagegen ist beim Stichtag mit mittleren Grundwasserhochständen ein steileres Gefälle von ca. 1,1 ‰ vorhanden.

Die Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers lässt sich mit Hilfe der hydraulischen Kenngrößen  $k_f$ ,  $I$  und  $n_0$  hinreichend genau berechnen. Der Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  und das entwässerbare Porenvolumen  $n_0$  wurden anhand der Sieblinienauswertung ermittelt.

Nach dem Darcy'schen Gesetz gilt:

$$v_n = \frac{k_f * I}{n_0}$$

Mit  $k_f = 1,81 \cdot 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$ ,  $I = 0,00063$  und  $n_0 = 0,31$  errechnet sich die Abstandsgeschwindigkeit im Abstrom des Abbaugewässers zu  $v_n = 3,68 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ , entsprechend 0,03 m/d, bzw. 12 m/a.

## 4.5 Grundwasserbeschaffenheit

Zur Beschreibung der Grundwasserbeschaffenheit liegen von 5 Grundwassermessstellen im Umfeld der Abbaustätte 26 Analysen aus dem Zeitraum 1997 bis 2014 vor. Das Grundwasser weist elektrische Leitfähigkeiten zwischen 111 und 584  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH-Werte zwischen 4,8 und 6,0, Sauerstoffgehalte von <0,1 bis 1,5 mg/l, Säurekapazitäten zwischen <0,1 und 0,86 mmol/l und Gesamthärten zwischen 0,43 und 1,7 mmol/l auf. Es ist daher als gering mineralisiert, weich, sauerstofffrei und schwach sauer einzustufen.

Die Ionenverteilung kennzeichnet das Grundwasser als überwiegend sulfatisch/ chloridisch erdalkalisches Wasser mit höheren Alkaliegehalten (Abb. 5). Die auffälligsten Unterschiede gibt es bei den Nitrat- und Sulfatkonzentrationen.

Hohe Nitratkonzentrationen bei gleichzeitigen eher niedrigen Sulfatkonzentrationen weisen die flachen Messstellen B2(M) und B3(M) auf. Die beiden tieferen Messstellen B4(M) und B5(M) zeichnen sich durch geringe bis gar nicht nachweisbare Nitratgehalte und hohe Sulfatgehalte aus. Bei der Untersuchung im Jahr 2014 sind die Konzentrationen von Nitrat an den Messstellen B4(M) und B5(M) jedoch höher und von Sulfat geringer als in den Vorjahren.

Schwermetalle sind vereinzelt und meist nur in geringfügigen Konzentrationen gemessen worden.

PAK wurden im Jahr 1997 an allen Grundwassermessstellen (B 2(M) bis B 5(M)) gemessen. Anschließend waren PAK nicht mehr nachweisbar.

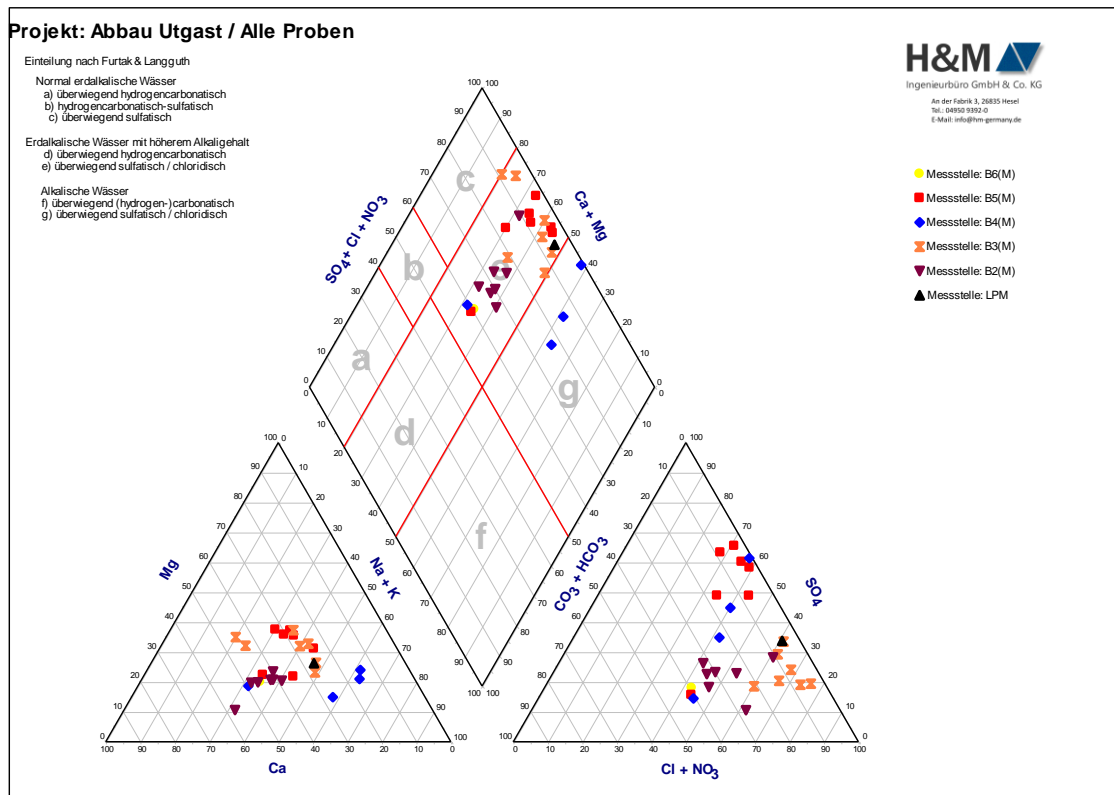


Abb. 5: Ionenverteilung im Piper-Diagramm

## 4.6 Grundwasserüberdeckung

Die grundwasserführenden Sande reichen teils bis an die Erdoberfläche, werden teils von 0,1 bis 1,2 m mächtigen Lehmschichten oder von 0,2 bis 0,6 m mächtigen Kleischichten überdeckt. Eine Überdeckung aus gering durchlässigen Schichten ist dementsprechend teilweise vorhanden. Die Mächtigkeit der über dem Grundwasserspiegel lagernden Sande ist geringer als 5 m. Die Mächtigkeit der gering durchlässigen Schichten ist teils geringer und teils größer als 1 m.

Verbreitet ist aufgrund der geringmächtigen Deckschichten lediglich mit einer kurzen Verweildauer von eindringenden Stoffen zu rechnen. Stoffminderungsprozesse können nicht stattfinden, so dass von einem hohen Gefährdungspotenzial des Grundwassers auszugehen ist. Das Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung ist daher meist als gering einzustufen. Vereinzelt sind die Mächtigkeiten der Deckschichten höher, so dass mit einer mäßigen Verweildauer von eindringenden Stoffen zu rechnen ist und Stoffminderungsprozesse in beschränktem Umfang stattfinden können.

## 4.7 Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildung im Bereich der geplanten nördlichen Erweiterung beträgt zwischen 151 und 200 mm/a (NIBIS Kartenserver 2017m, Abb. 6). Im Grundwasseranstrom nimmt die Grundwasserneubildung auf Werte bis zu 400 mm/a zu. Im Mittel ist die Grundwasserneubildung im Zustrombereich der Abbaustätte zunächst auf rd. 290 mm/a anzusetzen.

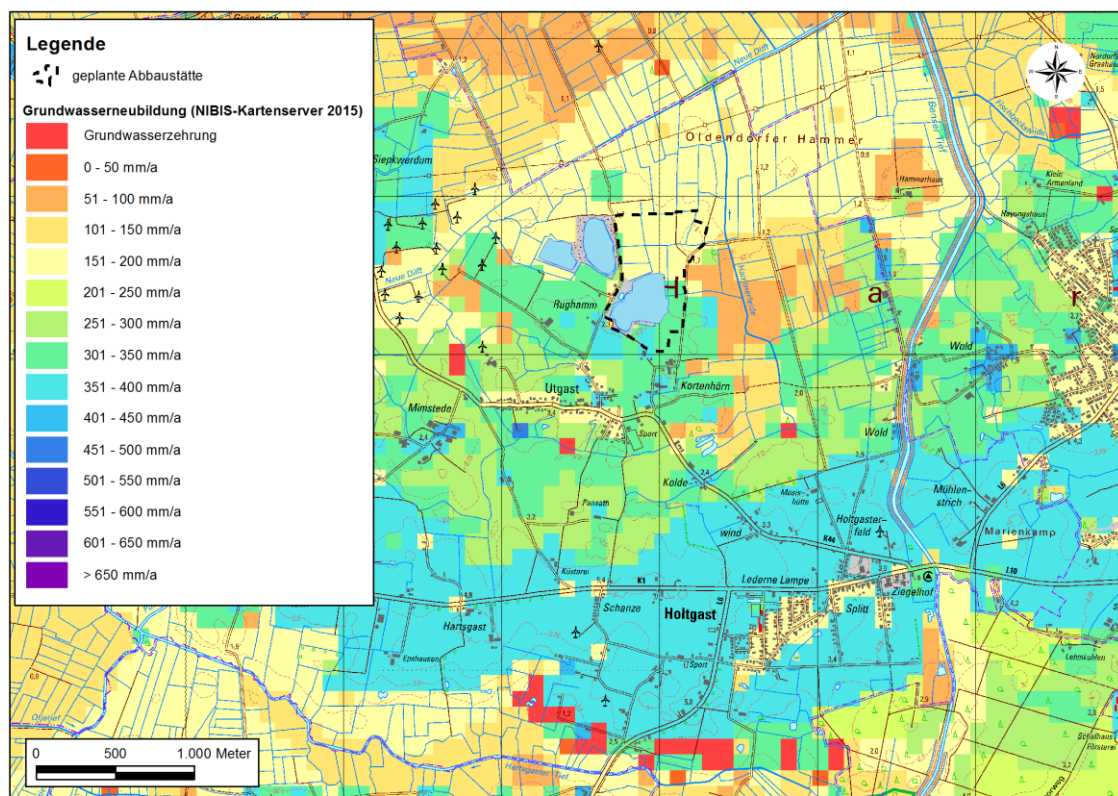


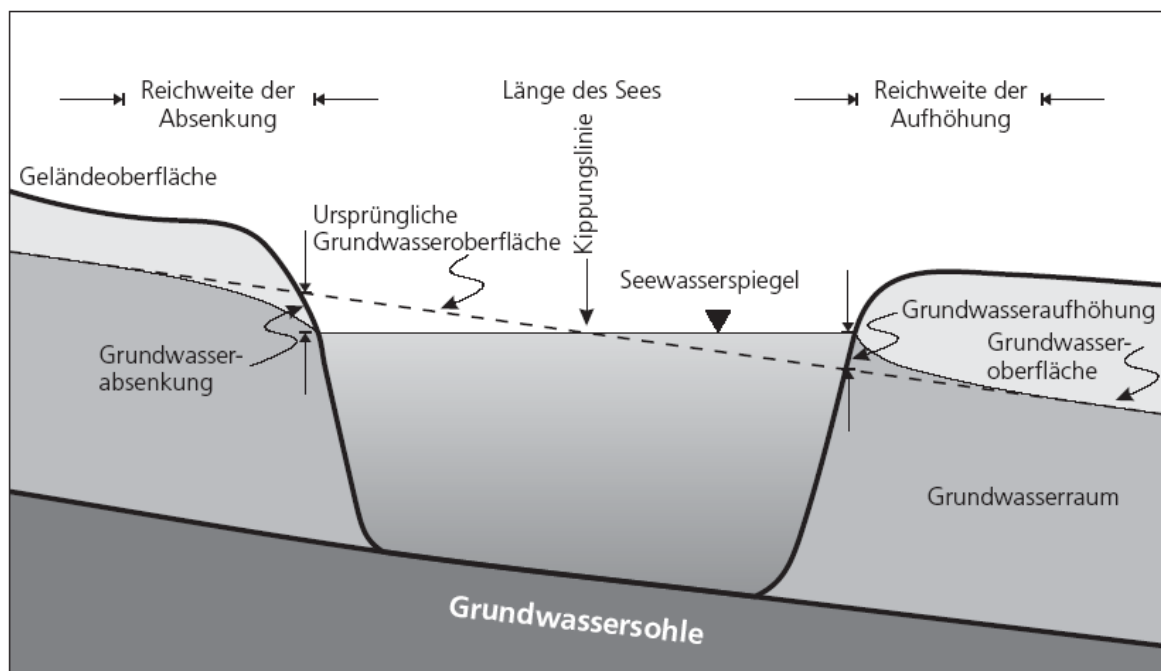
Abb. 6: Grundwasserneubildung

## 5 Auswirkungen auf das Grundwasserströmungsfeld

### 5.1 Ermittlung von Ausmaß und Reichweite der abgrabungsbedingten Grundwasserabsenkung und -aufhöhung

Durch den Bodenabbau wird die Grundwasseroberfläche freigelegt. Bei dieser Freilegung muss der entstehende Baggersee das ursprünglich vorhandene Gefälle ausgleichen, und es stellt sich ein horizontaler Seespiegel ein. Das Niveau des Seespiegels entspricht etwa der vor der Freilegung vorhandenen Grundwasserspiegelhöhe in Seemitte.

Das umgebende Grundwasser stellt sich auf diesen neuen Seespiegel ein. Für das –in Grundwasserfließrichtung– oberstromige Gelände am Baggersee ergibt sich somit eine Absenkung, für den unterstromigen Bereich eine Aufhöhung der Grundwasserstände (Abb. 7). Das Ausmaß dieser Veränderung hängt ab von dem ursprünglichen Grundwasserfließgefälle, dem Durchlässigkeitswert und der Form und Lage des Baggersees. Je größer die Längsausdehnung eines Baggersees in der Grundwasserfließrichtung ist, desto größer sind die sich daraus ergebenden Grundwasserstandsänderungen im Umfeld (Abb. 7).



**Abb. 7: Baggersee mit Absenkung und Aufhöhung des Grundwassers sowie Reichweite der hydraulischen Auswirkungen (schematisiert, ECKEL 2007)**

Die maximale Seegröße überspannt ein derzeitiges Grundwassergefälle von ca. 0,52 m. Der Absenkungs- bzw. Aufhöhungsbetrag wird somit 0,26 m betragen. Der zukünftige mittlere Seespiegel wird bei ca. 0,62 mNN liegen.

Absenkungsreichweite:

Die Reichweite  $R_o$  der (oberstromigen) Absenkung  $H_o$  errechnet sich für eine grobe Abschätzung nach LÜBBE (1978) zu:

$$R_o = 10000 \cdot H_o \cdot \sqrt{k_f} .$$

Nach WROBEL (1980) ist die Reichweite der Absenkung allerdings auch von der Breite  $B$  des Baggersees am oberstromigen Ufer abhängig, und es ergibt sich folgende Formel:

$$R_o = 1500 \cdot H_o \cdot \sqrt{k_f} \cdot \log B .$$

Für die Berechnung der Reichweite, bei der bereits 90 % der Absenkung abgeklungen ist, soll der Faktor 650 statt 1500 verwendet werden.

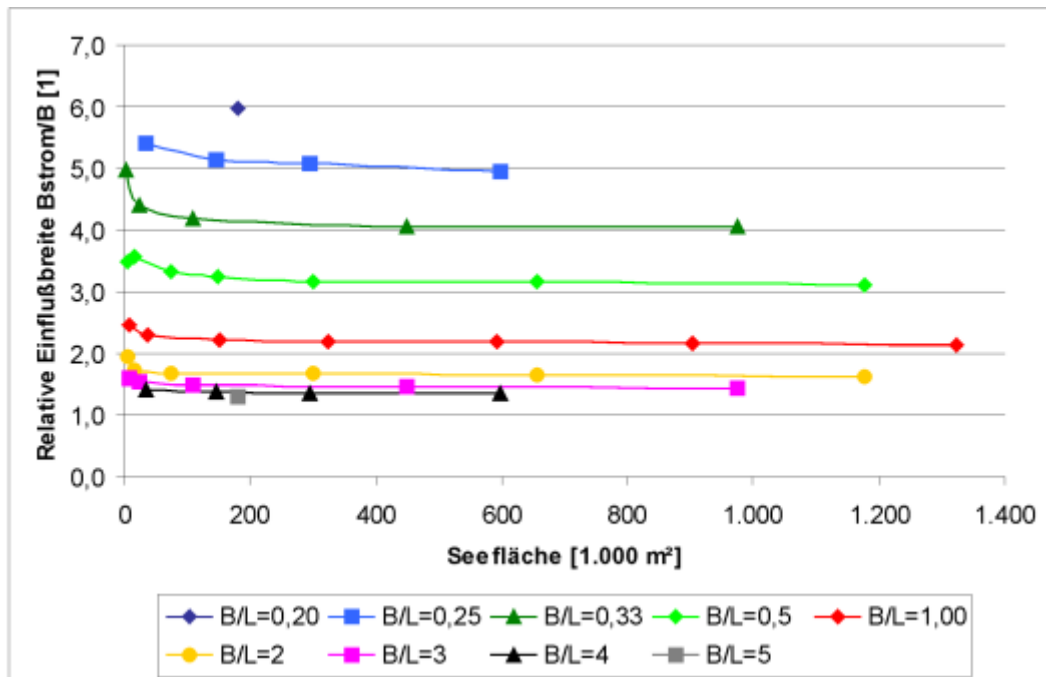
Bei einem aus den Sieblinien abgeleiteten mittleren  $k_f$ -Wert von  $1,81 \cdot 10^{-4}$  m/s und einer Absenkung  $H_o$  von 0,26 m errechnet sich die maximale Absenkungsreichweite  $R_o$  nach LÜBBE (1978) zu 35 m und mit einer Seebreite von ca. 390 m am oberstromigen Ufer nach WROBEL (1980) zu 14 m, wobei nach 6 m bereits 90 % der Absenkung abgeklungen ist. Nach LÜBBE (1978) ist die unterstromige Reichweite des Grundwasseraufstaus geringer als die Reichweite des oberstromigen Aufstaus. Unter der Ansetzung der Reichweitenformel nach WROBEL (1980) wird die Absenkung bzw. Aufhöhung der Grundwasserstände nicht über die Abbaustättengrenze hinausreichen. Die Ansetzung der Extremwerte der ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte führt zu geringeren oder höheren Reichweiten.

## **5.2 Angaben zu veränderter Grundwasserfließrichtung und zum Einzugsgebiet des Baggersees**

Die Einzugsgebietsbreite hängt signifikant von der Seeform ab. Langgestreckte Seen (B/L kleiner 1) haben ein relativ breites Einzugsgebiet, d. h. sie fokussieren die Grundwasserströmung deutlich (Abb. 8). Die 1997 planfestgestellte Seeform des Abbausees mit einem Breite-Längenverhältnis von ca. 0,83 führt zu einer Einzugsgebietsbreite von etwa der 2,5-fachen Seebreite (ca. 875 m). Die Erweiterung führt mit einem zukünftigen Breite-Längenverhältnis von ca. 0,56 zu einer Einzugsgebietsbreite von etwa der 3-fachen Seebreite (ca. 1,4 km).

Die Einzugsgebietsbreite wird sich demnach um ca. 60 % vergrößern.





**Abb. 8: Einfluss der Seeform auf die Einflussbreite des Baggersees, relative Seetiefe ( $t/D$ ) = 0,3 (LfU 2004)**

Die Abbautiefe wirkt sich hingegen unterproportional auf die Einzugsgebietstiefe aus. Ein Abbaugewässer, das 10 % des Grundwasserleiters ausgeräumt hat, bezieht bereits bei sehr kleinen Seeflächen sein Wasser aus ca. den oberen 30 % des Grundwasserleiters (LfU 2004). Ein Abbaugewässer, das 70 % des Grundwasserleiters ausgeräumt hat, bezieht sein Wasser bereits bei sehr kleinen Seeflächen aus den oberen 90 % des Grundwasserleiters (LfU 2004). Die Einzugsgebietstiefe eines Abbaugewässers nimmt im Bereich kleiner Seeflächen zunächst stark mit der Seefläche zu und nähert sich für große Seeflächen zwangsläufig der Grundwasserleitermächtigkeit (LfU 2004). Die Vertiefung des Sees um 12 m wird sich daher nicht wesentlich auf die Einzugsgebietstiefe auswirken.

### 5.3 Berücksichtigung von vertikalen Strömungskomponenten und ihren Veränderungen

Im Bereich des Abbaus wird eine freie, horizontale Wasseroberfläche erzeugt, die im Anstrom tiefer liegt als der Grundwasserspiegel und im Abstrom höher als dieser. Im Nahbereich des Abbaugewässers kann sich somit im Anstrom ein aufwärtsgerichteter hydraulischer Gradient und im Abstrom ein abwärtsgerichteter Gradient ausbilden.

### 5.4 Einflüsse auf Ökologie und Nutzungen

Der unterstromige Grundwasseraufstau im Bereich einer Nassabgrabung kann grundsätzlich zu einer Vernässung der anliegenden Flächen führen, ebenso wie die oberstromige Absenkung eine Trockenlegung von Flächen zur Folge haben kann.

Die Reichweitenberechnung nach WROBEL (1980) ergibt jedoch keine Beeinflussung außerhalb der Abbaustätte. Bei der Berechnung nach LÜBBE (1978) wären die nördlich



gelegenen Flächen noch randlich von einem sehr geringen Grundwasseraufstau und die südlichen Flächen randlich von einer sehr geringen Grundwasserabsenkung betroffen.

Bereits während des Abbaubetriebes kann es jedoch durch Ablagerung von aufgewirbelten Feinsedimenten zu einer Abdichtung (Kolmation) von Ufer und Gewässersohle kommen. Diese Kolmation kann sich nach dem Betrieb durch physikalische, chemische und biologische Prozesse noch weiter fortsetzen. Eine Folge der Abdichtung des unterstromigen Ufers ist ein Anstieg des Seewasserspiegels. Die Kippungslinie kann sich demnach stromaufwärts verschieben. Die oberstromige Grundwasserabsenkung bildet sich dann zurück, die unterstromige Grundwasseraufhöhung würde sich jedoch verstärken. Im ungünstigsten Fall würde die Aufhöhung dem gesamten Gefällebetrag von 0,52 m entsprechen. Im Bereich des nördlichen Ufers ist bereichsweise an bestehenden Geländemulden ein Überlaufen des Sees oder zumindest eine Vernässung der Flächen möglich. Bei Ansetzung der Reichweitenformel nach WROBEL (1980) ergibt sich eine Reichweite der Aufhöhung von 27 m, wobei nach 12 m bereits 90 % der Aufhöhung abgeklungen ist. Nachbarflächen wären demnach nicht betroffen. Die Übertragung der Reichweitenformel für die Absenkung nach LÜBBE (1978) ergibt eine Reichweite der Aufhöhung von 70 m, in diesem Fall würde die Aufhöhung sich bis auf die nördlich angrenzenden Flächen auswirken.

Der bisherige See überspannt ein Grundwassergefälle von 0,26 m, die Kippungslinie müsste bei einem ungehinderten Kontakt zum Grundwasserleiter bei etwa 0,77 mNN liegen. Der Mittelwert der Seewasserstände der Messreihe 1997 bis 2016 beträgt 0,79 mNN und ist damit nur geringfügig höher als die theoretische Kippungslinie. Eine nennenswerte Abdichtung des Gewässers scheint bisher nicht stattgefunden zu haben.

## **5.5 Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung der voraussichtlichen Auswirkungen**

Als wesentliche Maßnahmen zur Vermeidung von Beeinträchtigungen angrenzender Nutzflächen im Hinblick auf Vernässungen kommen:

- Aufhöhung exponierter Uferzonen im Norden/ Nordosten mit inertem Abraummaterial bzw. Füllsanden,
- Anlegung eines Grenzgrabens im Norden der zukünftigen Abbaustätte,
- Ggf. Herstellung eines Notüberlaufs im nördlichen Abbaubereich

in Frage.





## **6 Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt**

### **6.1 Grundwasserneubildungsraten**

Die Wasserbilanz wird in längeren Betrachtungszeiträumen von Niederschlag, Verdunstung und Abfluss bestimmt. Bei der Freilegung des Grundwassers ist von einer Mehrverdunstung auszugehen. Dabei hängt die Verdunstungsrate eines Baggersees im Wesentlichen von der Luftfeuchtigkeit, der Windgeschwindigkeit und der Temperatur ab, wobei sich letztere besonders hinsichtlich der Temperaturdifferenz zwischen Luft und Wasser auswirkt. Die Windzugänglichkeit infolge Geländere relief, Uferbewuchs und Bebauung ist eine wesentliche lokale Einflussgröße.

Die Verdunstungsrate ist aber auch stark durch seegestaltende Maßnahmen, insbesondere Größe und Form der Seeoberfläche, zu beeinflussen.

LÜBBE (1978) gibt für die Norddeutsche Tiefebene bei Niederschlägen von 757 mm/a die Evaporation von Wasserflächen mit 609 mm/a an. Dies entspricht gegenüber der aktuellen Verdunstung bewachsener Landflächen von 483 mm/a einer Mehrverdunstung von 126 mm/a. Als Bandbreite für die Mehrverdunstung gibt der Autor für den Naturraum Norddeutsche Tiefebene Werte von 110 mm/a bis 150 mm/a.

Eine Mehrverdunstung von bis zu 150 mm/a reduziert den Überschuss der klimatischen Wasserbilanz von derzeit ca. 320 mm/a (Kap. 3.2) auf bis zu 170 mm/a. Im Sommer wird das Defizit verstärkt und im Winter der Überschuss reduziert. Auf die Erweiterungsseefläche von rd. 213.890 m<sup>2</sup> bezogen ergibt die Mehrverdunstung von 150 mm eine Wassermenge von rd. 32.084 m<sup>3</sup>. Diese Wassermenge steht nach Erweiterung des Abbaugewässers dem Abfluss und damit auch der Grundwasserneubildung nicht mehr zur Verfügung. Es verbleibt nur noch eine Menge von 36.361 m<sup>3</sup> für die Grundwasserneubildung.

Während des Abbaubetriebes wirkt die Sandentnahme zudem wie eine Wasserentnahme. Das ursprünglich vom Korngerüst eingenommene Volumen muss durch nachfließendes Wasser ersetzt werden. Als maximale jährliche Sandfördermenge veranschlagt das Unternehmen einen Abbau von rd. 130.000 m<sup>3</sup> fester Masse. Abzüglich des (nutzbaren) Porenvolumens von rd. 31 % resultiert eine grundwasserwirksame Volumenentnahme von jährlich ca. 89.700 m<sup>3</sup>. Dieses Volumendefizit muss durch zuströmendes Grundwasser ersetzt werden.

### **6.2 Grundwasserentnahme**

Der Wasserbedarf für Spülvorgänge sowie Aufbereitungsprozesse wird über eine Entnahme aus dem bestehenden Abbaugewässer durch den Saugbagger gedeckt. Bei einem Verhältnis des vom Saugbagger geförderten Sand-Wasser-Gemisches von etwa 1 : 7 und einer jährlichen Fördermenge von rd. 130.000 m<sup>3</sup> fester Masse ergibt sich diesbezüglich ein Bedarfsvolumen von überschlägig 910.000 m<sup>3</sup>.

Anfallende Spül-/Prozesswässer werden dem Abbaugewässer nach Durchlauf von Siebanlage und Entwässerungsschöpftrad über Rücklaufleitungen unmittelbar und auf direktem Wege wieder zugeführt. Im Füllsandspülfeld erfolgt die Wasserrückführung ebenfalls unmittelbar, durch ein im gewässerseitigen Spülfelddeich eingelassenes Schachtbauwerk mit Mönch.

Geringfügige Bilanzverluste entstehen durch Verdunstung auf den Betriebsflächen.



### **6.3 Grundwasserverluste**

Ein Anschluss des Sees an oberirdische Gewässer ist nicht geplant, so dass diesbezüglich keine Grundwasserverluste zu erwarten sind. Bei einer Kolmation der Ufer und Gewässersohle ist jedoch ein Anstieg des Seewasserspiegels möglich, der im Bereich von Geländemulden zu einem Anstieg auf Geländeniveau führen könnte. In diesem Fall wäre ein Überlaufen des Sees möglich.

### **6.4 Einflüsse auf Ökologie und Nutzungen**

Einem Abbaugewässer mit einer Einzugsgebietsbreite von 1,4 km (Kap. 5.2), einer Grundwassermächtigkeit von 30 m (konservativer Ansatz), einem durchschnittlichen Gefälle von ca. 0,63 ‰ (Kap. 4.4) und einem  $k_f$ -Wert von  $1,81 \cdot 10^{-4}$  m/s (Kap. 4.1) fließen pro Jahr rd. 151.030 m<sup>3</sup> Grundwasser zu. Hinzu kommt die noch verbleibende Grundwasserneubildung von ca. 36.361 m<sup>3</sup>. Abzüglich der grundwasserwirksamen Volumenenentnahmen von 89.700 m<sup>3</sup> verbleibt ein Überschuss von 97.691 m<sup>3</sup>. Bei dem bisherigen See mit einer Einzugsgebietsbreite von rd. 875 m ist mit einem Grundwasserzufluss von rd. 94.400 m<sup>3</sup> zu rechnen.

Ein Absinken des Seewasserspiegels aufgrund der Verringerung der Grundwasserneubildung und der Sandentnahme ist nicht zu erwarten.

### **6.5 Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung der voraussichtlichen Auswirkungen**

Um Grundwasserverluste durch ein etwaiges Überlaufen des Sees zu vermeiden, ist eine Aufhöhung des Geländes im Bereich des Seeufers in Betracht zu ziehen.



## **7 Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit**

### **7.1 Hydrochemische Veränderungen**

Durch die Freilegung des Grundwassers wird es grundsätzlich der oxidierenden Wirkung des Luftsauerstoffes ausgesetzt. Dies kann verschiedene chemische Reaktionen zur Folge haben, die sich möglicherweise im abstromigen Bereich im Grundwasser bemerkbar machen können. Daneben werden Grundwasserbereiche hydraulisch kurzgeschlossen, die, wenn auch nicht unbedingt voneinander getrennt, einen unterschiedlichen Chemismus aufweisen. Dies führt zu Vermischungen und gegebenenfalls entsprechenden veränderten Verhältnissen im Grundwasserabstrom.

Sofern kein Anschluss des Abbaugewässers an nährstoffreiche Oberflächengewässer wie Entwässerungsgräben besteht oder im Zuge des Bodenabbaus hergestellt wird, wird die Beschaffenheit des Seewassers im Wesentlichen von der Beschaffenheit des zuströmenden Grundwassers bestimmt, wohingegen landseitige und atmosphärische Einträge hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit eine vergleichsweise untergeordnete Rolle spielen (BLFW 1995).

Durch die Einmischung von Grundwasser in einen Baggersee kommt es während der Seepassage in Abhängigkeit von der Trophie des Gewässers zu unterschiedlichen, an den Seemetabolismus gebundenen Be- und Entlastungseffekten für den See selbst und – bei einer Infiltration des Seewassers in den Untergrund – auch für den abstromigen Grundwasserleiter. Die Gewässer können durch ihre hohe Sedimentationsleistung und das erhöhte Speichervermögen, das infolge der Verdünnung und längeren Verweildauer des Wassers bessere Abbaubedingungen ermöglicht, sehr effektive Nähr- und Schadstoffsinken darstellen (LFU 1999). Bei einem oligo- bis mesotrophen Baggersee ist mit einer Retention von Stickstoff, Schwermetallen und organischen Schadstoffen zu rechnen. Auch in einem stark eutrophierten Baggersee mit sulfidischem Hypolimnion findet ein intensiver Abbau von Nitrat und organischen Schadstoffen statt.

Die Seesedimente besitzen eine besondere Funktion als Schadstoffsinke, unter ungünstigen Bedingungen jedoch auch als Schadstoffquelle (s. u.). So besitzt beispielsweise die Detritusakkumulation ein hohes Sorptionsvermögen für organische Schadstoffe. Gleichwohl stellt auch bei gering belasteten und nährstoffarmen Grundwasserseen der Infiltrationsbereich in das Grundwasser durchaus eine kritische Zone hinsichtlich einer Sauerstoffabnahme und der Entstehung eines reduzierenden Milieus dar. I. a. kann hier eine deutliche Sauerstoffzehrung im Vergleich zu den  $O_2$ -Gehalten des Freiwassers festgestellt werden.

Dabei scheinen flache Uferbereiche am Übertrittsbereich, die eine vermehrte Ansammlung von sauerstoffzehrendem organischen Material (Detritus) begünstigen, diesen Effekt zu verstärken. Der Sauerstoffgehalt gleicht sich nach Durchtritt durch die kritische Einstromzone jedoch relativ rasch wieder den oberstromigen Verhältnissen an. Die Reichweite dieses Einflusses im Grundwasserabstrom wird in Abhängigkeit von den jeweiligen standörtlichen Verhältnissen mit 40 bis 500 m angegeben. Die Sauerstoffzehrung im seennahen Bereich hat somit keine großräumigen Auswirkungen (BLFW 1995).

Ein Gefahrenpotential ergibt sich primär dann, wenn durch eine Verschlechterung der Wasserqualität im Gewässer Milieubedingungen entstehen, die zu einer Remobilisierung der zuvor akkumulierten und damit dem Grundwasser entzogenen Nähr- und Schadstoffe führen. Zum Beispiel kann dies insbesondere bei stark belasteten Baggerseen im Rah-



men der Reoxidation schwermetallreicher Sedimente zu einer Freisetzung von Schwermetallen führen, die dann in das abstromige Grundwasser infiltrieren können (BGL 1997).

Dagegen können güteoptimierte und stabilisierte Baggerseen mit ihrer hohen Sedimentationsleistung und guten Wasserqualität gegenüber einem belasteten Grundwasser, das den See durchströmt, erwiesenermaßen eine Reinigungsfunktion ausüben.

Daher trägt die Gewährleistung einer langfristig stabilen Gewässergüte eines Baggersees wesentlich zu einem umfassenden Grundwasserschutz bei. Unter der Voraussetzung, dass verschiedene, insbesondere auch die Gewässergüte sichernde Auflagen (z. B. bezüglich Folgenutzung, Gestaltung), erfüllt werden, hat das Vorhandensein eines Baggersees nur geringfügige Auswirkungen auf das Grundwasser (BLFW 1995). So wurden z. B. die komplexen Wechselwirkungen zwischen Baggerseen und dem Grundwasser im Rahmen der sogenannten KaBa-Studie 'Konfliktarme Baggerseen' (LFU 2003) anhand von Langzeituntersuchungen an mehr als 100 Baggerseen intensiv untersucht. Ziel der Untersuchungen war, die Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit bei der Baggerseepassage qualitativ und quantitativ zu erfassen und die wichtigsten Einflussfaktoren zu ermitteln.

Die ausgewählten Baggerseen und das Grundwasser oberstromig und unterstromig der Seen wurden mit hydrogeologischen, isopenhydrologischen und hydrochemischen Methoden untersucht. In Bezug auf die untersuchten hydrochemischen Parameter (T, LF, O<sub>2</sub>, pH-Wert, Gesamthärte, Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, NH<sub>4</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, P, Pb, Al, Cr, <sup>2</sup>H, <sup>18</sup>O) zeigen die Ergebnisse, trotz der unterschiedlichen Trophiezustände der untersuchten Baggerseen, keine nachhaltigen negativen Auswirkungen der Seen auf das unterstromige Grundwasser. Auswirkungen auf die Temperatur und die Sauerstoffkonzentrationen des Grundwassers sind auf den direkten Nahbereich beschränkt.

Weiterreichende Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit infolge der Baggerseepassage sind eine Teilenthärtung, bei oxidierenden Grundwasserverhältnissen die Verringerung der Nitrat-Konzentrationen, in geringerem Umfang der Sulfat-Konzentrationen, sowie bei reduzierenden Grundwasserverhältnissen ein Rückgang der Eisen- und Mangan-Konzentrationen. Insofern wirken Baggerseen i. d. R. als effektive Stoffsenken, die zu einer Verbesserung der Grundwasserqualität führen.

Insgesamt zeigen die durchgeführten Untersuchungen im Grundwasser unterstromig der Baggerseen für einzelne Parameter Veränderungen, die aufgrund der geringen Reichweite der Beeinflussung nicht als nachteilig zu beurteilen sind. Einzelne Parameterveränderungen können hinsichtlich der Grundwasserbeschaffenheit sogar positiv beurteilt werden (vergl. LGRB 2001). Aus den Ausführungen wird deutlich, dass der langfristigen und dauerhaften Sicherung einer guten, möglichst nährstoffarmen Wasserqualität, die nicht zuletzt auch im Zusammenhang mit der Biotopfunktion des Gewässers eine besondere Rolle spielt, eine herausragende Bedeutung hinsichtlich des Grundwasserschutzes zukommt.

Dies kann auch durch eine Vielzahl vergleichbarer eigener Untersuchungen bestätigt werden, die im Rahmen von Beweissicherungsmaßnahmen für Bodenabbauvorhaben im norddeutschen Raum durchgeführt wurden.

Das Abbaugewässer wurde einmalig im November 2014 untersucht. Die elektrische Leitfähigkeit liegt mit 200 µS/cm innerhalb der Spannweite der Grundwasseruntersuchungen. Die Säurekapazität bis pH 4,3 ist geringer als die Bestimmungsgrenze, so dass das Wasser keine Pufferkapazität gegenüber Säuren mehr hat. Der pH-Wert ist mit 6 etwas höher als die Spannweite der Grundwasserwerte. Die Gesamthärte ist mit 0,5 mmol/l im unteren Bereich der Grundwasserwerte. Die Ionenverteilung kennzeichnet das Abbaugewässer



ebenfalls als überwiegend sulfatisch/ chloridisch erdalkalisches Wasser mit höheren Alkaliegehalten (Abb. 5). Die Nitratkonzentration ist mit 20 mg/l geringer als in den Anstrommessstellen B2(M) und B3(M). Jedoch deutet die Untersuchung von 2014 auf eine Verlagerung von Nitrat in den tieferen Grundwasserbereich (z. B. B5(M)) durch Vermischung. Die Konzentration an Phosphor ges. ist mit 0,21 mg/l dagegen vergleichsweise hoch. Von den Schwermetallen waren Blei, Chrom und Nickel in ähnlichen Konzentrationen wie im Grundwasser nachweisbar. PAK waren wie im Grundwasser nicht nachweisbar.

Für den Bereich der Abbaustätte und der Erweiterungsflächen ist keine Versalzung des Grundwassers ausgewiesen (NIBIS Kartenserver 2017n). Ebenso sind keine Altlasten im NIBIS Kartenserver vermerkt (2017o).

## 7.2 Hydrochemische Schichtung im Grundwasser

Im Gegensatz zu natürlichen Seen werden die Baggerseen durch mehr oder minder starken Zufluss des umgebenden Grundwassers geprägt. Außerdem sind sie oftmals durch ihre besondere Seebeckenform charakterisiert. Diese drückt sich häufig durch kleine Seeflächen im Verhältnis zu großen Seetiefen aus. In diesen Fällen ist die Gefahr von Meromixis (durchmischungsfreie Bereiche) gegeben.

Grundlegenden Einfluss auf die Durchmischungsfähigkeit eines Sees hat die morphologische Ausformung des Seebeckens. Diese wird z. B. durch einen glatten, gleichmäßigen Verlauf der Uferlinien unterhalb des mittleren Wasserspiegels und eine kompakte Form des Sees begünstigt. Dagegen können ungünstige Flächen-Tiefen-Relationen, unebene Seeböden, insbesondere kleinräumig abwechselnde Vertiefungen und Erhebungen sowie die Anlage von Inseln den Wasseraustausch behindern und damit meromiktische Verhältnisse begünstigen.

Gemäß DVWK-Regeln 108 (1992) werden meromiktische Verhältnisse mit Sicherheit vermieden, wenn für das Verhältnis von größter Tiefe  $T_{\max}$  (in m) und Oberfläche  $A_0$  (in m<sup>2</sup>) gilt:

$$\frac{T_{\max}}{\sqrt[4]{A_0}} \leq 1$$

Die Einstufung der Meromixisgefahr wird nach LFU (2005) weitergehend differenziert in gering (< 1,5), mittel (1,5 – 2,0) und hoch (> 2,0).

Die geplante Gewässertiefe bei mittleren Grundwasserständen beträgt 30 m. Die Wasserfläche des Abbausees beträgt rd. 295.470 m<sup>2</sup>. Im vorliegenden Fall ergibt sich ein Wert von 1,29 und damit eine geringe Meromixisgefahr.



Die maximale Tiefe, bei der mit Sicherheit meromiktische Verhältnisse vermieden werden (DVWK 108), entspricht der 4. Wurzel der Gewässeroberfläche, in diesem Fall

$$\sqrt[4]{295.470} = 23,31 \text{ m.}$$

Nach diesen Faustformeln können meromiktische Verhältnisse nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Im Rahmen der Beweissicherung ist daher die Überprüfung der Gewässerschichtung mittels einer Tiefenprobe vorgesehen.

### **7.3 Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung der voraussichtlichen Auswirkungen**

Aus Sicht des vorsorgenden Grundwasserschutzes sind hinsichtlich der in Kapitel 5 - 7 genannten potenziellen Vorhabenauswirkungen folgende Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen vorzusehen:

- Bei der Vorhabenumsetzung sind die einschlägigen wasserrechtlichen Bestimmungen für die Lagerung und den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (u. a. Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen - AwSV:) zu berücksichtigen.
- Zur Gewährleistung eines langfristig stabilen und möglichst nährstoffarmen Gütezustandes des Baggersees ist eine grundwasserschonende Folgenutzung (hier vorrangig Naturschutz!) festzusetzen.
- Der Baggersee ist in Form und Tiefe derart auszugestalten, dass regelmäßig eine bis zum Seeboden reichende vertikale Zirkulation des Wasserkörpers und dadurch eine ausreichende Versorgung des Hypolimnions (Tiefenwasser) mit Sauerstoff sichergestellt ist.
- Die Gewässererweiterung soll vorrangig in der Tiefe erfolgen, um die Steigerung der Austauschrate im Vergleich zu einer volumengleichen Erweiterung in der Fläche möglichst gering zu halten.
- Standorte, bei denen ein erhöhtes Leckagerisiko besteht (z. B. Maschinenstellplätze) sind technisch zu sichern.
- Das Anlagenpersonal ist hinsichtlich des ordnungsgemäßen Verhaltens und der notwendigen Arbeiten bei etwaigen Havariefällen (z. B. Ölaustritt) zu schulen.
- Gewässerrandstreifen und Flachwasserbereiche/ Röhrichzonen sind als Pufferzone zur Vermeidung externer Nähr- und Schadstoffeinträge (Dünger, Pestizide) aus landwirtschaftlich intensiv genutzten Nachbarflächen frühzeitig herzustellen.
- Zur Vermeidung von Nähr- und Schadstoffeinträgen (Dünger, Pestizide) in das Abbaugewässer sollte mindestens 1 Jahr vor Beginn der Abbautätigkeit in einem Abbauabschnitt der Einsatz von Düngemitteln und/oder Pflanzenschutzmitteln beendet werden.
- Spül- und "Waschwasser" sind dem Abbaugewässer unmittelbar wieder zuzuführen.
- Zur Dokumentation einer möglichen Beeinflussung der Grundwasserhydraulik durch das Abbauvorhaben hat eine regelmäßige Aufzeichnung des Grund- und



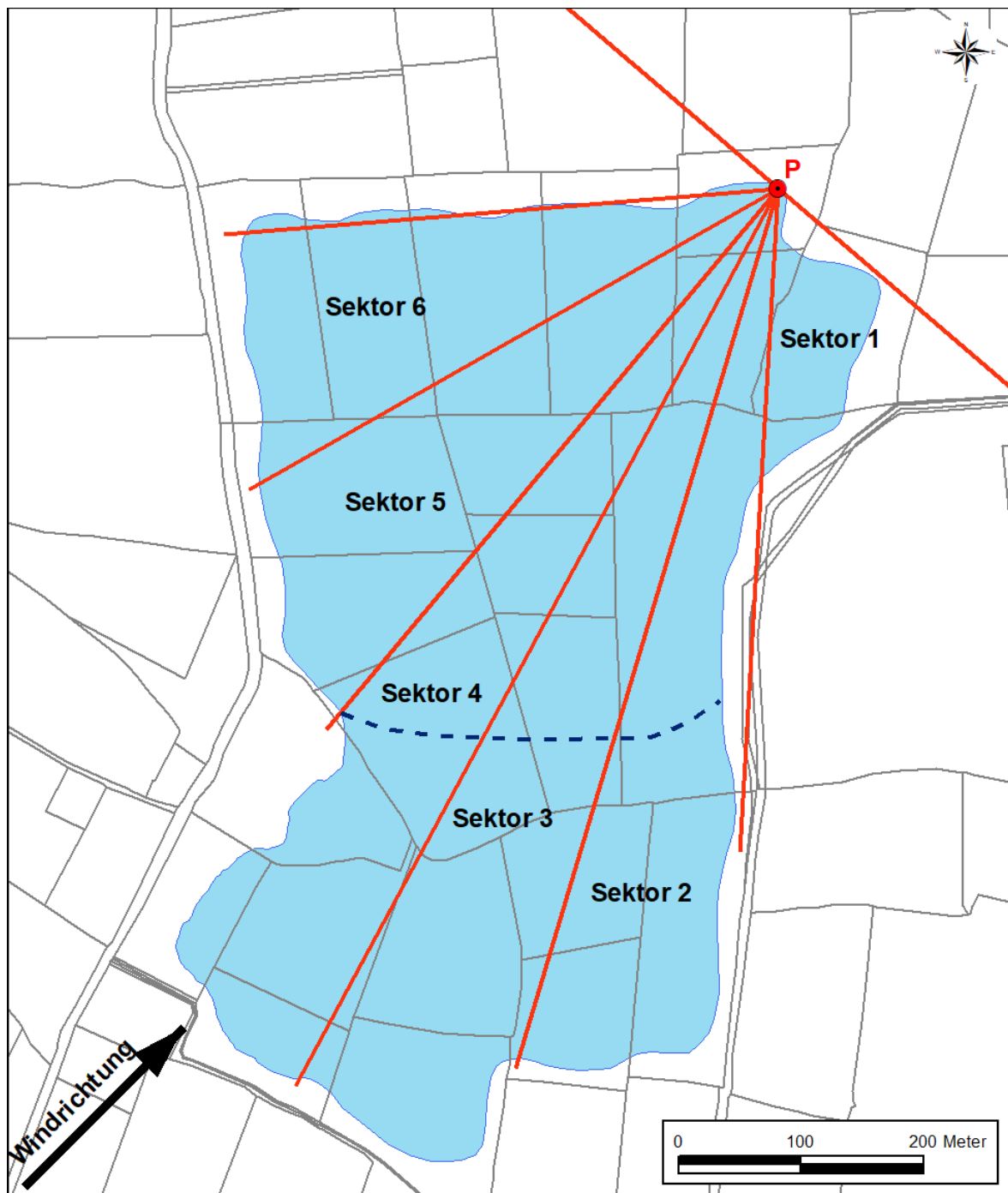


- Seewasserstandes an Grundwassermessstellen (Zu-/ Abstrom) bzw. einem Latenpegel im Abbaugewässer zu erfolgen.
- Zur frühzeitigen Feststellung etwaiger Beeinträchtigungen der Wasserqualität hat eine regelmäßige Untersuchung des Grund- und Teichwassers auf hydrochemisch und gewässerökologisch relevante Parameter zu erfolgen.
  - Sofern betriebstechnisch möglich und sinnvoll, soll das Unternehmen biologisch gut abbaubare Betriebsstoffe der Wassergefährdungskategorie 1 („schwach wassergefährdend“, wie z. B. Rapsmethylester) einsetzen.
  - Auf der jeweils anstehenden Abbaufäche ist der Oberboden weiträumig abzutragen und auf gesonderten Haldenflächen oder in ausreichendem Abstand zum Abbaugewässer bis zur Verwertung (Verkauf, landschaftspflegerische Maßnahmen) zwischen zu lagern, so dass auch im Falle von Uferabbrüchen kein humoses Bodenmaterial in den See gelangen kann.
  - Um ein Überlaufen des Sees im Norden sowie Vernässungen der anliegenden Flächen zu vermeiden, ist in Abhängigkeit der Beweissicherungsergebnisse ggf. eine Geländeaufhöhung in Teilbereichen oder die Anlegung eines Notüberlaufes in einen Randgraben vorzusehen. Für den zu erwartenden mittleren Seewasserstand von rd. 0,62 mNN ist unter Berücksichtigung des bisher höchsten Seewasserstandes von 0,54 m über dem bisherigen mittleren Seewasserstand und 0,30 m Reserve für Wellenschlag eine Geländehöhe von mind. 1,45 m NN notwendig.

## **8 Auswirkungen im Abbaugewässer**

Das zukünftige Abbaugewässer mit seiner länglichen Ausrichtung in N-S-Richtung hat die längste Ausdehnung in NE-SW-Richtung. Von der etwa 11 km entfernten DWD-Klimastation Wittmundhafen liegen seit 1975 Stundenwerte für Windrichtung und Windstärke vor. Zu den häufigsten Windrichtungen zählen dabei SSW bis W. Die höchste Windgeschwindigkeit für die Windrichtung SW (210 bis 240°) beträgt für die verfügbaren Daten 23,3 m/s. Wind kann auf dem Abbaugewässer zu Wellenschlag und Windstau führen.

Die Höhe der ankommenden Wellen ist von der Windgeschwindigkeit, der Windrichtung, der Streichlänge des Windes über der offenen Wasserfläche und der Wassertiefe abhängig. Zur Abschätzung des Wellenschlages und des Windstaus am Untersuchungspunkt P im Nordosten des Abbaugewässers wurde die Seefläche nach der Spektralmethode in 6 Sektoren unterteilt (Abb. 9) und anschließend eine Berechnung in Anlehnung an die Freibordberechnung in DVWK-M 246 (1997) durchgeführt.



**Abb. 9: Einteilung der Seefläche**

Für die Übertragung der über Land gemessenen Windgeschwindigkeit auf die Seefläche wird ein Faktor von 1,2 verwendet. Als Windgeschwindigkeit wird somit 28 m/s angesetzt. Die mittlere Seetiefe wird vereinfacht für jeden Sektor mit 15 m angesetzt. Berechnungen mit größeren oder geringeren Seetiefen ergaben keine signifikanten Unterschiede. Die mittlere partielle Wellenhöhe wird mit nachfolgender Gleichung berechnet:





$$h_{We,i} = \frac{w_{10}^2 \cdot 0,16}{g} \cdot \left\{ 1 - \frac{1}{[1 + 0,006 \cdot \sqrt{S_i^*}]} \right\} \cdot \tanh \left\{ 0,625 \cdot \frac{(d_i^*)^{0,8}}{1 - \frac{1}{[1 + 0,006 \cdot \sqrt{S_i^*}]^2}} \right\}$$

mit

$$d_i^* = \frac{g \cdot d_i}{w_{10}^2} \text{ und } S_i^* = \frac{g \cdot S_i}{w_{10}^2}$$

$h_{We,i}$  = mittlere partielle Wellenhöhe [m]

$w_{10}$  = Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe über der Wasseroberfläche [m/s]

$g$  = Fallbeschleunigung [9,80665 m/s]

$S_i$  = Streichlänge im Sektor i [m]

$d_i$  = mittlere Seetiefe im Sektor i [m].

Die Spektralfaktoren  $a_i$  zur Wichtung der zur Wellenbewegung beitragenden Energieanteile der einzelnen Sektoren lassen sich gemäß folgender Gleichung bestimmen:

$$a_i^* = \frac{\theta_i}{180^\circ} - \frac{\sin(2 \cdot \theta)}{2 \cdot \pi}.$$

Die für den Wellenaufbau  $h_{Au}$  erforderlichen Kennwerte mittlere Wellehöhe  $\overline{h_{We}}$ , mittlere Wellenperiode  $\overline{T_{We}}$  und mittlere Wellenlänge  $\overline{l_{We}}$  ergeben sich aus:

$$\begin{aligned} \overline{h_{We}} &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i \cdot \overline{h_{We,i}^2})} \\ \overline{T_{We}} &= \frac{6,2 \cdot w_{10} \cdot \pi}{g} \cdot \left[ \frac{g \cdot \overline{h_{We}}}{w_{10}^2} \right]^{0,625} \\ \overline{l_{We}} &= \frac{g \cdot \overline{T_{We}}^2}{2 \cdot \pi} \cdot \tanh \left( \frac{2 \cdot \pi \cdot d}{\overline{l_{We}}} \right). \end{aligned}$$

Der Wellenaufbau selbst ergibt sich nach

$$h_{Au,x\%} = k_D \cdot k_R \cdot k_x \cdot \sqrt{\overline{h_{We}} \cdot \overline{l_{We}}} \cdot \tan \alpha$$

mit

$k_D \cdot k_R$  = Böschungsrauheit

$k_x$  = von Überschreitungswahrscheinlichkeit abhängiger Koeffizient nach DVWK-M 246

$\alpha$  = Böschungswinkel in °.

Für den Betrachtungspunkt P wurde die Böschungsrauheit von Rasen, Sand mit 0,8, die Überschreitungswahrscheinlichkeit von Erddämmen mit  $k_x = 2,4$  sowie die Böschungsneigung 1:15 angesetzt. Es ergibt sich eine mittlere Wellenhöhe im Punkt P von 0,36 m und ein Wellenaufbau von 0,18 m (Tab. 5). Die für andere Uferbereiche geplante Böschungsneigung von 1:5 würde an Punkt P zu einem Wellenaufbau von 0,55 m und eine Böschungsneigung von 1:10 würde zu einem Wellenaufbau von 0,27 m führen.



**Tab. 5: Spektralfaktoren, Streichlängen, mittleren partiellen Wellenhöhen der Sektoren sowie mittlere Wellenhöhen, mittlere Wellenlänge, mittlere Wellenperiode und Wellenaufbau im Abbaugewässer an Punkt P**

Sektor	Spektralfaktoren $a_i$ [ ]	Streichlänge [m]	Mittl. partielle Wellenhöhe $h_{We,i}$ [m]	$a_i \cdot h_{We,i}^2$ [m <sup>2</sup> ]
1	0,1560	76	0,148	0,0034
2	0,0924	668	0,432	0,0173
3	0,1202	803	0,473	0,0269
4	0,1314	801	0,472	0,0293
5	0,2134	518	0,382	0,0311
6	0,1957	381	0,329	0,0211

$\overline{h_{We}}$	0,36
$\overline{T_{We}}$	1,90
$\overline{l_{We}}$	6,62
$h_{Au}$	0,18

Zur Einschätzung der ermittelten Werte wurde zum Vergleich eine kürzere Längsausdehnung in Windrichtung angenommen (blau gestrichelte Linie in Abb. 9). In diesem Fall reduzieren sich die Streichlängen in den Sektoren 2 bis 4 auf 383 m, 459 m und 549 m. Die mittlere Wellenhöhe beträgt in diesem Fall 0,32 m und der Wellenaufbau 0,16 m.

Die Windstauhöhe kann gemäß DVWK Merkblatt (DVWK, 1997) wie folgt berechnet werden.

$$h_{wi} = \frac{w_{10}^2 \cdot S \cdot \cos \beta}{4861110 \cdot d}$$

mit

$d$  = mittlere Wassertiefe [m]

$S$  = Streichlänge des Windes über Seeoberfläche, Windwirklänge [m]

$\beta$  = Winkel der maßgebenden Windrichtung und der angesetzten Streichlänge [°].

Für die maximale Streichlänge in Windrichtung von 815 m ( $\beta = 0$ ), der Windgeschwindigkeit von 28 m/s und der zuvor schon verwendeten mittleren Wassertiefe von 15 m ergibt sich eine Windstauhöhe von 0,01 m. Bei der Ansetzung von größeren Wassertiefen reduziert sich die Windstauhöhe.



## 9 Wasserrahmenrichtlinie

Gemäß der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist eine Verschlechterung des Zustands der oberirdischen Gewässer sowie des Grundwassers zu vermeiden. Zu den Bewirtschaftungszielen für das Grundwasser zählen nach § 47 WHG bzw. Artikel 4 EG-WRRL die Vermeidung der Verschlechterung des mengenmäßigen und chemischen Zustandes sowie die Erhaltung oder Erreichung eines guten mengenmäßigen und guten chemischen Zustandes. Alle signifikanten und anhaltenden Trends steigender Schadstoffkonzentrationen, die durch menschliche Tätigkeiten verursacht sind, sollen umgekehrt werden.

Für die Oberflächengewässer werden in § 27 WHG bzw. Artikel 4 EG-WRRL als Ziele der gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial bei künstlichen oder erheblich veränderten Gewässern und der gute chemische Zustand genannt. Es ist zudem darauf zu achten, dass der Zustand der Oberflächengewässer nicht verschlechtert wird.

### 9.1 Grundwasser

Das Vorhaben betrifft den Grundwasserkörper „Norderland/ Harlinger Land“ (DE\_GB\_DENI\_39\_08). Das zukünftige Abbaugewässer wird mit einer Fläche von 0,2955 km<sup>2</sup> einen Anteil von 0,04 % des Grundwasserkörpers (799,89 km<sup>2</sup>) haben.

Im Kartenserver der niedersächsischen Umweltverwaltung [<https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten/>] wird für den Grundwasserkörper sowohl ein guter mengenmäßiger als auch ein guter chemischer Zustand ausgewiesen.

Im Rahmen der bisherigen Beweissicherung liegen wie in Kap. 4.5 ausgeführt von 5 Grundwassermessstellen im Umfeld der Abbaustätte 26 Analysen aus dem Zeitraum 1997 bis 2014 vor. Das Abbaugewässer wurde bisher nur einmal untersucht. Hinsichtlich der Schwellenwerte der Grundwasserverordnung kam es an 2 Grundwassermessstellen insgesamt sechsmal zur Überschreitung des Schwellenwertes für Nitrat, an einer Messstelle wurde zweimal der Schwellenwert für Ammonium und an einer Messstelle einmal der Schwellenwert für Blei überschritten. Diese Überschreitungen sind jedoch nicht auf den Sandabbau zurückzuführen. Auf Pflanzenschutzmittel sowie Trichlorethylen und Tetrachlorethylen wurde nicht untersucht.

Im Zuge der Abbauerweiterung werden die grundwasserüberdeckenden Schichten entfernt und das Grundwasser wird auf der Abbaufäche freigelegt. Eine Überdeckung aus gering durchlässigen Schichten ist jedoch nur teilweise vorhanden. Das Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung ist daher meist als gering einzustufen (Kap. 4.6). Nach BLFW (1995) spielen atmosphärische Einträge hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit aber nur eine vergleichsweise untergeordnete Rolle. Zudem entfallen auch die landwirtschaftliche Nutzung der Flächen und der damit ggf. einhergehende Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmittel. Ausführlichere Beschreibungen zur Auswirkung des Bodenabbaus auf die Grundwasserbeschaffenheit sind in Kap. 7 zu finden. Insgesamt ist keine Verschlechterung des chemischen Zustandes durch die geplante Abbauerweiterung zu erwarten.

Im Kap. 6 werden die Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt beschrieben. Mit der Grundwasserfreilegung geht eine Mehrverdunstung von rd. 32.100 m<sup>3</sup> einher, die der Grundwasserneubildung nicht mehr zur Verfügung steht. Dazu kommt noch eine grundwasserwirksame Volumenentnahme durch den Sandabbau von jährlich ca. 89.700 m<sup>3</sup>.



Die nutzbare Dargebotsreserve für den Grundwasserkörper beträgt gemäß Anlage 2 zum Rd.Erl. d. Mu. V. 29.05.2015 – 23-62011/010 7,57 Mio. m<sup>3</sup>, davon werden für den Teilbereich des Landkreises Wittmund 4,08 Mio. m<sup>3</sup> ausgewiesen. Durch den Sandabbau ist demnach keine Verschlechterung des mengenmäßigen Zustandes zu erwarten.

## **9.2 Oberirdische Gewässer**

Das Vorhaben ist im Wasserkörpereinzugsgebiet „Bettenwarfer Leide/ Neue Dillft“ (DE\_RW\_DENI\_06010) geplant. Fließgewässer, die Gegenstand der Bewirtschaftungsplanung sind, sind nicht direkt betroffen. Ein Anschluss des Sees an oberirdische Gewässer ist nicht geplant.

Eingriffe erfolgen in das Gewässer II. Ordnung Brückenleide sowie mehrere kleinere Entwässerungsgräben. Ein Teilabschnitt der Brückenleide und die Entwässerungsgräben auf der Abbaufäche werden entfallen. Die Brückenleide soll durch ein neues Gewässer, das am nördlichen Rand der Abbaustätte geplant ist, ersetzt werden. Der Gewässerausbau ist mit einer einheitlich ausgebauten südlichen Böschung geplant. Die nördliche Böschung soll soweit möglich naturnah mit wechselnden Böschungsneigungen, geschwungenen Uferlinien und wechselnden Sohlbreiten gestaltet werden. In Teilbereichen werden bestehende Gräben integriert werden. Die Böschungen auf den Nachbarflurstücken bleiben bestehen, ggf. nicht passende Sohliefen auf diesen Seiten würden ebenfalls bestehen bleiben und als Bermen verbleiben. Durch die geplante Maßnahme ist keine Veränderung der Entwässerungstiefe oder Wasserstände vorgesehen.

Als Ziele für die Oberflächenwasserkörper gelten neben dem Verschlechterungsverbot der gute ökologische Zustand (für natürliche Wasserkörper) bzw. das gute ökologische Potenzial (für künstliche und erheblich veränderte Wasserkörper) und der gute chemische Zustand. Die Handlungsschwerpunkte in Niedersachsen zur Erreichung dieser Ziele beziehen sich auf die Reduzierung der diffusen Belastungen sowie auf die Wiederherstellung und Verbesserung der Durchgängigkeit und Hydromorphologie.

Die geplante Abbauerweiterung erfolgt mit Bezug auf die Vorgehensweise beim Gewässerausbau und der Gewässerbenutzung gegenüber dem derzeit bestehenden Wasserrecht unverändert. Im Rahmen der abbaubedingt erforderlichen Umlegung eines Entwässerungsgrabens erfolgt dessen Neuanlage in einem naturnahen Ausbauzustand. Demzufolge sind hinsichtlich biologischer Qualitätskomponenten und des chemischen Zustandes des Gewässers gegenüber dem Ist-Zustand keine nachteiligen Veränderungen sondern vielmehr Verbesserungen zu erwarten.



## 10 Konzept für ein Beweissicherungsprogramm

Die Beweissicherung dient der Dokumentation der Auswirkungen des Abbaubetriebes aus hydraulischer und hydrochemischer Sicht. Für den Abbau existiert bereits ein Beweissicherungsprogramm, welches die hydraulischen und hydrochemischen Auswirkungen des Abbaubetriebes kontinuierlich erfasst. Art und Umfang derzeit angeordneter Beweissicherungsmaßnahmen bleiben im Wesentlichen bestehen, jedoch werden nunmehr auch neu eingerichtete Grundwassermessstellen in das vorhandene Messnetz integriert.

Zur Dokumentation des abbaubedingten Einflusses auf die Grundwasserhydraulik sollten die Wasserstände an allen Messstellen monatlich im Rahmen einer Stichtagsablesung erfasst und einmal jährlich in Form von Grundwasserganglinien ausgewertet und dargestellt werden.

Die Wassergüteuntersuchung sollte weiterhin alle 2 Jahre im Grundwasserzu- und abstrom sowie im Abbaugewässer selbst erfolgen. Als Zustrommessstelle kommt Messstelle B3(M) im zentralen Grundwasserzustrom in Frage. Als Abstrommessstellen kommen zunächst die Messstelle B5(M) und B6(M) in Frage. Im Zuge des Abbaufortschritts werden jedoch beide Messstellen entfallen, so dass spätestens zur Inbetriebnahme des Abbaubereiches III eine neue Messstelle im Nordosten der Abbaustätte errichtet werden sollte. Bei der Untersuchung des Abbaugewässers sollte eine oberflächennahe und eine tiefe Probe entnommen werden.

Als Parameterumfang empfiehlt sich die Fortführung des bisherigen Programms (DVGW W 254 Stufe 1 ohne mikrobiologische Parameter zzgl. Phosphor und Stufe 2). Bei der Tiefenprobe des Abbaugewässers reicht jedoch die Untersuchung auf die Vor-Ort-Parameter. Der Probenahmezeitraum sollte Ende der Vollzirkulation im März oder April liegen.

Aufgestellt: Hesel, 23. November 2017

H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG



Dipl.-Ing. Harald Holtz  
- Geschäftsführer -

Dipl. Geologin Julia Zimmermann  
- Projektleiterin -



## 11 Literaturhinweise

- BÜRO FÜR GEWÄSSERKUNDE UND LANDSCHAFTSÖKOLOGIE (BGL) (1997): *Beeinflussung des Grundwassers durch die Anlage von Baggerseen*. — Literaturstudie im Auftrag des Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg und dem Industrieverband für Steine und Erden Baden-Württemberg im Rahmen des Pilotprojektes „Konfliktarme Baggerseen -KaBa“, 177 S.; Saarbrücken.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (BLFW) (1995) [Hrsg.]: *Baggerseen und ihre Wechselbeziehungen zum Grundwasser*. — 150 S.; Wien.
- DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU (DVWK) (1992): *Gestaltung und Nutzung von Baggerseen*. — DVWK-Regeln, Heft 108: 18 S., 7. B., 2. T; Hamburg, Berlin (Parey)
- DEVLIN, J.F. (2015): HydrogeoSieveXL: an Excel-based tool to estimate hydraulic conductivity from grain size analysis. — *Hydrogeology Journal*, DOI 10.1007/s10040-015-1255-0.
- ECKL, H. (2007): Hydrogeologische Anforderungen an Anträge auf obertägigen Abbau von Rohstoffen. — *Geofakten* 10: 6 S., 1 Abb., 1 Tab.; Hannover (LBEG).
- ELBRACHT, J., MEYER, R. & REUTTER, E. (2007): Hydrogeologische Räume und Teilräume in Niedersachsen. — mit Beiträgen von LINDER, B. & MAI, C., *GeoBerichte* 3: 107 S., 25 Abb.; Hannover (LBEG).
- LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU BADEN-WÜRTTEMBERG – LGRB (HRSG, 2001): Wechselwirkungen zwischen Baggerseen und Grundwasser - Ergebnisse isotopehydrologischer und hydrochemischer Untersuchungen im Teilprojekt 6 des Forschungsvorhabens 'Konfliktarme Baggerseen (KaBa)'; Freiburg.
- LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG – LFU (1999): Ab- und Umbauprozesse in Baggerseen und deren Einfluss auf das Grundwasser - Literaturauswertung. — *Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie* 52: 174 S.; Karlsruhe.
- LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG – LFU (2003): Zentrales BaggerseeInformationsSystem (ZeBIS), Untersuchungsdaten 1994 bis 2003, Oberrheinebene. — *Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie* 81, 1 CD-Rom.; Karlsruhe.
- LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG – LFU (2004): Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft. — *Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie* 88: 104 S.; Karlsruhe.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG - LfU (2005): Methodenband - Bestandsaufnahme der WRRL in Baden-Württemberg; Karlsruhe.
- Niedersächsisches Fischereigesetz (Nds. FischG) vom 1. Februar 1978, zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 10. November 2005 (Nds. GVBl. S. 334)
- LÜBBE, E. (1978): *Baggerseen – Bestandsaufnahme, Hydrologie und planerische Konsequenzen*. — 2. Aufl., 225 S., 59 Abb., 25 Tab.; Hamburg, Berlin (Parey).
- REGIONALES RAUMORDNUNGSPROGRAMM (RROP) 2006 für den Landkreis Wittmund – Beschreibende und zeichnerische Darstellung.





RdErl. d. MU v. 29. 5. 2015 – 23-62011/010 – Mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers (Nds. MBl. 2015 Nr. 25, S. 790)

WROBEL J.-P. (1980): *Wechselbeziehungen zwischen Baggerseen und Grundwasser in gut durchlässigen Schottern.* — GWF, Wasser-Abwasser, **4**: S. 165-173; München.

## 12 Kartenverzeichnis

NIBIS Kartenserver (2017a): Rohstoffsicherungskarte von Niedersachsen 1 : 25.000. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS Kartenserver (2017b): Digitales Geländemodell 1 : 5 000 (Bearbeitung LBEG) - Höhen ohne anthropogene Reliefformen. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS Kartenserver (2017c): Niederschlag im Jahr in Niedersachsen 1961-1990. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS Kartenserver (2017d): Niederschlag im Sommer in Niedersachsen 1961-1990. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS Kartenserver (2017e): Niederschlag im Winter in Niedersachsen 1961-1990. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS Kartenserver (2017f): Verdunstung im Jahr in Niedersachsen 1961-1990. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS Kartenserver (2017g): Verdunstung im Sommer in Niedersachsen 1961-1990. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS Kartenserver (2017h): Verdunstung im Winter in Niedersachsen 1961-1990. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS Kartenserver (2017i): Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 25.000 - Grundkarte. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS Kartenserver (2017j): Quartärgeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 500 000 - Tiefenlage der Quartärbasis. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS Kartenserver (2017k): Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 200 000 - Mächtigkeit des oberen Grundwasserleiterkomplexes. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS Kartenserver (2017l): Bohrungen der Bohrdatenbank von Niedersachsen (BDN). – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS Kartenserver (2017m): Hydrogeologische Karte von Niedersachsen 1 : 50 000 - Grundwasserneubildung, Methode mGROWA. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS Kartenserver (2017n): Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 200 000 – Versalzung des Grundwassers. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS Kartenserver (2017o): Altlasten. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.



## Anlagen






## **Anlage 1**

Übersichtskarte

M 1 : 25.000

3403000 3404000 3405000 3406000 3407000

## Legende

 Abbaustättengrenze



5950000

5949000

5948000

5947000

5946000

5945000

3403000

3404000

3405000

3406000

3407000

5950000

5949000

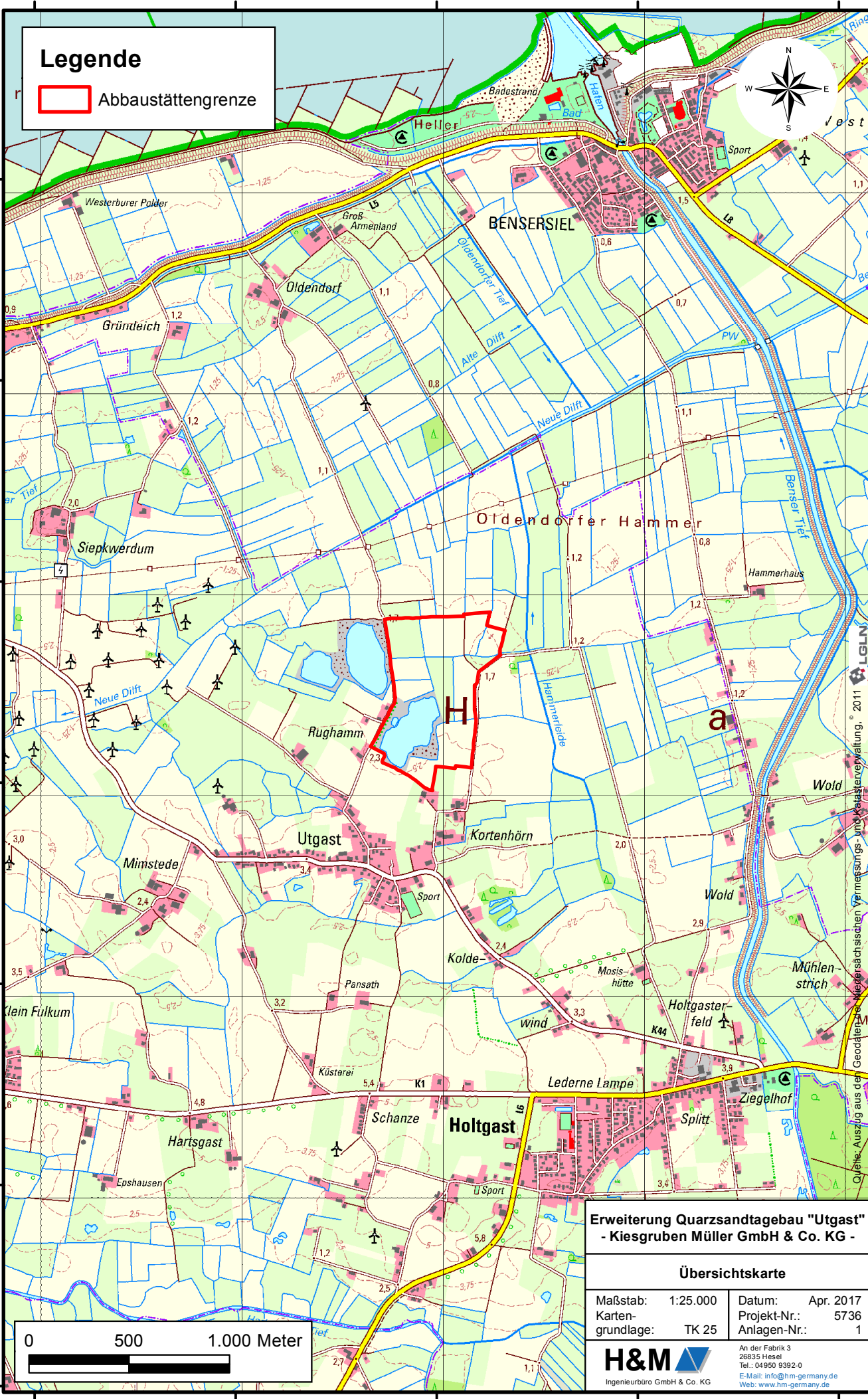
5948000

5947000

5946000

5945000

5944000



Erweiterung Quarzsandtagebau "Utgast"  
- Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG -

### Übersichtskarte

Maßstab: 1:25.000  
Karten-  
grundlage: TK 25

Datum: Apr. 2017  
Projekt-Nr.: 5736  
Anlagen-Nr.: 1

**H&M**  
Ingenieurbüro GmbH & Co. KG

An der Fabrik 3  
26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: [info@hm-germany.de](mailto:info@hm-germany.de)  
Web: [www.hm-germany.de](http://www.hm-germany.de)











Quelle: Auszug aus der Geodatenbank der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011



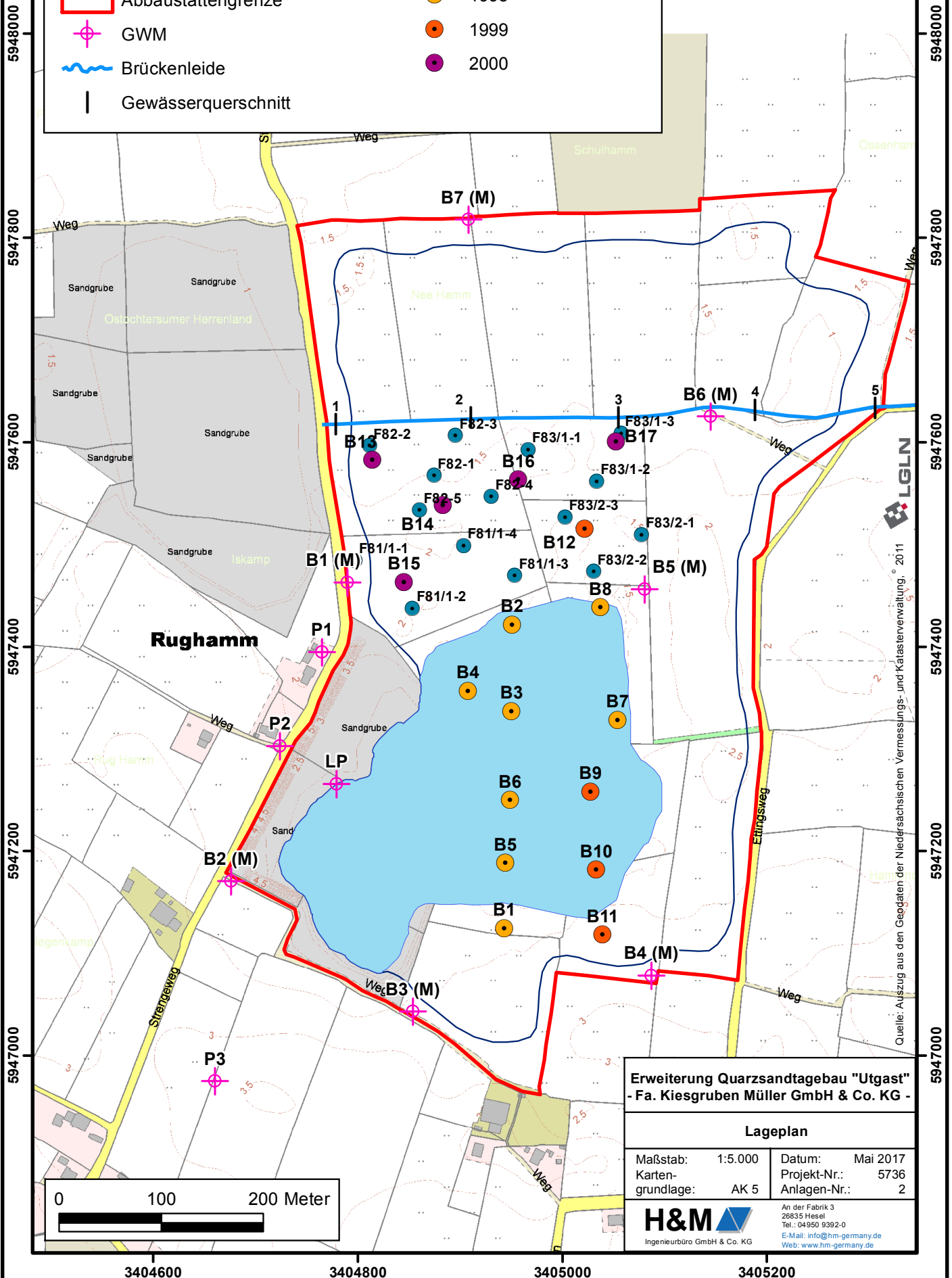
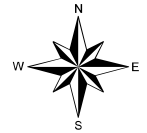
## Anlage 2

Lageplan  
M 1 : 5.000

# Legende

-  Abbaugewässer (Stand Mrz. 2016)
-  Abbaugewässer (geplant)
-  Abbaustättengrenze
-  GWM
-  Brückenleide
-  Gewässerquerschnitt
-  Handbohrungen 2017
-  1993
-  1999
-  2000

## Erkundungsbohrungen



Erweiterung Quarzsandtagebau "Utgast"  
- Fa. Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG -

### Lageplan

Maßstab:	1:5.000	Datum:	Mai 2017
Karten-		Projekt-Nr.:	5736
grundlage:	AK 5	Anlagen-Nr.:	2

**H&M**  
Ingenieurbüro GmbH & Co. KG

An der Fabrik 3  
26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: [info@hm-germany.de](mailto:info@hm-germany.de)  
Web: [www.hm-germany.de](http://www.hm-germany.de)

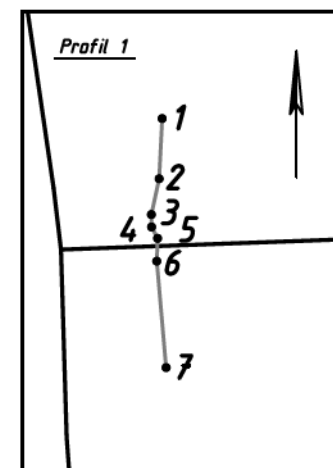
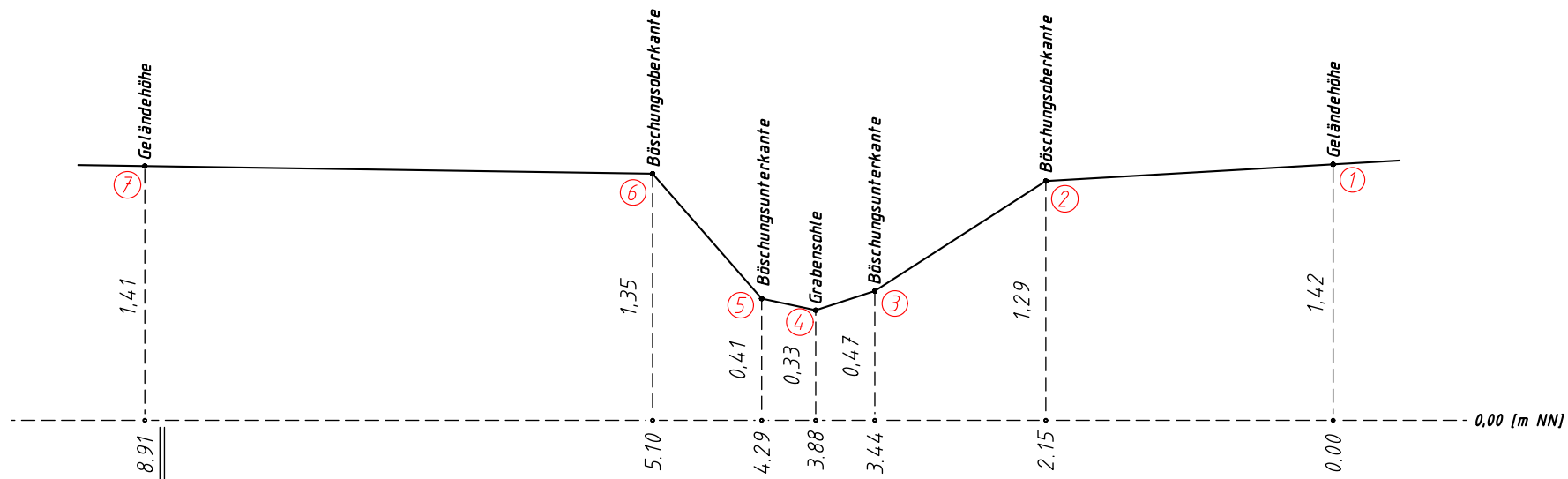
Quelle: Auszug aus den Geodaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, 2011



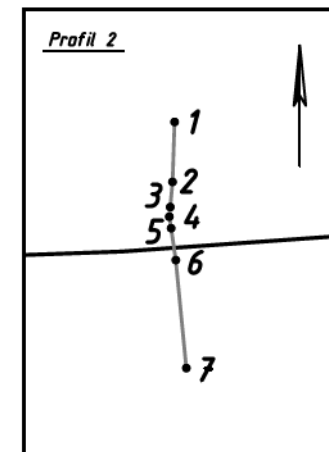
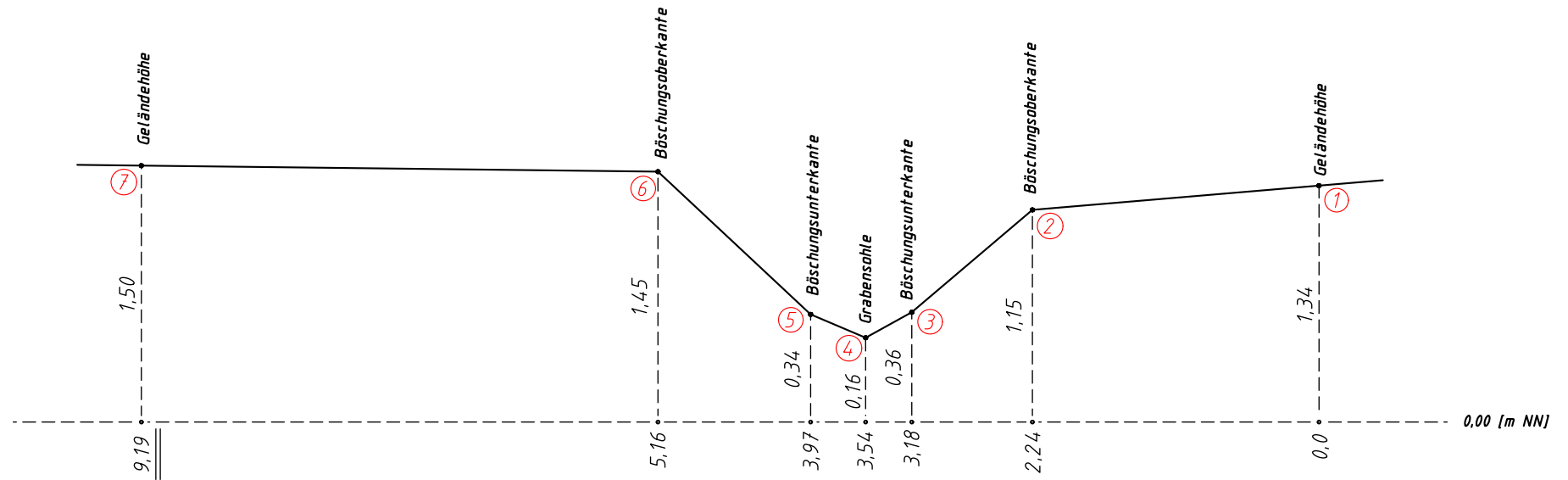
## **Anlage 3**

Querprofil Brückenleide

# Profil 1

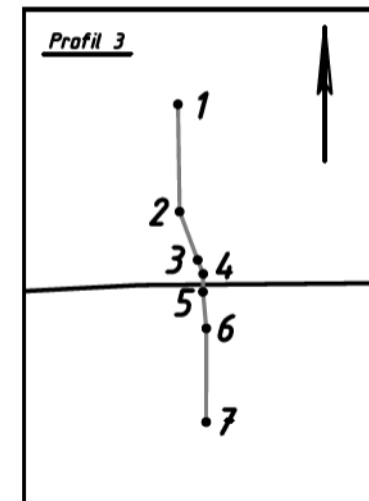
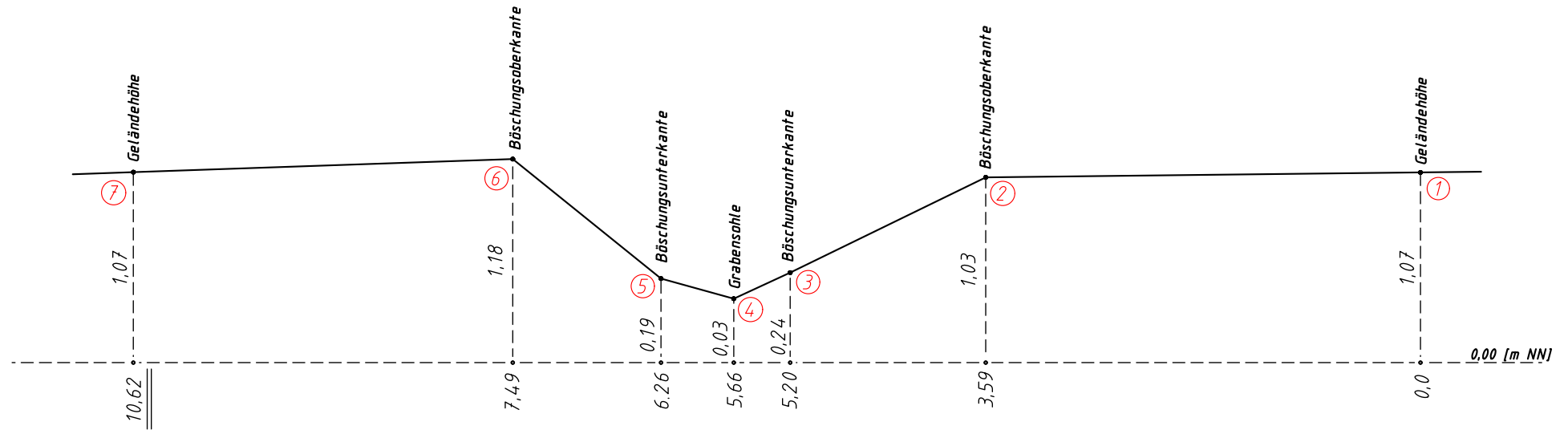


## Profil 2

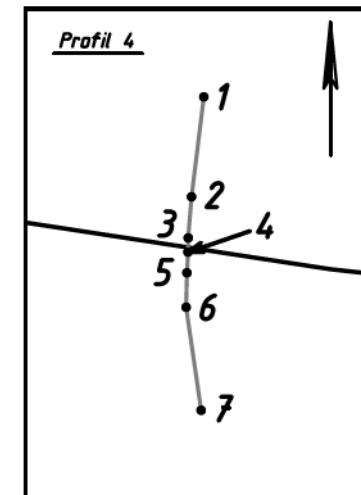
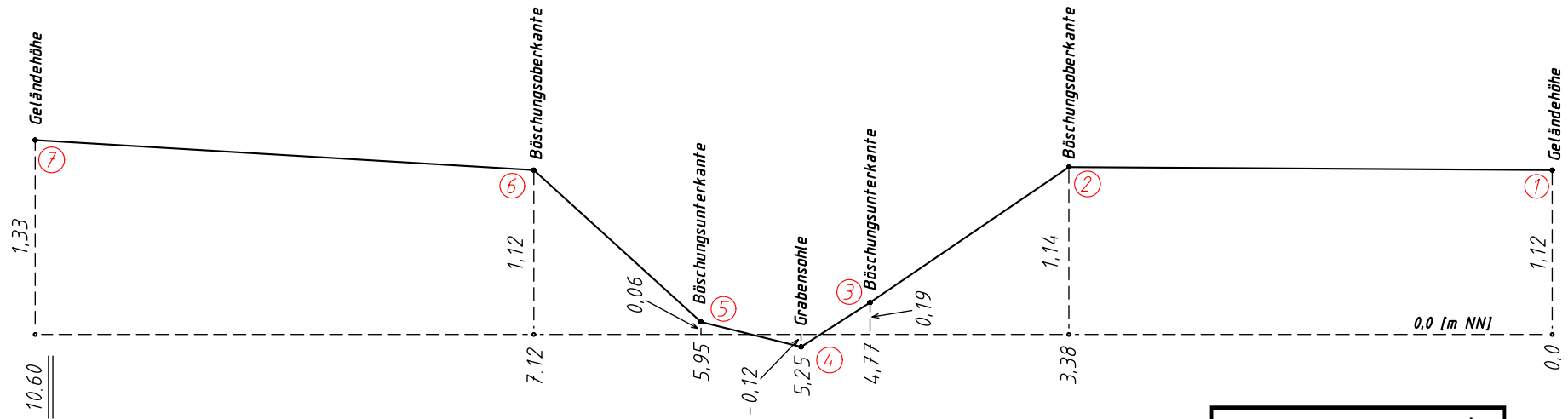




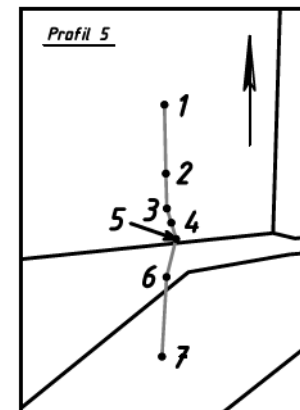
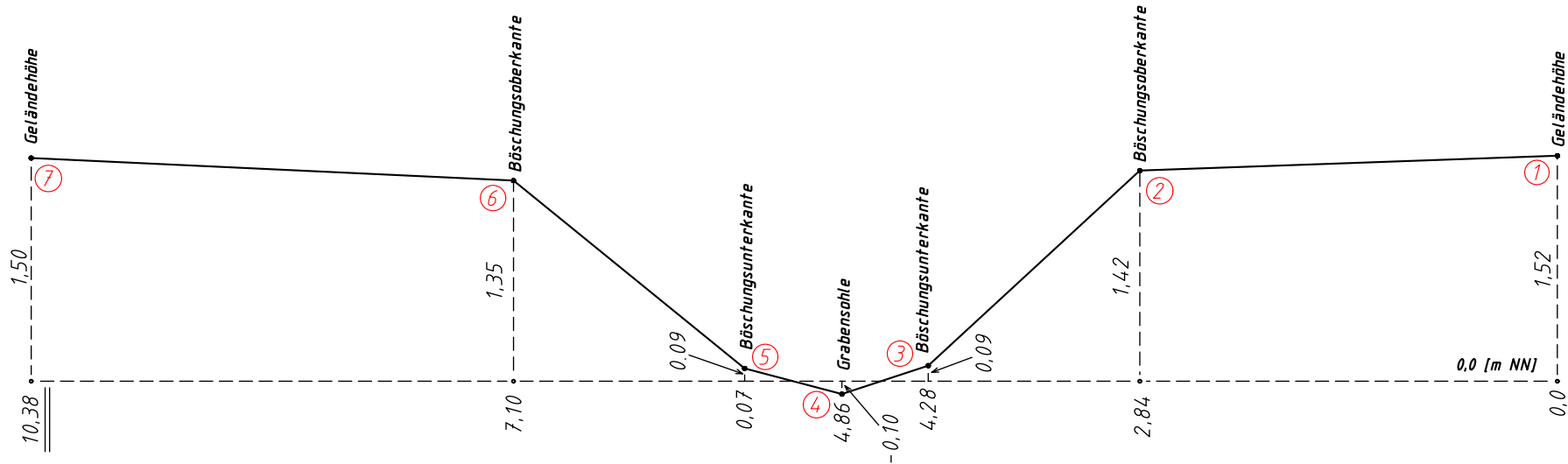
## Profil 3



# Profil 4



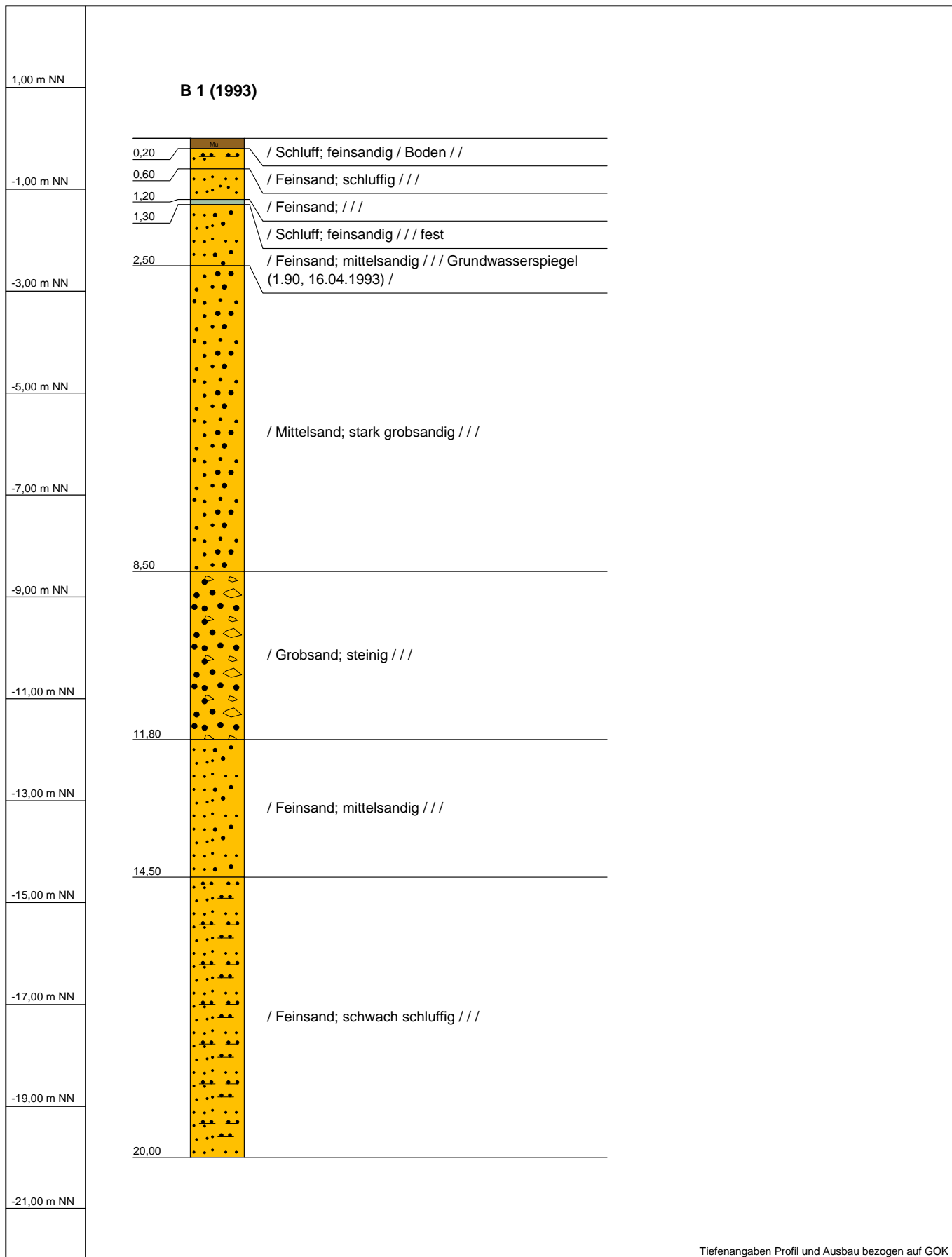
# Profil 5






## **Anlage 4**

Bohrprofile der Erkundungsbohrungen



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

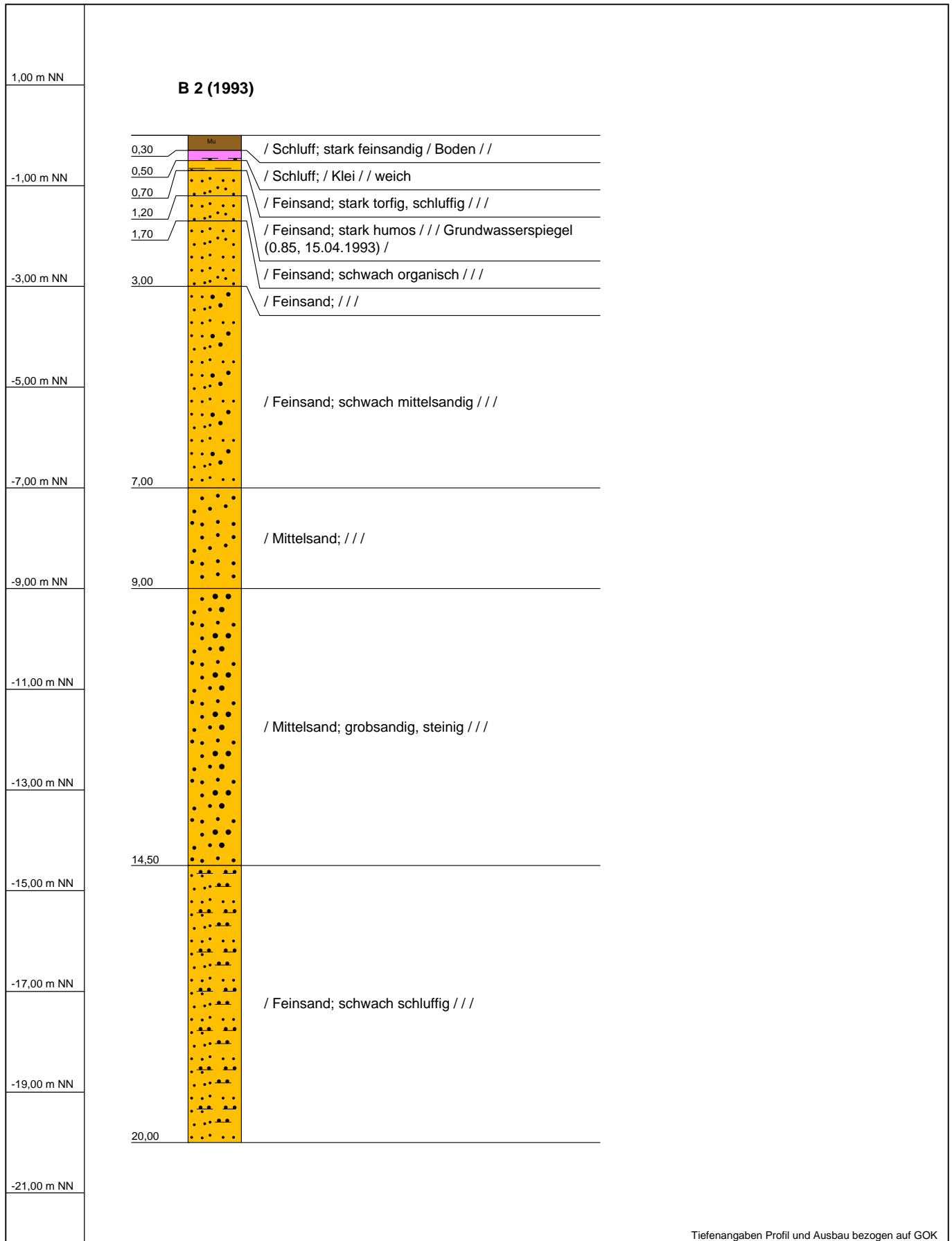
Name d. Bhrg.	B 1 (1993)	
Projekt	Sandabbau Utgast	
Auftraggeber	Fa. Günther Müller	
Bearbeiter	CASILAB	
Bohrfirma		Maßstab : 1:104



**H&M**


Ingenieurbüro GmbH & Co. KG

An der Fabrik 3, 26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: info@hm-germany.de



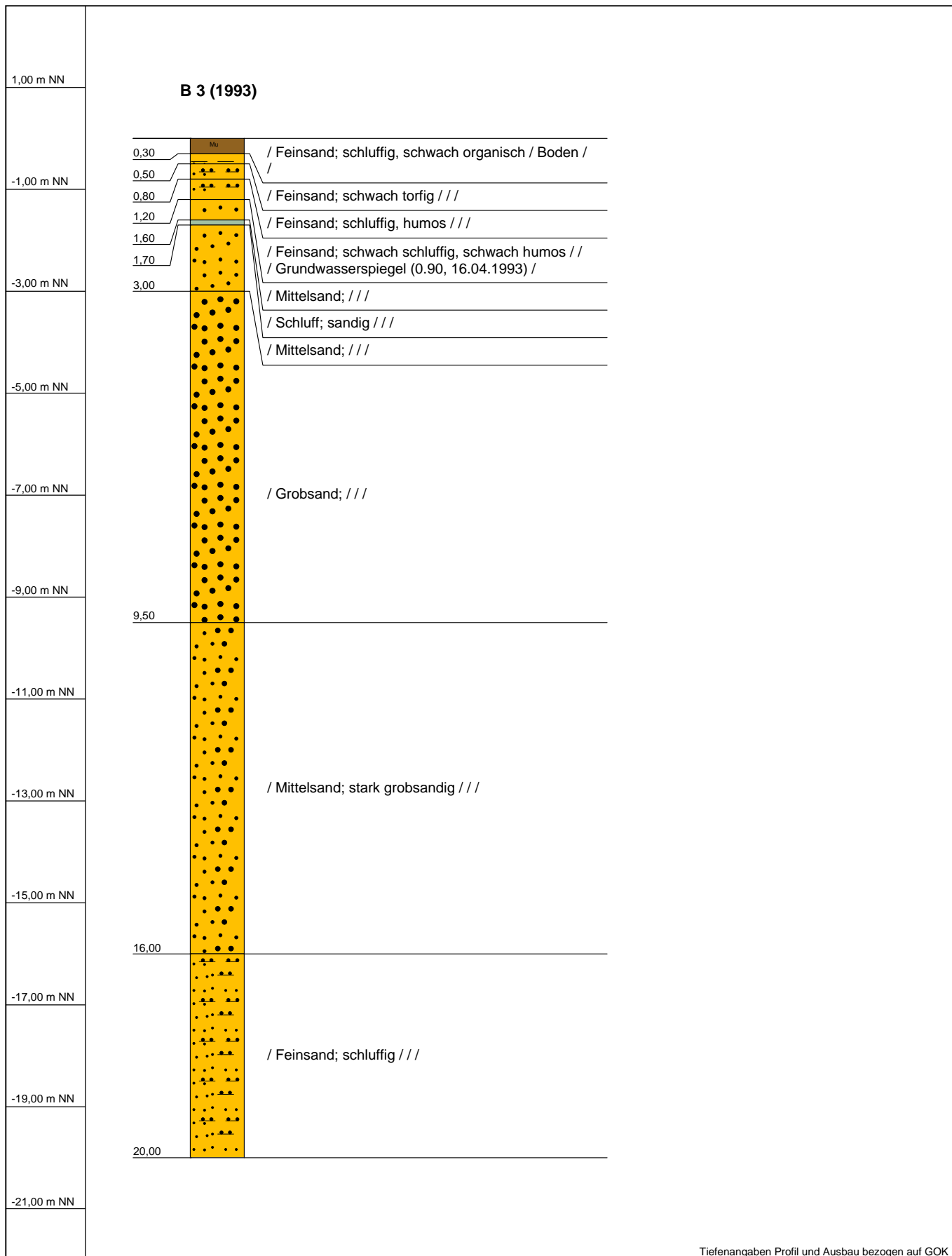
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	B 2 (1993)	
Projekt	Sandabbau Utgast	
Auftraggeber	Fa. Günther Müller	
Bearbeiter	CASILAB	
Bohrfirma		Maßstab : 1:104




Ingenieurbüro GmbH & Co. KG

An der Fabrik 3, 26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: info@hm-germany.de



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

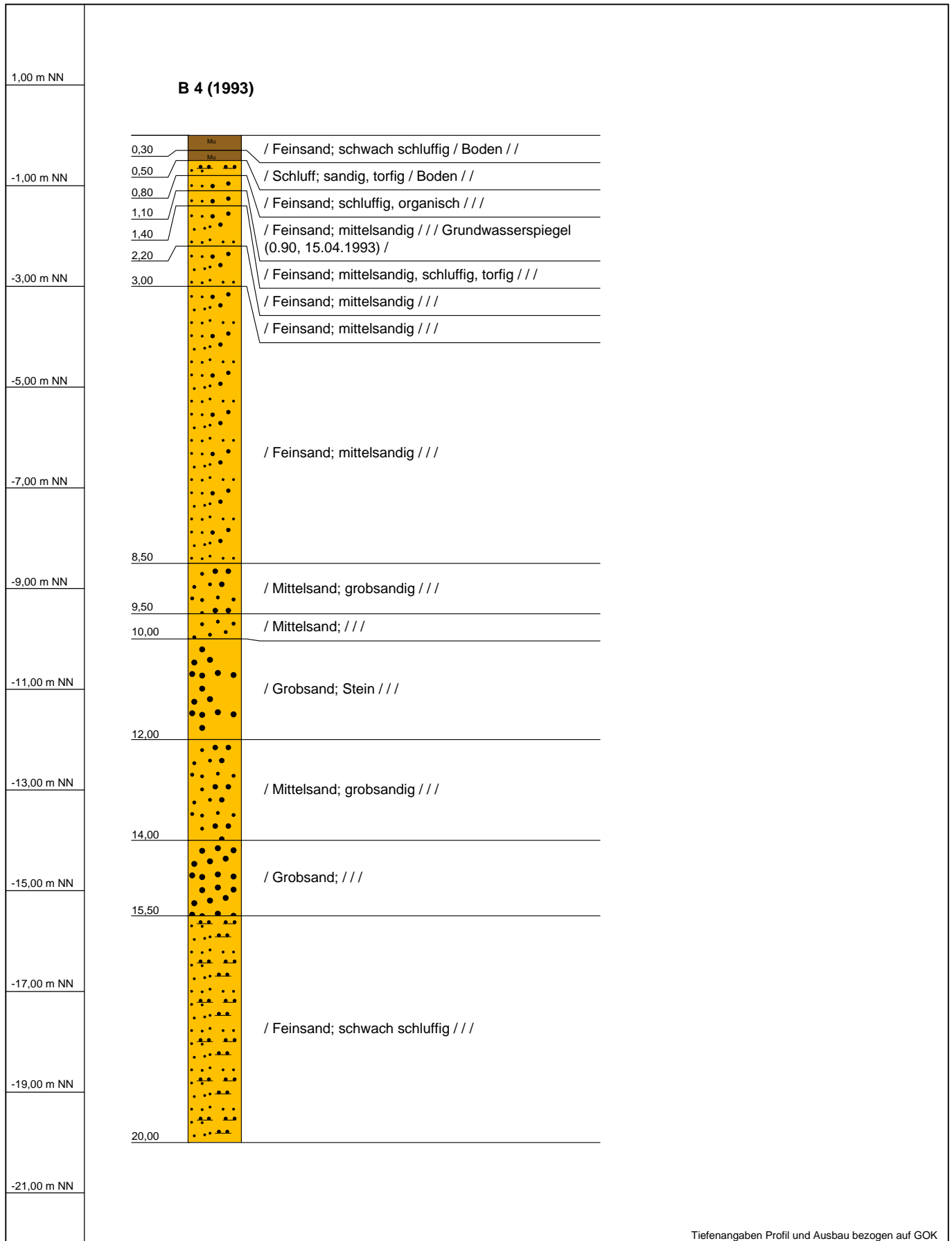
Name d. Bhrg.	B 3 (1993)	
Projekt	Sandabbau Utgast	
Auftraggeber	Fa. Günther Müller	
Bearbeiter	CASILAB	
Bohrfirma		Maßstab : 1:104



Ingenieurbüro GmbH & Co. KG


An der Fabrik 3, 26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: info@hm-germany.de





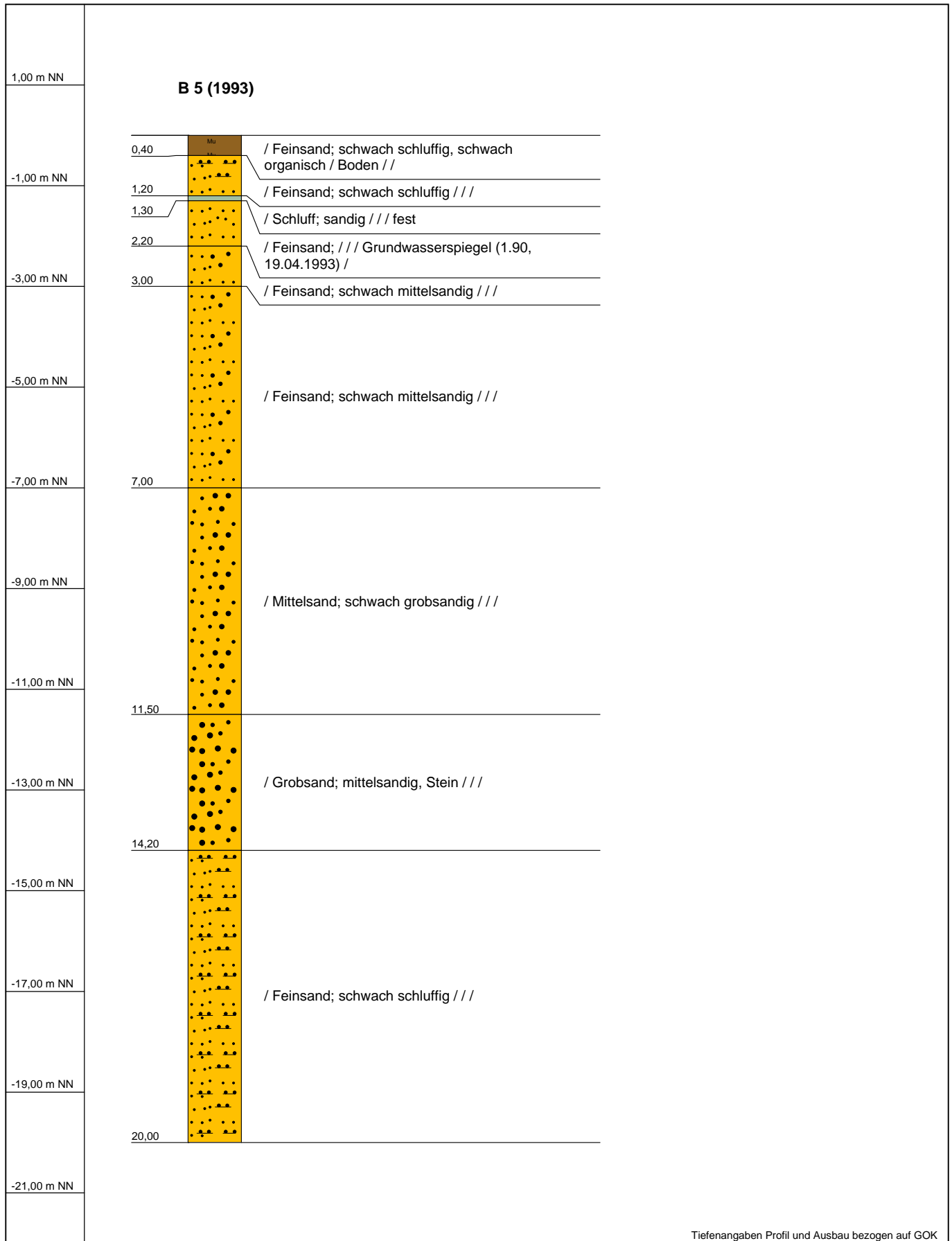
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	B 4 (1993)	
Projekt	Sandabbau Utgast	
Auftraggeber	Fa. Günther Müller	
Bearbeiter	CASILAB	
Bohrfirma		Maßstab : 1:104



Ingenieurbüro GmbH & Co. KG

An der Fabrik 3, 26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: info@hm-germany.de

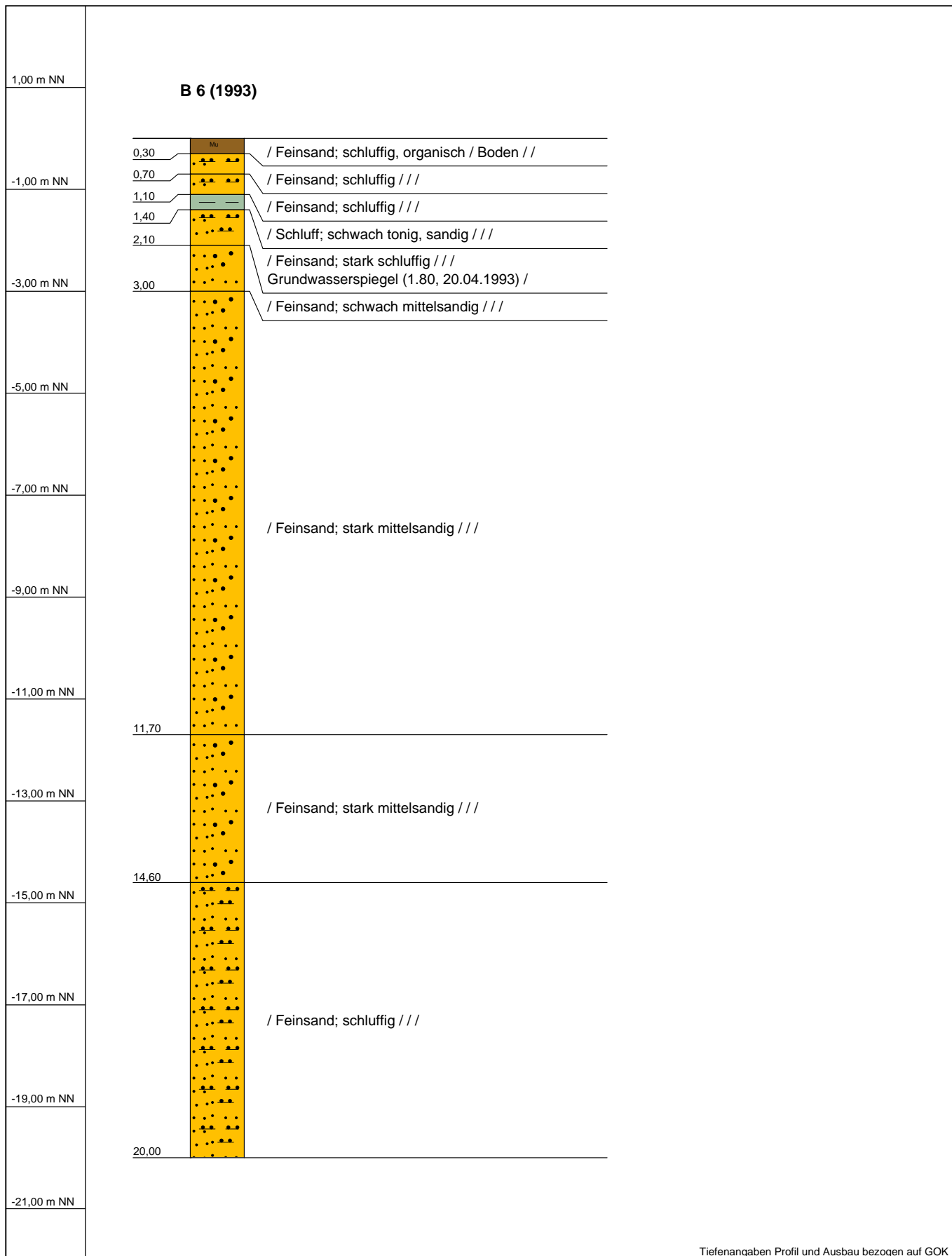


Name d. Bhrg.	B 5 (1993)	
Projekt	Sandabbau Utgast	
Auftraggeber	Fa. Günther Müller	
Bearbeiter	CASILAB	
Bohrfirma		Maßstab : 1:104

H&M


Ingenieurbüro GmbH & Co. KG

An der Fabrik 3, 26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: info@hm-germany.de



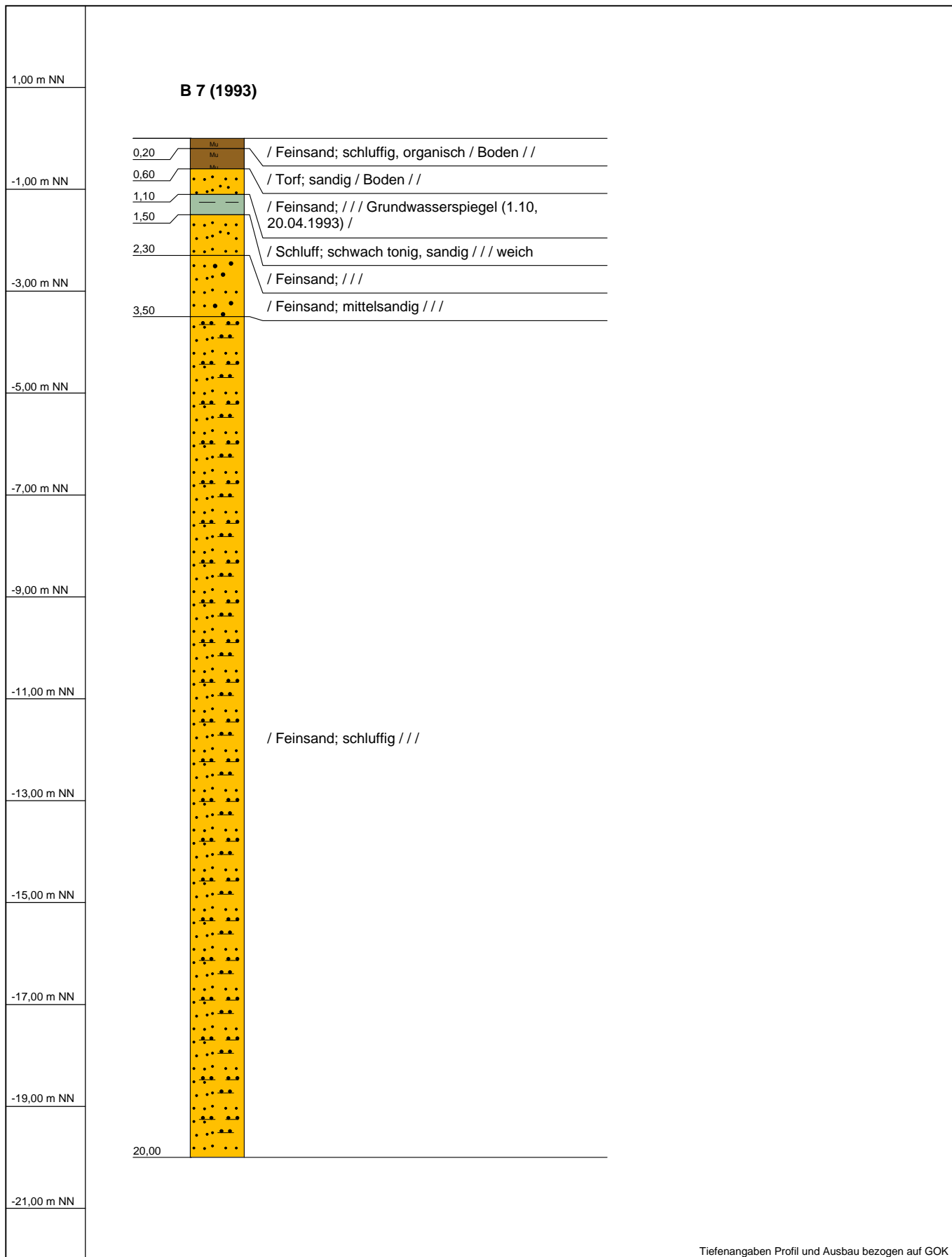
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	B 6 (1993)	
Projekt	Sandabbau Utgast	
Auftraggeber	Fa. Günther Müller	
Bearbeiter	CASILAB	
Bohrfirma		Maßstab : 1:104




Ingenieurbüro GmbH & Co. KG

An der Fabrik 3, 26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: info@hm-germany.de



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

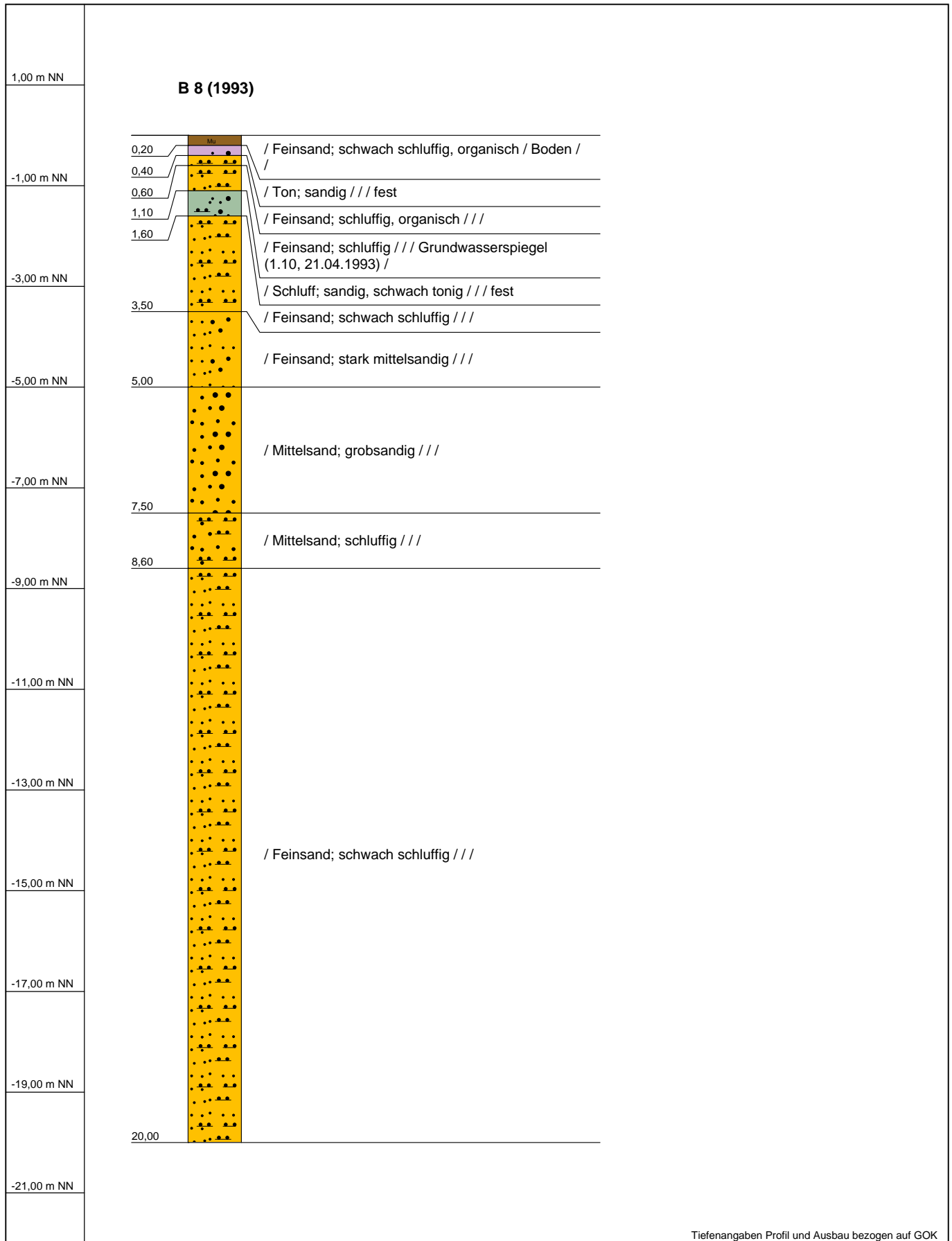
Name d. Bhrg.	B 7 (1993)	
Projekt	Sandabbau Utgast	
Auftraggeber	Fa. Günther Müller	
Bearbeiter	CASILAB	
Bohrfirma		Maßstab : 1:104



**H&M**

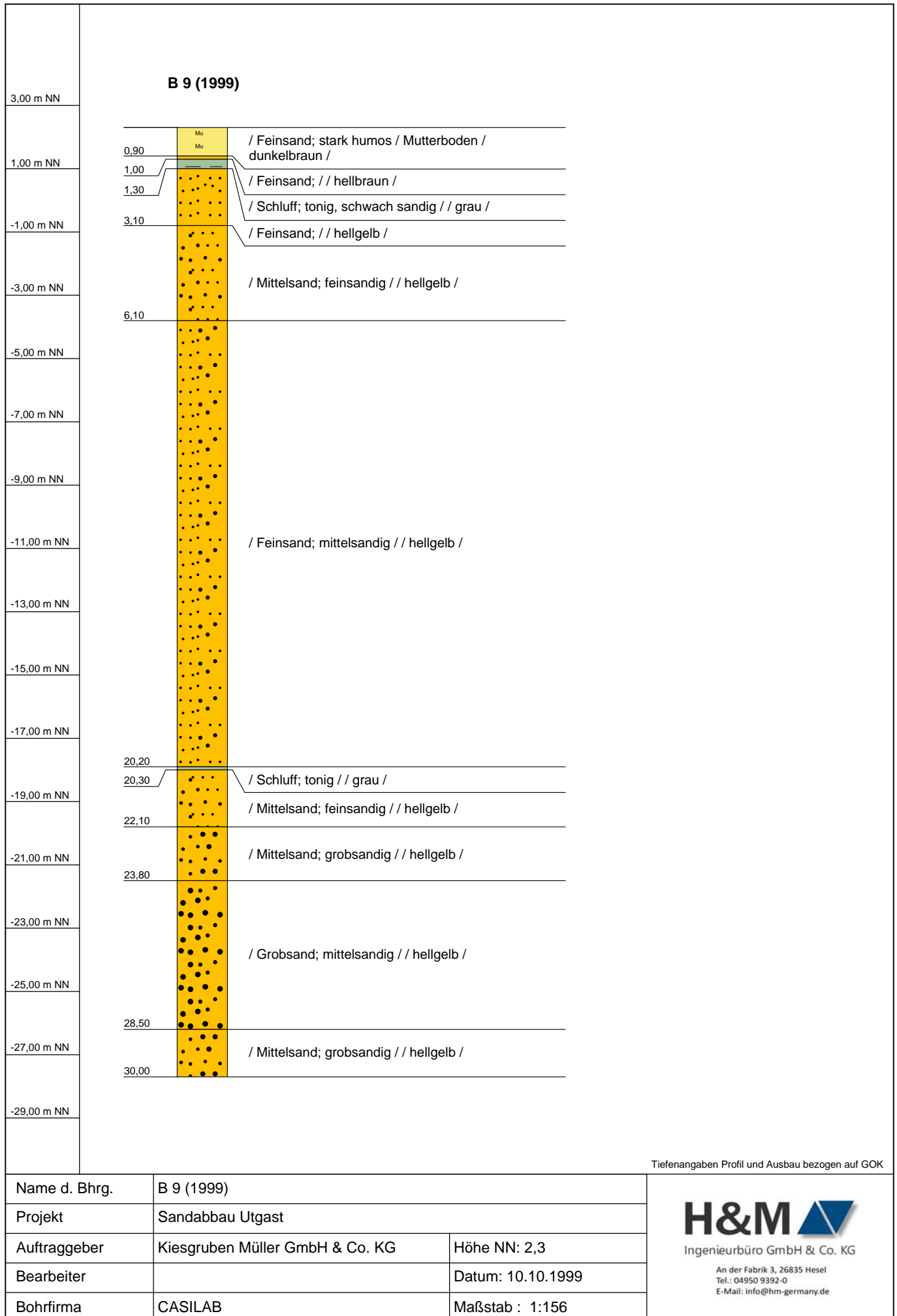
Ingenieurbüro GmbH & Co. KG

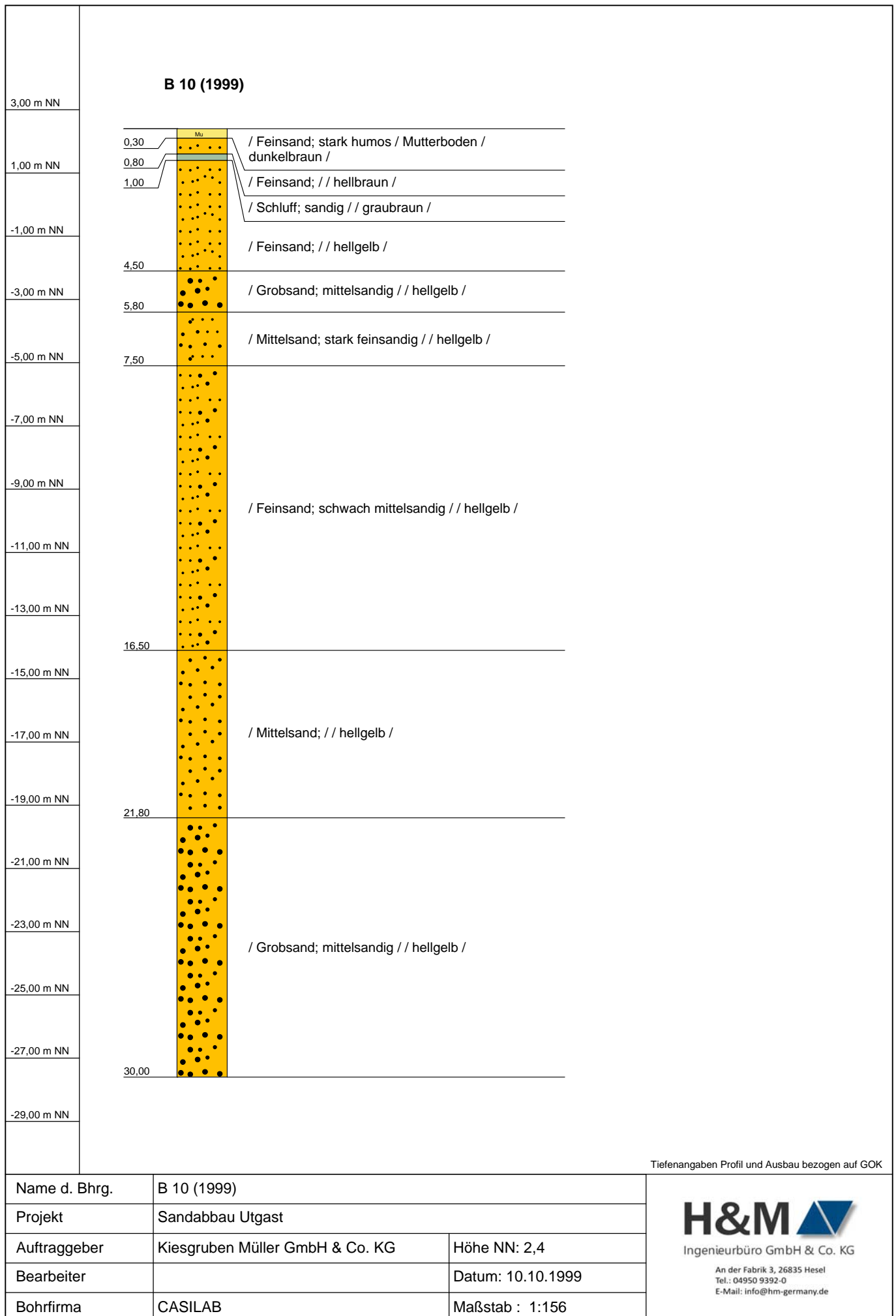
An der Fabrik 3, 26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: info@hm-germany.de



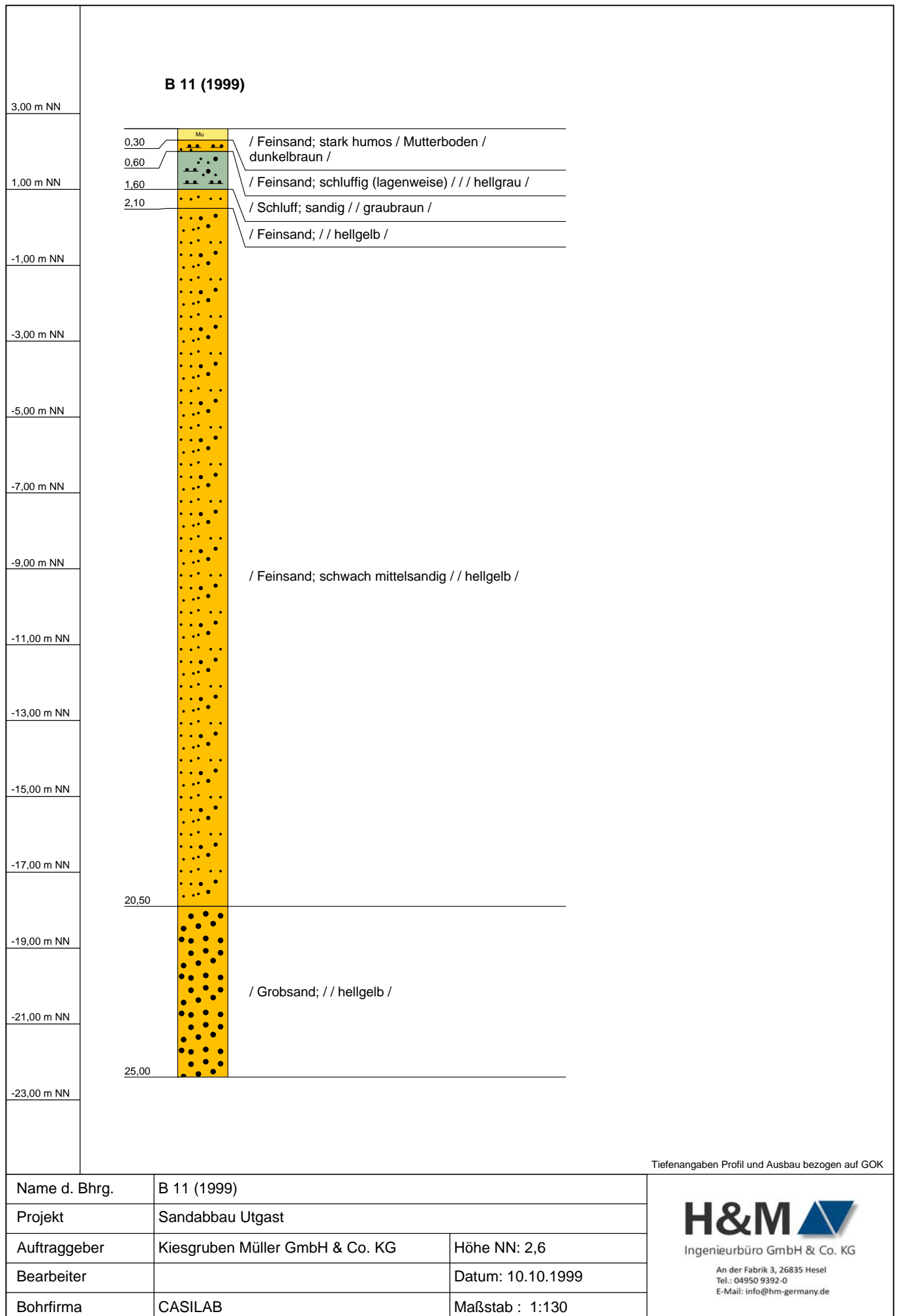
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	B 8 (1993)	
Projekt	Sandabbau Utgast	
Auftraggeber	Fa. Günther Müller	
Bearbeiter	CASILAB	
Bohrfirma		Maßstab : 1:104









**B 12 (1999)**



0.00 m NN

-2.00 m NN

-4.00 m NN

-6.00 m NN

-8.00 m NN

-10.00 m NN

-12,00 m NN

-14,00 m NN

-16.00 m NN

-18,00 m NN

-20.00 m NN

-22.00 m NN

-24.00 m NN

-26.00 m NN

-28.00 m NN

-30.00 m NN

0.10	Mu
------	----

0,40 /

1.00 /

1.50 /

680

13,80

14.80

18,80

24.30

26,30

30.00

/ Feinsand; stark humos / Mutterboden /  
dunkelbraun /

/ Schluff; feinsandig // braun /

/ Mittelsand; grobsandig, stark feinsandig / /  
hellbraun /

/ Feinsand; mittelsandig / / hellgelb /

/ Mittelsand; feinsandig // hellgelb /

/ Feinsand; schwach mittelsandig // gelb /

/ Feinsand; // gelb /

/ Feinsand; // gelb /

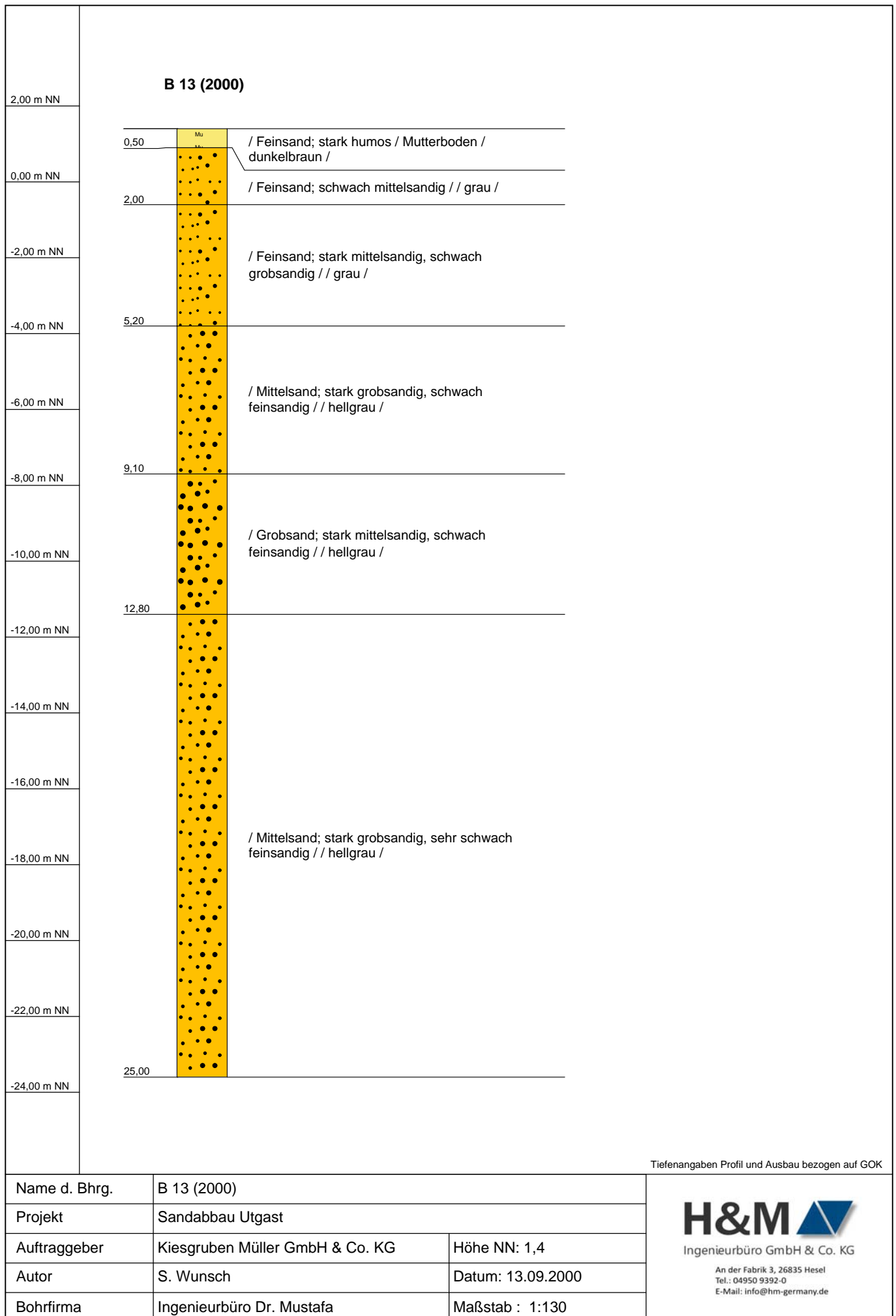
/ Feinsand; mittelsandig // gelb /

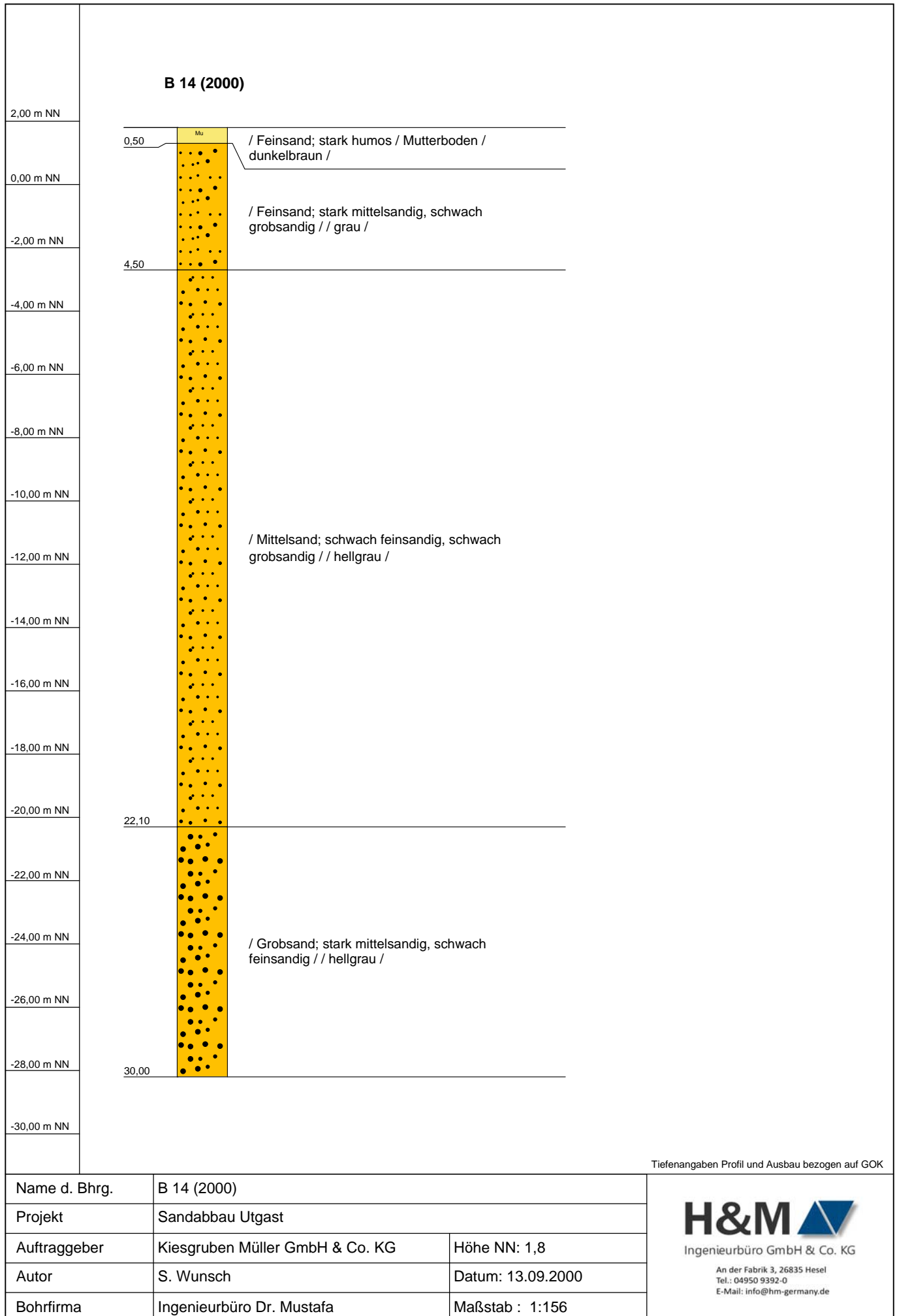
/ Grobsand; mittelsandig // hellgelb /

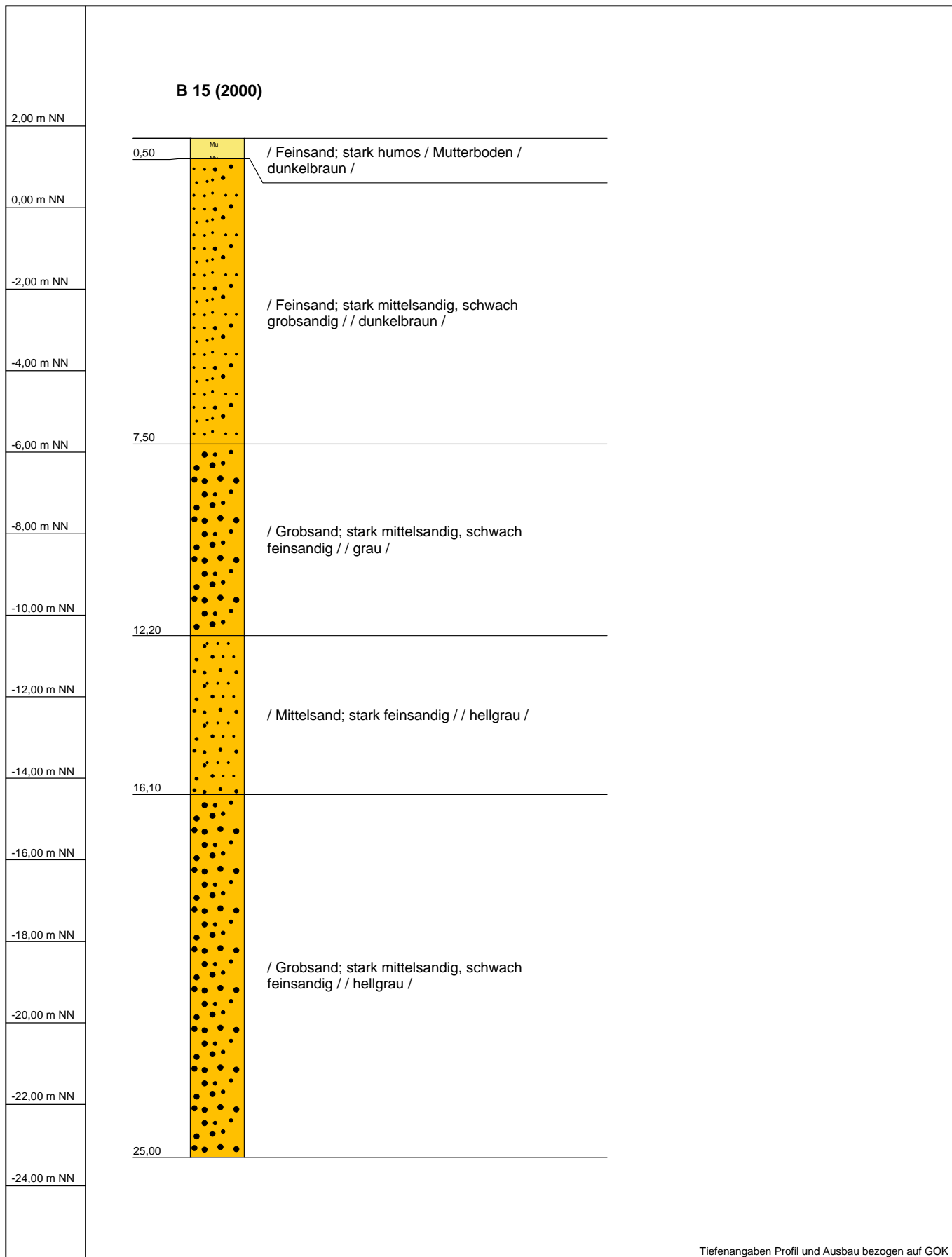
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	B 12 (1999)	
Projekt	Sandabbau Utgast	
Auftraggeber	Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG	Höhe NN: 1,4
Bearbeiter		Datum: 10.10.1999
Bohrfirma	CASILAB	Maßstab : 1:156

**H&M**   
Ingenieurbüro GmbH & Co. KG  
An der Fabrik 3, 26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: [info@hm-germany.de](mailto:info@hm-germany.de)








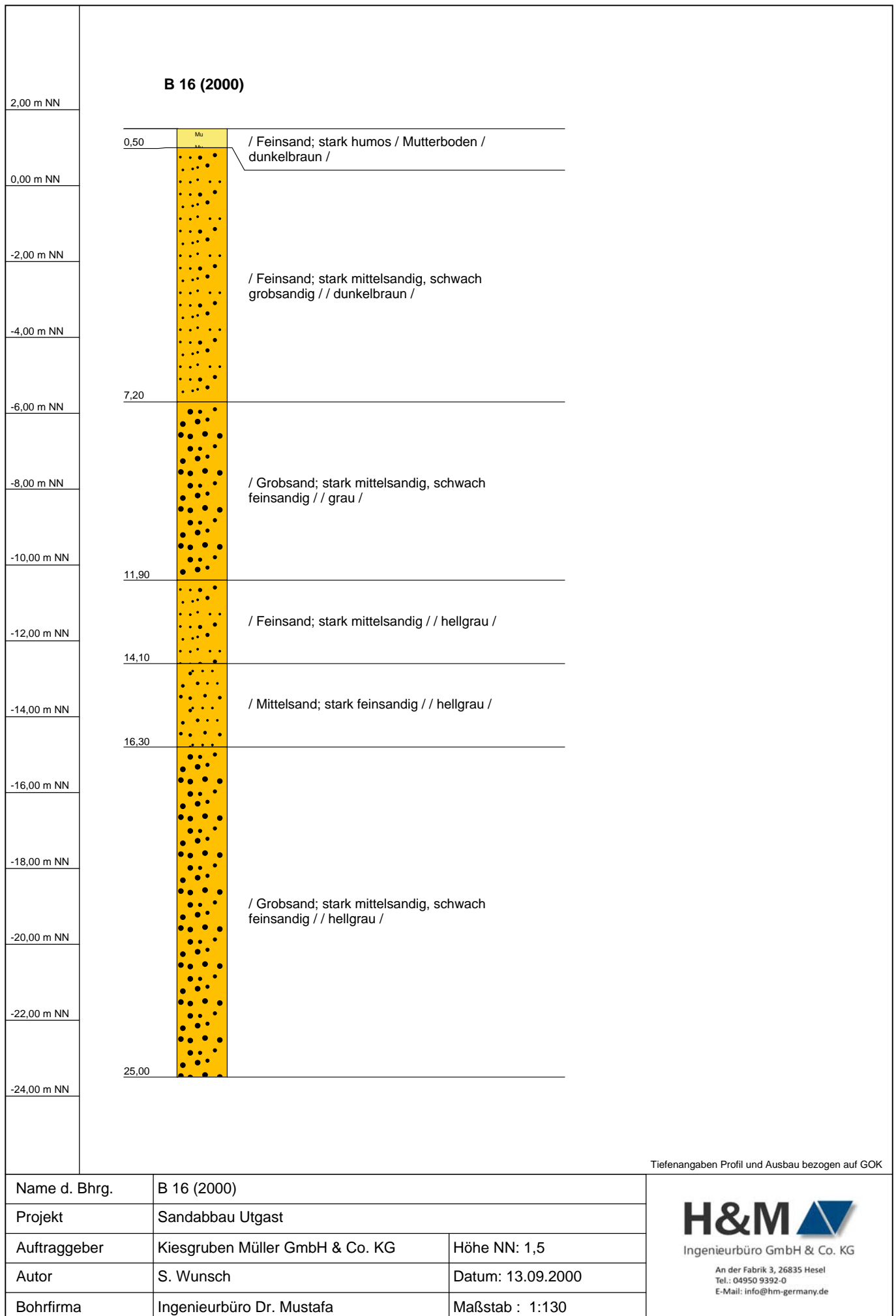
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

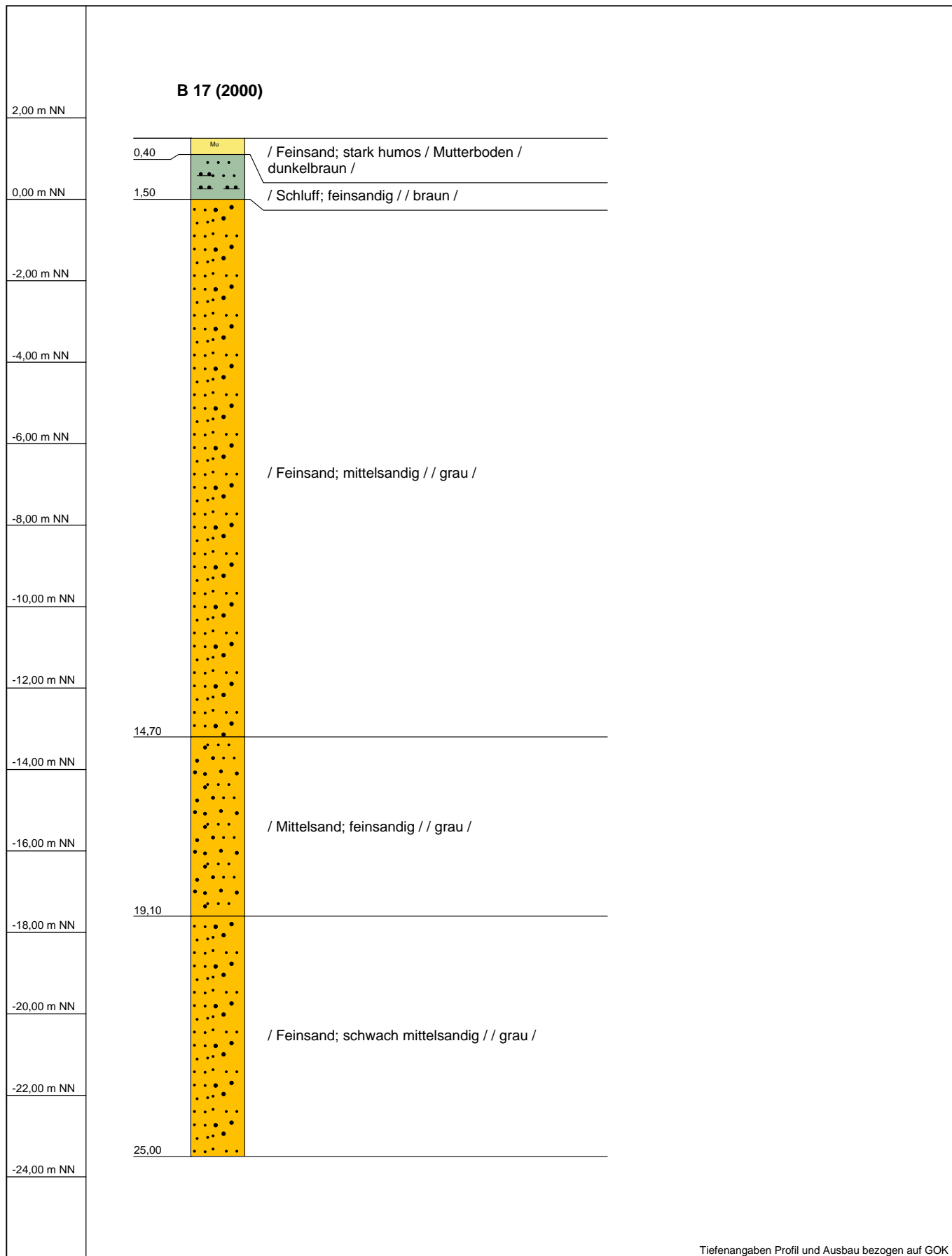
Name d. Bhrg.	B 15 (2000)	
Projekt	Sandabbau Utgast	
Auftraggeber	Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG	Höhe NN: 1,7
Autor	S. Wunsch	Datum: 13.09.2000
Bohrfirma	Ingenieurbüro Dr. Mustafa	Maßstab : 1:130



Ingenieurbüro GmbH & Co. KG

An der Fabrik 3, 26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: info@hm-germany.de





Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	B 17 (2000)	
Projekt	Sandabbau Utgast	
Auftraggeber	Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG	Höhe NN: 1,5
Autor	S. Wunsch	Datum: 13.09.2000
Bohrfirma	Ingenieurbüro Dr. Mustafa	Maßstab : 1:130

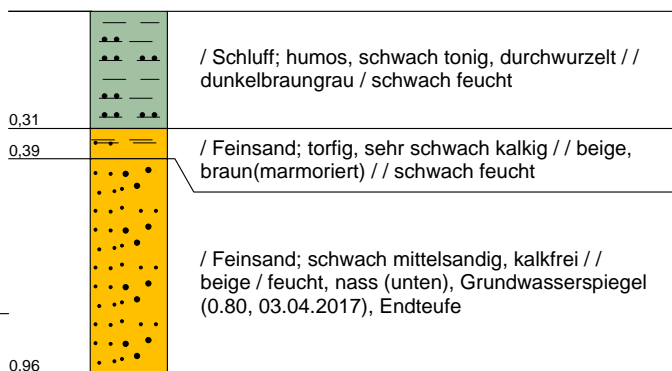
</

# F81/1-1


F81/1-MP ■ 0,39

▽ 0,80  
(03.04.2017)

-1,00 m NN



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

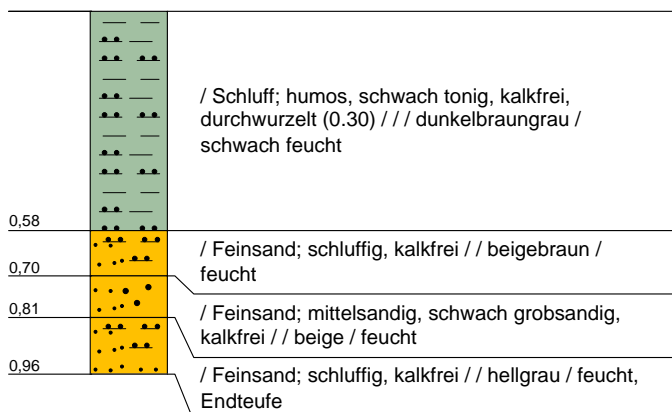
Name d. Bhrg.	F81/1-1	RW: 404765	<b>H&amp;M</b>  Ingenieurbüro GmbH & Co. KG An der Fabrik 3, 26835 Hesel Tel.: 04950 9392-0 E-Mail: info@hm-germany.de
Projekt	Abbauerweiterung Fa. Müller	HW: 5945548	
Autor	Beer	Bohrdatum: 03.04.2017	
Bearbeiter	Zimmermann	Datum: 04.04.2017	
Bohrfirma	H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG	Maßstab : 1:20	




# F81/1-2

F81/1-MP ■ 0,58

-1,00 m NN



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	F81/1-2	RW: 404821	<b>H&amp;M</b>  Ingenieurbüro GmbH & Co. KG An der Fabrik 3, 26835 Hesel Tel.: 04950 9392-0 E-Mail: info@hm-germany.de
Projekt	Abbauenerweiterung Fa. Müller	HW: 5945501	
Autor	Beer	Bohrdatum: 03.04.2017	
Bearbeiter	Zimmermann	Datum: 04.04.2017	
Bohrfirma	H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG	Maßstab : 1:20	

# F81/1-3

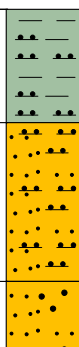
F81/1-MP ■ 0,30

▽ 0,63  
(03.04.2017)

0,30

0,72

0,90




/ Schluff; humos, schwach tonig, durchwurzelt  
(0.25), kalkfrei // dunkelbraungrau / sehr feucht

/ Feinsand; schwach schluffig, kalkfrei //  
beigebraun / sehr feucht- nass,  
Grundwasserspiegel (0.63, 03.04.2017) /

/ Feinsand; mittelsandig, sehr schwach  
grobsandig, kalkfrei // beige, Rostflecken(0.83) //  
nass, Endteufe

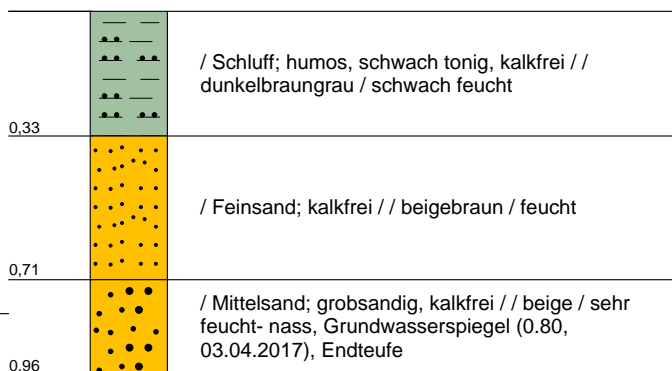
-1,00 m NN

Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	F81/1-3	RW: 404921	 <p><b>H&amp;M</b> Ingenieurbüro GmbH &amp; Co. KG An der Fabrik 3, 26835 Hesel Tel.: 04950 9392-0 E-Mail: info@hm-germany.de</p>
Projekt	Abbauerweiterung Fa. Müller	HW: 5945533	
Autor	Beer	Bohrdatum: 03.04.2017	
Bearbeiter	Zimmermann	Datum: 04.04.2017	
Bohrfirma	H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG	Maßstab : 1:20	

# F81/1-4

0,20  
F81/1-MP 0,30



-1,00 m NN

Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

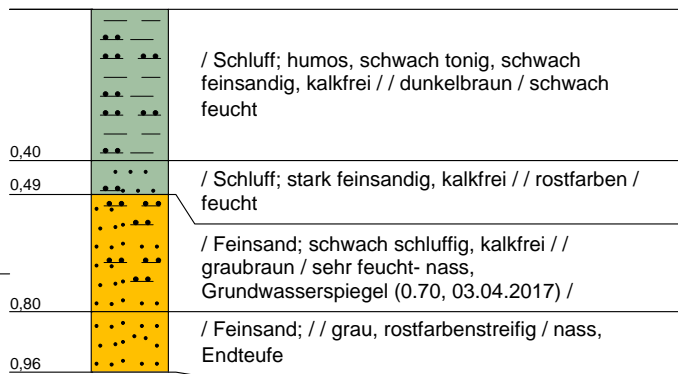
Name d. Bhrg.	F81/1-4	RW: 404871	<b>H&amp;M</b> Ingenieurbüro GmbH & Co. KG An der Fabrik 3, 26835 Hesel Tel.: 04950 9392-0 E-Mail: info@hm-germany.de
Projekt	Abbauerweiterung Fa. Müller	HW: 5945562	
Autor	Beer	Bohrdatum: 03.04.2017	
Bearbeiter	Zimmermann	Datum: 04.04.2017	
Bohrfirma	H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG	Maßstab : 1:20	

# F82-1


F82-MP ■ 0,40

▽ 0,70  
(03.04.2017)

-1,00 m NN



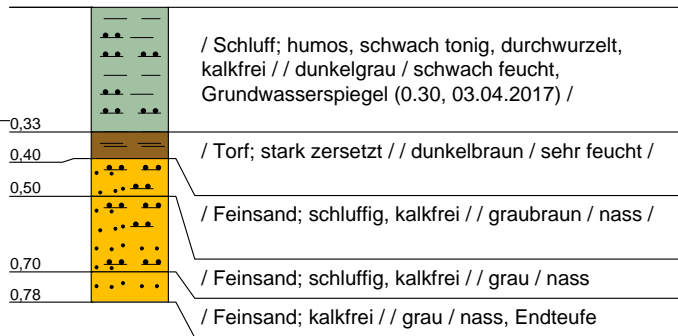
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	F82-1	RW: 404842	<b>H&amp;M</b>  Ingenieurbüro GmbH & Co. KG An der Fabrik 3, 26835 Hesel Tel.: 04950 9392-0 E-Mail: info@hm-germany.de
Projekt	Abbauserweiterung Fa. Müller	HW: 5945631	
Autor	Beer	Bohrdatum: 03.04.2017	
Bearbeiter	Zimmermann	Datum: 04.04.2017	
Bohrfirma	H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG	Maßstab : 1:20	

# F82-2

F82-MP 0,25  
0,33

▽ 0,30  
(03.04.2017)



-1,00 m NN

Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	F82-2	RW: 404779	<b>H&amp;M</b> Ingenieurbüro GmbH & Co. KG An der Fabrik 3, 26835 Hesel Tel.: 04950 9392-0 E-Mail: info@hm-germany.de
Projekt	Abbauerweiterung Fa. Müller	HW: 5945660	
Autor	Beer	Bohrdatum: 03.04.2017	
Bearbeiter	Zimmermann	Datum: 04.04.2017	
Bohrfirma	H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG	Maßstab : 1:20	

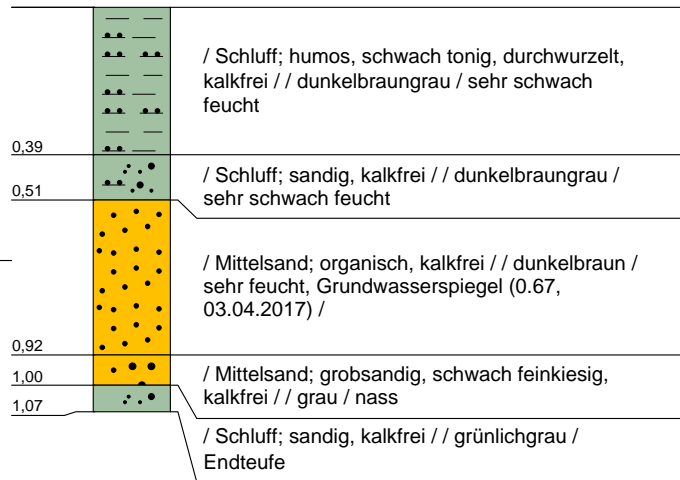
# F82-3

F82-MP ■ 0,39

▽ 0,67  
(03.04.2017)

-1,00 m NN

-3,00 m NN



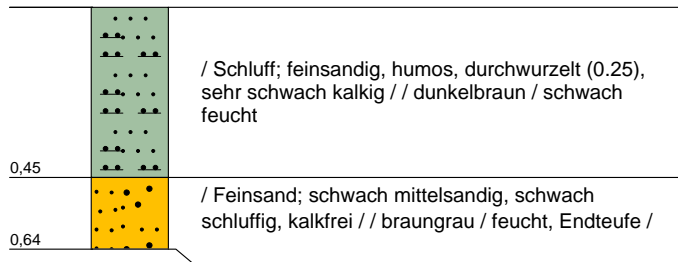
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	F82-3	RW: 404863
Projekt	Abbauerweiterung Fa. Müller	HW: 5945670
Autor	Beer	Bohrdatum: 03.04.2017
Bearbeiter	Zimmermann	Datum: 04.04.2017
Bohrfirma	H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG	Maßstab : 1:20

**H&M**  
Ingenieurbüro GmbH & Co. KG  
An der Fabrik 3, 26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: info@hm-germany.de


# F82-4

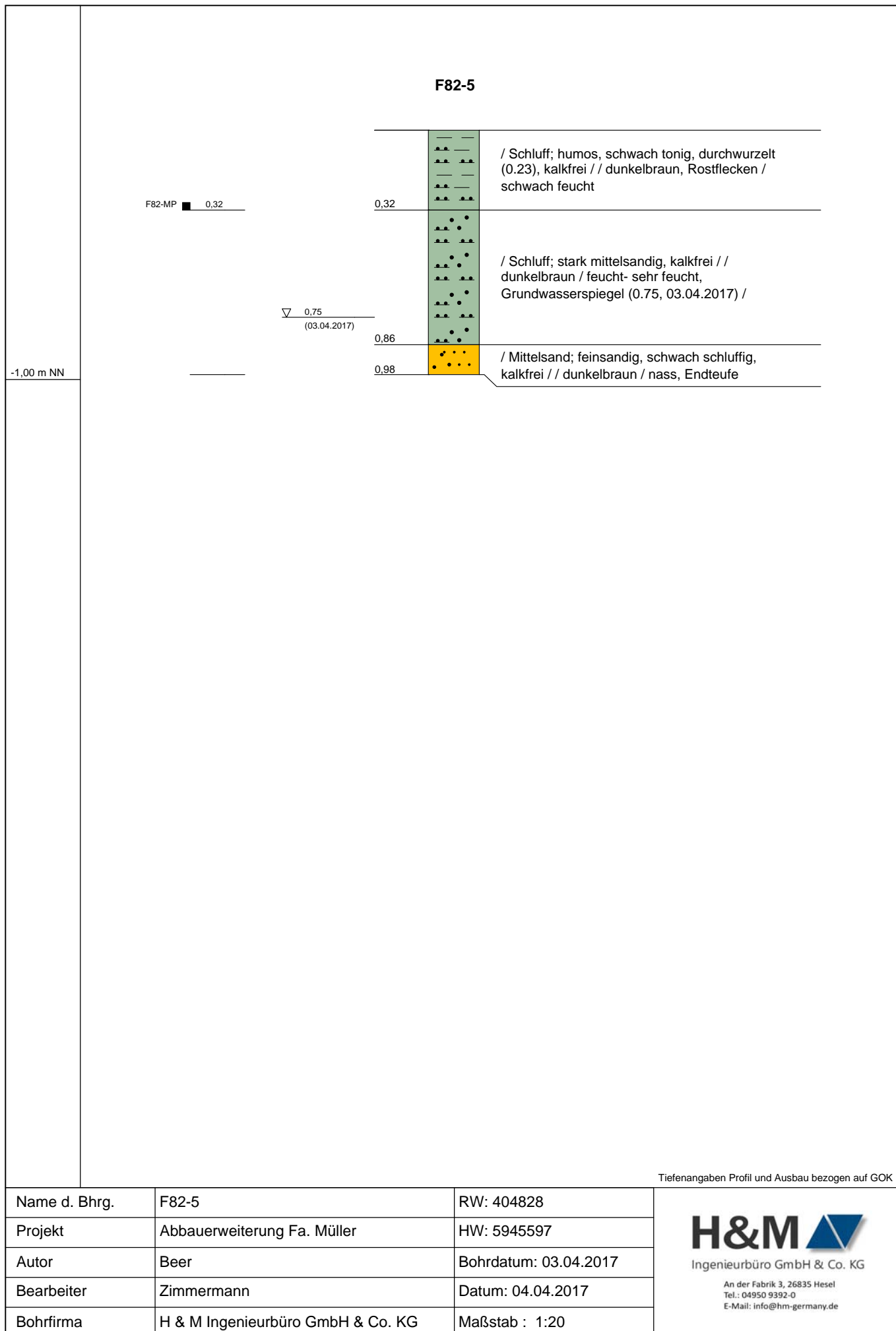
F82-MP ■ 0,45



-1,00 m NN

Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

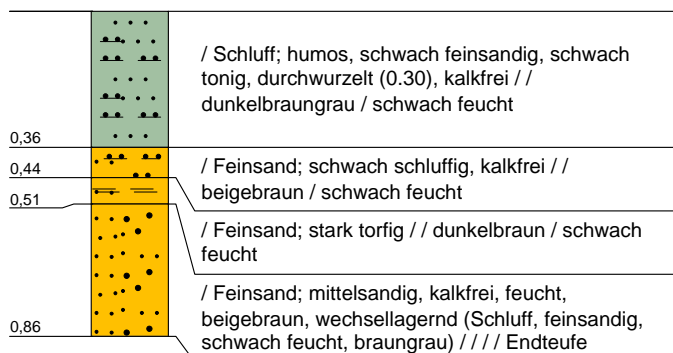
Name d. Bhrg.	F82-4	RW: 404898	<b>H&amp;M</b>  Ingenieurbüro GmbH & Co. KG An der Fabrik 3, 26835 Hesel Tel.: 04950 9392-0 E-Mail: info@hm-germany.de
Projekt	Abbauerweiterung Fa. Müller	HW: 5945610	
Autor	Beer	Bohrdatum: 03.04.2017	
Bearbeiter	Zimmermann	Datum: 04.04.2017	
Bohrfirma	H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG	Maßstab : 1:20	






# F83/1-1

F83/1-MP ■ 0,36



-1,00 m NN

Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

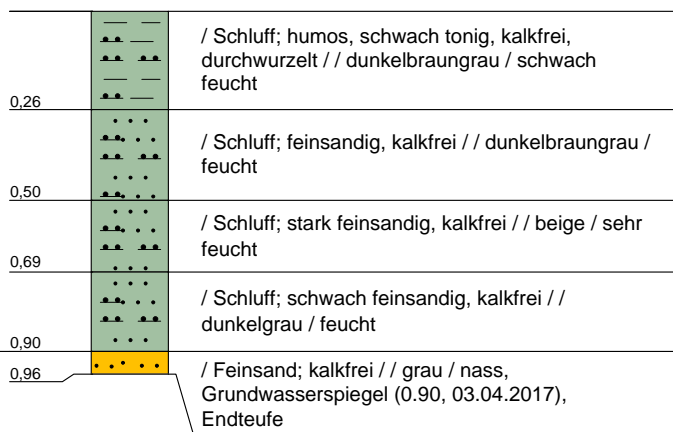
Name d. Bhrg.	F83/1-1	RW: 404934	<b>H&amp;M</b>  Ingenieurbüro GmbH & Co. KG An der Fabrik 3, 26835 Hesel Tel.: 04950 9392-0 E-Mail: info@hm-germany.de
Projekt	Abbauenerweiterung Fa. Müller	HW: 5945656	
Autor	Beer	Bohrdatum: 03.04.2017	
Bearbeiter	Zimmermann	Datum: 04.04.2017	
Bohrfirma	H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG	Maßstab : 1:20	

# F83/1-2

F83/1-MP ■ 0,50

-1,00 m NN

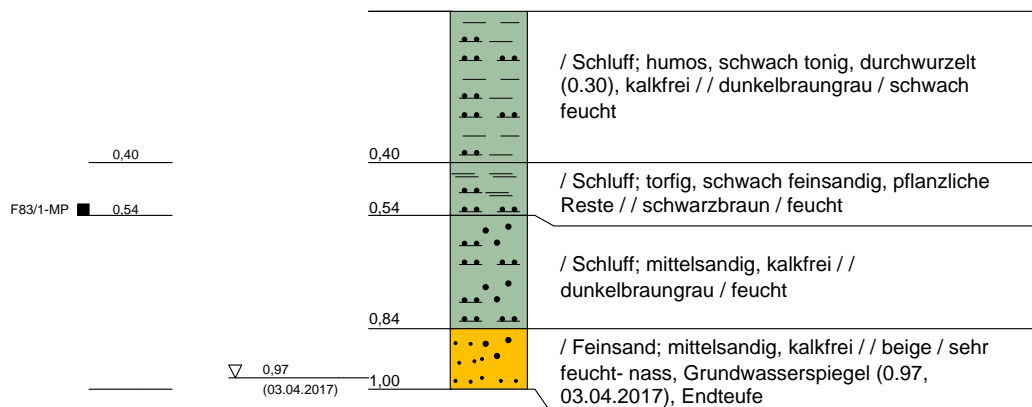
▽ 0,90  
(03.04.2017)




Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	F83/1-2	RW: 405001	<b>H&amp;M</b> Ingenieurbüro GmbH & Co. KG An der Fabrik 3, 26835 Hesel Tel.: 04950 9392-0 E-Mail: info@hm-germany.de
Projekt	Abbauenerweiterung Fa. Müller	HW: 5945625	
Autor	Beer	Bohrdatum: 03.04.2017	
Bearbeiter	Zimmermann	Datum: 04.04.2017	
Bohrfirma	H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG	Maßstab : 1:20	

### F83/1-3



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	F83/1-3	RW: 405025	<b>H&amp;M</b>  Ingenieurbüro GmbH & Co. KG An der Fabrik 3, 26835 Hesel Tel.: 04950 9392-0 E-Mail: info@hm-germany.de
Projekt	Abbauerweiterung Fa. Müller	HW: 5945672	
Autor	Beer	Bohrdatum: 03.04.2017	
Bearbeiter	Zimmermann	Datum: 04.04.2017	
Bohrfirma	H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG	Maßstab : 1:20	

# F83/2-1

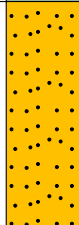
F83/2-MP ■ 0,35

0,35



/ Schluff; humos, schwach tonig, kalkfrei / /  
dunkelbraungrau / schwach feucht


0,95



/ Feinsand; kalkfrei / / beigebraun / feucht,  
Endteufe

-1,00 m NN

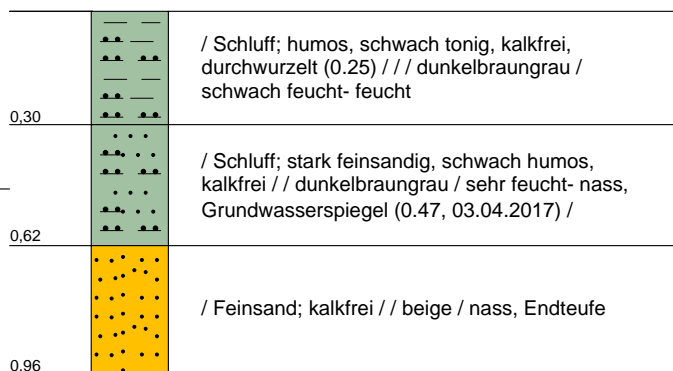
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	F83/2-1	RW: 405045	<b>H&amp;M</b>  Ingenieurbüro GmbH & Co. KG An der Fabrik 3, 26835 Hesel Tel.: 04950 9392-0 E-Mail: info@hm-germany.de
Projekt	Abbauenerweiterung Fa. Müller	HW: 5945573	
Autor	Beer	Bohrdatum: 03.04.2017	
Bearbeiter	Zimmermann	Datum: 04.04.2017	
Bohrfirma	H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG	Maßstab : 1:20	

# F83/2-2

F83/2-MP 0,60

▽ 0,47  
(03.04.2017)

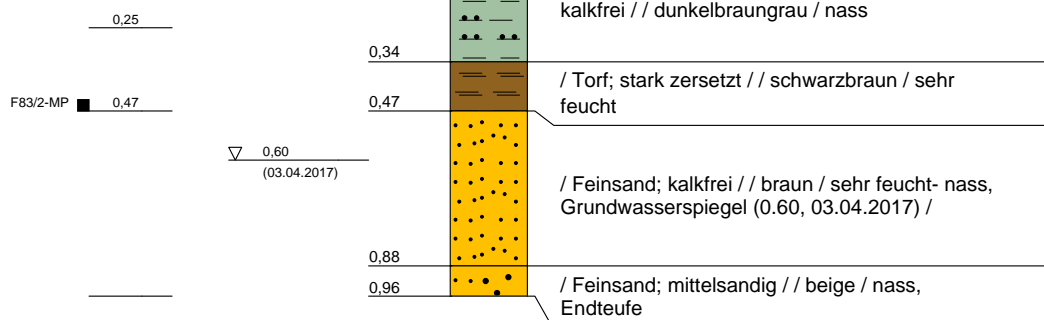


-1,00 m NN


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	F83/2-2	RW: 404998	<b>H&amp;M</b> Ingenieurbüro GmbH & Co. KG An der Fabrik 3, 26835 Hesel Tel.: 04950 9392-0 E-Mail: info@hm-germany.de
Projekt	Abbauenerweiterung Fa. Müller	HW: 5945537	
Autor	Beer	Bohrdatum: 03.04.2017	
Bearbeiter	Zimmermann	Datum: 04.04.2017	
Bohrfirma	H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG	Maßstab : 1:20	

### F83/2-3



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	F83/2-3	RW: 404970	<b>H&amp;M</b>  Ingenieurbüro GmbH & Co. KG An der Fabrik 3, 26835 Hesel Tel.: 04950 9392-0 E-Mail: info@hm-germany.de
Projekt	Abbauerweiterung Fa. Müller	HW: 5945590	
Autor	Beer	Bohrdatum: 03.04.2017	
Bearbeiter	Zimmermann	Datum: 04.04.2017	
Bohrfirma	H & M Ingenieurbüro GmbH & Co. KG	Maßstab : 1:20	



## **Anlage 5**

Stammdaten der Grundwassermessstellen

## Erweiterung Quarzsandtagebau "Utgast"

### Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG

#### Stammdaten der Messstellen

Messstellen- Bezeichnung [-]	Art [-]	Rechtswert GK [-]	Hochwert GK [-]	Rechtswert UTM [-]	Hochwert UTM [-]	UTM Zone [-]	GOK [mNN]	MPH [mNN]	FOK [ m u. GOK]	FUK [ m u. GOK]	Bohrfirma [-]	Bohrdatum [-]	Bemerkung [-]
B1(M)	GWM	3404789,69	5947463,15	404757,19	5945526,07	32	1,80	2,53	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	lotbare Tiefe: 6,26 m unter MP
B2(M)	GWM	3404676,09	5947170,63	404643,63	5945233,67	32	2,31	2,74	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	lotbare Tiefe: 6,30 m unter MP
B3(M)	GWM	3404854,09	5947043,27	404821,55	5945141,64	32	3,00	3,72	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	lotbare Tiefe: 6,13 m unter MP
B4(M)	GWM	3405087,27	5947078,57	405054,64	5945141,64	32	2,88	3,19	15,3	20,3	Kuck	06.03.1997	
B5(M)	GWM	3405080,48	5947456,39	405047,86	5945519,31	32	1,70	2,38	14,9	19,9	Kuck	06.03.1997	
P1	GWM	3404765,04	5947394,90	404732,55	5945457,85	32	2,00	1,79	3,9	4,9	Nordwest Bohr GbR	06.03.1997	
P2	GWM	3404723,79	5947302,75	404691,31	5945365,74	32	2,04	2,23	3,8	4,8	Nordwest Bohr GbR	06.03.1997	
P3	GWM	3404660,06	5946975,00	404627,60	5945038,12	32	3,22	3,22	1,8	4,8	Nordwest Bohr GbR	06.03.1997	
LPM	LAP	3404779,06	5947266,06	404746,56	5945329,06	32							Oberkante Latte 1,35 mNN
B6(M)	GWM	3405144,91	5947625,37	405112,27	5945688,23	32	1,23	1,69	27	30	Thade Gerdes GmbH	14.04.2014	
B7(M)	GWM	3404908,23	5947818,03	404875,48	5945880,81	32	1,04	1,46	27	30	Thade Gerdes GmbH	16.04.2014	

#### Legende

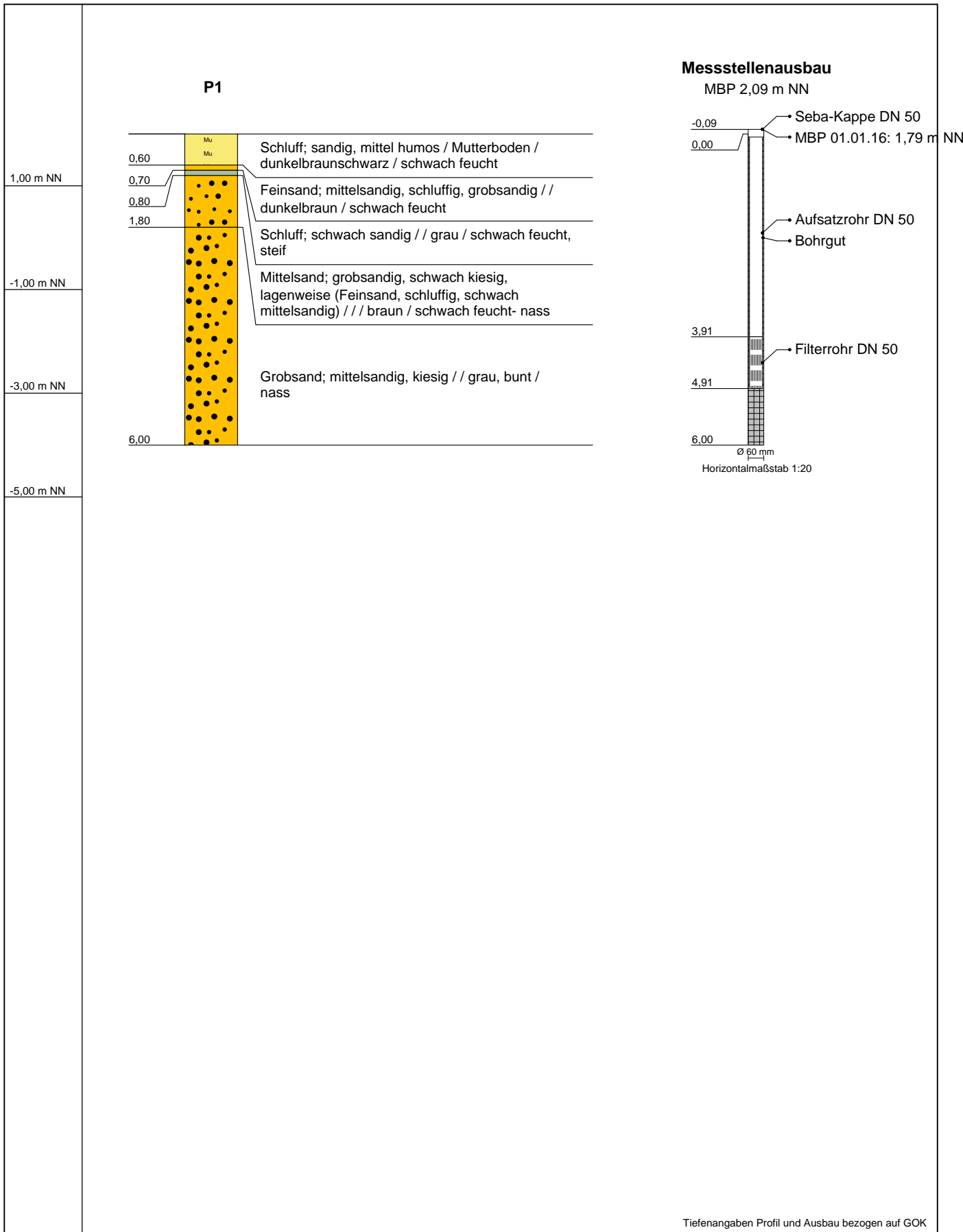
GWM	Grundwassermessstelle
LAP	Lattenpegel
GOK	Geländeoberkante
MPH	Messpunkthöhe
FOK	Filteroberkante
FUK	Filterunterkante
n.b.	nicht bekannt



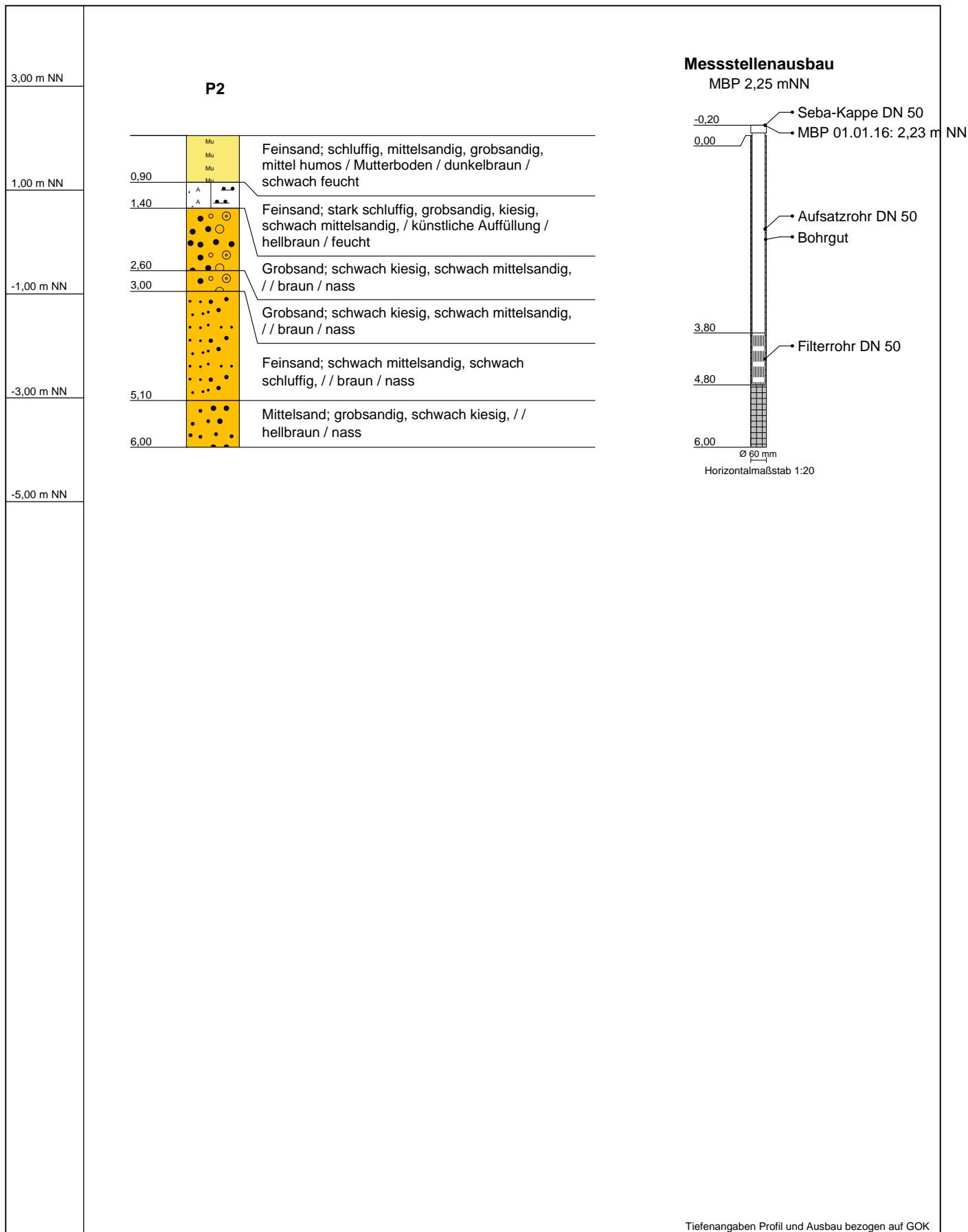


## **Anlage 6**

Bohrprofile/ Ausbauzeichnungen  
Grundwassermessstellen



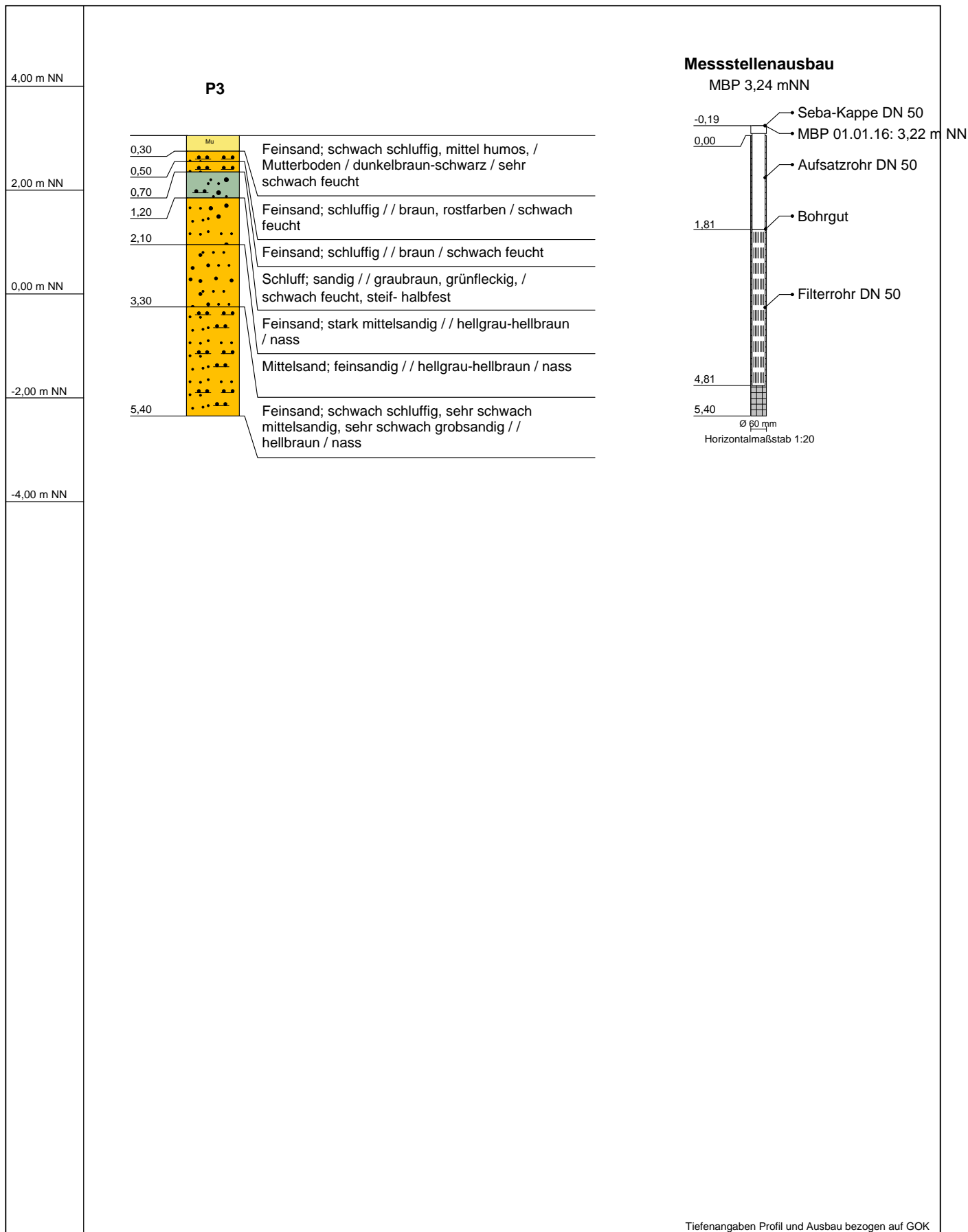
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK		
Name d. Bhrg.	P1	RW: 3404766
Projekt	Abbauenerweiterung Fa. Müller	HW: 5947386
Auftraggeber	Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG	Höhe NN: 2
Betr. Firma	BfU, Linnemann	Datum: 06.03.1997
Bohrfirma	Nordwest Bohr GbR	Maßstab : 1:100



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

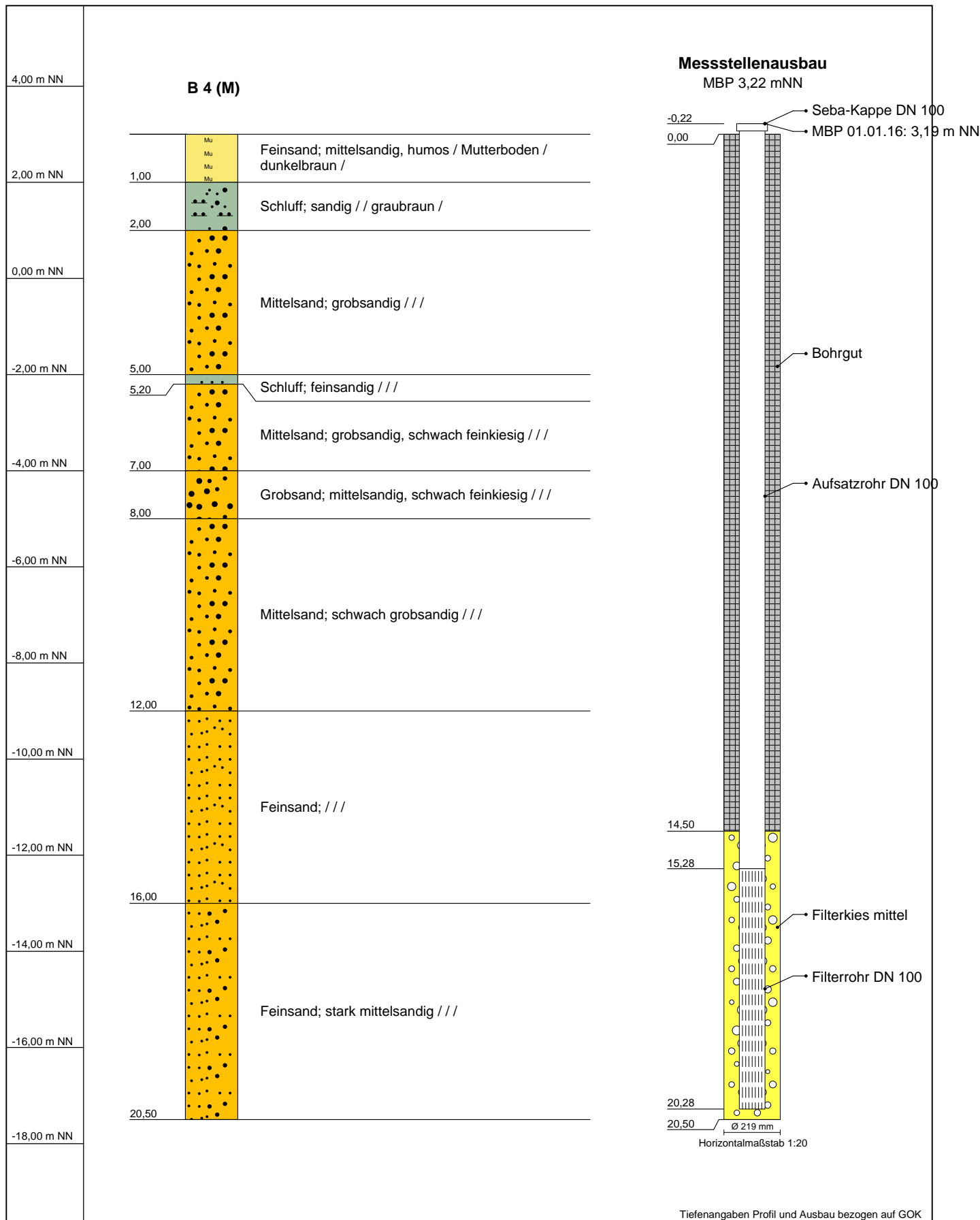
Name d. Bhrg.	P2	RW: 3404725,28
Projekt	Abbauenerweiterung Fa. Müller	HW: 5947304,65
Auftraggeber	Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG	Höhe NN: 2,05
Betr. Firma	BfU, Linnemann	Datum: 06.03.1997
Bohrfirma	Nordwest Bohr GbR	Maßstab : 1:100

**H&M**  
Ingenieurbüro GmbH & Co. KG  
An der Fabrik 3, 26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: info@hm-germany.de



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

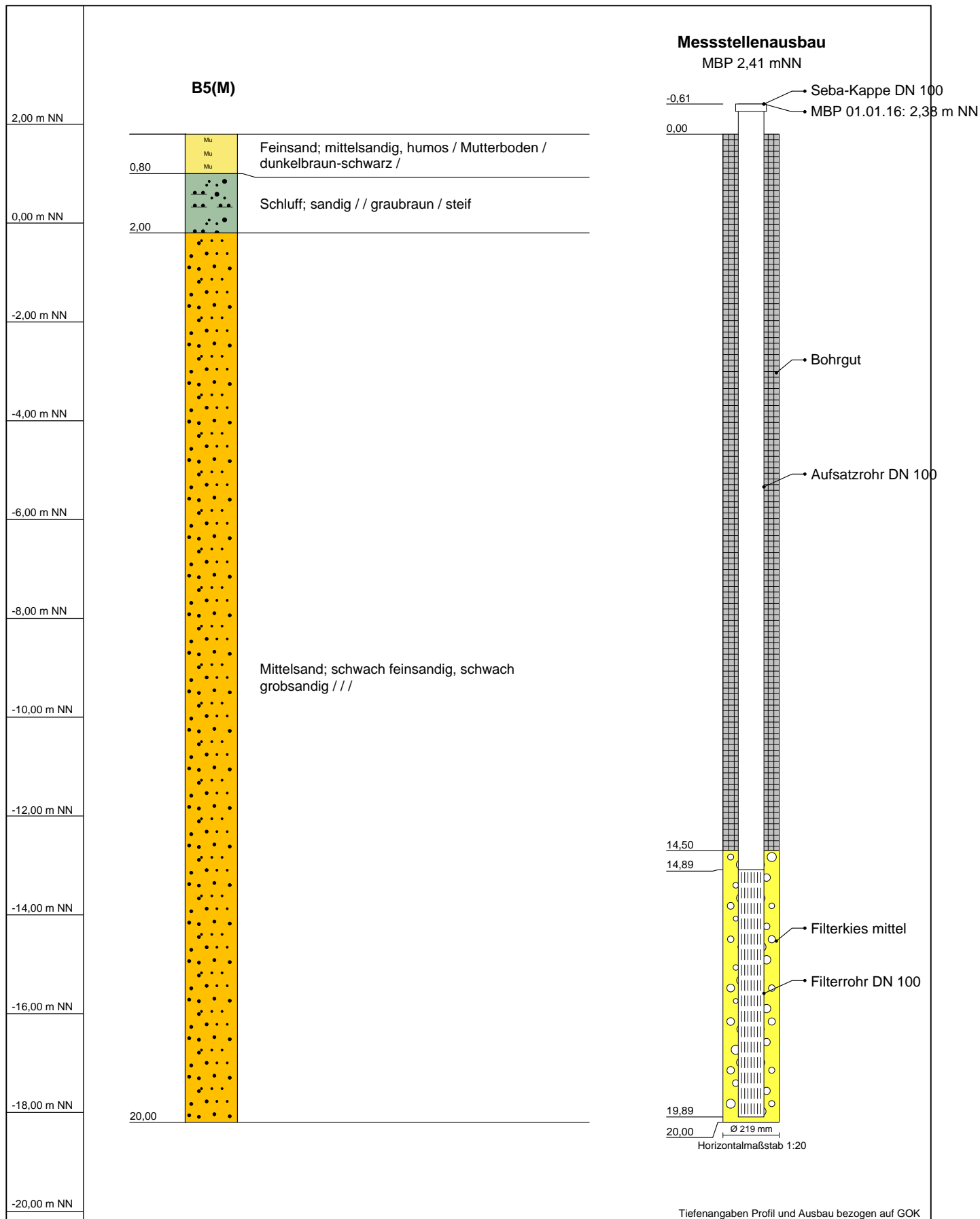
Name d. Bhrg.	P3	RW: 3404660,75	<div style="text-align: center;"> <p><b>H&amp;M</b></p> <p>Ingenieurbüro GmbH &amp; Co. KG</p> <p><small>An der Fabrik 3, 26835 Hesel Tel.: 04950 9392-0 E-Mail: info@hm-germany.de</small></p> </div>
Projekt	Abbauenerweiterung Fa. Müller	HW: 5946968,11	
Auftraggeber	Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG	Höhe NN: 3,05	
Betr. Firma	BfU, Linnemann	Datum: 06.03.1997	
Bohrfirma	Nordwest Bohr GbR	Maßstab : 1:100	



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

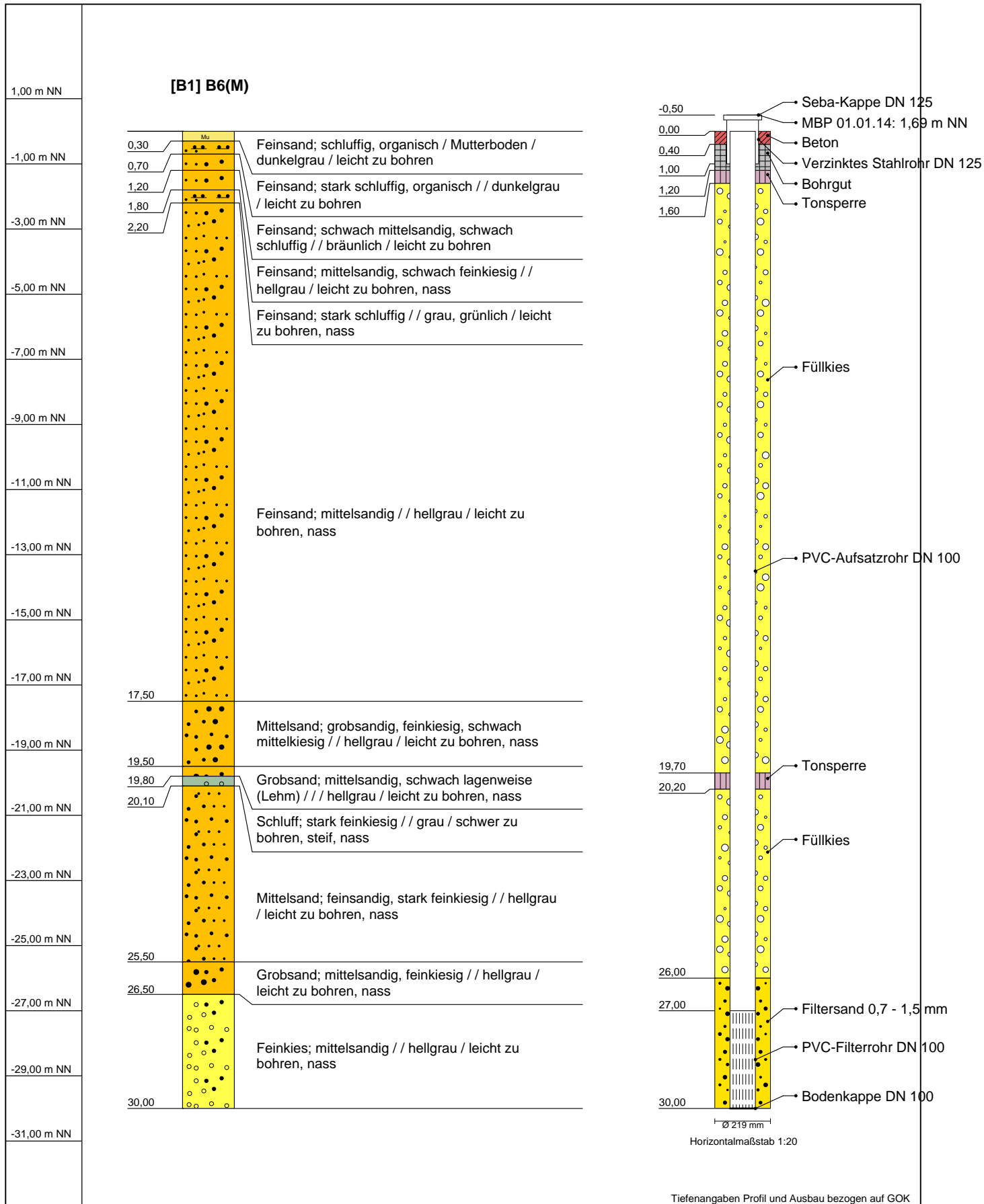
Name d. Bhrg.	B 4 (M)	RW: 3405094,74
Projekt	Abbauerweiterung Fa. Müller	HW: 5947069,89
Auftraggeber	Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG	Höhe NN: 3
Betr. Firma	BfU, Linnemann	Datum: 06.03.1997
Bohrfirma	Kuck	Maßstab : 1:107

**H&M**  
Ingenieurbüro GmbH & Co. KG  
An der Fabrik 3, 26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: info@hm-germany.de



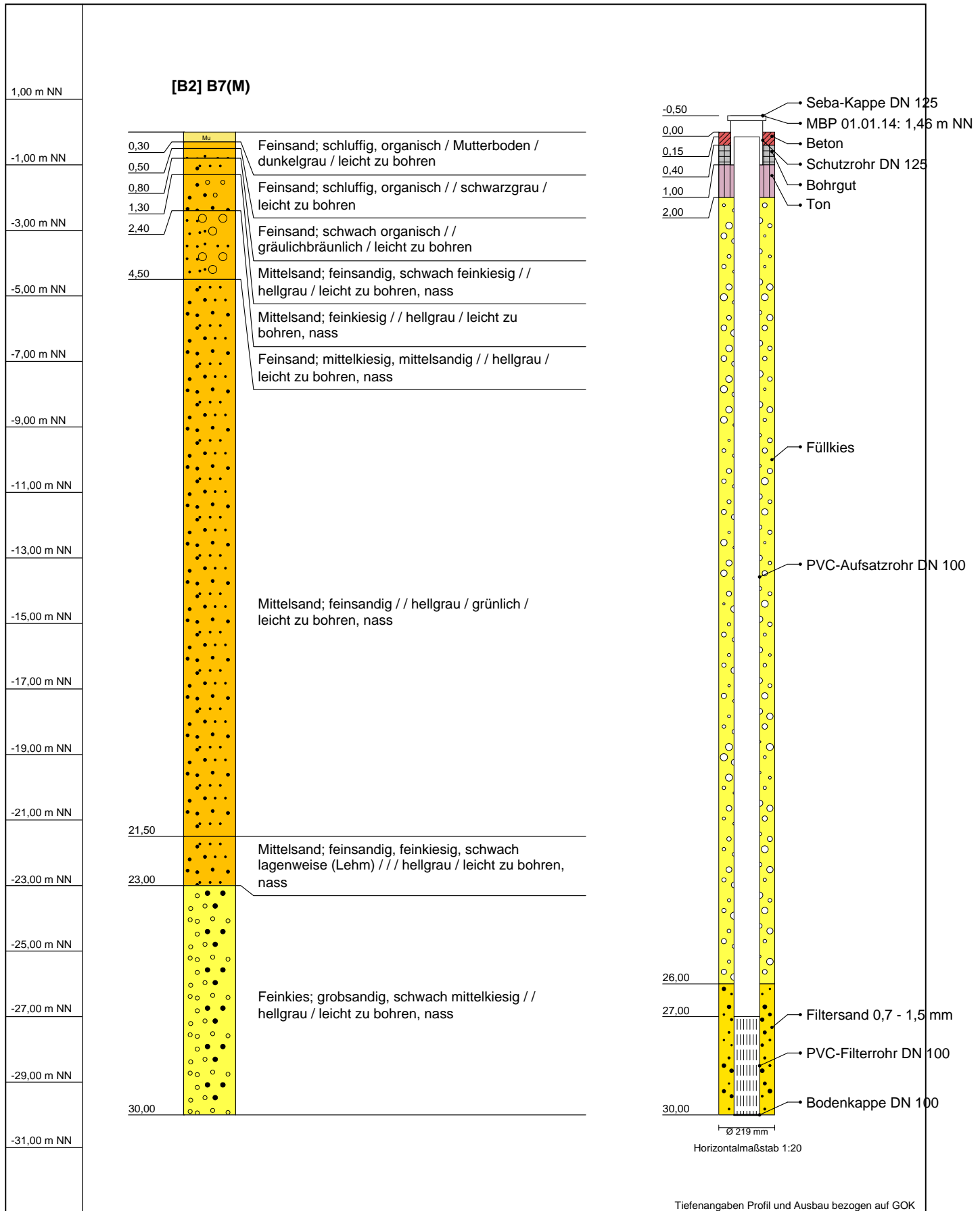
Name d. Bhrg.	B5(M)	RW: 3405078,72
Projekt	Abbauenerweiterung Fa. Müller	HW: 5947452,34
Auftraggeber	Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG	Höhe NN: 1,8
Betr. Firma	BfU, Linnemann	Datum: 06.03.1997
Bohrfirma	Kuck	Maßstab : 1:104

**H&M**  
Ingenieurbüro GmbH & Co. KG  
An der Fabrik 3, 26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: info@hm-germany.de



Name d. Bhrg.	[B1] B6(M)	RW: 3405171,11
Projekt	Abbauerweiterung Fa. Müller	HW: 5947625,03
Auftraggeber	Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG	Höhe NN: 0
Autor	Kutscher	Datum: 10.04.2014
Bohrfirma	Thade Gerdes, Norden	Maßstab : 1:156

**H&M**  
Ingenieurbüro GmbH & Co. KG  
An der Fabrik 3, 26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: info@hm-germany.de



Name d. Bhrg.	[B2] B7(M)	RW: 3404906,59
Projekt	Abbauerweiterung Fa. Müller	HW: 5947814,06
Auftraggeber	Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG	Höhe NN: 0
Autor	Kutscher	Datum: 15.04.2014
Bohrfirma	Thade Gerdes, Norden	Maßstab : 1:156

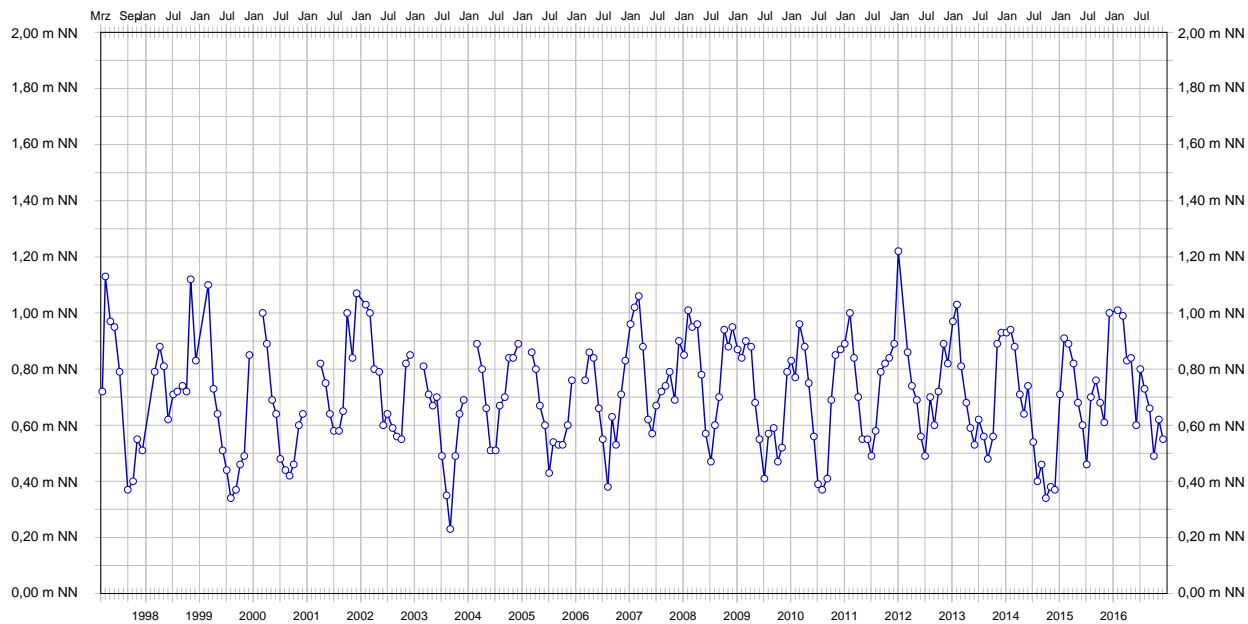




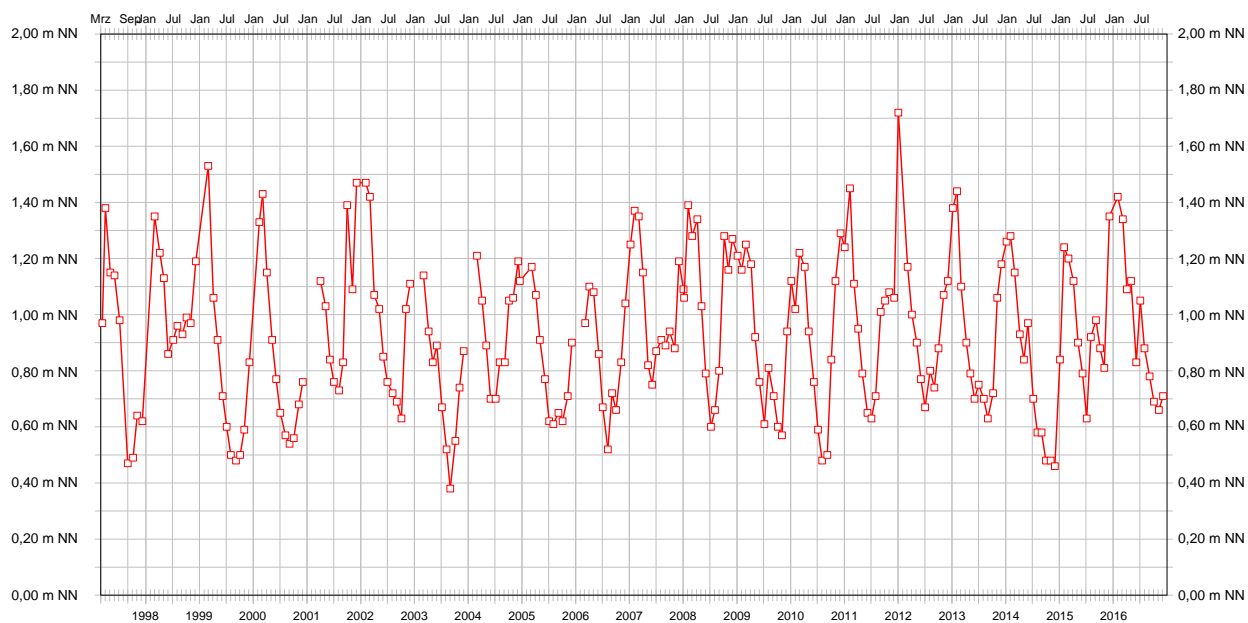
## **Anlage 7**

Grundwasserganglinien

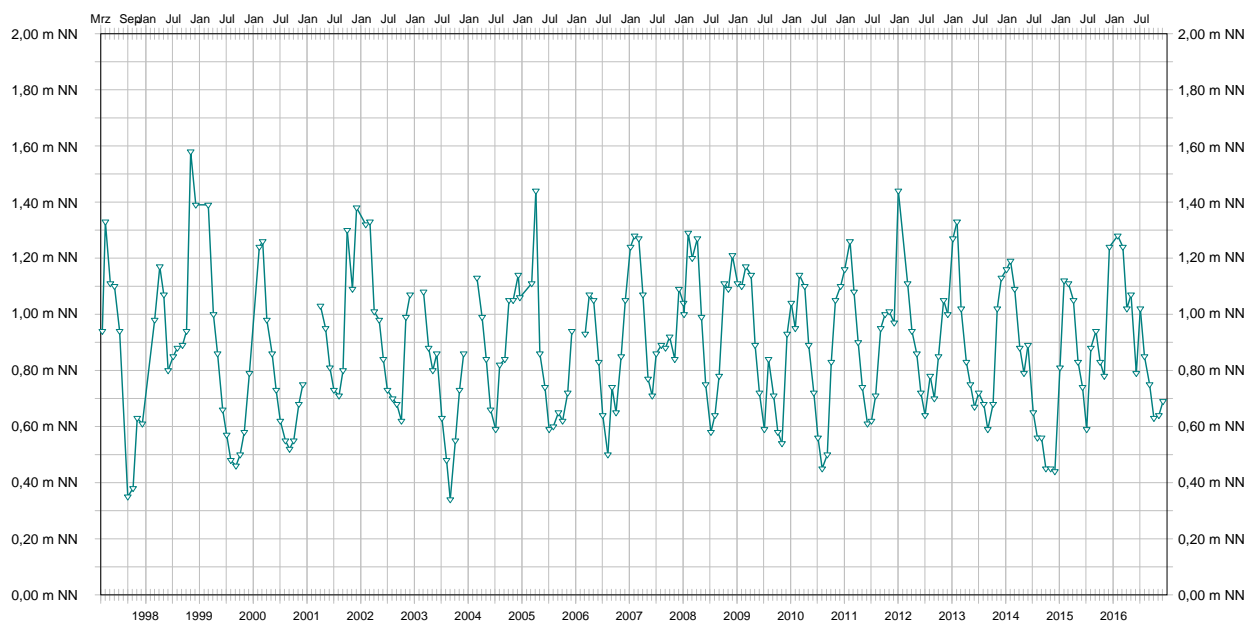
**Grundwasserganglinie Messstelle [95509001] B1(M), Datum: 01.03.1997 - 31.12.2016**



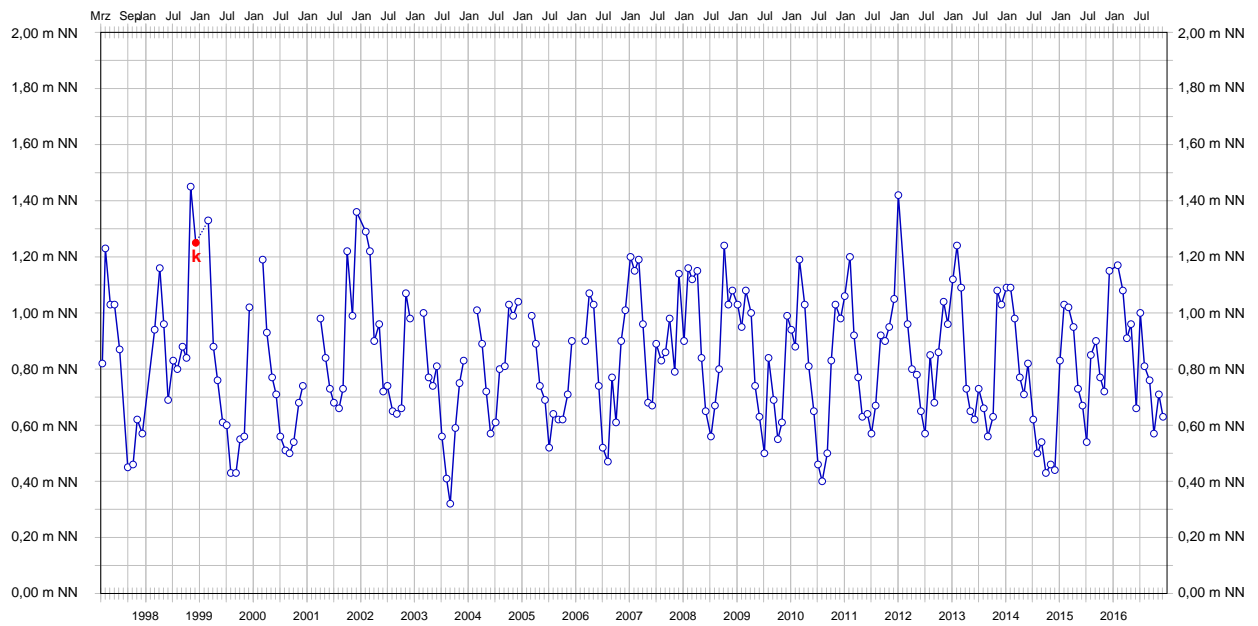
**Grundwasserganglinie Messstelle [95509002] B2(M), Datum: 01.03.1997 - 31.12.2016**



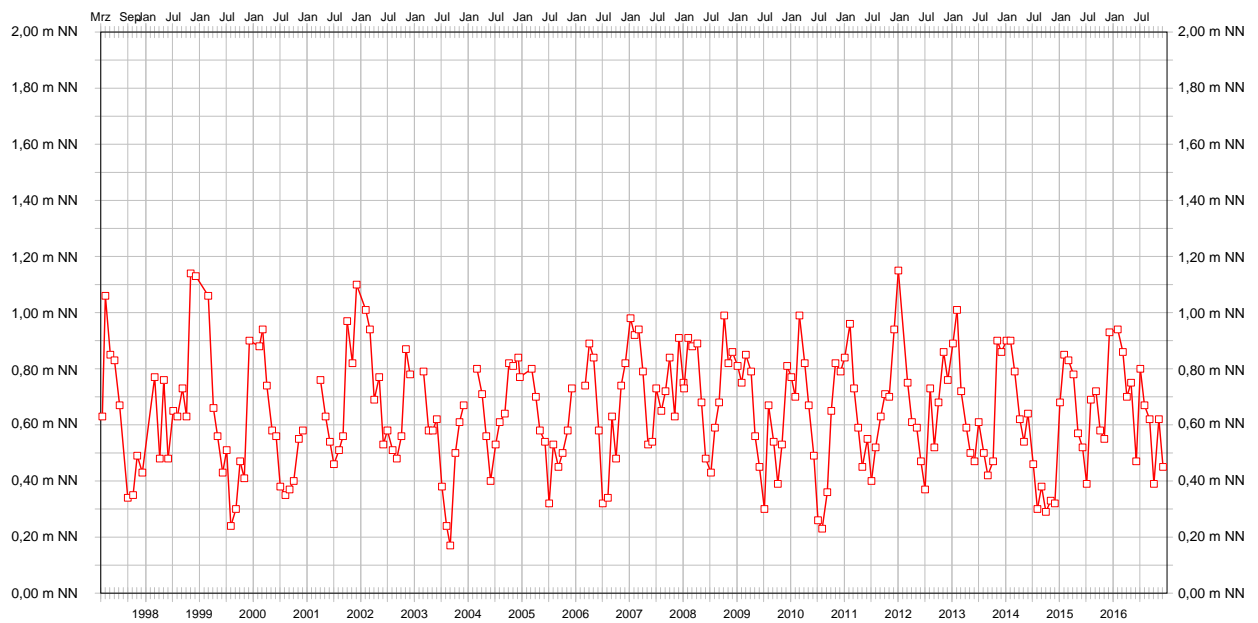
**Grundwasserganglinie Messstelle [95509003] B3(M), Datum: 01.03.1997 - 31.12.2016**



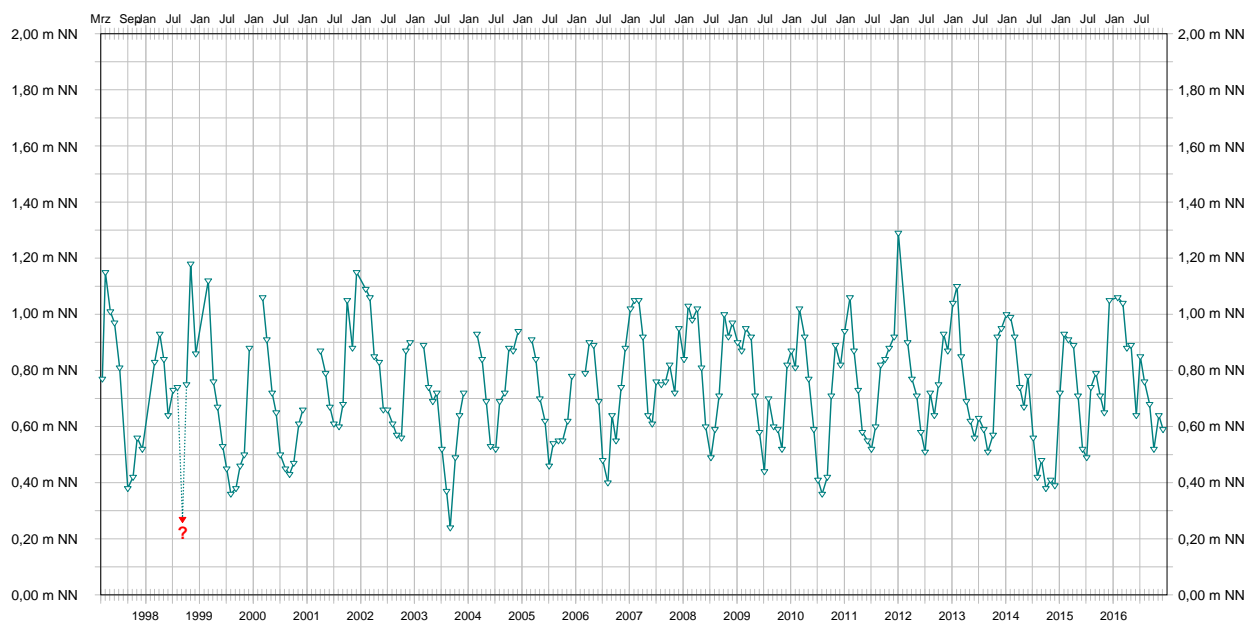
**Grundwasserganglinie Messstelle [95509004] B4(M), Datum: 01.03.1997 - 31.12.2016**



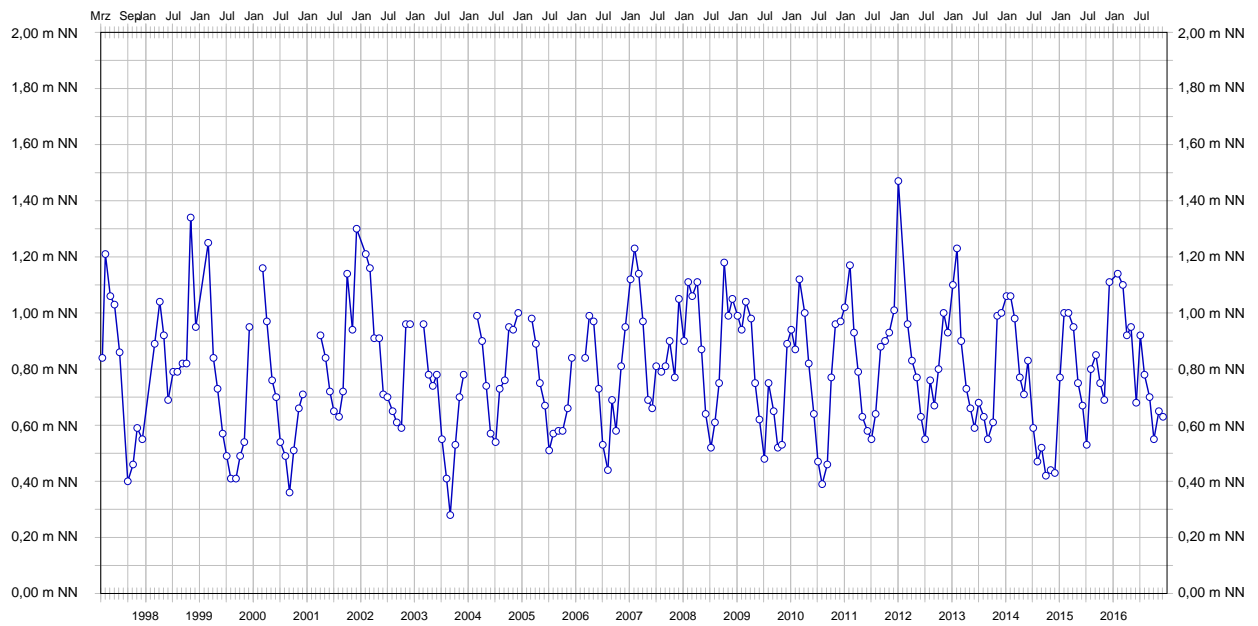
**Grundwasserganglinie Messstelle [95509005] B5(M), Datum: 01.03.1997 - 31.12.2016**



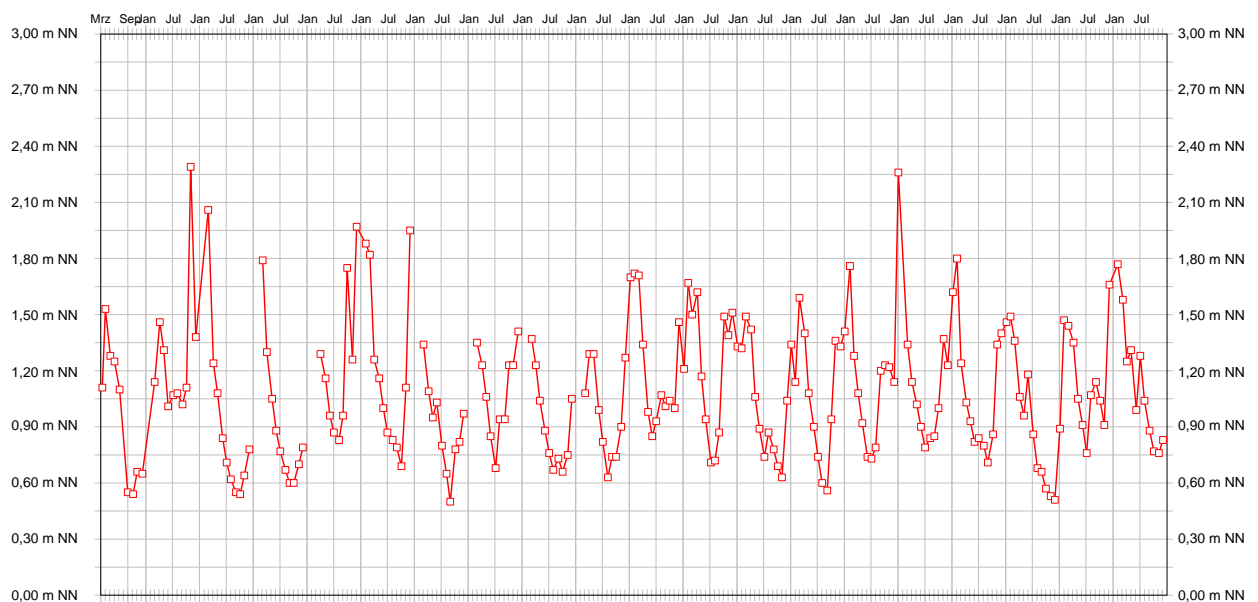
**Grundwasserganglinie Messstelle [95509101] P1, Datum: 01.03.1997 - 31.12.2016**



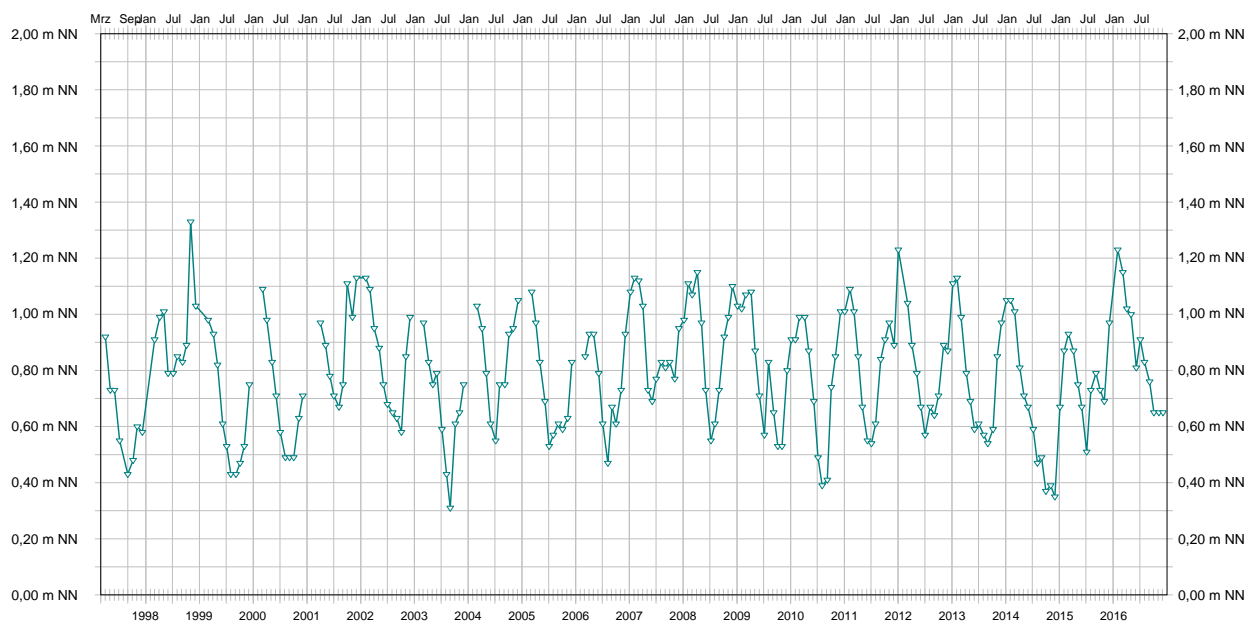
**Grundwasserganglinie Messstelle [95509102] P2, Datum: 01.03.1997 - 31.12.2016**



**Grundwasserganglinie Messstelle [95509103] P3, Datum: 01.03.1997 - 31.12.2016**



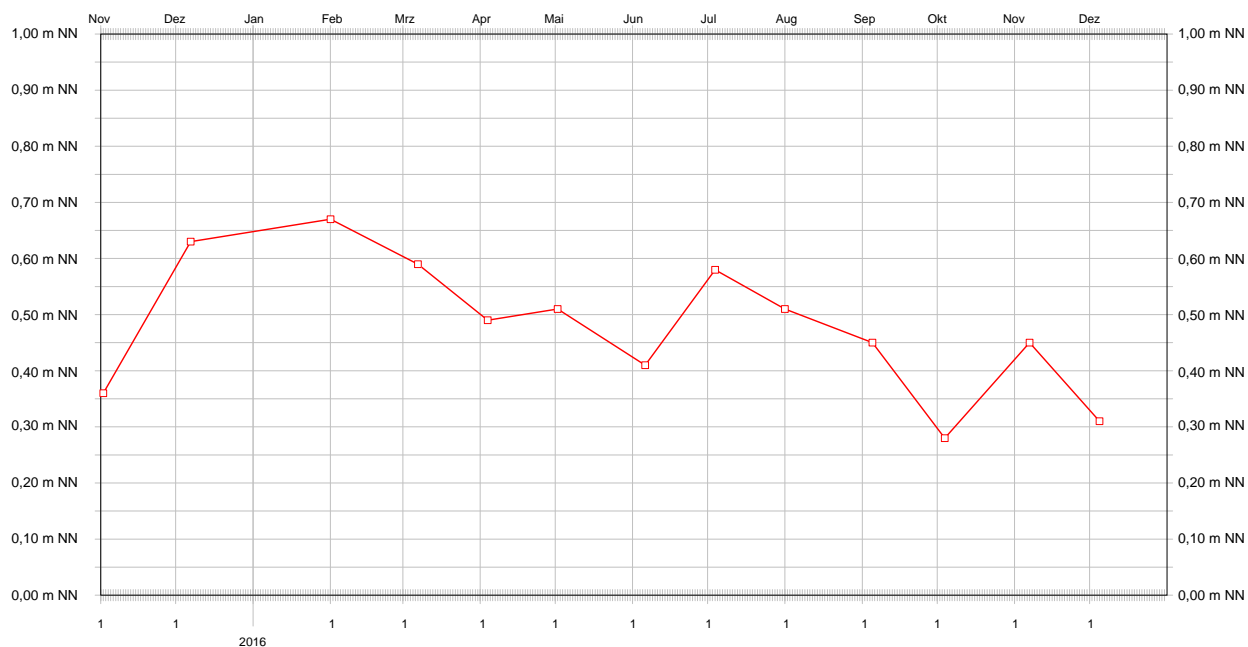
**Grundwasserganglinie Messstelle [95509000] LPM, Datum: 01.03.1997 - 31.12.2016**



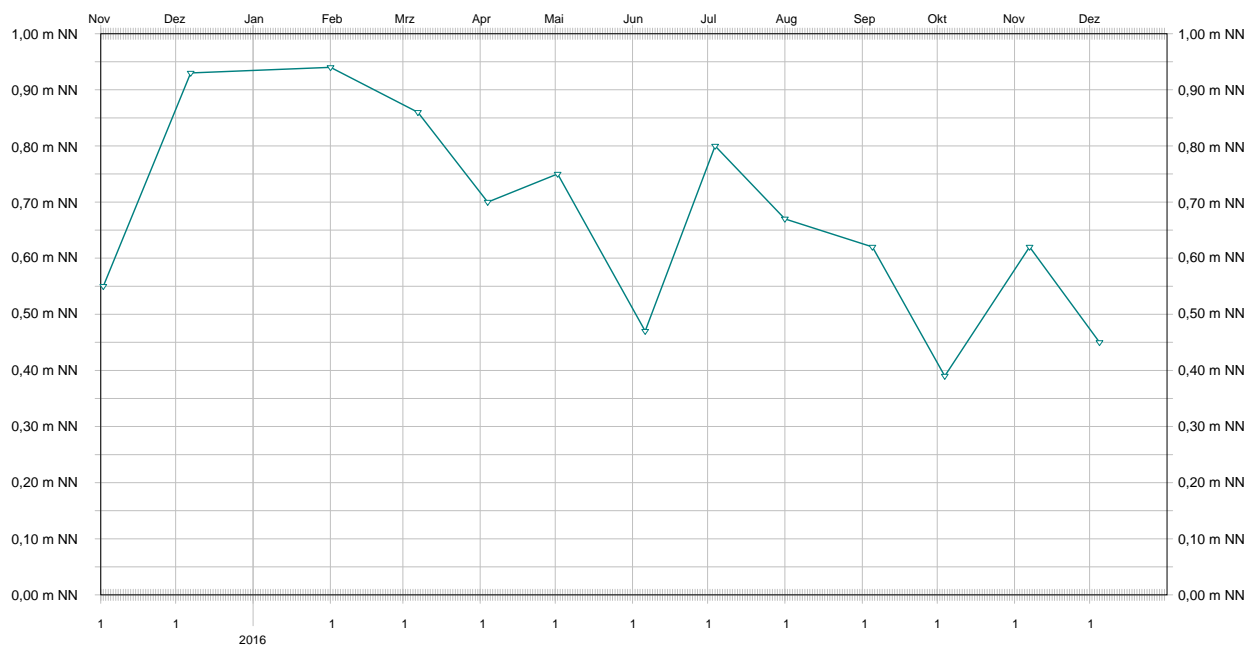
Grundwasserganglinie Messstelle [95509006] B6(M), Datum: 01.11.2015 - 31.12.2016



Grundwasserganglinie Messstelle [95509007] B7(M), Datum: 01.11.2015 - 31.12.2016



Grundwasserganglinie Messstelle [95509005] B5(M), Datum: 01.11.2015 - 31.12.2016

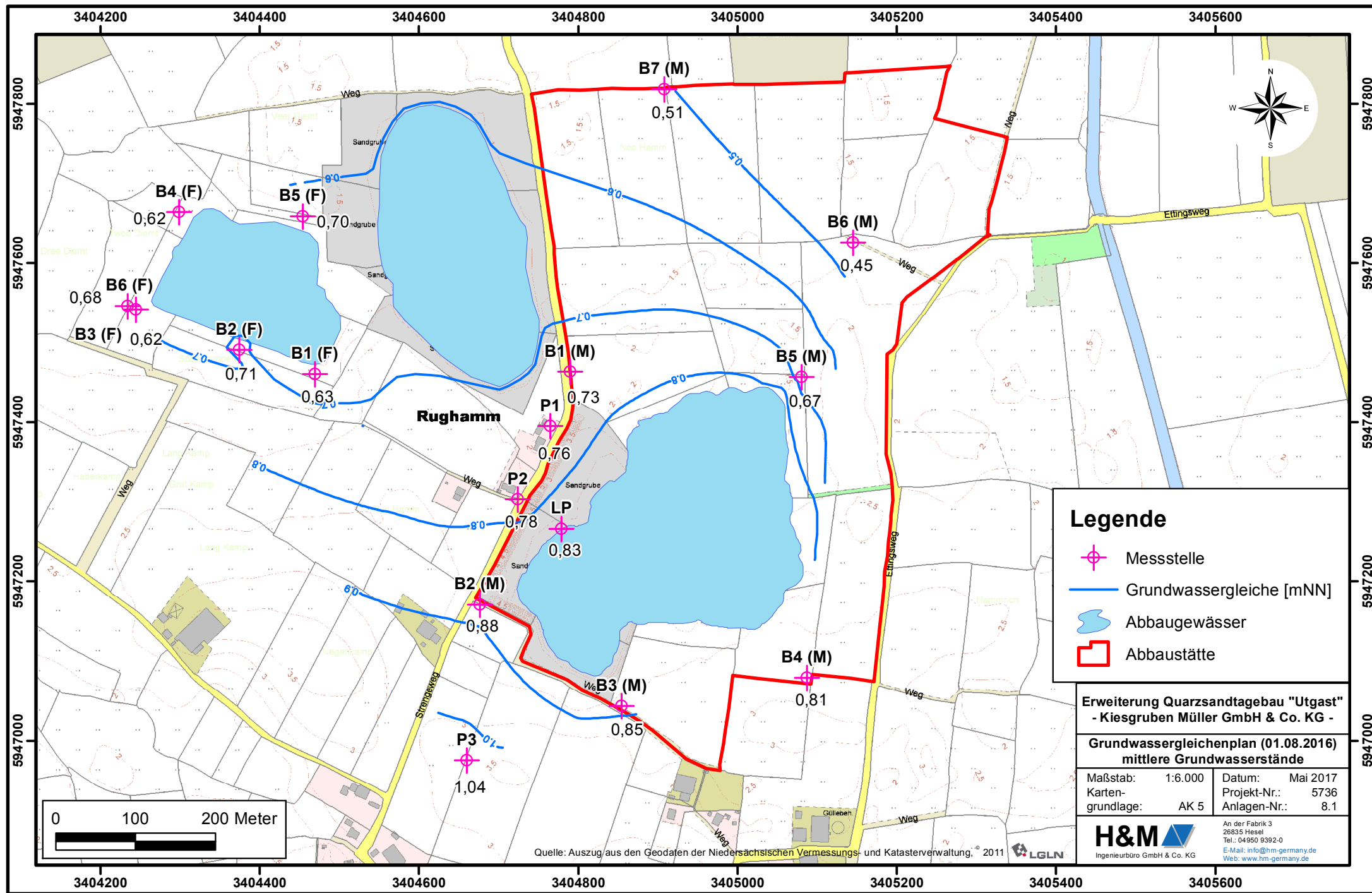




## **Anlage 8**

Grundwassergleichenpläne

M 1 : 6.000



## Legende

- Messstelle
- Grundwassergleiche [mNN]
- Abbaugewässer
- Abbaustätte

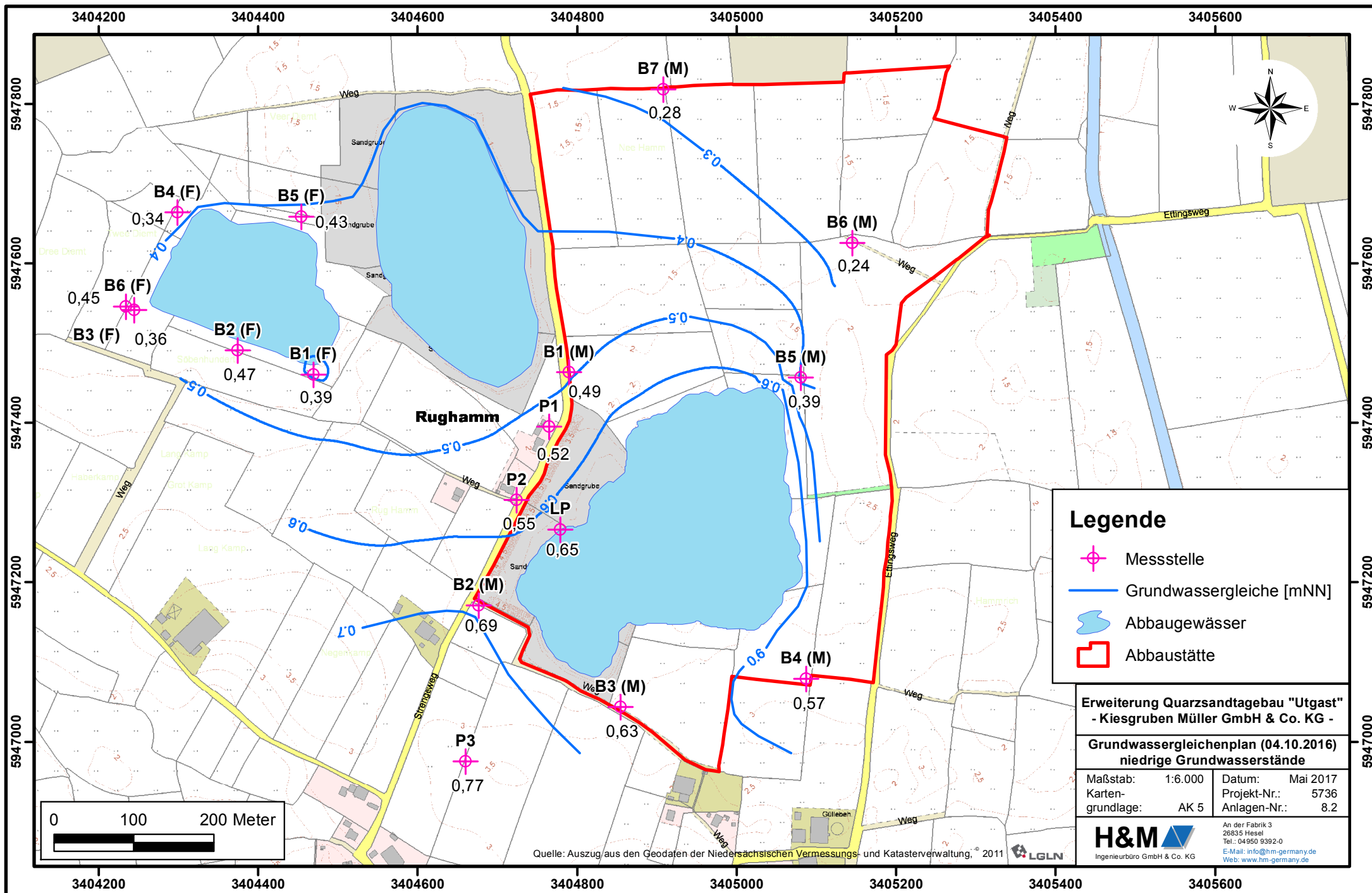
Erweiterung Quarzsandtagebau "Utgast"  
- Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG -

Grundwassergleichenplan (01.08.2016)  
mittlere Grundwasserstände

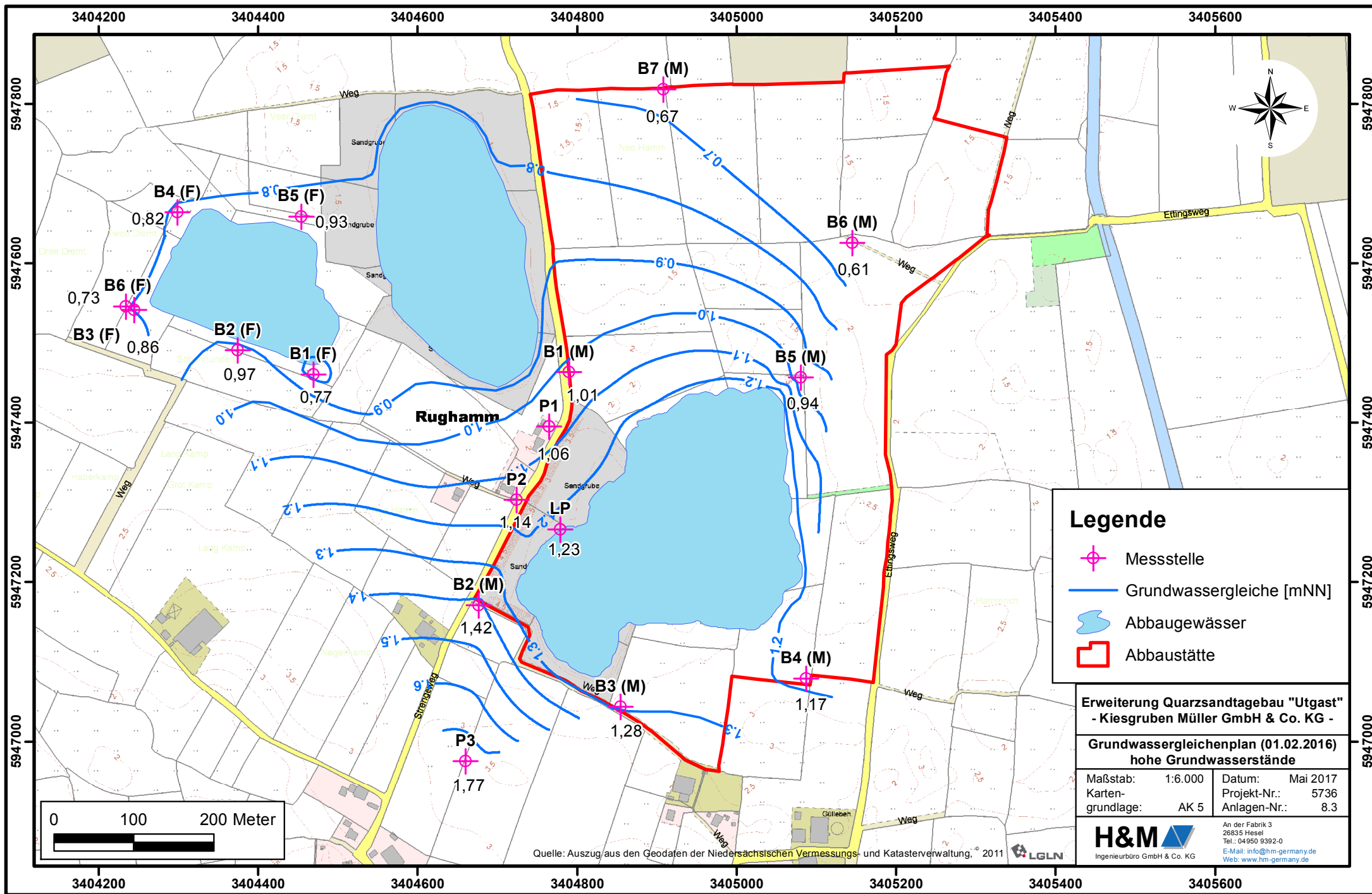
Maßstab:	1:6.000	Datum:	Mai 2017
Karten-		Projekt-Nr.:	5736
grundlage:	AK 5	Anlagen-Nr.:	8.1

**H&M**  
Ingenieurbüro GmbH & Co. KG

An der Fabrik 3  
26835 Hesel  
Tel.: 04950 9392-0  
E-Mail: [info@hm-germany.de](mailto:info@hm-germany.de)  
Web: [www.hm-germany.de](http://www.hm-germany.de)





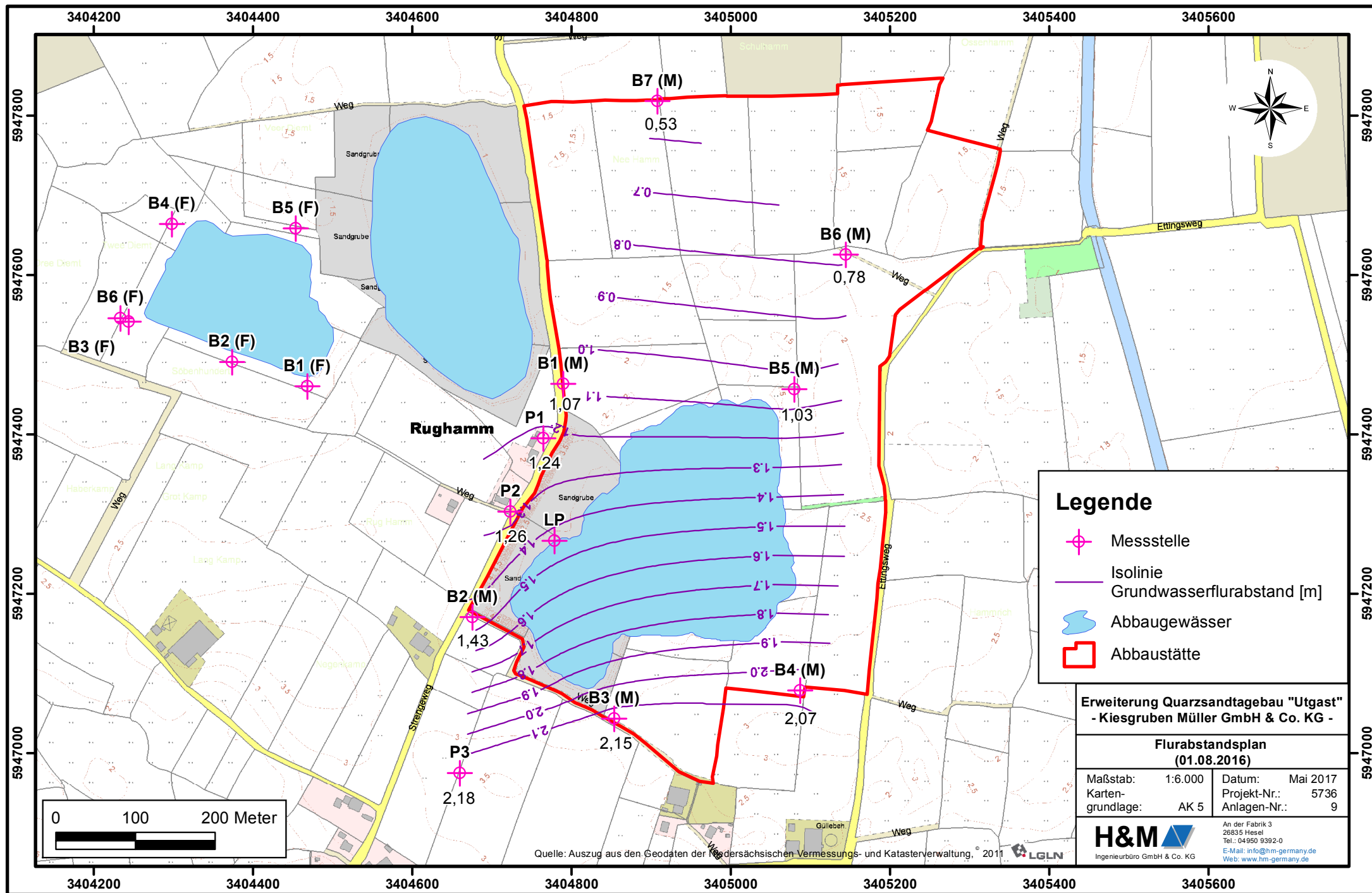




## **Anlage 9**

Flurabstandsplan

M 1 : 6.000





## **Anlage 10**

Analyseergebnisse

Erweiterung Quarzsandtagebau "Utgest"  
Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG  
Analyseergebnisse

Messstelle		B2(M)	B2(M)	B2(M)	B2(M)	B2(M)	B2(M)	B2(M)
Datum		12.03.1997	11.01.2000	17.12.2004	03.01.2008	02.08.2010	04.02.2013	19.11.2014
Parameter	DIM							
Färbung, qualitativ	ohne	gelb	gelblich	gelblich	gelblich	gelblich	schwach gelb	gelb
Trübung, qualitativ	ohne	keine	fast klar	fast klar	fast klar	fast klar	sehr schwach trüb	sehr schwach trüb
Geruch, qualitativ	ohne	geruchlos	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Sauerstoff, gelöst	mg/l	0,4	1,5	0,1	0,19	0,14	0,3	< 0,1
Wassertemperatur	°C	7,9	10	10,9	11	10,7	9,5	12,1
Leitfähigkeit, elektr. bei 25°C	µS/cm	297	226	233	231	198	227	194
pH-Wert	ohne	5,2	5,62	5,62	5,68	5,73	5,7	5,8
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	0,18	0,66	0,52	0,58	0,48	0,7	0,7
Gesamthärte	mmol/l	0,8	0,62	0,64	0,68	0,44	0,71	0,58
Ammonium-Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	mg/l	0,03	0,04	0,02	< 0,01	0,01		
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/l		0,05	0,03	< 0,01	0,01	0,02	< 0,01
Chlorid (Cl)	mg/l	6,5	18	22	13	14	18	20
Nitrat-Stickstoff (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	12	5,6	7,6	5,6	5,1		
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/l	56,12	24,8	33,6	24,7	22,4	29	64
Nitrit-Stickstoff (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	0,03	< 0,01	0,02	0,017	0,024		
Nitrit (NO <sub>2</sub> )	mg/l	0,099	< 0,01	0,07	0,06	0,08	0,07	0,12
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	23	22	24	23	18	18	13
Cyanid (Cn), gesamt	mg/l	< 0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,019	0,16	< 0,005
Fluorid (F), gesamt	mg/l	< 0,2	0,04	0,03	0,03	0,03	< 0,1	< 0,5
Aluminium (Al), gesamt	mg/l	0,22	0,36	0,24	0,2	0,16	0,17	0,17
Arsen (As)	mg/l	< 0,001	< 0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,002
Blei (Pb)	mg/l	< 0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	0,007
Bor (B), gesamt	mg/l		0,03	0,02	< 0,01	0,01	0,03	0,05
Cadmium (Cd)	mg/l	< 0,0004	< 0,001	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0005	< 0,0005
Calcium (Ca)	mg/l	32	15	17	17	17	20	16
Chrom (Cr), gesamt	mg/l	0,011	< 0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	0,003
Eisen (Fe), gesamt	mg/l	< 0,5	0,32	0,14	0,35	0,26	0,13	0,15
Kalium (K)	mg/l	13	14	12	12	11	9,3	9,8
Magnesium (Mg)	mg/l	3,6	4,8	5,2	6,1	5,1	5	4,2
Mangan (Mn), gesamt	mg/l	< 0,04	< 0,01	0,016	0,02	0,028	0,011	0,01
Natrium (Na)	mg/l	13	9,9	11	11	11	10	7,9
Nickel (Ni)	mg/l	0,008	< 0,01	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	0,003
Quecksilber (Hg), gesamt	mg/l	< 0,001	< 0,0005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0001	< 0,0001
Naphthalin	mg/l	0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthylen	mg/l	< 0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthen	mg/l	< 0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Fluoren	mg/l	< 0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Phenanthren	mg/l	0,00009					< 0,0001	< 0,0001
Anthracen	mg/l	< 0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Fluoranthren	mg/l	0,00007	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00005	< 0,00001
Pyren	mg/l	0,00003					< 0,00005	< 0,00005
Benzo(a)anthracen	mg/l	0,00001					< 0,00005	< 0,00005
Chrysen	mg/l	0,00001					< 0,00005	< 0,00005
Benzo(b)fluoranthren	mg/l	0,00001	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthren	mg/l	< 0,00001	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(a)pyren	mg/l	0,00001	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/l	< 0,00001					< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	mg/l	< 0,00001	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/l	0,00001	0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Summe PAK (EPA)	mg/l	0,00025					4	4
Summe PAK (TVO 2001)	mg/l		4	4	4	4		
DOC	mg/l		14	13	19	17	30	20
Phosphor (P), gesamt	mg/l		0,05	0,06	0,05	0,08	0,1	0,08
AOX	mg/l		0,05	0,1	0,1	0,04	0,06	0,09
Hydrogencarbonat (HCO3)	mg/l		40,3	31,7	35,1	29,1	40	44
SAK 436 nm, Färbung	1/m	2,8	0,3	2,9	3	3	2,7	0,7
SAK 254 nm, UV-Absorption	1/m		6,7	64,6	67,8	68,4	58	44

Erweiterung Quarzsandtagebau "Utgast"  
Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG  
Analyseergebnisse

Messstelle		B3(M)	B3(M)	B3(M)	B3(M)	B3(M)	B3(M)	B3(M)
Datum		12.03.1997	11.01.2000	17.12.2004	03.01.2008	02.08.2010	04.02.2013	19.11.2014
Parameter	DIM							
Färbung, qualitativ	ohne	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	schwach gelb	farblos
Trübung, qualitativ	ohne	keine	fast klar	fast klar	fast klar	fast klar	sehr schwach trüb	sehr schwach trüb
Geruch, qualitativ	ohne	leicht erdig	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Sauerstoff, gelöst	mg/l	0,8	0,6	0,65	0,45	0,3	0,7	0,1
Wassertemperatur	°C	7,6	9,5	10,4	10,5	10,2	8,7	11,3
Leitfähigkeit, elektr. bei 25°C	µS/cm	578	493	415	343	306	273	216
pH-Wert	ohne	4,8	5,26	5,23	5,32	5,2	5,2	5,2
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	0,26	0,36	0,16	0,2	0,19	0,3	0,4
Gesamthärte	mmol/l	1,7	1,4	1,07	0,87	0,76	0,6	0,6
Ammonium-Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	mg/l	0,06	0,13	0,06	< 0,01	< 0,01		
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/l		0,17	0,08	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01
Chlorid (Cl)	mg/l	75	64	50	32	31	34	17
Nitrat-Stickstoff (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	16	10,6	22,8	13,1	14,9		
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/l	70,83	46,9	101	57,9	65,8	38	42
Nitrit-Stickstoff (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	< 0,005	0,42	< 0,003	0,003	0,004		
Nitrit (NO <sub>2</sub> )	mg/l	< 0,016	1,38	< 0,01	0,01	0,01	< 0,01	0,04
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	85	58	37	31	24	23	17
Cyanid (Cn), gesamt	mg/l	< 0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,0042	0,21	< 0,005
Fluorid (F), gesamt	mg/l	< 0,2	0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,1	< 0,5
Aluminium (Al), gesamt	mg/l	0,11	0,11	0,064	0,057	0,072	0,13	< 0,05
Arsen (As)	mg/l	< 0,001	< 0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002
Blei (Pb)	mg/l	< 0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,001
Bor (B), gesamt	mg/l		0,03	0,04	0,03	0,05	0,06	0,04
Cadmium (Cd)	mg/l	< 0,0004	< 0,001	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Calcium (Ca)	mg/l	49	38	20	15	15	13	10
Chrom (Cr), gesamt	mg/l	0,014	< 0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,003
Eisen (Fe), gesamt	mg/l	< 0,5	0,04	0,023	0,1	0,061	< 0,05	< 0,05
Kalium (K)	mg/l	2,9	2,8	2,3	2,3	1,4	2,4	2,1
Magnesium (Mg)	mg/l	22	18	14	12	9,3	6,6	8,4
Mangan (Mn), gesamt	mg/l	0,08	0,08	0,069	0,053	0,052	0,049	0,03
Natrium (Na)	mg/l	30	18	32	28	31	25	14
Nickel (Ni)	mg/l	0,018	< 0,01	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	< 0,002
Quecksilber (Hg), gesamt	mg/l	< 0,001	< 0,0005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Naphthalin	mg/l	< 0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthylen	mg/l	< 0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthen	mg/l	< 0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Fluoren	mg/l	< 0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Phenanthren	mg/l	0,00005					< 0,0001	< 0,0001
Anthracen	mg/l	0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Fluoranthen	mg/l	0,00003	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Pyren	mg/l	0,00002					< 0,00005	< 0,00005
Benzo(a)anthracen	mg/l	0,00001					< 0,00005	< 0,00005
Chrysen	mg/l	0,00001					< 0,00005	< 0,00005
Benzo(b)fluoranthen	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthen	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(a)pyren	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/l	< 0,00001					< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Summe PAK (EPA)	mg/l	0,00013					4	4
Summe PAK (TVO 2001)	mg/l		4	4	4	4		
DOC	mg/l		3,8	3,6	7,6	7,4	8,1	6,3
Phosphor (P), gesamt	mg/l		0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
AOX	mg/l		< 0,01	0,05	0,06	0,02	0,06	0,03
Hydrogencarbonat (HCO3)	mg/l		22	9,76	12,4	11,4	16	22
SAK 436 nm, Färbung	1/m	0,24	< 0,1	0,3	0,4	0,4	0,6	0,4
SAK 254 nm, UV-Absorption	1/m		1,2	13,4	17,7	18,5	24	15

**Erweiterung Quarzsandtagebau "Utgest"**  
**Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG**  
**Analysenergebnisse**

Messstelle		B4(M)	B4(M)	B4(M)	B4(M)
Datum		12.03.1997	02.08.2010	04.02.2013	19.11.2014
Parameter	DIM				
Färbung, qualitativ	ohne	leicht gelb	schwach gelblich	schwach gelb	gelb
Trübung, qualitativ	ohne	keine	fast klar	sehr schwach trüb	sehr schwach trüb
Geruch, qualitativ	ohne	leicht faulig	nach H <sub>2</sub> O	ohne	ohne
Sauerstoff, gelöst	mg/l	0,1	< 0,1	0,6	< 0,1
Wassertemperatur	°C	9,7	10,4	9,6	12,3
Leitfähigkeit, elektr. bei 25°C	µS/cm	317	340	316	181
pH-Wert	ohne	5,6	5,84	5,9	5,9
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	0,019	0,43	0,6	0,7
Gesamthärte	mmol/l	0,45	0,54	0,43	0,58
Ammonium-Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	mg/l	0,5	0,4		
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/l		0,52	0,53	< 0,01
Chlorid (Cl)	mg/l	28	40	38	15
Nitrat-Stickstoff (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	< 0,23	0,82		
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/l	< 1,02	3,6	< 2,5	22
Nitrit-Stickstoff (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	< 0,005	< 0,003		
Nitrit (NO <sub>2</sub> )	mg/l	< 0,016	< 0,01	< 0,01	0,08
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	63	63	44	12
Cyanid (Cn), gesamt	mg/l	< 0,025	0,014	0,12	< 0,005
Fluorid (F), gesamt	mg/l	< 0,2	0,04	0,1	< 0,5
Aluminium (Al), gesamt	mg/l	2	0,06	< 0,05	0,18
Arsen (As)	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002
Blei (Pb)	mg/l	< 0,004	< 0,001	0,002	0,009
Bor (B), gesamt	mg/l		0,07	0,04	0,03
Cadmium (Cd)	mg/l	< 0,0004	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Calcium (Ca)	mg/l	13	8	7,4	17
Chrom (Cr), gesamt	mg/l	0,014	< 0,005	< 0,005	0,003
Eisen (Fe), gesamt	mg/l	19	12	0,63	0,15
Kalium (K)	mg/l	18	22	23	8,1
Magnesium (Mg)	mg/l	4,4	8,2	5,9	3,9
Mangan (Mn), gesamt	mg/l	0,17	0,24	0,06	0,02
Natrium (Na)	mg/l	22	27	20	7,9
Nickel (Ni)	mg/l	< 0,004	< 0,002	< 0,002	0,003
Quecksilber (Hg), gesamt	mg/l	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Naphthalin	mg/l	0,00001		< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthylen	mg/l	< 0,00001		< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthen	mg/l	< 0,00001		< 0,0001	< 0,0001
Fluoren	mg/l	0,00006		< 0,0001	< 0,0001
Phenanthren	mg/l	< 0,00001		< 0,0001	< 0,0001
Anthracen	mg/l	< 0,00001		< 0,0001	< 0,0001
Fluoranthren	mg/l	0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Pyren	mg/l	0,00001		< 0,00005	< 0,00005
Benzo(a)anthracen	mg/l	< 0,00001		< 0,00005	< 0,00005
Chrysen	mg/l	< 0,00001		< 0,00005	< 0,00005
Benzo(b)fluoranthren	mg/l	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthren	mg/l	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(a)pyren	mg/l	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/l	< 0,00001		< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	mg/l	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/l	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Summe PAK (EPA)	mg/l	0,00009		4	4
Summe PAK (TVO 2001)	mg/l		4		
DOC	mg/l		3,9	2,7	16
Phosphor (P), gesamt	mg/l		0,22	0,27	0,08
AOX	mg/l		0,03	0,01	0,07
Hydrogencarbonat (HCO3)	mg/l		26,4	35	42
SAK 436 nm, Färbung	1/m	0,64	4,5	0,7	2,7
SAK 254 nm, UV-Absorption	1/m		34,9	15	63

**Erweiterung Quarzsandtagebau "Utgest"**

**Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG**

**Analysenergebnisse**

Messstelle		B5(M)	B5(M)	B5(M)	B5(M)	B5(M)	B5(M)	B5(M)
Datum		12.03.1997	11.01.2000	17.12.2004	03.01.2008	02.08.2010	04.02.2013	19.11.2014
Parameter	DIM							
Färbung, qualitativ	ohne	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	schwach gelb	schwach gelb
Trübung, qualitativ	ohne	keine	fast klar	fast klar	fast klar	fast klar	sehr schwach trüb	sehr schwach trüb
Geruch, qualitativ	ohne	leicht faulig	ohne	ohne	nach H <sub>2</sub> O	nach H <sub>2</sub> O	ohne	ohne
Sauerstoff, gelöst	mg/l	0	0,3	0,1	< 0,1	< 0,1	0,4	< 0,1
Wassertemperatur	°C	9,6	9,1	9,5	9,9	10,3	9,9	11,9
Leitfähigkeit, elektr. bei 25°C	µS/cm	390	384	411	479	584	390	212
pH-Wert	ohne	5,1	5,54	5,45	5,52	5,81	5,9	5,8
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	0,1	0,12	< 0,1	0,29	0,89	0,3	0,7
Gesamthärte	mmol/l	0,83	0,86	1,14	1,22	1,68	1,02	0,57
Ammonium-Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	mg/l	0,38	0,04	0,18	0,18	0,22		
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/l		0,05	0,23	0,24	0,29	0,22	< 0,01
Chlorid (Cl)	mg/l	34	41	57	61	65	35	16
Nitrat-Stickstoff (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	< 0,23	0,1	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/l	< 1,02	0,4	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	19
Nitrit-Stickstoff (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	0,11	< 0,01	< 0,003	< 0,003	< 0,003		
Nitrit (NO <sub>2</sub> )	mg/l	0,361	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,11
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	98	93	117	94	127	110	13
Cyanid (Cn), gesamt	mg/l	< 0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,0052	0,12	< 0,005
Fluorid (F), gesamt	mg/l	< 0,2	0,03	< 0,02	0,02	0,03	< 0,1	< 0,5
Aluminium (Al), gesamt	mg/l	1,2	0,053	0,034	0,032	0,096	< 0,05	0,2
Arsen (As)	mg/l	< 0,001	< 0,005	0,001	0,001	0,001	< 0,001	< 0,002
Blei (Pb)	mg/l	< 0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,02
Bor (B), gesamt	mg/l		0,03	0,03	0,09	0,08	0,01	0,03
Cadmium (Cd)	mg/l	< 0,0004	< 0,001	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Calcium (Ca)	mg/l	21	14	21	21	31	18	15
Chrom (Cr), gesamt	mg/l	0,011	< 0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,003
Eisen (Fe), gesamt	mg/l	8,3	8,5	10	12	13	7,9	0,16
Kalium (K)	mg/l	7,2	6,7	6,4	7,1	6,4	5,9	9
Magnesium (Mg)	mg/l	8	11	15	17	22	14	4,7
Mangan (Mn), gesamt	mg/l	0,41	0,41	0,54	0,58	0,77	0,49	0,02
Natrium (Na)	mg/l	26	26	23	26	30	24	8,4
Nickel (Ni)	mg/l	0,007	< 0,01	0,005	0,005	0,011	0,002	0,003
Quecksilber (Hg), gesamt	mg/l	< 0,001	< 0,0005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Naphthalin	mg/l	< 0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthylen	mg/l	< 0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthen	mg/l	< 0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Fluoren	mg/l	0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Phenanthren	mg/l	0,00006					< 0,0001	< 0,0001
Anthracen	mg/l	0,00001					< 0,0001	< 0,0001
Fluoranthren	mg/l	0,00003	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Pyren	mg/l	0,00002					< 0,00005	< 0,00005
Benzo(a)anthracen	mg/l	< 0,00001					< 0,00005	< 0,00005
Chrysen	mg/l	< 0,00001					< 0,00005	< 0,00005
Benzo(b)fluoranthren	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthren	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(a)pyren	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/l	< 0,00001					< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylene	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/l	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,01	< 0,00001	< 0,00001
Summe PAK (EPA)	mg/l	0,00013					4	4
Summe PAK (TVO 2001)	mg/l		4	4	4	4		
DOC	mg/l		0,59	0,5	2,8	5,3	3,2	16
Phosphor (P), gesamt	mg/l		0,01	< 0,02	< 0,02	0,04	0,07	0,07
AOX	mg/l		< 0,01	0,01	0,01	< 0,01	0,01	0,05
Hydrogencarbonat (HCO <sub>3</sub> )	mg/l		7,32	< 3	17,6	54,2	20	42
SAK 436 nm, Färbung	1/m	2,7	< 0,1	0,1	0,3	1	0,4	2,5
SAK 254 nm, UV-Absorption	1/m		0,4	4,5	7,7	16,4	13	60



# Erweiterung Quarzsandtagebau "Utgast"

## Kiesgruben Müller GmbH & Co. KG

### Analysenergebnisse

Messstelle		LPM	B6(M)
Datum		19.11.2014	19.11.2014
Parameter	DIM		
Färbung, qualitativ	ohne	schwach gelb	schwach gelb
Trübung, qualitativ	ohne	schwach trüb	sehr schwach trüb
Geruch, qualitativ	ohne	ohne	ohne
Sauerstoff, gelöst	mg/l	11	< 0,1
Wassertemperatur	°C	9,7	11,3
Leitfähigkeit, elektr. bei 25°C	µS/cm	231	200
pH-Wert	ohne	6,2	6
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	< 0,1	0,68
Gesamthärte	mmol/l	0,5	0,57
Ammonium-Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	mg/l		
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/l	0,1	0,02
Chlorid (Cl)	mg/l	30	16
Nitrat-Stickstoff (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l		
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/l	20	18
Nitrit-Stickstoff (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l		
Nitrit (NO <sub>2</sub> )	mg/l	< 0,01	0,07
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	31	15
Cyanid (Cn), gesamt	mg/l	< 0,005	< 0,005
Fluorid (F), gesamt	mg/l	< 0,5	< 0,5
Aluminium (Al), gesamt	mg/l	2,5	0,14
Arsen (As)	mg/l	< 0,002	< 0,002
Blei (Pb)	mg/l	0,008	0,002
Bor (B), gesamt	mg/l	0,03	0,03
Cadmium (Cd)	mg/l	< 0,0005	< 0,0005
Calcium (Ca)	mg/l	10	16
Chrom (Cr), gesamt	mg/l	0,005	0,003
Eisen (Fe), gesamt	mg/l	1,1	0,12
Kalium (K)	mg/l	9,2	8,9
Magnesium (Mg)	mg/l	6	4,3
Mangan (Mn), gesamt	mg/l	0,07	0,02
Natrium (Na)	mg/l	15	8,9
Nickel (Ni)	mg/l	0,003	0,003
Quecksilber (Hg), gesamt	mg/l	< 0,0001	< 0,0001
Naphthalin	mg/l	< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthylen	mg/l	< 0,0001	< 0,0001
Acenaphthen	mg/l	< 0,0001	< 0,0001
Fluoren	mg/l	< 0,0001	< 0,0001
Phenanthren	mg/l	< 0,0001	< 0,0001
Anthracen	mg/l	< 0,0001	< 0,0001
Fluoranthen	mg/l	< 0,00001	< 0,00001
Pyren	mg/l	< 0,00005	< 0,00005
Benzo(a)anthracen	mg/l	< 0,00005	< 0,00005
Chrysen	mg/l	< 0,00005	< 0,00005
Benzo(b)fluoranthen	mg/l	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(k)fluoranthen	mg/l	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(a)pyren	mg/l	< 0,00001	< 0,00001
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/l	< 0,00001	< 0,00001
Benzo(g,h,i)perylen	mg/l	< 0,00001	< 0,00001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/l	< 0,00001	< 0,00001
Summe PAK (EPA)	mg/l	4	4
Summe PAK (TVO 2001)	mg/l		
DOC	mg/l	7,3	15
Phosphor (P), gesamt	mg/l	0,21	0,09
AOX	mg/l	0,05	0,15
Hydrogencarbonat (HCO3)	mg/l	< 6	41
SAK 436 nm, Färbung	1/m	0,3	2,5
SAK 254 nm, UV-Absorption	1/m	12	58