



# **Geplantes Gewerbegebiet „Uhlenkampsweg“ in Mulmshorn, Stadt Rotenburg (Wümme)**

## **Geotechnische Erkundungen**

### **Ergebnisbericht**



Dipl.-Geologe BDG **Jochen Holst**  
Hinter der Loge 18  
27711 Osterholz-Scharmbeck

Fon (04791) 89 85 26  
Mobil (0160) 99 03 2001  
Fax (04791) 89 85 27  
E-Mail [holst@geotechnik-holst.de](mailto:holst@geotechnik-holst.de)

### Impressum

Auftraggeber: Stadt Rotenburg  
Große Straße 1  
27356 Rotenburg (Wümme)

Auftragnehmer: Geologie und Umwelttechnik  
Dipl.-Geologe Jochen Holst  
Hinter der Loge 18  
27711 Osterholz-Scharmbeck

Bearbeitungszeitraum: Februar-April 2017

Datum: 11.04.2017

Projektnummer: 2267

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Vorgang und Ziel .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Untersuchungsumfang .....</b>	<b>1</b>
<b>3 Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen .....</b>	<b>2</b>
3.1 Bohrungen und Bodenabfolge, Grundwasser .....	2
3.2 Versickerungsversuche .....	3
3.3 Bodenklassifizierung .....	3
3.4 Bodenmechanische Kennwerte .....	3
3.5 Frostempfindlichkeit .....	4
<b>4 Materialbeurteilung hinsichtlich ihrer Verwertbarkeit .....</b>	<b>5</b>
4.1 Oberboden .....	5
4.2 Oberflächennahe Sande .....	5
4.3 Geschiebelehme .....	5
<b>5 Versickerungsmöglichkeiten .....</b>	<b>5</b>
<b>6 Baugrundbeurteilung .....</b>	<b>6</b>
6.1 Baugrundtragfähigkeit und Gründungsmöglichkeiten .....	6
6.2 Baugrundrisiko .....	6
<b>7 Empfehlungen für Gründungen .....</b>	<b>7</b>
<b>8 Schlussbemerkungen .....</b>	<b>8</b>
<b>T a b e l l e n</b>	
Tabelle 1: Bodenklassifikation nach DIN 4022/23, 18196 und 18300.....	3
Tabelle 2: Bodenmechanische Kennwerte der Bodenschichten.....	4

## **Verzeichnis der Anlagen**

- [1] Lageplanskizze der Bohrpunkte
- [2] Profilschnitte der Bohrungen und Rammsondierungen
- [3] Versickerungsuntersuchungen



## 1 Vorgang und Ziel

Im Ortsteil Mulmshorn der Stadt Rotenburg (Wümme) ist östlich der Straße „Uhlenkampsweg“ ein Gewerbegebiet geplant.

Dabei sind die Bodenabfolge, der Grundwasserstand sowie die Versickerungsmöglichkeiten zu prüfen.

Die Planung erfolgt durch die Stadt Rotenburg (Wümme). Mit Schreiben vom 21.02.2017 erteilte mir die Stadt Rotenburg (Wümme) auf Grundlage meines Angebotes vom 14.12.2016 den Auftrag, mittels Bohrungen, Rammsondierungen, Versickerungsversuchen und Probenahmen die geotechnischen Grunddaten auf dem Areal zu ermitteln.

Dazu lagen ein Lageplan des Planungsraumes mit eingetragenen Bohrpunkten vor.

Die Flächen werden derzeit landwirtschaftlich als Ackerflächen genutzt.

## 2 Untersuchungsumfang

Auf dem Areal wurden flächendeckend zehn Kleinrammbohrungen bis 5 m Tiefe angeordnet (siehe Anlage [1]).

An vier Bohrpunkten wurden zudem Rammsondierungen (DPL-5) ausgeführt, an zwei weiteren auch direkte Versickerungsversuche (open-end-tests). Die Geländearbeiten wurden am 03. und 13.03.2017 ausgeführt.

Die Bohrungen wurden bis 5 m Tiefe ausgeführt, dabei wurden repräsentative Bodenproben entnommen (Bohrprofile in Anlage [2], Lage der Bohrungen in Anlage [1]). Die Rammsondierungen wurden über die Fläche verteilt ausgeführt.

Aufgrund der eindeutigen Bodenansprache und der relativ homogenen Bodenabfolge konnte auf bodenmechanische Untersuchungen verzichtet werden.

Die direkten Versickerungsversuche (open-end-tests) wurden in geeigneten Sanden ausgeführt. Die Ergebnisse finden sich in Anlage [3].

Die Höhen der Ansatzpunkte (siehe Bohrprofile, Anlage [2] und Lageplanskizze, Anlage [1]) wurden auf die Oberkante des Betonsockels des Flutlichtmastes bezogen, dessen Höhe zunächst mit 100,00 m Höhe angenommen wurde.

Die Koordinaten wurden mittels GPS-Gerätes (Gauss-Krüger-Koordinaten) bestimmt und an den Bohrprofilen notiert.



### 3 Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen

#### 3.1 Bohrungen und Bodenabfolge, Grundwasser

Die Bodenabfolge bestätigte bei den Bohrungen den aus Kartenmaterial vermuteten relativ homogenen Aufbau aus Geschiebelehmen und -sanden (siehe auch Anlage [2]).

Der oberflächennahe **humose Oberboden** ist aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung bis zu 55 cm mächtig. Darunter folgen zunächst überall **Sande in diversen Variationen** in der Kornzusammensetzung und Mächtigkeiten zwischen 1 und 4 m. Die Bodengruppen variieren dabei zwischen SE und SW.

Darunter folgen zumeist (Ausnahme: KRB 9 in der Südostecke, hier besteht die gesamte Bodenabfolge bis 5 m Tiefe aus Sanden) steifplastische, zumeist stark sandige **Geschiebelehme**.

Diese bilden an den meisten Bohrpunkten die komplette restliche Bodenabfolge der Bohrung, bei Bohrung KRB 2 mittig im Norden der Fläche tritt jedoch unterhalb des Lehms wieder Sand auf.

Bei KRB 8 mittig im Süden tritt in einer Tiefenlage zwischen 2,6 m und knapp 4 m ein weicher, mit Sand- und Schlufflagen durchzogener **Torfhorizont** auf. Auch die darunter folgenden feinen Sande zeigen immer wieder humose Bänderungen. Vermutlich handelt es sich hier um die Ablagerungen in einem verlandeten Gewässer.

Dieser Bereich sollte durch weitere Bohrungen im Umkreis eingegrenzt werden.

Die Lagerungsdichte der Sande zeigte sich in den Rammsondierungen stark wechselnd, meist jedoch nur locker bis knapp mitteldicht gelagert (Schlagzahlen DPL-5  $N_{10} < 8$ ).

Im Bereich um knapp 2 m Tiefe sind die Sande durchweg dicht gelagert (Schlagzahlen DPL-5  $N_{10}$  um 20), insbesondere, wenn der Grundwasserspiegel berücksichtigt wird.

Dies korrespondiert auch mit dem Bohrfortschritt sowie dem Ziehen des Bohrgestänges.

Auch der Übergang in den steifplastischen Geschiebelehm bei KRB 1 zeigt sich mit einem starken Anstieg der Schlagzahlen.

Freies Grundwasser wurde in allen Bohrungen in jedoch stark variierenden Tiefenlagen angetroffen, auch die absoluten Höhen variieren sehr stark. Dies korrespondiert mit den starken Wechseln in der Tiefenlage der Lehme und den vereinzelt in den Sanden auftretenden Schluffbändern. Auf beiden staut sich das durch Niederschläge gespeiste Grundwasser und zeigt bei den Bohrungen diese starken Unterschiede an.

Alle Aussagen zu Bodenmaterialien beziehen sich streng genommen ausschließlich auf die Aufschlusspunkte. Für den Bereich zwischen den Bohrungen können streng genommen nur Wahrscheinlichkeitsaussagen getroffen werden.



### 3.2 Versickerungsversuche

Bei KRB 3 und 7 wurden direkte Versickerungsversuche (open-end-tests) in jeweils etwa 1 m Tiefe ausgeführt.

Dabei ergaben sich für die hier anstehende Sande Durchlässigkeitsbeiwerte  $k_f$  von  $8,2 \cdot 10^{-6}$  bis  $1,0 \cdot 10^{-5}$  m/s.

Der Sand ist somit gemäß DIN 18130 Teil 1 als „durchlässig“ einzustufen.

### 3.3 Bodenklassifizierung

Auf Basis der Geländeansprache können die angetroffenen Bodenarten vereinfacht nach Tabelle 1 klassifiziert werden:

<b>Bodenart</b>	<b>Beschreibung (DIN 4022/4023)</b>	<b>Bodengruppe (DIN 18196)</b>	<b>Bodenklasse (DIN 18300)</b>
Humoser Oberboden	Sand , schluffig mit Humusanteilen	OH	1 (Oberboden)
Sand in Variationen	Meist Mittel- und Feinsand, schwach schluffig und kiesig,	SE, SE-SU und SE-SW	3 (leicht lösbare Bodenarten)
Geschiebelehm	Feinsand und Schluff, schwach tonig, grobsandig und kiesig	SU*-UL	4 (mittelschwer lösbare Bodenarten)
Torf (nur KRB 8)	Torf, lagenweise sandig und schluffig	HN-HZ	Hier: 3 (leicht lösbare Bodenarten)

**Tabelle 1: Bodenklassifikation nach DIN 4022/23, 18196 und 18300**

Alle Aussagen zu Bodenmaterialien beziehen sich streng genommen ausschließlich auf die Aufschlusspunkte. Für den Bereich zwischen den Bohrungen können streng genommen nur Wahrscheinlichkeitsaussagen getroffen werden.

### 3.4 Bodenmechanische Kennwerte

Für erdstatische Berechnungen können die in der folgenden Tabelle wiedergegebenen Bodenkennwerte nach DIN 1055 angesetzt werden.

Diese Kennwerte gelten für das auf Basis der Bohrergebnisse entwickelte Schichtenmodell und sind lediglich für ungestörte Bodenschichten gültig.

Auflockerungen, Aufweichungen und Vernässungen im Zuge der Bauarbeiten (bzw. nach lang anhaltenden Niederschlagsperioden oder lokalen Grundwasseranstiegen) können eine Verschlechterung der Rechenwerte nach sich ziehen.



Bodenart	Bodengruppe (DIN 18196)	Zustandsform	Wichte (in kN/m <sup>3</sup> )		Reibungswinkel cal $\varphi'$ in °	Kohäsion (cal c' in kN/m <sup>2</sup> )	Steifemodul (MN/m <sup>2</sup> )
			über Wasser (cal $\gamma$ )	unter Wasser cal $\gamma'$ )			
Humoser Oberboden und Auffüllungen	OH	locker	15	5	20	---	0,5
Sand in Variationen	SE, SE-SU und SE-SW	Locker bis mitteldicht	18	10	31,5	---	25
Sand in Variationen	SE, SE-SU und SE-SW	mitteldicht bis dicht	18	10	32,5	---	50
Geschiebelehm	SU*-UL	steifplastsich	19	11	27,5	0,4	8
Torf (nur KRB 8)	HN-HZ	weich	12	2	20	0	0,4

Tabelle 2: Bodenmechanische Kennwerte der Bodenschichten

### 3.5 Frostempfindlichkeit

Die Frostempfindlichkeit der Bodenmaterialien ist am Standort von untergeordneter Wichtigkeit, da der frostempfindliche Oberboden ohnehin bautechnisch ungeeignet ist und unter Bauwerken abgetragen werden muss.

Die darunter anstehenden Sande sind überwiegend der Frostempfindlichkeitsklasse F1 („nicht frostempfindlich“ nach ZTVE) zuzuordnen. Nur sehr stark schluffige Partien überschreiten möglicherweise mit knapp über 15 % Feinkornanteilen diese Eignungsgrenze. Der Geschiebelehm ist in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 („sehr frostempfindlich“) einzustufen.



## **4 Materialbeurteilung hinsichtlich ihrer Verwertbarkeit**

### **4.1 Oberboden**

Der humose Oberboden (Bodengruppe nach DIN 18 196: OH) ist als belebte Materie besonders schützenswert und darf nicht überbaut werden. Für dies Material ist ein schonender Abtrag und eine Verwertung im Landschaftsbau zu empfehlen.

### **4.2 Oberflächennahe Sande**

Die oberflächennahen Sande (Bodengruppe nach DIN 18 196: SE und SE-SW) sind bautechnisch als Füllsande verwertbar, sie sind bei enger Stufung jedoch etwas schlechter verdichtbar als weiter gestufte Materialien. Zudem sollte ein Einbau bei Niederschlägen vermieden werden.

### **4.3 Geschiebelehme**

Die meist in etwas größeren Tiefen auftretenden und daher nur beim Kanalbau anzutreffenden Geschiebelehme (Bodengruppe nach DIN 18 196: SU\*-UL) sind bautechnisch als Füllmaterial nicht geeignet und können höchstens zur Landschaftsgestaltung oder Geländeanpassung außerhalb von Verkehrs- und Bauwerksflächen verwertet werden.

## **5 Versickerungsmöglichkeiten**

Die oberflächennahen Sande zeigten in den direkten Versickerungsversuchen als ausreichend durchlässig hinsichtlich einer Niederschlagswasser-Versickerung. Die Mächtigkeit der Sande ist jedoch an einigen als nicht sehr groß festgestellt worden (KRB 2, 4 und 6). In diesen Bereichen können Versickerungsanlagen bei stärkeren Niederschlägen überfordert sein, da die aufnehmende Sandschicht an ihre Kapazitätsgrenze kommt.

Der Grundwasser-Flurabstand ist dafür nach derzeitigem Kenntnisstand ausreichend.

In der Summe kann nicht sicher davon ausgegangen werden, dass überall auf der Fläche eine Regenwasserversickerung vorgesehen werden kann. Daher sollte eine Regenwasser-Kanalisation vorgesehen werden.

In der Planung ist südlich der Gewerbeflächen und östlich der Sportplätze eine Fläche für ein Regenrückhaltebecken vorgesehen. Die hier niedergebrachte Bohrung KRB 10 zeigt ebenfalls eine Abfolge aus gut 2 m Sand und darunter folgendem Geschiebelehm.

Der Geschiebelehm wirkt als stauender Horizont und kann als Basis eines Regenrückhaltebeckens dienen. In der Realität wird beim Anstieg des Wasserstandes im Becken über die seitlichen Sandschichten eine – nicht exakt zu dimensionierende – Versickerung stattfinden.





## 6 Baugrundbeurteilung

### 6.1 Baugrundtragfähigkeit und Gründungsmöglichkeiten

Für eine ausreichende Tragfähigkeit des Untergrundes sind im Allgemeinen mindestens steifplastische Konsistenzen bindiger Böden (Ton, Schluff;  $I_c \geq 0,75$ ) oder eine mitteldichte Lagerung rolliger Böden (Sande) erforderlich.

Festgesteinsschichten sind in der Regel als ausreichend tragfähig einzustufen, sind aber im Untersuchungsgebiet erst in sehr großen Tiefen anzutreffen.

Die sandig-humosen Oberbodenschichten sind für eine Lastabtragung nicht geeignet. Sie dürfen aufgrund ihrer Schutzbedürftigkeit ohnehin nicht überbaut und müssen daher im Bereich von Bauwerken abgetragen werden. Eine Verwertung in der Landschaftsgestaltung vor Ort wird empfohlen.

Für die Erschliessungstrassen und -bauwerke ist eine herkömmliche Lastabtragung über den natürlich abgelagerten Sand (und den darunter folgenden Geschiebelehm) zu empfehlen.

Die derzeitige Lagerungsdichte der oberflächennahen Sande ist nicht ausreichend, eine ausreichende Nachverdichtung ist jedoch mit herkömmlichen Methoden möglich.

### 6.2 Baugrundrisiko

Als Baugrundrisiko wird die Abweichung der tatsächlichen von den erwarteten Baugrundverhältnissen am Standort verstanden.

Die Zuverlässigkeit der Aussage wächst mit der Anzahl der Untersuchungspunkte und Laborversuche, kann aber in keinem Fall das Baugrundrisiko vollständig ausschließen.

Stark wechselnde Verhältnisse wie im Bereich von Fließgewässern erhöhen, trotz vorhergehender Untersuchungen nach den anerkannten Regeln der Technik, zudem das Risiko.

Auch weitere Erschwernisse können das Risiko erhöhen, wie z.B. das Vorhandensein von Kampfmitteln, Fundamentresten, archäologischen Funden, Kanälen, Gräbern, Altablagerungen und viele Sachverhalte mehr.

Nach den bisher vorliegenden Erkenntnissen ist das Baugrundrisiko am Untersuchungsstandort aufgrund der geologischen Gegebenheiten für die geplanten Erschließungsmaßnahmen als etwas unterdurchschnittlich einzustufen.

Diese Einschätzung begründet sich auf die einerseits guten bodenmechanischen Eigenschaften des Sandes und auf die festgestellten ausreichend hohen Grundwasser-Flurabstände.

Sollten sich bei der Bauausführung andere als die vorhergesagten Verhältnisse zeigen, so ist ggf. der Unterzeichner kostenpflichtig zur Bewertung und ggf. Ergänzung der Baugrundbeurteilung heranzuziehen.



## 7 Empfehlungen für Gründungen

Die Oberflächen im Baufeld sind bei ungünstiger Witterung schwer befahrbar, daher wird eine Ausführung von Erschließungsarbeiten unter trockener Witterung empfohlen.

Es wird empfohlen, die Gründung der Erschließungsstraßen sowie der Kanäle auf den mittel-dicht bis dicht gelagerten Sanden vorzusehen.

Auch für die geplante Wohnbebauung empfiehlt sich die Lastabtragung über die Sande. Bei Bauwerken mit Kellergeschoss sollte unbedingt eine bauwerksbezogene Erkundung erfolgen, für alle anderen Bauten wird dies empfohlen.

Für die Sande (Nachverdichtung freigelegter Sohlen wird vorausgesetzt) ist ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes von 210 kN/m<sup>2</sup> anzusetzen, wenn mit Einbindetiefen und Fundamentbreiten gemäß EC 7 gearbeitet wird. Für ausreichend verdichtet eingebauten Füllsand gilt dasselbe.

Bei höheren Einbindetiefen steigen die Werte entsprechend EC 7 (Tabelle A 6.1 der EC 7) an.

Sollten wider Erwarten bei der Ausführung ungeeignete Schichten wie Torfe oder organische Schluffe in der Gründungszone angetroffen werden, so ist der Unterzeichner für eine Neubewertung hinzuzuziehen.

Der z.T. mächtige humose Oberboden darf nicht überbaut werden und ist im Bereich der Verkehrsstraßen komplett abzutragen.

Für die Herstellung der Straßentrassen sind derzeit keine außergewöhnlichen Schwierigkeiten absehbar, im Regelfall sollten diese Arbeiten bei maximalen Eingriffen bis ca. 80 cm ausreichend weit oberhalb des Grundwasserspiegels liegen.

Dennoch sollte bei – aufgrund der nicht ausreichenden Lagerungsdichte der oberflächennahen Sande notwendigen – Verdichtungsarbeiten auf auffällige Vernässungen geachtet werden, da der stellenweise angetroffene etwas schluffige Sand einen kapillaren Wasseraufstieg, insbesondere bei starker dynamischer Verdichtung, ermöglichen könnte.

Bei tieferen Eingriffen in den Boden (Kanalbau und Versorgungstrassen, angenommene Tiefe bis ca. 3 m) ist nach derzeitigem Kenntnisstand eine Freilegung des Grundwasserspiegels zu erwarten.

Daher ist beim Kanalbau mit der Notwendigkeit einer Grundwasserhaltung zu rechnen. Diese Wasserhaltung kann nur in Teilbereichen mit großen Sandmächtigkeiten mit Hilfe von Vakuumsauglanzen ausgeführt werden. Bei nur geringen Sandmächtigkeiten über Geschiebelehm ist vermutlich nur eine offene Wasserhaltung mit Pumpensumpf zielführend.

Fehlendes Volumen nach Abtrag des Geschiebelehms ist grundsätzlich durch verdichtet eingebauten Sand (F1-Qualität mit Feinkornanteil um 5 %) zu ersetzen. Bei dynamischer Verdichtung größerer Sandschichtenmächtigkeiten sollte vor dem Sandauftrag ein einfaches Trennvlies auf den Geschiebelehm aufgebracht werden. Bei der dynamischen Verdichtung ist zudem auf Wasseraustritte zu achten, treten diese auf, so ist ggf. sofort auf rein statische Verdichtung umzustellen.



## 8 Schlussbemerkungen

Die gemachten Empfehlungen beschränken sich auf den derzeit bekannten Planungsstand.

Alle Annahmen in diesem Bericht beruhen auf den Ergebnissen der vorgenommenen Baugrunduntersuchung und sind im engeren Sinne nur für die direkte Umgebung der Bohrungen zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten gültig. Für dazwischen liegende Bereiche sind lediglich Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich. Abweichungen von den tatsächlichen Baugrundverhältnissen fallen daher unter das Baugrundrisiko.

Im Umkreis der bei Bohrung KRB 8 angetroffenen Torfe sollte eine Erkundung der Verbreitung dieser bautechnisch ungeeigneten Materialien erfolgen.

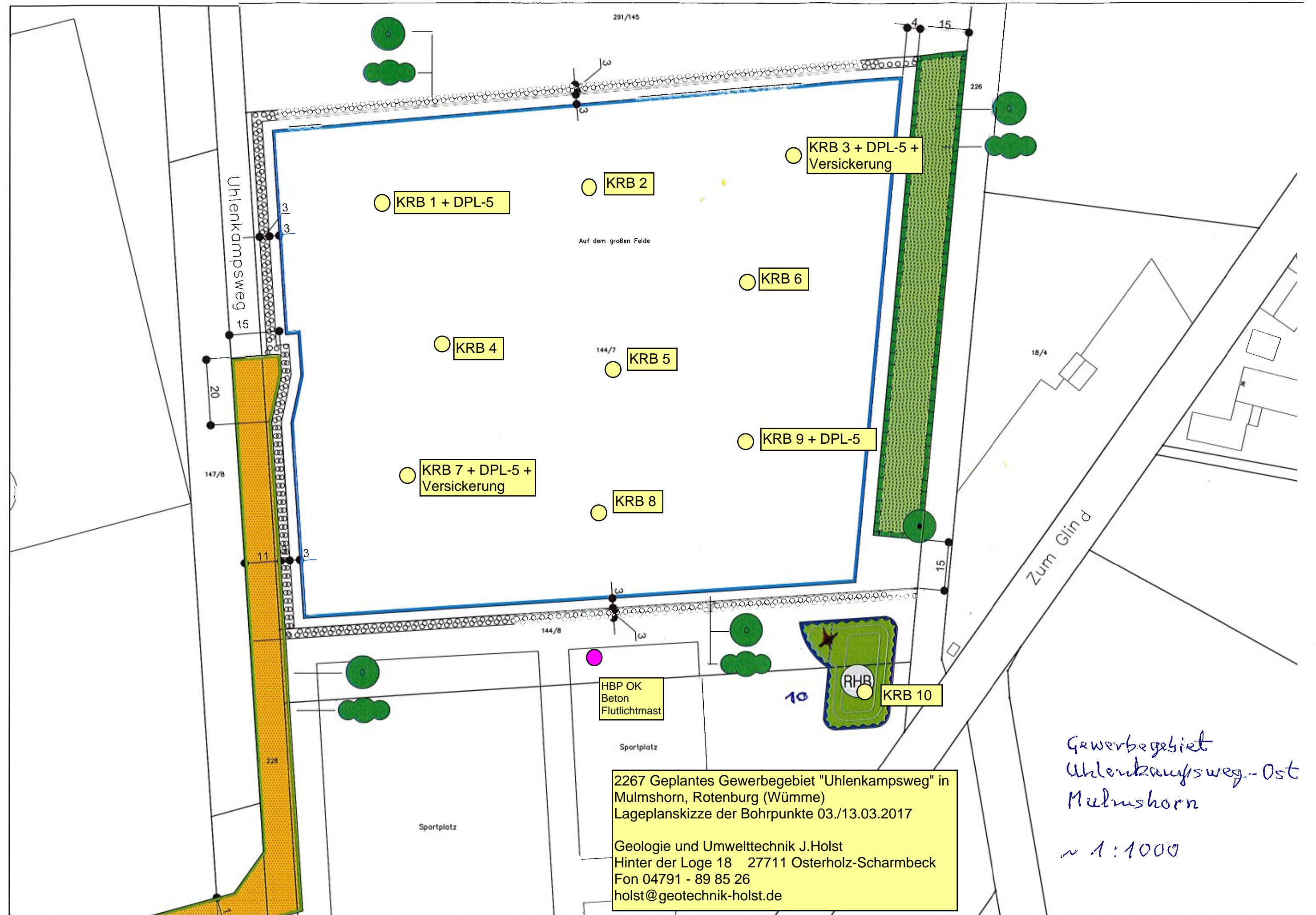
Es wird vorgeschlagen, um die Bohrung KRB 8 im Umkreis von jeweils ca. 10 m weitere vier Bohrungen auszuführen und bei positiven Befunden ggf. den Radius zu erweitern, um das Verbreitungsgebiet genau einzugrenzen.

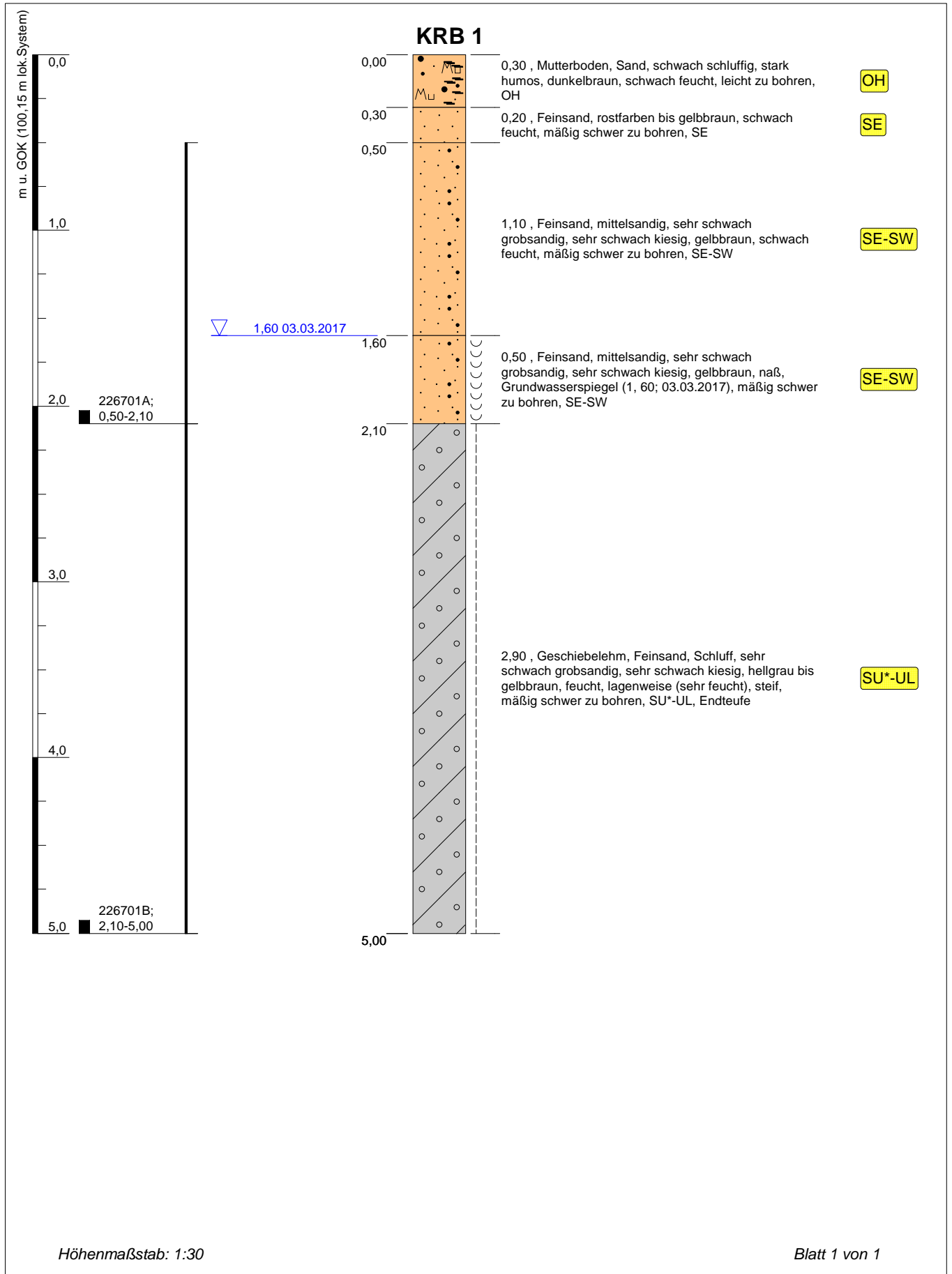
Sollten sich bei der Bauausführung andere als die vorhergesagten Verhältnisse zeigen, so ist ggf. der Unterzeichner kostenpflichtig zur Bewertung und ggf. Ergänzung der Baugrundbeurteilung heranzuziehen.

Dieser Bericht ist nur in seiner Gesamtheit mit allen Anlagen gültig.

Osterholz-Scharmbeck, den 11.04.2017

**Geologie und Umwelttechnik** Jochen Holst

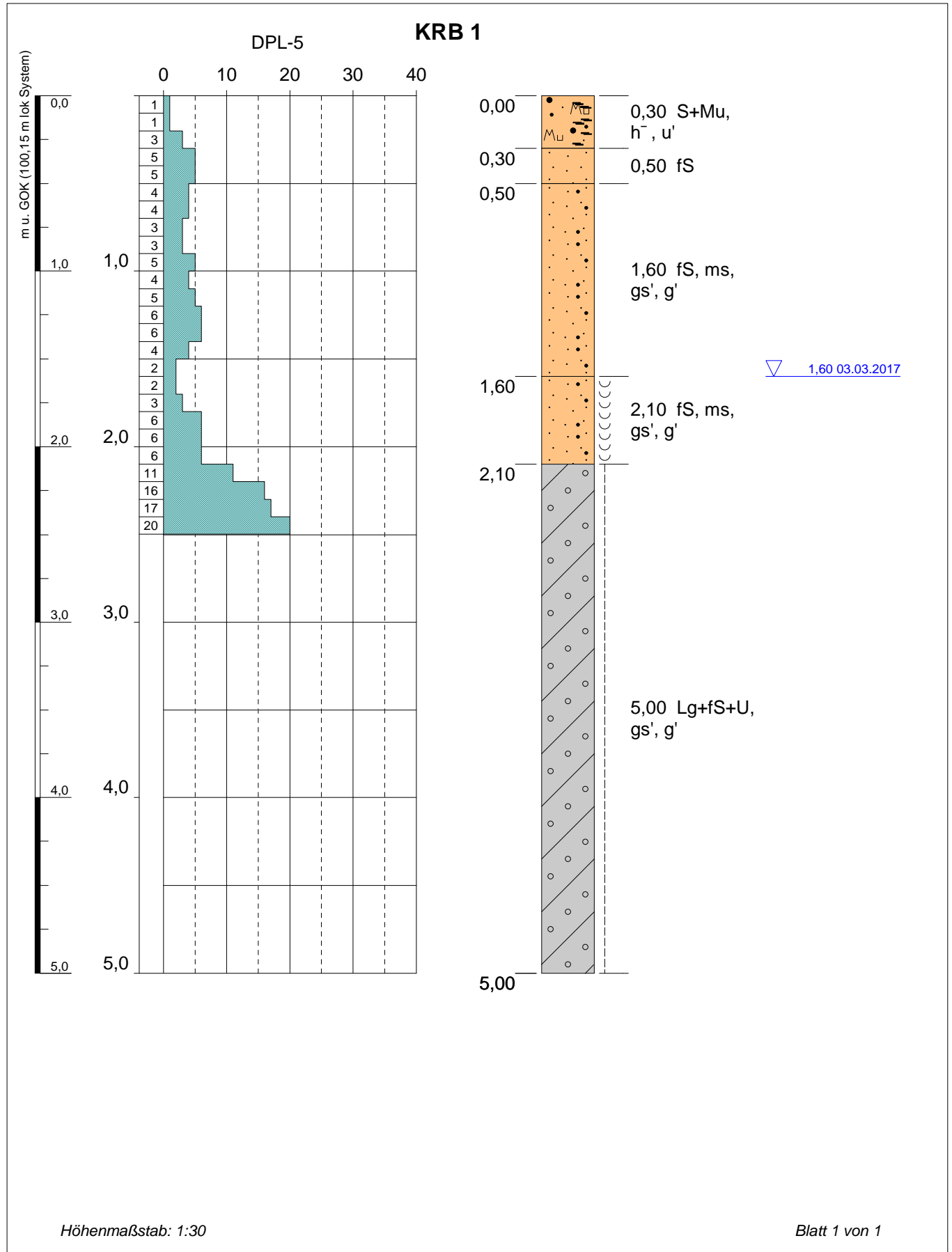




Layout: GUT 1A, Projekt-ID: 172267

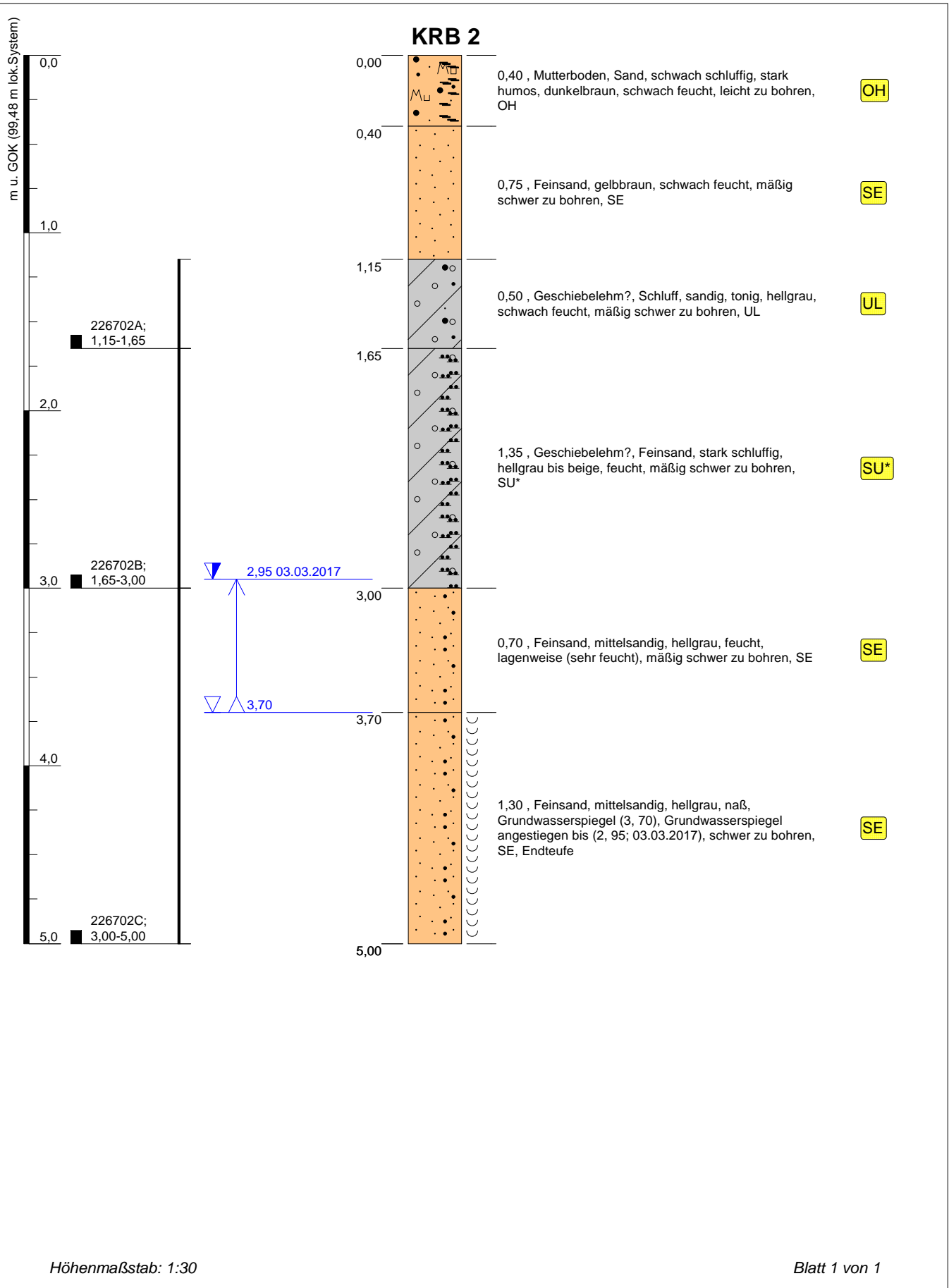
<b>Projekt:</b> GG Uhlenkampsweg Mulmshorn		 <b>Geologie und Umwelttechnik</b> <b>Jochen Holst</b> <small>Diplom-Geologe BDG</small>
<b>Bohrung:</b> KRB 1	Ansatzhöhe: 100,15 m lok. System Endtiefe: 5,00 m	
<b>Auftraggeber:</b> Stadt Rotenburg (Wümme)	<b>Rechtswert:</b> 3519658	Hinter der Loge 18 27711 Osterholz-Scharmbeck Fon: 04791- 89 85 26 Fax: 04791- 89 85 27 E-Mail: holst@geotechnik-holst.de
<b>Bohrfirma:</b> Geologie u. Umwelttechnik J. Holst	<b>Hochwert:</b> 5894436	
<b>Bearbeiter:</b> Holst	<b>Projektnummer:</b> 2267	
<b>Bohrdatum:</b> 03.03.2017	<b>Projektleiter:</b> Holst	






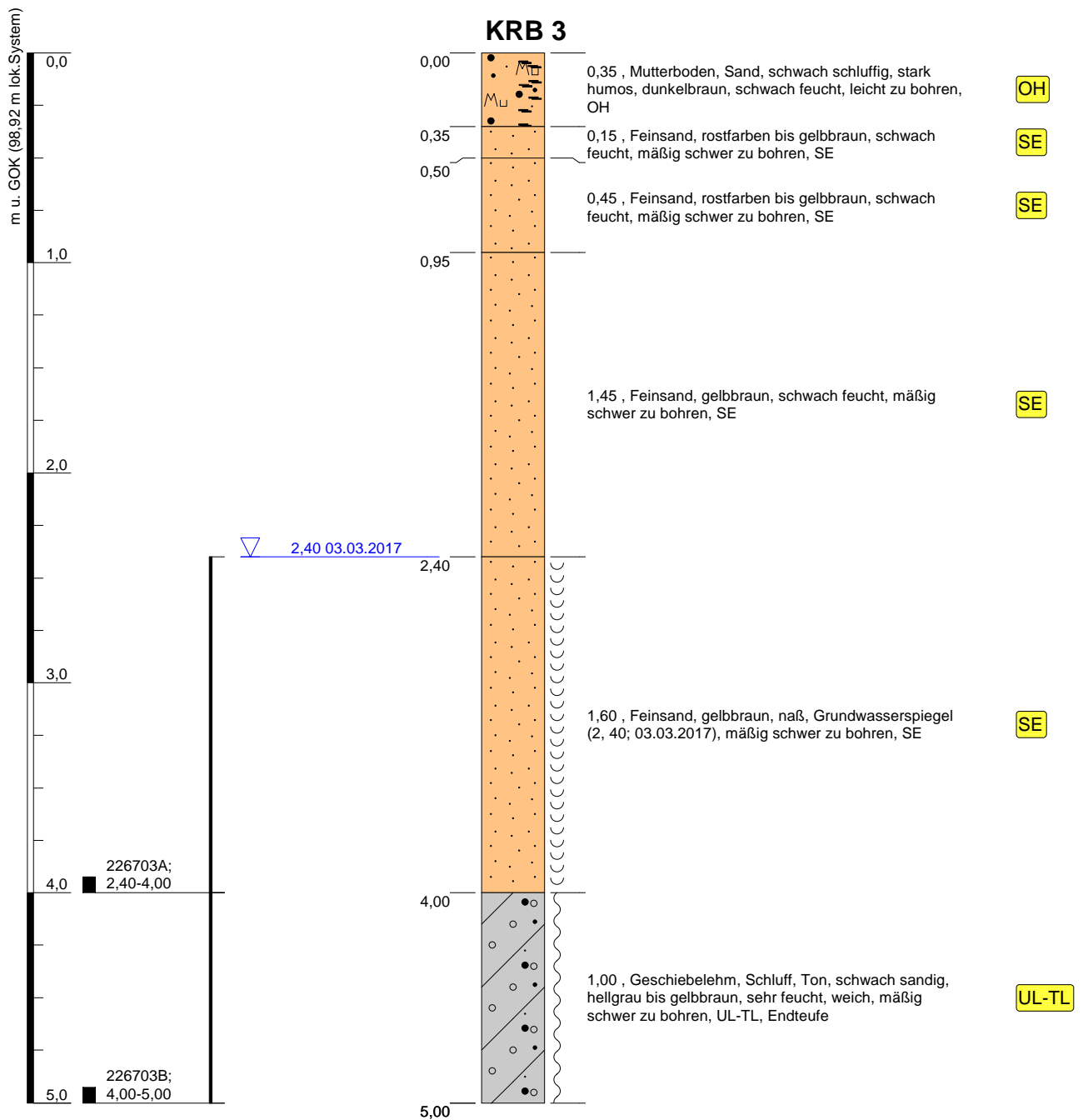
Layout: GUT 1G Projekt-ID: 172267

<b>Projekt: GG Uhlenkampsweg Mulmshorn</b>		<p><b>Geologie und Umwelttechnik</b> Jochen Holst <small>Diplom-Geologe BDG</small></p>
<b>Bohrung: KRB 1</b>	Ansatzhöhe: 100,15 m lok.System Endtiefe: 5,00 m	
<b>Auftraggeber: Stadt Rotenburg (Wümme)</b>	<b>Rechtswert: 3519658</b>	
<b>Bohrfirma: Geologie u. Umwelttechnik J. Holst</b>	<b>Hochwert: 5894436</b>	Hinter der Loge 18 27711 Osterholz-Scharmbeck Fon: 04791- 89 85 26 Fax: 04791- 89 85 27 E-Mail: holst@geotechnik-holst.de
<b>Bearbeiter: Holst</b>	<b>Projektnummer: 2267</b>	
<b>Bohrdatum: 03.03.2017</b>	<b>Projektleiter: Holst</b>	



Layout: GUT 1A, Projekt-ID: 172267


<b>Projekt: GG Uhlenkampsweg Mulmshorn</b>		 <b>Geologie und Umwelttechnik</b> <b>Jochen Holst</b> <small>Diplom-Geologe BDG</small>
<b>Bohrung: KRB 2</b>	Ansatzhöhe: 99,48 m lok.System Endtiefe: 5,00 m	
<b>Auftraggeber: Stadt Rotenburg (Wümme)</b>	<b>Rechtswert: 3519734</b>	Hinter der Loge 18 27711 Osterholz-Scharmbeck Fon: 04791- 89 85 26 Fax: 04791- 89 85 27 E-Mail: holst@geotechnik-holst.de
<b>Bohrfirma: Geologie u.Umwelttechnik J.Holst</b>	<b>Hochwert: 5894443</b>	
<b>Bearbeiter: Holst</b>	<b>Projektnummer: 2267</b>	
<b>Bohrdatum: 03.03.2017</b>	<b>Projektleiter: Holst</b>	



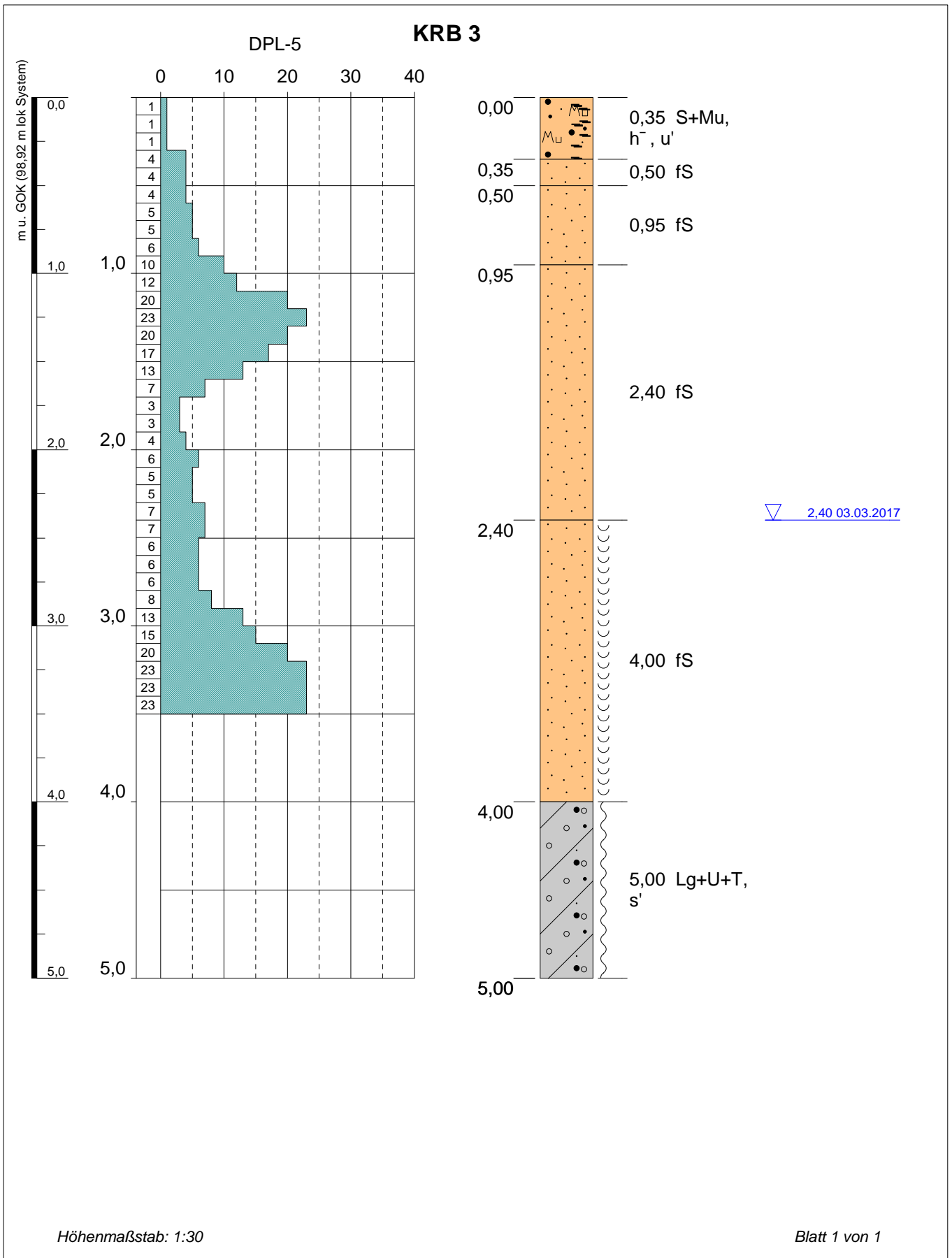
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Layout: GUT 1A, Projekt-ID: 172267

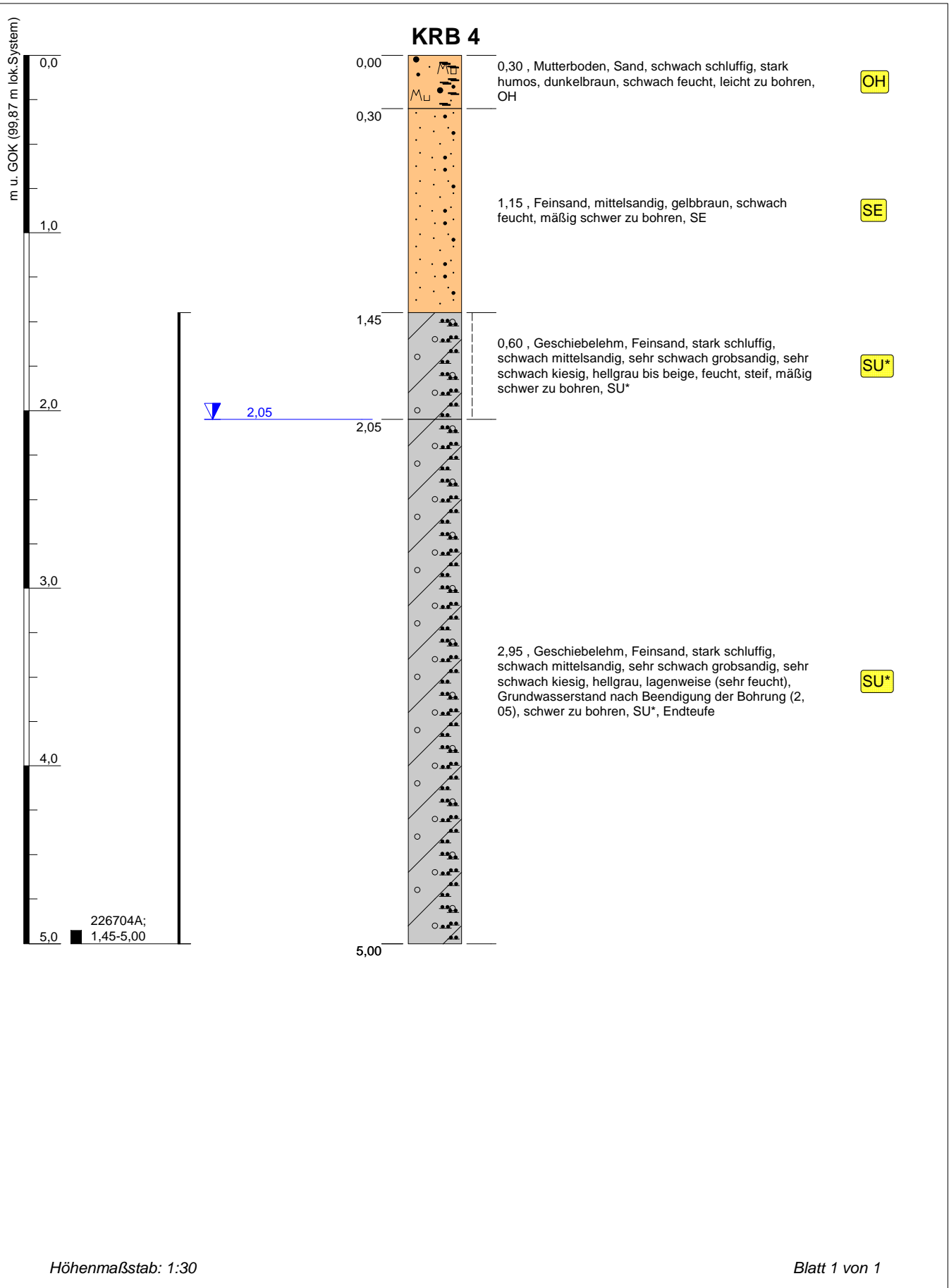
<b>Projekt: GG Uhlenkampsweg Mulmshorn</b>		 <b>Geologie und Umwelttechnik</b> <b>Jochen Holst</b> <small>Diplom-Geologe BDG</small>
<b>Bohrung: KRB 3</b>	Ansatzhöhe: 98,92 m lok. System Endtiefe: 5,00 m	
<b>Auftraggeber: Stadt Rotenburg (Wümme)</b>	<b>Rechtswert: 3519790</b>	Hinter der Loge 18 27711 Osterholz-Scharmbeck Fon: 04791- 89 85 26 Fax: 04791- 89 85 27 E-Mail: holst@geotechnik-holst.de
<b>Bohrfirma: Geologie u. Umwelttechnik J. Holst</b>	<b>Hochwert: 5894451</b>	
<b>Bearbeiter: Holst</b>	<b>Projektnummer: 2267</b>	
<b>Bohrdatum: 03.03.2017</b>	<b>Projektleiter: Holst</b>	




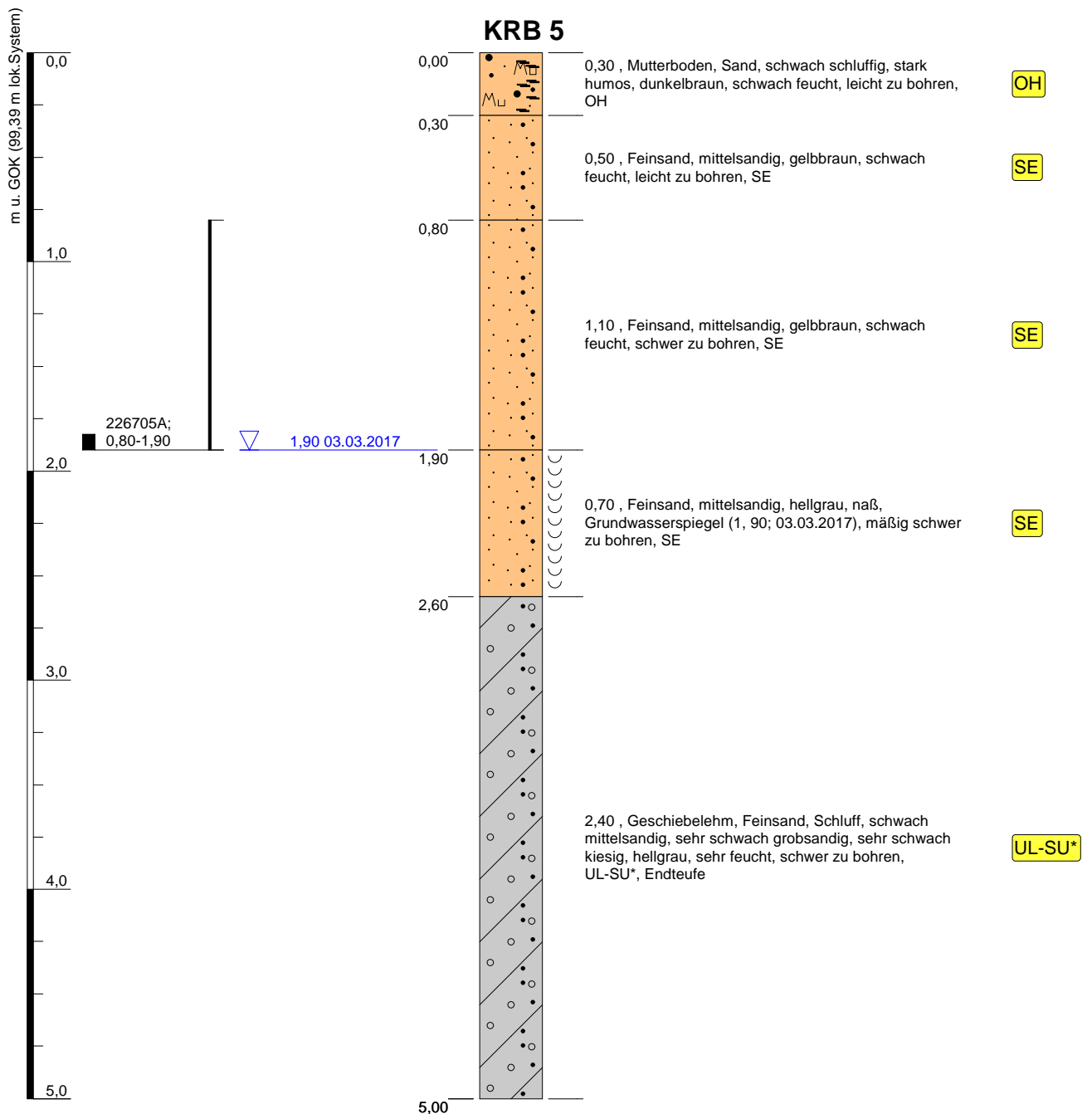


Layout: GUT 1G Projekt-ID: 172267

<b>Projekt: GG Uhlenkampsweg Mulmshorn</b>		<p><b>Geologie und Umwelttechnik</b> Jochen Holst <small>Diplom-Geologe BDG</small></p>
<b>Bohrung: KRB 3</b>	Ansatzhöhe: 98,92 m lok. System Endtiefe: 5,00 m	
<b>Auftraggeber: Stadt Rotenburg (Wümme)</b>	<b>Rechtswert: 3519790</b>	Hinter der Loge 18 27711 Osterholz-Scharmbeck Fon: 04791- 89 85 26 Fax: 04791- 89 85 27 E-Mail: holst@geotechnik-holst.de
<b>Bohrfirma: Geologie u. Umwelttechnik J. Holst</b>	<b>Hochwert: 5894451</b>	
<b>Bearbeiter: Holst</b>	<b>Projektnummer: 2267</b>	
<b>Bohrdatum: 03.03.2017</b>	<b>Projektleiter: Holst</b>	




Layout: GUT 1A, Projekt-ID: 172267	<b>Projekt: GG Uhlenkampsweg Mulmshorn</b>			<b>Geologie und Umwelttechnik</b> <b>Jochen Holst</b> <small>Diplom-Geologe BDG</small>
	<b>Bohrung: KRB 4</b>	Ansatzhöhe: 99,87 m lok. System		
	Auftraggeber: Stadt Rotenburg (Wümme)	Endtiefe: 5,00 m	<b>Rechtswert: 3519675</b>	
	Bohrfirma: Geologie u. Umwelttechnik J. Holst	Hochwert: 5894398	Hinter der Loge 18	
	Bearbeiter: Holst	Projektnummer: 2267	27711 Osterholz-Scharmbeck	
	Bohrdatum: 03.03.2017	Projektleiter: Holst	Fon: 04791- 89 85 26 Fax: 04791- 89 85 27	
			E-Mail: holst@geotechnik-holst.de	

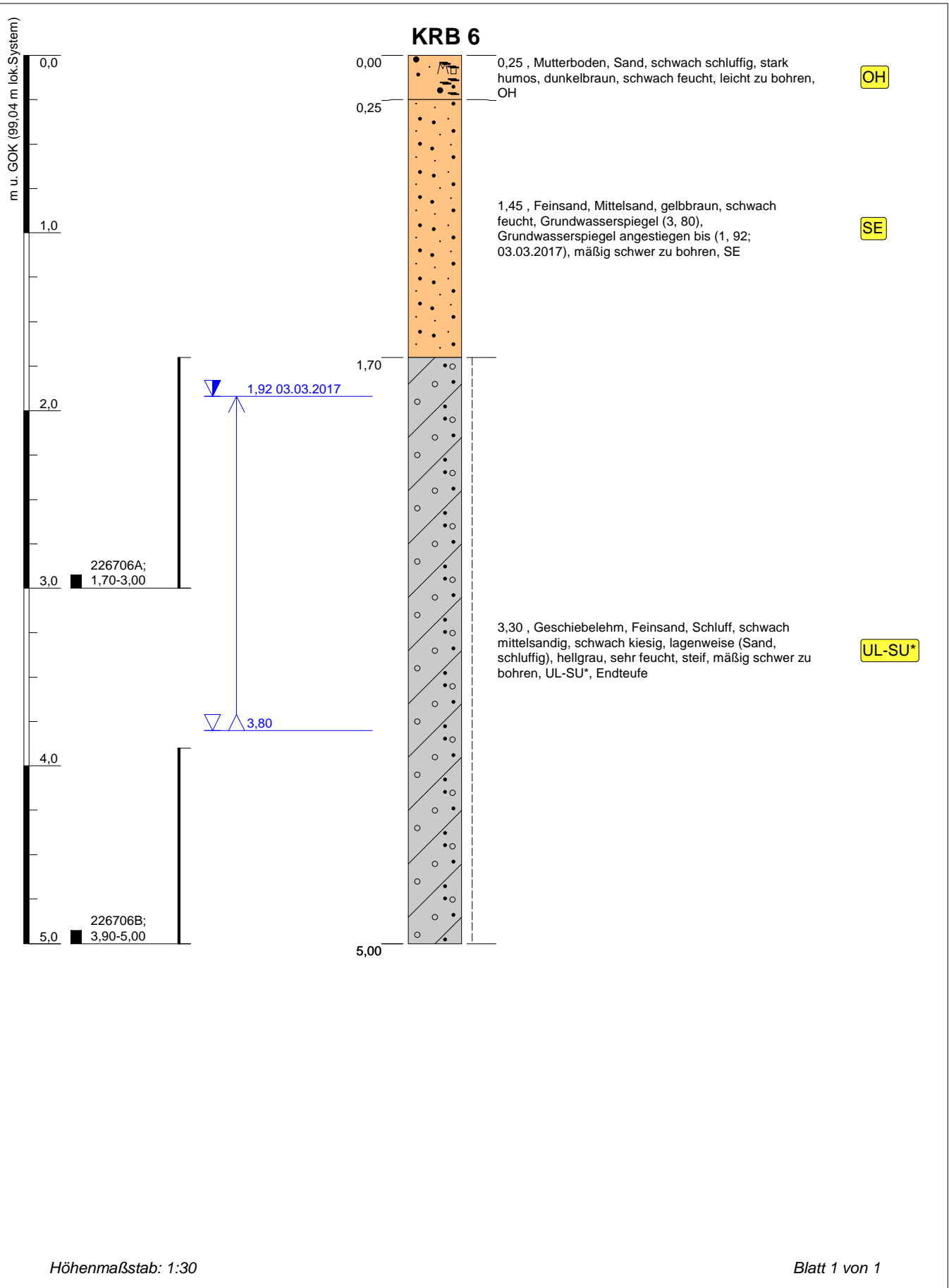


Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1


Layout: GUT 1A, Projekt-ID: 172267

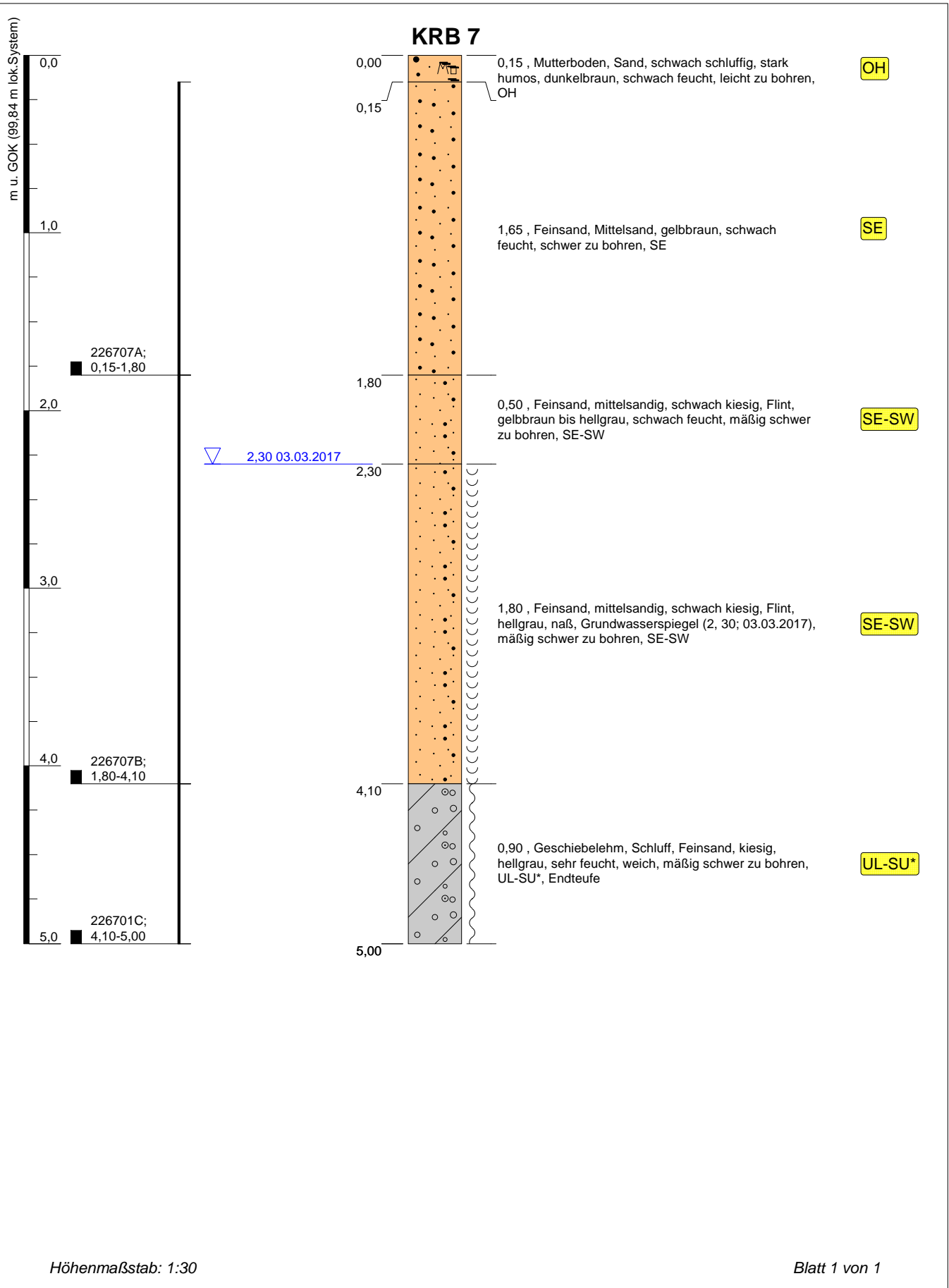
<b>Projekt: GG Uhlenkampsweg Mulmshorn</b>		 <b>Geologie und Umwelttechnik</b> <b>Jochen Holst</b> <small>Diplom-Geologe BDG</small>
<b>Bohrung: KRB 5</b>	Ansatzhöhe: 99,39 m lok.System Endtiefe: 5,00 m	
<b>Auftraggeber: Stadt Rotenburg (Wümme)</b>	<b>Rechtswert: 3519735</b>	Hinter der Loge 18 27711 Osterholz-Scharmbeck Fon: 04791- 89 85 26 Fax: 04791- 89 85 27 E-Mail: holst@geotechnik-holst.de
<b>Bohrfirma: Geologie u.Umwelttechnik J.Holst</b>	<b>Hochwert: 5894390</b>	
<b>Bearbeiter: Holst</b>	<b>Projektnummer: 2267</b>	
<b>Bohrdatum: 03.03.2017</b>	<b>Projektleiter: Holst</b>	




Höhenmaßstab: 1:30

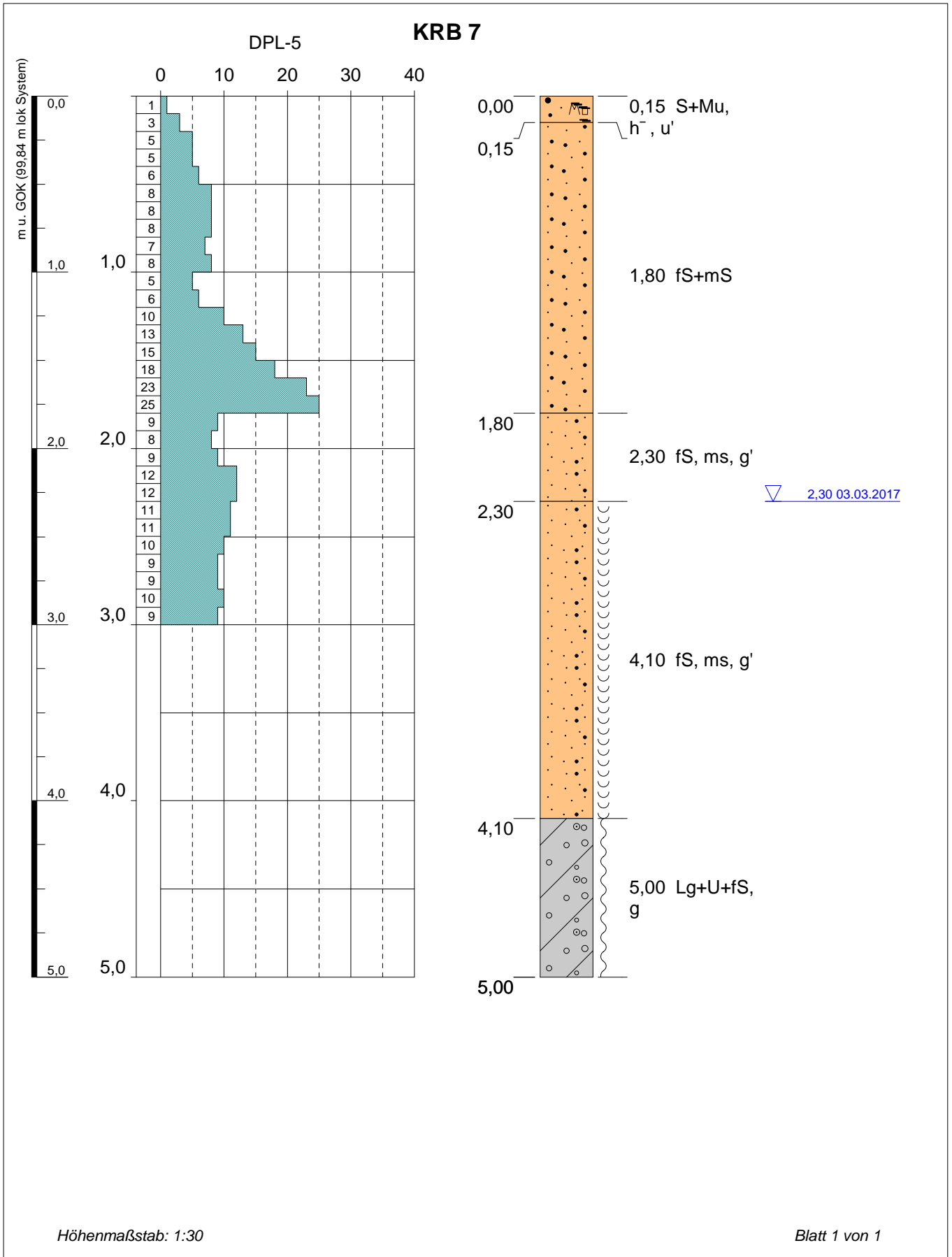
Blatt 1 von 1

Layout: GUT 1A, Projekt-ID: 172267	<b>Projekt: GG Uhlenkampsweg Mulmshorn</b>		 <p><b>Geologie und Umwelttechnik</b> <b>Jochen Holst</b> <small>Diplom-Geologe BDG</small></p>
	<b>Bohrung: KRB 6</b>	Ansatzhöhe: 99,04 m lok. System	
	Auftraggeber: Stadt Rotenburg (Wümme)	Endtiefe: 5,00 m	
	Bohrfirma: Geologie u. Umwelttechnik J. Holst	Rechtswert: 3519790	
	Bearbeiter: Holst	Hochwert: 5894405	
	Bohrdatum: 03.03.2017	Projektnummer: 2267	
		Projektleiter: Holst	Hinter der Loge 18 27711 Osterholz-Scharmbeck Fon: 04791- 89 85 26 Fax: 04791- 89 85 27 E-Mail: holst@geotechnik-holst.de




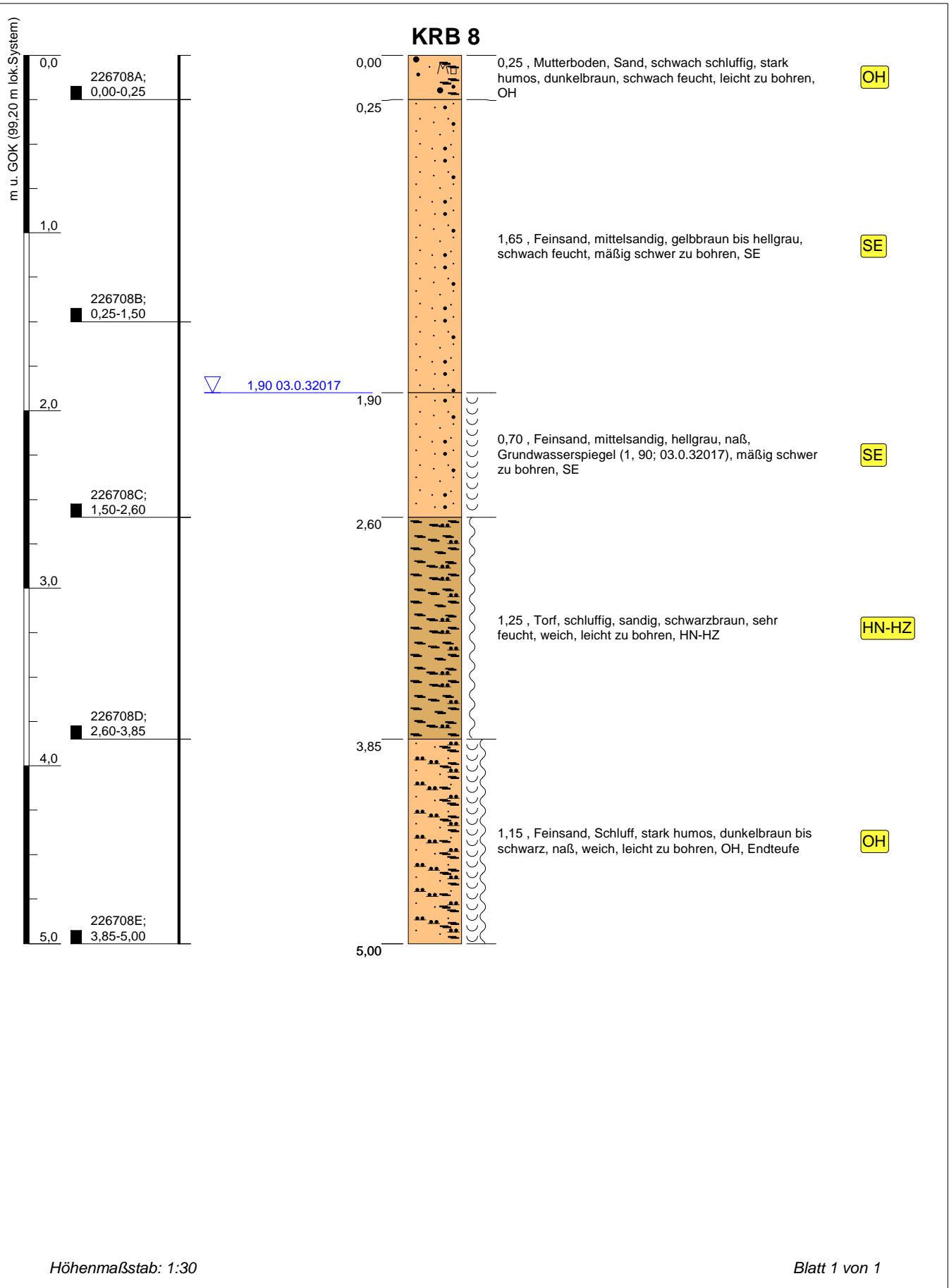
Layout: GUT 1A, Projekt-ID: 172267

<b>Projekt: GG Uhlenkampsweg Mulmshorn</b>		 <b>Geologie und Umwelttechnik</b> <b>Jochen Holst</b> <small>Diplom-Geologe BDG</small>
<b>Bohrung: KRB 7</b>	Ansatzhöhe: 99,84 m lok. System Endtiefe: 5,00 m	
<b>Auftraggeber: Stadt Rotenburg (Wümme)</b>	<b>Rechtswert: 3519667</b>	Hinter der Loge 18 27711 Osterholz-Scharmbeck Fon: 04791- 89 85 26 Fax: 04791- 89 85 27 E-Mail: holst@geotechnik-holst.de
<b>Bohrfirma: Geologie u. Umwelttechnik J. Holst</b>	<b>Hochwert: 5894347</b>	
<b>Bearbeiter: Holst</b>	<b>Projektnummer: 2267</b>	
<b>Bohrdatum: 03.03.2017</b>	<b>Projektleiter: Holst</b>	




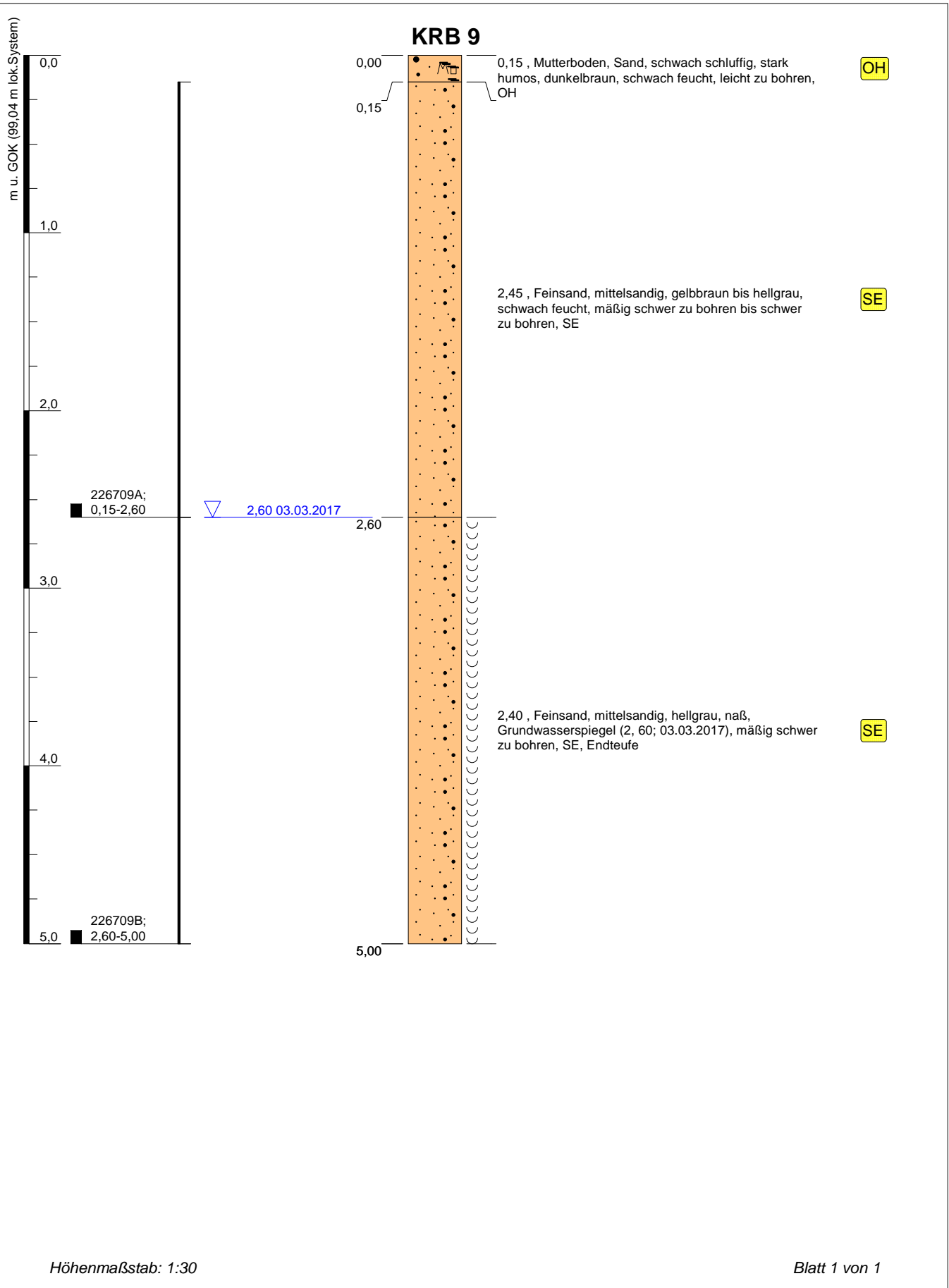
Layout: GUT 1G Projekt-ID: 172267

<b>Projekt: GG Uhlenkampsweg Mulmshorn</b>		 <p><b>Geologie und Umwelttechnik</b> Jochen Holst <small>Diplom-Geologe BDG</small></p>
<b>Bohrung: KRB 7</b>	Ansatzhöhe: 99,84 m lok. System Endtiefe: 5,00 m	
<b>Auftraggeber: Stadt Rotenburg (Wümme)</b>	<b>Rechtswert: 3519667</b>	
<b>Bohrfirma: Geologie u. Umwelttechnik J. Holst</b>	Hochwert: 5894347	Hinter der Loge 18 27711 Osterholz-Scharmbeck Fon: 04791- 89 85 26 Fax: 04791- 89 85 27 E-Mail: holst@geotechnik-holst.de
<b>Bearbeiter: Holst</b>	Projektnummer: 2267	
<b>Bohrdatum: 03.03.2017</b>	Projektleiter: Holst	




Layout: GUT 1A; Projekt-ID: 172267

<b>Projekt: GG Uhlenkampsweg Mulmshorn</b>		 <b>Geologie und Umwelttechnik</b> <b>Jochen Holst</b> <small>Diplom-Geologe BDG</small>
<b>Bohrung: KRB 8</b>	Ansatzhöhe: 99,20 m lok.System Endtiefe: 5,00 m	
<b>Auftraggeber: Stadt Rotenburg (Wümme)</b>	<b>Rechtswert: 3519731</b>	Hinter der Loge 18 27711 Osterholz-Scharmbeck Fon: 04791- 89 85 26 Fax: 04791- 89 85 27 E-Mail: holst@geotechnik-holst.de
<b>Bohrfirma: Geologie u.Umwelttechnik J.Holst</b>	<b>Hochwert: 5894337</b>	
<b>Bearbeiter: Holst</b>	<b>Projektnummer: 2267</b>	
<b>Bohrdatum: 03.03.2017</b>	<b>Projektleiter: Holst</b>	

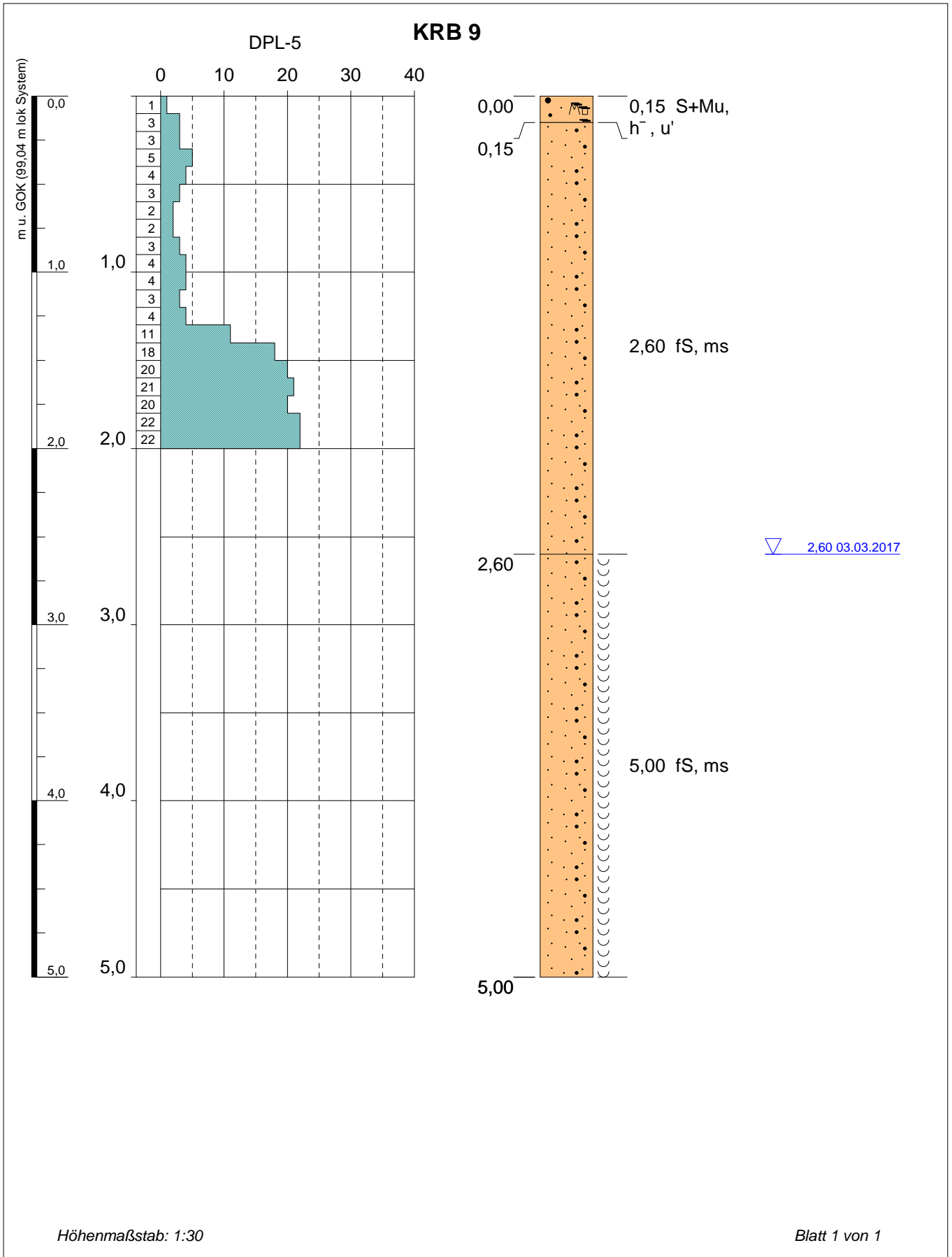


Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Layout: GUT_1A; Projekt-ID: 172267	<b>Projekt:</b> GG Uhlenkampsweg Mulmshorn		 <p><b>Geologie und Umwelttechnik</b> <b>Jochen Holst</b> <small>Diplom-Geologe BDG</small></p>
	<b>Bohrung:</b> KRB 9	Ansatzhöhe: 99,04 m lok. System	
	Auftraggeber: Stadt Rotenburg (Wümme)	Endtiefe: 5,00 m	
	Bohrfirma: Geologie u. Umwelttechnik J. Holst	Rechtswert: 3519788	
	Bearbeiter: Holst	Hochwert: 5894362	
	Bohrdatum: 03.03.2017	Projektnummer: 2267	
		Projektleiter: Holst	Hinter der Loge 18 27711 Osterholz-Scharmbeck Fon: 04791- 89 85 26 Fax: 04791- 89 85 27 E-Mail: holst@geotechnik-holst.de



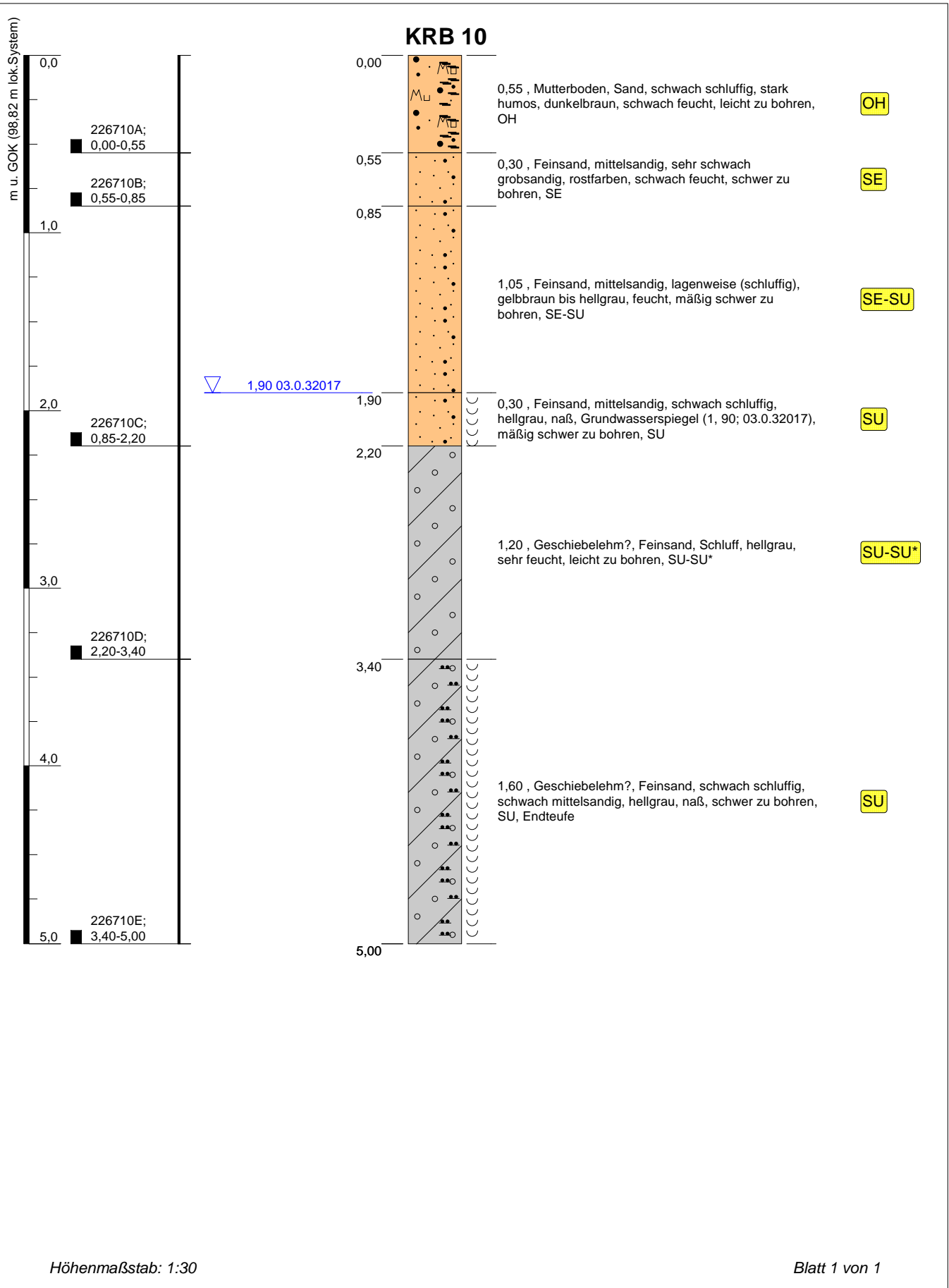


Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

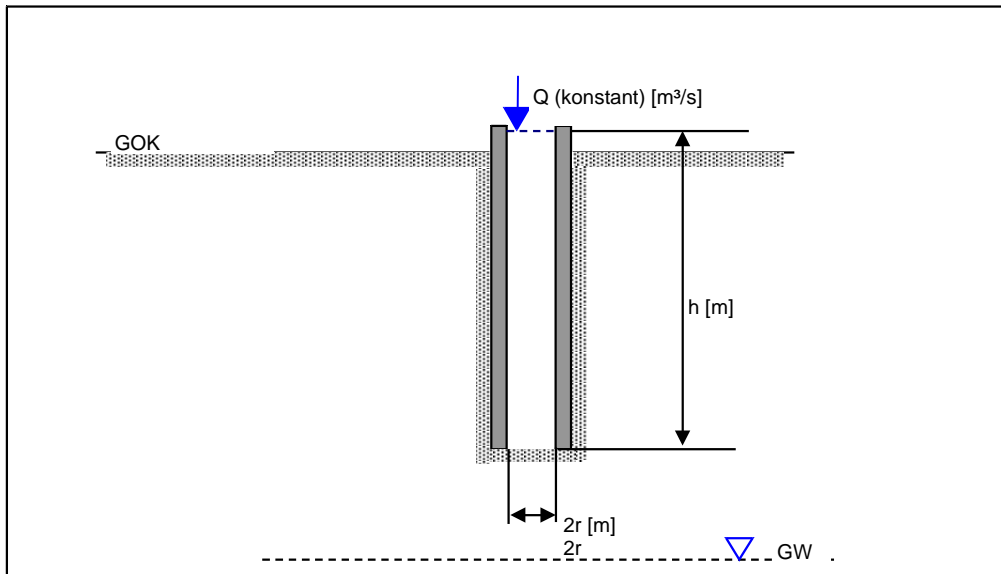
Layout: GUT 1G Projekt-ID: 172267

<b>Projekt:</b>	<b>GG Uhlenkampsweg Mulmshorn</b>		<p><b>Geologie und Umwelttechnik Jochen Holst</b> <small>Diplom-Geologe BDG</small></p>
<b>Bohrung:</b>	<b>KRB 9</b>	Ansatzhöhe: 99,04 m lok. System Endtiefe: 5,00 m	
<b>Auftraggeber:</b>	Stadt Rotenburg (Wümme)	<b>Rechtswert:</b> 3519788	
<b>Bohrfirma:</b>	Geologie u. Umwelttechnik J. Holst	Hochwert: 5894362	Hinter der Loge 18
<b>Bearbeiter:</b>	Holst	Projektnummer: 2267	27711 Osterholz-Scharmbeck
<b>Bohrdatum:</b>	03.03.2017	Projektleiter: Holst	Fon: 04791- 89 85 26 Fax: 04791- 89 85 27 E-Mail: holst@geotechnik-holst.de



Layout: GUT 1A, Projekt-ID: 172267	<b>Projekt:</b> GG Uhlenkampsweg Mulmshorn			<b>Geologie und Umwelttechnik</b> <b>Jochen Holst</b> <small>Diplom-Geologe BDG</small>
	<b>Bohrung:</b> KRB 10	Ansatzhöhe: 98,82 m lok.System		
	<b>Auftraggeber:</b> Stadt Rotenburg (Wümme)	<b>Rechtswert:</b> 3519810	<b>Hochwert:</b> 5894292	Hinter der Loge 18 27711 Osterholz-Scharmbeck Fon: 04791- 89 85 26 Fax: 04791- 89 85 27 E-Mail: holst@geotechnik-holst.de
	<b>Bohrfirma:</b> Geologie u.Umwelttechnik J.Holst	<b>Projektnummer:</b> 2267	<b>Projektleiter:</b> Holst	
	<b>Bearbeiter:</b> Holst	<b>Bohrdatum:</b> 03.03.2017		

# Open End-Test zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes $k_f$

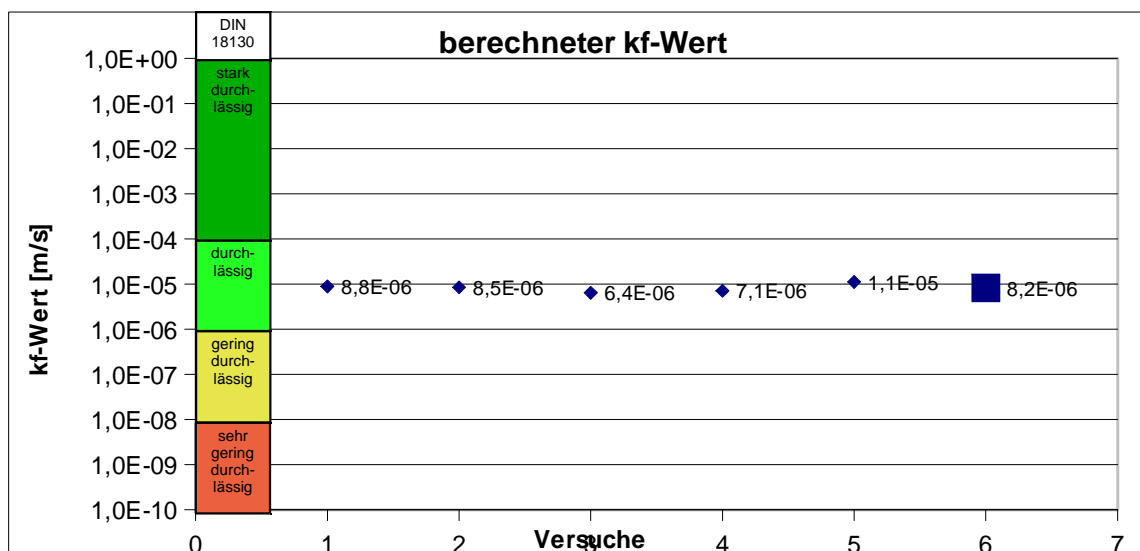


Versuchsdaten:	
Rohrdurchmesser $2r$ [mm]	34
Radius $r$ [m]	0,017
hydraulischer Gradient $h$ [m]	2,02
Abstand Sohle zu GW [m]	> 1m

$$k_{fu} = k_f / 2 = \frac{Q}{5,5 * r * h} \quad [m/s]$$

(Earth Manual)

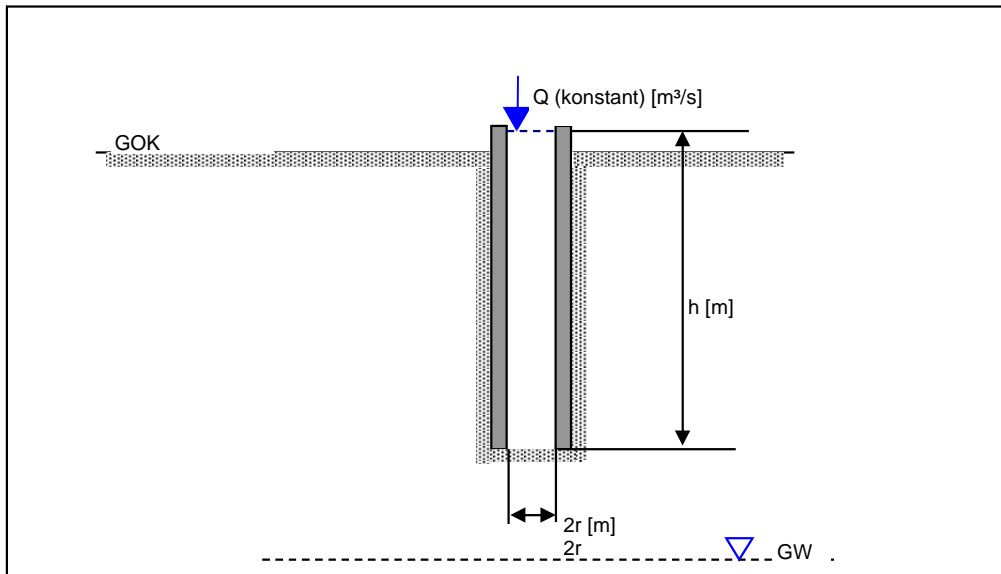
Versuch	1	2	3	4	5	6
Dauer [s]	30	30	30	30	20	Mittelwert 3-5
Füllmenge [ml]	25	24	18	20	21	
$Q_{\text{Versuch}}$ [m³/s]	8,333333333333333E-007	0,0000008	0,0000006	6,66667E-007	0,00000105	
berechneter $k_{fu}$ -Wert	4,41E-06	4,24E-06	3,18E-06	3,53E-06	5,56E-06	4,09E-06
berechneter $k_f$ -Wert	8,82E-06	8,47E-06	6,35E-06	7,06E-06	1,11E-05	8,18E-06



**Mittelwert (letzte 3 Werte): 8,18E-06 m/s**

Projekt:	2267	Datum:	13.03.2017
Ort/Messpunkt:	GG Uhlenkampsweg ROW	KRB 3	ausgeführt: Holst

# Open End-Test zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes $k_f$

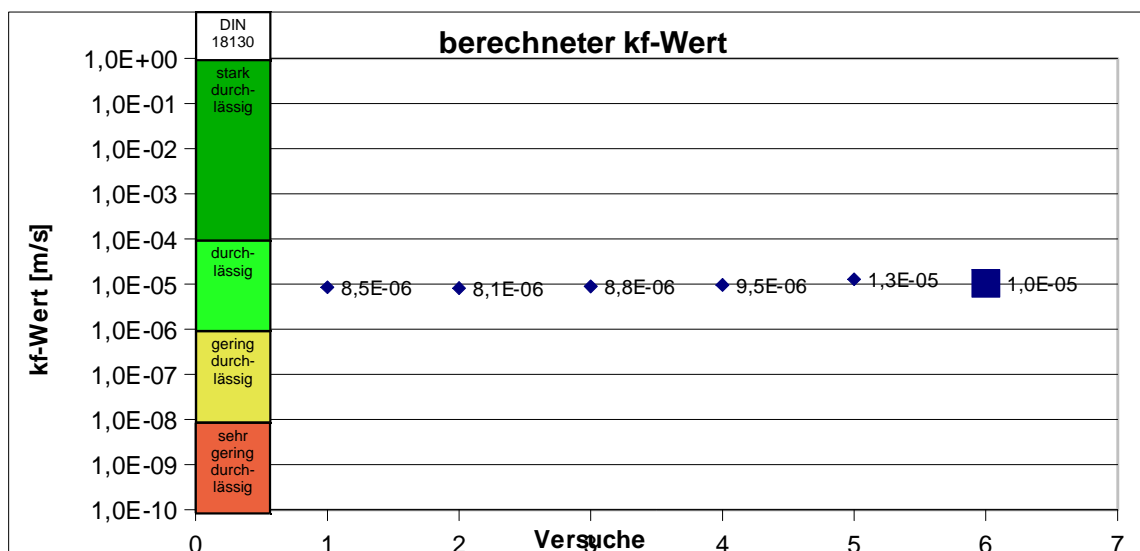


Versuchsdaten:	
Rohrdurchmesser $2r$ [mm]	34
Radius $r$ [m]	0,017
hydraulischer Gradient $h$ [m]	2,02
Abstand Sohle zu GW [m]	> 1m

$$k_{fu} = k_f / 2 = \frac{Q}{5,5 * r * h} \quad [m/s]$$

(Earth Manual)

Versuch	1	2	3	4	5	6
Dauer [s]	30	30	30	30	20	Mittelwert 3-5
Füllmenge [ml]	24	23	25	27	24	
$Q_{\text{Versuch}}$ [m³/s]	0,0000008	7,66667E-007	8,33333E-007	0,0000009	0,0000012	
berechneter $k_{fu}$ -Wert	4,24E-06	4,06E-06	4,41E-06	4,77E-06	6,35E-06	5,18E-06
berechneter $k_f$ -Wert	8,47E-06	8,12E-06	8,82E-06	9,53E-06	1,27E-05	1,04E-05



**Mittelwert (letzte 3 Werte): 1,04E-05 m/s**

Projekt:	2267	Datum:	13.03.2017
Ort/Messpunkt:	GG Uhlenkampsweg ROW	KRB 7	ausgeführt: Holst