

□ Büro Lippstadt
Holzstraße 212
59556 Lippstadt
Bad Waldliesborn
Tel.: 0 29 41/54 04
Fax: 029 41/35 82
Mobil: 01 72/2 37 6242
kleegraefe@t-online.de
www.kleegraefe-
baugrund-umwelt.de

GUTACHTEN

Projekt: 33129 Delbrück-Hagen
Bebauungsplan 'Schlinger Straße West'

□ Büro Waren/Müritz
Alter Markt 5
17192 Waren/Müritz
Tel.: 0 39 91/66 5735
Fax: 0 39 91/66 5737



- Orientierende Baugrunderkundung -
- Hydrogeologische Untersuchung -

Auftraggeber: Stadt Delbrück / Tiefbauamt
33129 Delbrück, Marktstraße 6

Auftragnehmer: Kleegräfe - Büro für Baugrund- und Umweltanalytik
59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn, Holzstraße 212

Projekt-Nr.: 09 06 21 024

Lippstadt, den 27. Juli 2009

Bankverbindung
Stadtparkasse Lippstadt
BLZ 416 500 01, Nr. 6 001 465
Volksbank Lippstadt
BLZ 416 601 24, Nr. 738 312 001
Steuer.-Nr. 330/5075/0334

- INHALTSVERZEICHNIS -

<u>1. VORGANG / AUFGABENSTELLUNG / LAGE</u>	3
<u>2. UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG</u>	4
2.1 UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE	4
2.2 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE	6
<u>3. VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES</u>	8
3.1 ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (LABORVERSUCHE)	9
3.2 ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (GELÄNDEVERSUCHE)	9
3.3 BEWERTUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS	10
3.4 HINWEISGEBUNG BEZÜGLICH DER NIEDERSCHLAGSWASSERABFÜHRUNG	11
<u>4. INGENIEURGEOL. BEURTEILUNG DES BAUGRUNDINVENTARS</u>	15
4.1 BODENCHARAKTERISIERENDE LABORVERSUCHE	15
4.2 BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL-5)	17
4.3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG	18
4.4 BODENKLASSEN / BODENGRUPPEN / FROSTKLASSEN	18
<u>5. INGENIEURGEOL. HINWEISGEBUNGEN ZUR BAUDURCHFÜHRUNG</u>	19
5.1 GEBÄUDEBAU	19
5.2 KANALBAU	25
5.3 STRAßENBAU	27
<u>6. ANLAGEN</u>	29

1. Vorgang / Aufgabenstellung / Lage

Die Stadt Delbrück beabsichtigt im OT Hagen in Ergänzung zum Baugebiet 'Schlinger Straße' die Erschließung des östlich angrenzenden Areals für Wohnbebauung ('Bebauungsplan Schlinger Straße West').

Aufgabe war die Durchführung einer hydrogeologischen Untersuchung über die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes und einer orientierenden ingenieurgeologischen Baugrunderkundung hinsichtlich der allgemeinen Bebaubarkeit für die zu errichtenden Wohngebäude, SW-Kanäle und Anlieger-/Wohnstraßen.

Die STADT 33129 DELBRÜCK / TIEFBAUAMT, Marktstraße 6, beauftragte das Fachbüro KLEEGRÄFE - BÜRO FÜR BAUGRUND- UND UMWELTANALYTIK, Holzstraße 212 in 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn, mit den Untersuchungen sowie der gutachterlichen Stellungnahme. Für die Ausarbeitung steht der Bebauungsplan zur Verfügung.

Die Erschließungsstraße ist laut AG der RStO-Bauklasse V zugehörig. Die SW-Plankanäle sollen nach AG-Angaben mit einer Sohlentiefe von bis zu 3,0 m verlegt werden.

Der AG teilte des Weiteren mit, dass das Oberflächenniveau nach Abschluss der Erschließungsarbeiten ca. 25 cm über der derzeit vorliegenden GOK liegen soll.

Das aktuelle Baugebiet 'Schlinger Straße West' setzt sich aus zwei Bereichen zusammen. Der östliche Part (Bohrungen BS 1-5) wurde im November 2003 vom IB Kleegräfe bereits untersucht. Der westliche Part mit den aktuellen Bohrungen BS 6-13 stellt eine Ergänzung dar. Beide Teilbereiche werden gemeinsam betrachtet und bilden die aktuelle Einheit 'Baugebiet Schlinger Straße West'. Zwei Pegel innerhalb des älteren, östlichen Bereiches wurden über mehrere Jahre regelmäßig von der Stadt Delbrück gemessen und werden – ebenso wie Pegel-Einzelmessdaten des nahegelegenen Baugebietes 'Rixelstraße' – bei der aktuellen Untersuchung herangezogen. Der 'Altpegel' GWM 3 (2003) ist seit Ende 2006 defekt und wurde am 01.07.2009 erneuert (in Tabelle 1 enthalten).

Tabelle 1: Untersuchungsumfang (aktuelle Untersuchungen, inkl. Pegelerneuerung GWM 3)

Gelände (30.06. + 01.07. 2009)	- Rammkernsondierungen (Ø 50 - 60 mm)	9 Stück
	- Einmessung in Höhe und Lage	8 Stück
	- Leichte Rammsondierungen (DPL-5)	6 Stück
	- Grundwassermessstellen (DN 40)	3 Stück
	- Versickerungsversuche (Auffüllversuche)	6 Stück
Bodenmechanisches Labor	- Korngrößenanalysen (DIN 18 123)	6 Stück
	- Wassergehaltsbestimmungen (DIN 18 121)	6 Stück
	- Glühverlustbestimmungen (DIN 18 128)	2 Stück

Die Lage der Bohrungen geht aus der Anlage 1.1 (Lageplan) hervor. Die Sondier- und Bohransatzpunkte wurden lagemäßig eingemessen und höhenmäßig einnivelliert. Als Höhenfestpunkt diente die OK Deckel des Kanalbauwerkes Nr. 66340235 auf der nördlich angrenzenden Straße Buchsbaumweg (+86,56 m ü.NN; Position siehe Lageplan).

Der Anlage 7.1 ist eine Fotodokumentation zu entnehmen.

Lage: Das relevante Areal befindet sich im Westen des OT Hagen der Stadt 33129 Delbrück. Die Fläche wird im Norden durch den Buchsbaumweg und östlich durch Wohnbebauung der Schlinger Straße begrenzt. Westlich und südlich grenzen landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Weiter südlich verläuft die Lippstädter Straße.

Vornutzung: Das Gebiet wird weitgehend landwirtschaftlich genutzt (Fotos 1-4). Des Weiteren existiert im westlichen Zentralbereich ein landwirtschaftliches Gehöft, welches rückgebaut werden soll. Anderweitige Vornutzungen sind nicht bekannt.

Morphologisch liegt das Areal relativ eben vor und weist lediglich geringe Höhendifferenzen zwischen den Ansatzpunkten von max. 64 cm auf. Der Nordwesten stellt den tieferliegenden Bereich dar. Die Höhenkote bewegt sich um +86 / +87 mNN (RStO-Frosteinwirkungszone 1).

Vorflut: Unmittelbar südlich der o.g. Lippstädter Straße verläuft der Boker Kanal mit westlicher Entwässerungsrichtung. Zwischen ca. 200-400 m nördlich des Untersuchungsgebietes verläuft der Haustenbach mit westlicher Entwässerungsrichtung.

2. Untergrunderschließung

2.1 Untergrundschichtung / Geologie

Die Schichtenprofile/-verzeichnisse sind in den Anlagen 2.1 - 2.5 ('Altbohrungen') und 2.6 - 2.13 (aktuelle Bohrungen) dargestellt. Die Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse sind ergänzend der Tabelle 2 zu entnehmen. Die Bodenansprache erfolgte durch einen Dipl.-Geologen nach den entsprechenden DIN-Normen. Die aktuellen Bohrungen wurden fortlaufend zu den 'Altbohrungen' nummeriert. Die Ansatzpunkte / Positionen der aktuellen Bohrungen und Grundwassermessstellen wurden vom AG vorgegeben. Es wird darauf hingewiesen, dass der defekte 'Altpegel' GWM 3 am 01.07.2009 erneuert wurde.

- Auffüllungen wurden an den Ansatzpunkten nicht erkannt. Hinzuweisen ist auf den Gebäudebestand (Hofstelle) inkl. Zufahrt.
- 'Mutterboden': Alle Bohrungen weisen zuoberst einen 'Mutterboden' der gemittelten Mächtigkeit von 49 cm auf. Hierbei handelt es sich weitgehend um einen schluffigen Sand mit einem organischen Nebengemenganteil (locker gelagert, erdfeucht-feucht).
- schwach humifizierte Sande: Unterhalb der g.g. Oberböden folgt bereichsweise ein Fein-/Mittelsand mit einem geringen Organikanteil (locker-mitteldicht).
- Fluviatilsand: Die fluviatilen Sande prägen den Untergrund des betreffenden Areals. Weitgehend handelt es sich um einen feinsandigen Mittelsand. Untergeordnet konnten mittelsandige Feinsande erbohrt werden. Die hangenden Sande (bis i.M. 1,1 m u.GOK) liegen weitgehend feucht, z.T. stark feucht vor, während ab g.g. gemittelter Teufe ein nasser, grundwassererfüllter Zustand existiert. Überwiegend weisen die Sande eine mitteldichte, im Hangenden bis ca. 2,0/2,5 m u.GOK bereichsweise eine lockere Lagerung auf.

Die Bodenschichtung der älteren Bohrung aus 2003 korreliert mit dem Untergrundaufbau der aktuellen Bohrungen. Der Untergrund stellt sich homogen ausgebildet dar.

Tabelle 2: Ergebnisse der aktuellen (30.06.09) + älteren Untergrundaufschlüsse (06.011.03)

	BS	Ansatz	Mutterboden	Sand	Grundwasser	Pegeleinbau	Versick.-Versuch	DPL	Endteufe
ältere Bohrungen (06.11.03)	1	+86,24	-0,35	ab 0,35	1,07 = +85,17 1,18 = +85,06	DN 40	X	-	6,00
	2	+86,76	-0,45	ab 0,45	BLZ	-	-	X	5,00
	3	+86,40	-0,50	ab 0,50	1,07 = +85,33 1,06 = 85,34	DN 40	X	-	6,00
	4	+86,24	-0,40	ab 0,40	1,08 = +85,16	-	-	X	5,00
	5	+86,64	-0,80	ab 0,80	1,07 = +85,57 1,17 = +85,47	DN 40	X	-	6,00
aktuelle Bohrungen (30.06.09)	6	+86,12	-0,40	ab 0,40	1,01 = +85,11	DN 40	-	-	5,00
	7	+86,52	-0,50	ab 0,50	1,23 = +85,29	DN 40	-	-	4,00
	8	+86,16	-0,50	ab 0,50	1,14 = +85,02	-	X	X	4,00
	9	+86,15	-0,40	ab 0,40	0,98 = +85,17	-	X	X	4,00
	10	+86,58	-0,40	ab 0,40	1,23 = +85,35	-	X	X	4,00
	11	+86,48	-0,70	ab 0,70	1,13 = +85,35	-	X	X	4,00
	12	+86,41	-0,55	ab 0,55	1,03 = +85,38	-	X	X	4,00
	13	+86,29	-0,40	ab 0,40	1,05 = +85,24	-	X	X	4,00
	Ø	+86,38	-0,49		1,10 = +85,28				

Angaben in m u.GOK / m ü.NN , Pegelmessungen am 06.11.2003 bzw. am 30.06./01.07.2009

Geologie: Bis zu den jeweiligen Endteufen wurde ausschließlich Lockermaterial erbohrt. Das tieferliegende und nicht erbohrte oberkretazische Tonmergelstein-Grundgebirge besitzt keine gründungs- und/oder versickerungstechnische Relevanz.

Bei den bis zu den jeweiligen Endteufen reichenden Sanden handelt es sich um die im Pleistozän gebildete Niederterrasse der Lippe.

Bodenbelastungen: Das Bohrgut wurde auf umweltgeologisch auffällige Inhaltsstoffe kontrolliert. Bei dieser organoleptischen Bodenansprache konnten keine Auffüllungen und keine auffälligen Inhaltsstoffe erkannt werden. Diese Aussage bezieht sich selbstverständlich ausschließlich auf die gewonnenen Bodenproben. Beurteilungen zum Gebäudebestand inkl. Zuwegung und Versiegelungen waren nicht beauftragt.

2.2 Grundwasser / Hydrogeologie

Bei den angetroffenen Feuchteverhältnissen handelt es sich um eine zeitliche Momentaufnahme. Langfristige Messdaten liegen vor (s.u.).

Die beiden aktuellen Bohrungen BS 6 und 7 wurden nach Bohrende zu Permanent-Grundwassermessstellen ausgebaut (Ausbauplan: Anlage 2.6 und 2.7).

Innerhalb der aktuellen Bohrungen sowie der beiden 'neuen' Pegel GWM 6 und 7 sowie der drei 'Altpegel' GWM 1, 3_{neu} und 5 wurde zusammenhängendes Grundwasser gemessen (Porenwasserleiter). Die der Tabelle 2 zu entnehmen GW-Flurabstände differieren zwischen 0,98 m und 1,23 m (**i.M. 1,1 m / +85,28 mNN**; Stand: 06.11.03 + 30.06.09). Auf den Sanden existiert kein Staunässepotenzial. Scheinbar handelt es sich um eine in Richtung Norden ausgebildete GW-Fließrichtung auf den Vorfluter Haustenbach zu.

Für das relevante Untersuchungsgebiet bzw. mittelbar angrenzende Bereiche liegen längerfristige Grundwassermessungen vor. Im Nahbereich wurden im Laufe der letzten Jahre durch das Büro Kleegräfe für die Stadt Delbrück mehrere hydrogeologische Untersuchungen mit Pegelsetzungen durchgeführt. Z.T. wurden die Grundwassermessstellen über einen Zeitraum von ca. 4 Jahren monatlich durch die Stadt Delbrück gemessen. Es handelt sich konkret um folgende Maßnahmen:

- Baugebiet 'Schlinger Straße, Projekt B' (= östlicher Teil des Baugebietes 'Schlinger Straße West', unmittelbar östlich der aktuellen Bohrungen gelegen, November 2003, 3 Grundwassermessstellen)
- Baugebiet 'Rixelstraße, Projekt D' (ca. 400 m nördlich der aktuellen Fläche, November 2003, 1 Grundwassermessstelle)

Bei dem Untergrund des aktuellen Arbeitsgebietes als auch des g.g. Baugebietes Rixelstraße sowie des Umfeldes handelt es sich um einen ausgeprägt homogenen Sandkörper hoher Mächtigkeit und hoher Durchlässigkeit. Des Weiteren liegt das Umfeld mit lediglich geringen Höhenunterschieden vor. Daher können die seit November 2003 aus den nördlich und unmittelbar östlich angrenzenden Arealen gewonnenen Daten / Relationen tendenziell auf das aktuelle Untersuchungsgebiet übertragen werden.

In der u.g. Tabelle 3 sind u.a. die längerfristigen Messdaten der oben aufgeführten älteren Grundwassermessstellen aus 2003 aufgeführt. Die Messungen erfolgten durch die Stadt Delbrück. Der 'Altpegel' GWM 1 (Baugebiet 'Schlinger Straße', 2003) wurde durchgehend durch die Stadt Delbrück von März 2004 bis Januar 2008 monatlich gemessen.

Der 'Altpegel' GWM 3 ('Baugebiet Schlinger Straße', 2003) wurde vom März 2004 bis Oktober 2006 durch die Stadt Delbrück monatlich gemessen.

Hingewiesen wird darauf, dass bei den Mittelwerten der Dauermessungen heftige und außergewöhnliche Niederschlagsereignisse mit einfließen. Zu den Messungen im August / September 2007 muss angeführt werden, dass im damaligen Zeitraum zwei extreme Niederschlagsereignisse erhebliche Hochwässer der Vorfluter sowie Überschwemmungen verursachten ('Sommerhochwasser'). In Westfalen und im Besonderen im Raum Delbrück wurden extreme Niederschlagsmengen und Hochwasserstände gemessen (Jahrhundertereignisse). Die im August / September 2007 ermittelten GW-Flurabstände stellen ein Jahrhundertereignis dar und sind nicht dem 'mittleren Hochstand' gleichzusetzen. Bei den Aufzeichnungen / Kommentaren der Stadt Delbrück ist zu betreffenden Messungen folgendes vermerkt: „*unwetterartige Regenfälle, Hochwasser, Überschwemmungen*“.

Bei der Betrachtung eines ausreichenden GW-Flurabstandes hinsichtlich der Beurteilung der Versickerungszulässigkeit sollten g.g. singulären Extremereignisse unberücksichtigt bleiben.

Die Grundwassermessstelle GWM 3 im Baugebiet 'Rixelstraße' wurde nicht regelmäßig gemessen. Dort werden Ergebnisse von Einzelmessungen aufgeführt.

Tabelle 3: Längerfristige Messergebnisse in Grundwassermessstellen

Projekt	'Schlinger Straße, Proj. B' (aus 2003)		'Rixelstraße, Proj. D' (aus 2003)		'Schlinger Straße West' (ohne Altpegel)	
GOK	+86,24 - +86,76		+86,28		+86,12 - +86,58	
Einzelmessungen (06.11.2003)	GWM 1	1,07 / +85,17	GWM 3	1,50 / +84,78	-	
	GWM 3	1,07 / +85,33				
	GWM 5	1,07 / +85,57				
Einzelmessungen (30.06. + 01.07.2009)	GWM 1	1,18 / +85,06	GWM 3	1,57 / +84,71	GWM 6	1,01 / +85,11
	GWM 3	1,06 / +85,34			GWM 7	1,23 / +85,29
	GWM 5	1,17 / +85,47				
Dauermessung 03.03.04-08.01.08 (monatlich)	GWM 1	min	1,25 / +84,99			
		max	0,28 / +86,00			
		Ø	0,99 / +85,25			
Dauermessung 03.03.04-02.10.06 (monatlich)	GWM 3	min	1,18 / +85,22			
		max	0,58 / +85,82			
		Ø	0,98 / +85,42			

Angaben in m u.GOK / m ü.NN

Wie vorstehende Tabelle aufzeigt, handelt es sich innerhalb sowie im Umfeld des Untersuchungsareals weitgehend um GW-Flurabstände von rund 1,0-1,2 m. Abgesehen von singulären Extremereignissen beträgt der GW-Flurabstand ganz überwiegend ca. 1 m.

3.1 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Laborversuche)

Es wurden sechs Korngrößenanalysen an dem untergrundprägenden und versickerungsrelevanten Fluviatilsand durchgeführt (Proben 8/4, 9/5, 10/4, 11/3, 12/4, 13/4). In der Anlage 4.1-4.6 sind die Kornverteilungen als Kornsummenkurven graphisch dargestellt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 5 aufgeführt.

Als wichtigstes Ergebnis ist das prägende Vorhandensein nicht bindiger (sandiger) Komponenten zu nennen, welche den Charakter dieses Materials bestimmen.

Der Sand weist weitgehend eine ausgeprägte Homogenität und Engständigkeit auf. Der Sand ist weitgehend als feinsandiger Mittelsand zu bezeichnen.

Die theoretischen Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) nach BEYER sowie HAZEN ergeben für den untersuchten Fluviatilsand Durchlässigkeiten der Größenordnung von $k_f = 10^{-3} - 10^{-4}$ m/s (DIN 18 130: 'stark durchlässig'). Die Fluviatilsande führen kein relevantes Staunässepotenzial.

3.2 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Geländeversuche)

Die Auswertung der Auffüllversuche über der Grundwasseroberfläche erfolgt – bei einer quantitativ feststellbaren Versickerung – nach der Formel des "US Departments of the Interior Bureau of Reclamation Design of small Dams (1960: 144)".

Durchführung der Versickerungsversuche im Gelände: Die Versickerungsversuche wurden als Auffüllversuche durchgeführt. Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde nach der Formel für den zylindrischen Strömungsbereich berechnet. Für die Durchführung der Versickerungsversuche wurden die sechs Bohrlöcher der aktuellen Bohrungen BS 8-13 verwendet. Als versickerungsrelevanter Profilbereich wurde der Fluviatilsand herangezogen. Als erster Schritt des Versickerungsversuchs erfolgte eine Wässerung des Bohrlochprofils zwecks Sättigung des Bodenaufbaus. Im Anschluss erfolgte eine Wassersäulenfestlegung. Darauf wird die Wasserzugabe pro Zeiteinheit gemessen, welche zur Konstanthaltung dieser o.g. definierten Wassersäulenhöhe benötigt wird.

Hinzuweisen sei darauf, dass aufgrund des geringen GW-Flurabstandes alle Versickerungsversuche auf der GW-Spiegelfläche durchgeführt wurden, was zulässig ist, solange ausschließlich die Durchlässigkeit der oberhalb der GW-Spiegelfläche befindlichen Profilbereiche bestimmt wird.

Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind in der Anlage 3.1 (Versickerungsversuche im Gelände) sowie in der folgenden Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte (Geländeversuche)

Bohrloch	Gültigkeitsbereich	Versick.-Medium	Versuch 1 (k _f in m/s)	Versuch 2 (k _f in m/s)	Bewertung DIN 18 130
BS 8	0,64-1,14	Sand	7,2 * 10 ⁻⁵	6,0 * 10 ⁻⁵	‘stark durchlässig’ bis ‘durchlässig’
BS 9	0,50-0,98 m	Sand	8,3 * 10 ⁻⁵	6,9 * 10 ⁻⁵	
BS 10	0,73-1,23 m	Sand	4,4 * 10 ⁻⁴	3,1 * 10 ⁻⁴	
BS 11	0,50-1,13 m	Sand	8,8 * 10 ⁻⁵	7,4 * 10 ⁻⁵	
BS 12	0,50-1,03 m	Sand	1,1 * 10 ⁻⁴	9,1 * 10 ⁻⁵	
BS 13	0,50-1,05 m	Sand	1,4 * 10 ⁻⁴	1,2 * 10 ⁻⁴	

Gegenüber dem östlichen Part des Baugebietes (Untersuchung in 2003) wurde im aktuell untersuchten westlichen Part des Baugebietes ‘Schlinger Straße West’ eine geringfügig geringere Versickerungsleistung ermittelt. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche korrelieren jedoch tendenziell weitgehend mit den Ergebnissen der Versickerungsversuchen in 2003.

3.3 Bewertung des Versickerungspotenzials

- **Materialspezifische Bewertung:** Die Versickerungsversuche belegen Durchlässigkeiten auf einem hohen Niveau. Sie bewegen sich im Bereich von $k_f = 10^{-3} - 6 \cdot 10^{-5}$ m/s. Die anhand der Korngrößenanalysen rechnerisch ermittelten Durchlässigkeiten korrelieren weitgehend mit den im Gelände gewonnenen Daten. Hierbei handelt es sich um deutliche Durchlässigkeiten im wasserrechtlich zulässigen Bereich.

Der geogene Untergrund (Sand) weist eine materialspezifische Versickerungszulässigkeit auf. Materialspezifisch ist eine Versickerung innerhalb des Areals möglich und zulässig.

- **Grundwasserrelevante Faktoren:** Es sollte aus hydrogeologischen, umweltgeologischen und wasserrechtlichen Aspekten ein Mindestabstand des tiefstgelegenen Bestandteils einer Versickerungsanlage zum höchstgelegenen Grundwasserstand (= geringster Flurabstand) von 1 m nicht unterschritten werden. Dies fordert der o.g. Rund-erlass des Umweltministeriums vom 18.05.’98. Genannter Mindestabstand wird ebenfalls in dem grundlegenden Regelwerk der DWA-Regelwerk A 138 empfohlen.

Bei unbedenklichen Niederschlagsabflüssen und geringer stofflicher Belastung der Niederschlagsabflüsse kann nach MURL und DWA bei Muldenversickerungen in Ausnahmefällen eine geringere Sickerraummächtigkeit bis 0,6 m vertreten werden.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass lt. AG das Oberflächenniveau nach Abschluss der Erschließungsarbeiten ca. 25 höher als das aktuelle Urgelände liegen soll (Geländeaufhöhung).

Bei den Geländeaufnahmen im November 2003 und Ende Juni 2009 wurde Grundwasser mit einem Flurabstand von i.M. 1,1 m angetroffen (+85,28 mNN, Mittelwert der Messungen vom 06.11.03 und 30.06.09).

Wie in Kap. 2.2 dargelegt, existieren im angrenzenden Umfeld übertragbare Boden- und Grundwasserverhältnisse.

Anhand der z.T. langjährigen GW-Flurabstandsmessungen im Baugebiet 'Rixelstraße' und Baugebiet 'Schlinger Straße (2003)' wird aufgezeigt, dass die GW-Flurabstände weitgehend Mittelwerte von 1,0-1,2 m aufweisen und – abgesehen von seltenen singulären Extremereignissen – der GW-Flurabstand weitgehend ≥ 1 m beträgt.

Bei einer den Umständen angepassten Planung sowie der vorgesehenen Geländeaufhöhung um 25 cm ist davon auszugehen, dass weitgehend ein Abstand von 0,8 - > 1 m zwischen Muldensohle und GW-Spiegelfläche existiert.

Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand sowie bei Beachtung der Hinweisgebungen (s.u.) wird trotz der seltenen bzw. nicht auszuschließenden Unterschreitung der angeratenen Sickerraummächtigkeit von 1 m eine Versickerung befürwortet. Bei Einsatz von 'flächigen' Versickerungsanlagen wie Muldenversickerungen zzgl. der Geländeaufhöhung um 25 cm ist eine Versickerung möglich.

Tiefreichende Anlagenformen wie Schächte und Rigolen sind nicht zulässig.

- Bodengenese: Bei den versickerungsrelevanten Fluviatilsanden handelt es sich durchgängig um unauffällige Böden. Schadstoffmobilisierungen sind demnach nicht zu befürchten / zu erwarten.

Der Fluviatilsand weist eine materialspezifische Positiveignung auf. Die Grundwasser-Verhältnisse sind bei den vorliegenden Verhältnissen grenzbereichlich, wobei mittels der anvisierten Geländeaufhöhung um 25 cm eine weitgehend ausreichende Sickerraummächtigkeit geschaffen wird. Infolge der Nutzungsform ('Wohnbebauung') sind periodisch geringfügige Unterschreitungen der Sickerraummächtigkeit von 1 m akzeptabel.

Aus gutachterlicher Sicht ist eine Versickerung der anfallenden Dachflächen-Niederschlagswässer und der Straßenwässer der Anliegerstraßen über 'flache' Mulden möglich. Geländeaufhöhungen mit geeignetem Material sind notwendig.

Versickerungsmedium stellt der geogene Sand. Der Oberboden ist auszutauschen. Ausschließlich oberflächennahe, 'flache' Versickerungsanlagen (z.B. Mulden mit max. Wassertiefen von 20 cm) sind möglich und zulässig. Tiefreichende Versickerungsanlagen wie Rigolen / Schächte sind nicht zulässig.

Eine Abstimmung mit der zuständigen Fachbehörde wird angeraten.

3.4 Hinweisgebung bezüglich der Niederschlagswasserabführung

Eine oberflächennahe Versickerung der anfallenden Niederschlagswässer ist möglich. Versickerungsmedium stellen ausschließlich die Fluviatilsande. Die Hinweisgebungen berücksichtigen ausschließlich folgende Wässer:

- a) Niederschlagswasser der Wohngebäude und Garagen (Dachflächen).
- b) Niederschlagswasser der Wohnstraßen/Anliegerstraßen des Wohngebietes.

Qualität der zu versickernden Wässer:

- (1) Dachflächenwässer: Die Wohngebäude-Dachflächenwässer werden nach MURL-Erlass als 'unbelastetes' ('unverschmutztes') Niederschlagswasser eingestuft.
- (2) Fahrflächen / Bewegungsflächen / Zufahrten: Die Wässer dieser Flächen werden als 'schwach belastet' ('gering verschmutzt') eingestuft. Die Wässer der Stellplätze und Anliegerstraßen dürfen aufgrund der Reinigung durch die 'belebte Bodenzone' (s.u.) in eine Muldenversickerungsanlage eingeleitet werden.

Potenzielle Stell- und Bewegungsflächen sollten soweit wie möglich mit einem durchlässigen 'Öko-Pflaster' geplant werden, so dass diese nicht an Versickerungsanlagen angeschlossen werden. Innerhalb des 'Öko-Pflasters' stellt sich nach einiger Zeit eine 'belebte Bodenzone' in den durchlässigen Bereichen ein. Vom AN wird die Verwendung einer der drei folgenden Flächenbefestigungsarten empfohlen:

- Betonpflaster mit Sickeröffnungen (Rasengittersteine, Rasenfugenpflaster).
- Betonpflaster mit Sickerfugen (Dränfugen).
- Betonpflaster mit haufwerksporigen Steinen (Dränsteinen).

Eine regelmäßige Wartung der Pflaster ist notwendig. Bei der Verwendung von 'Öko-Pflaster' erfolgt keine gezielte, punktuelle Eingabe von Versickerungswässern. Gegenüber der ursprünglichen Situation erfolgt keine Eingabeerhöhung ('Flächenversickerung'). Diese Versickerungsart unterliegt keiner wasserrechtlichen Erlaubnispflicht.

Angeschlossene undurchlässige Flächen (A_u): Die Unterzeichner gehen pro Wohnhaus von einer jeweiligen Grundfläche von ca. 140 m² inkl. Garage aus (Schätzung). Die Gebäude-Einzugsgebietsfläche beträgt somit geschätzte $A_E = 140$ m². Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass die Gebäude mit ziegelbedeckten Schrägdächern errichtet werden (mittlerer Abflussbeiwert $\psi_m = 0,9$). Hieraus ergibt sich eine 'angeschlossene undurchlässige Fläche' A_u von ca. 126 m² für ein Wohnhaus inkl. Garage. Anpassungen der Muldendimension aufgrund größerer oder kleinerer Flächen können durch Interpolation angeglichen oder kurzfristig nachgereicht werden.

Vorschlag: Versickerung über Mulde mit 'belebter Bodenzone': Vorgeschlagen wird die Schaffung dezentraler Mulden-Versickerungsanlagen mit einer 'belebten Bodenzone' (d = 20 cm) und einer max. zulässigen Wassertiefe von 20 cm. Tieferreichende Versickerungsanlagen wie Rigolen / Schächte sind unzulässig. Das zu versickernde Wasser durchläuft bei einer Muldenversickerung folgende Reinigungsstufen:

- a) Mulde, Tiefe: 20 cm (Reinigung über Absatz, Sedimentation)
- b) 'Belebte Bodenzone', Mindestmächtigkeit: 20 cm (mikrobiologische Reinigung und mechanische Filterwirkung)
- c) Sickerraum (Reinigung über Filterwirkung)

Geländeaufhöhung / Entfernung potenzieller Schluffe / Verlehmungen / organischer Böden / Auffüllungen: Bei einer angestrebten Versickerung werden Geländeaufhöhungen von mind. 25 cm notwendig.

Sinnvoll ist – nach Abzug des ‘Mutterbodens’ – der Aufbau mit geogenem, organikfreiem und nichtbindigem Fluviatilsand (z.B. vom jeweiligen Gebäudeaushub). Nach Schaffung der Geländeaufhöhung sollte die Mulde von der aufgehöhten GOK errichtet werden.

Ausschließlich der geogene Fluviatilsand stellt das geeignete Versickerungsmedium. Daher muss der gesamte ‘Mutterboden’ im Muldenbereich plus Überstand vollständig abgezogen werden. Ebenfalls müssen potenzielle hochorganische Böden sowie Schluffe und verlehnte Sande entfernt werden. Dies sollte durch geeignetes Fachpersonal abgenommen werden. Vorgenannte ungeeignete Böden sind bis auf den geeigneten Geogensand zu entfernen. Das Massendefizit bis UK ‘belebte Bodenzone’ sollte anschließend mit geeignetem, ausreichend durchlässigem und geogenem Sandmaterial (z.B. Aushub-Fluviatilsand vom jeweiligen Gebäudebau) aufgehöht / eingeschoben werden. Dieses darf beim Einbau im Muldenbereich nicht verdichtet werden. Angeraten wird eine ingenieurgeologische Planumabnahme und Beurteilung des Einbaumaterials. Potenzielle Auffüllungen sind ebenfalls vollständig aus dem Sickerraum zu entfernen.

‘belebte Bodenzone’: Die Mulden sollten mit einer 0,20 m mächtigen ‘belebten Bodenzone’ ausgestattet werden. Diese sitzt dem geogenen Fluviatilsand auf. Die ‘belebte Bodenzone’ muss aus einem gut durchlässigen Sand bestehen. Die Durchlässigkeit dieses Sandes muss $k_f \geq 6 \cdot 10^{-5}$ m/s betragen. Die ‘belebte Bodenzone’ kann durch Saateinmischung des geogenen Fluviatilsandes hergestellt werden, da dieser ausreichende Durchlässigkeiten aufweist.

Abstände: Es sollte ein Mindestabstand von 3 m zu Gebäuden / Bauwerken eingehalten werden. Versickerungsanlagen müssen des Weiteren einen Mindestabstand von 2 m zu Grundstücksgrenzen einhalten.

Positionierung Versickerungsanlage/-n: Die Positionierung sollte unter Berücksichtigung der o.g. Mindestabstände vorgenommen werden. Sinnvoll erscheint eine Positionierung innerhalb der morphologisch tiefergelegenen Gartenbereiche.

Durchlässigkeitsbeiwert: Der AN verwendet bei den Dimensionierungsberechnungen aufgrund der Durchströmung der ‘belebten Bodenzone’ einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 6 \cdot 10^{-5}$ m/s, welcher einen deutlichen Sicherheitsabschlag gegenüber den ermittelten Werten beinhaltet.

Details Mulde: Die Böschungsneigung der Mulde sollte einen Winkel von 26° (1:2) nicht überschreiten. Die Mulde kann hinsichtlich der Formgebung bei Beachtung der notwendigen Versickerungsfläche frei gewählt werden. Hinzuweisen ist auf die Notwendigkeit von Pflegearbeiten hinsichtlich einer Funktions-Aufrechterhaltung:

- Mahd (Intervall: mindestens jährlich sowie bei Bedarf, Entfernung des Mähgutes).
- Regelmäßige Entfernung von Laub und Störstoffen (im Herbst und bei Bedarf).
- Verhinderung von Auskolkungen im Einlaufbereich (Steinschüttung oder Pflasterung oder widerstandsfähige Vegetation).

Die Mulde sollte weder bei der Errichtung noch im späteren Betriebszustand mit schwerem Gerät befahren werden, um schädliche Verdichtungen zu unterbinden.

Es sei auf den sehr positiv zu bewertenden Verdunstungsfaktor hingewiesen, welcher hinsichtlich der Dimensionierungsberechnung keine Berücksichtigung finden darf, jedoch als zusätzliche Sicherheit dient. Die bei der Dimensionierungsberechnung der Mulde angegebene 'verfügbare Versickerungsfläche' (hier: 15 m²) betrifft ausschließlich den horizontalen Sohlbereich der Mulde. Die Böschungen zählen nicht hierzu.

Zulauf: Der Zulauf sollte oberirdisch in offenen Zuleitungsrinnen erfolgen, da ansonsten die hydraulische Muldeneinleitung durch unterirdische Rohre bei Beachtung der Frostsicherheit nicht möglich bzw. sehr problematisch wird.

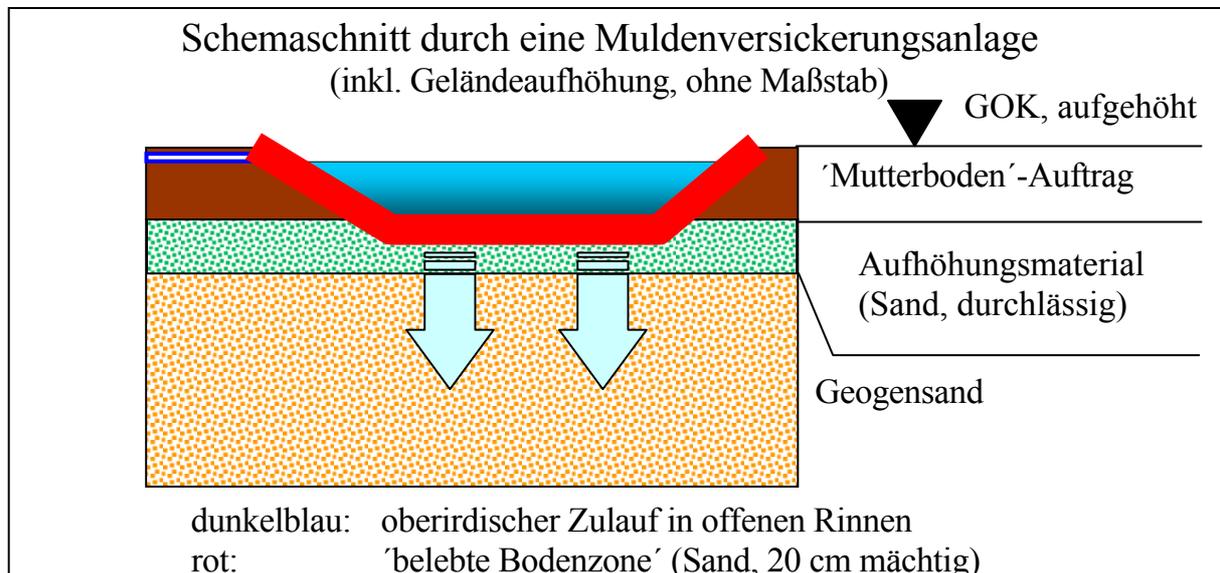
Sicherheitsabschläge: Im Hinblick auf potenzielle Abnahmen der Versickerungsleistung wurden folgende Sicherheitsabschläge berücksichtigt:

- Zugrundelegung von $n = 0,2$ ('5-jähriges Regenereignis').
- Gegenüber den ermittelten Durchlässigkeiten wird bei der Dimensionierung ein erheblich abgeminderter Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 6 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt.
- Die u.g. Regenstatistik vom StUA Bielefeld gibt für genanntes Rasterfeld TK 4116 für jede Dauer D eine Spannbreite der Regenspendenangaben 'von...bis' an (D < 24 h Sommer [Mai-Sept], D > 24 h Jahr [Jan-Dez]). Es wurde jeweils der 'schlechtere' Wert herangezogen, welcher ca. 10 % über dem unteren Wert liegt.
- Es wurde ein Zuschlagsfaktor von $f_z = 1,2$ gewählt (Risikomaß: gering).

Mulden-Dimensionierungsberechnungen: In der Anlage 3.2 ist die Dimensionierung einer Mulde nach DWA-A 138 angegeben. Hinsichtlich der Niederschlagsspende wurden Regenspende-Daten vom STAATLICHEN UMWELTAMT BIELEFELD (= Obere Wasserbehörde) zur Verfügung gestellt. Es wurde das angrenzende Rasterfeld 'TK 4116 Gütersloh, Verl, Rietberg' herangezogen.

- angeschlossene undurchlässige Fläche A_u :	126	m ² (Dachfläche Geb. + Garage)
- max. zulässige Muldenwassertiefe:	0,20	m
- Versickerungsfläche A_s	15	m ²
- mittlere Einstauhöhe z_M :	0,20	m
- Mächtigkeit 'belebte Bodenzone':	0,20	m
- notwendiges Speichervolumen V:	3,00	m ³
- rechnerische Entleerungszeit t_e :	1,83	h

In der folgenden Schemaskizze ist ein Schnitt durch die Muldenversickerung dargestellt.



Hinweise zur Versickerung der Straßenwässer: Grundsätzlich existiert die Möglichkeit der Versickerung der anfallenden Straßenwässer über Straßen-Seitengräben. Da es sich jedoch um 'schwach belastetes' Niederschlagswasser handelt, bedingt dies eine Vorreinigung über eine 'belebte Bodenzone'.

Der Straßenseitengraben (Tiefe: 20 cm) sollte eine 'belebte Bodenzone' in einer Mächtigkeit von 20 cm aufweisen. Wie o.g. müssen alle 'Mutterböden' sowie alle potenziellen bindige Böden, hochorganische Böden und Auffüllungen bis auf den geogenen Fluviatilsand abgezogen werden.

Potenzielle Aufhöhungen müssen mit geeignetem Geogensand erfolgen. Sinnvoll ist eine Abnahme des Einbaumaterials. Die Mulde sollte horizontal ausgebildet sein und bedarf regelmäßiger Pflegearbeiten (s.o.).

Bei Vorlage exakter Straßenflächengrößen kann dieses Mulden-System genauer dimensioniert werden. Für die Vorplanung sollte bei einer angenommenen Straßenbreite von 6 m und einer Asphalt-Vollversiegelung (mittlerer Abflussbeiwert $\psi_m = 0,9$) sowie bei einer einseitigen Grabenführung eine Graben- (= Mulden-) Breite von ca. 0,7 m eingeplant werden (rund 12 % der Straßenfläche, Dimensionierung als Mulde).

4. Ingenieurgeol. Beurteilung des Baugrundinventars

4.1 Bodencharakterisierende Laborversuche

- Korngrößenanalysen (DIN 18 123): Es wurden sechs Korngrößenanalysen an dem untergrundprägenden und gründungsrelevanten Fluviatilsand durchgeführt (Proben 8/4, 9/5, 10/4, 11/3, 12/4, 13/4). In der Anlage 4.1-4.6 sind die Kornverteilungen als Kornsummenkurven graphisch dargestellt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Ergebnisse der Korngrößenanalysen und Wassergehaltsbestimmungen

Probe	8/4	9/5	10/4	11/3	12/4	13/4
Profilbereich, m u.GOK	1,9-3,1	2,5-3,2	2,0-3,0	0,7-1,8	2,3-3,7	2,6-3,0
Schluff (%)	4	1	-	1	1	1
Feinsand (%)	13	15	70	16	22	22
Mittelsand (%)	82	81	30	80	76	76
Grobsand (%)	-	3	-	1	1	1
Kies (%)	1	-	-	2	-	-
d ₁₀ (mm)	0,15	0,18	0,16	0,18	0,16	0,16
U-Wert (d ₆₀ /d ₁₀)	1,8	1,3	1,4	1,2	1,6	1,6
k _f -Wert n. BEYER (m/s)	3 * 10 ⁻⁴	5 * 10 ⁻⁴	4 * 10 ⁻⁴	6 * 10 ⁻⁴	3 * 10 ⁻⁴	3 * 10 ⁻⁴
k _f -Wert n. HAZEN (m/s)	3 * 10 ⁻⁴	5 * 10 ⁻⁴	4 * 10 ⁻⁴	6 * 10 ⁻⁴	3 * 10 ⁻⁴	3 * 10 ⁻⁴
Wassergehalt w	20,5 %	19,1 %	18,3 %	29,7 %	19,4 %	20,1 %

Als wichtigstes Ergebnis ist das prägende Vorhandensein nicht bindiger (sandiger) Komponenten zu nennen, welche den Charakter dieses Materials bestimmen. Der Sand weist weitgehend eine deutliche Homogenität und Engständigkeit auf. Er ist weitgehend als **feinsandiger Mittelsand** anzusprechen.

- Bodenbezeichnung nach DIN 4022 und Bodenklassen nach DIN 18 196:

8/4:	Mittelsand, schwach feinsandig	(DIN 18 196: SE)
9/5:	Mittelsand, feinsandig	(DIN 18 196: SE)
10/4:	Feinsand, stark mittelsandig	(DIN 18 196: SE)
11/3:	Mittelsand, feinsandig	(DIN 18 196: SE)
12/4:	Mittelsand, feinsandig	(DIN 18 196: SE)
13/4:	Mittelsand, feinsandig	(DIN 18 196: SE)

- Ungleichförmigkeit: Aufgrund der durchgängig niedrigen Ungleichförmigkeitszahl von $U < 3$ wird der untergrundprägende Sand nach DIN 1054 als 'gleichförmig' eingestuft. Deutlich wird eine ausgeprägt enge Stufung, was eine sog. 'Verdichtungsunwilligkeit' verursacht.

- Durchlässigkeit: Die theoretischen Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) nach BEYER sowie HAZEN ergeben für den untersuchten Fluviatilsand Durchlässigkeiten der Größenordnung von $k_f = 10^{-3} - 10^{-4}$ m/s (DIN 18 130: 'stark durchlässig'). Die Fluviatilsande führen kein relevantes Staunäsepotenzial.

- Wassergehaltsbestimmungen (DIN 18 121): Der untersuchte Sand der Proben 8/4, 9/5, 10/4, 11/3, 12/4 und 13/4 weist mit Wassergehalten von $w = 18,3 / 29,7$ % eine (Grund-) Wassersättigung auf (siehe Anlage 5.1-5.6 und Tab. 5).

- Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): Der untersuchte Sand wird in die Frostempfindlichkeitsklasse F 1 eingestuft ('nicht frostempfindlich').

- Glühverlustbestimmung (DIN 18 128): An den beiden Sandproben 8/4 und 11/3 wurden Glühverlustbestimmungen durchgeführt. Die Ergebnisse der Untersuchungen (Glühverlust als Mittelwert von drei Versuchen; siehe Anlage 6.1-6.2) belegen geringe, unbedenkliche Organikanteile, welche die bodenmechanischen Eigenschaften nicht im relevanten Maße negativ beeinflussen ($V_{gl} = 0,737 / 0,991 \%$). Nach DIN 1054 sind nicht bindige Böden ab Organikanteilen $> 3 \%$ als organische Böden zu bezeichnen. Der Sand der untersuchten Proben ist demnach nicht als 'organischer Boden' einzustufen. Schrumpfsetzungen relevanter Größenordnung werden nicht erwartet. Im Hangenden liegen z.T. geringe Organikanteile vor. Grundsätzlich sollte das Planum nach Freilegung sorgfältig im Rahmen einer ingenieurgeologischen Aushubabnahme auf organische Anteile hin kontrolliert werden.

Fazit: Der gründungs- und lastabtragende Profilvereich setzt sich sowohl bei einer Unterkellerung als auch bei einer Nichtunterkellerung aus enggestuften Sanden mit einer sog. 'Verdichtungsunwilligkeit' zusammen. Stellenweise existiert im Hangenden ein geringer Organikanteil. Es handelt sich um einen Baugrund mittlerer Güte.

4.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL-5)

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an DIN 4094 und wurden mit der sog. Leichten Rammsonde durchgeführt (DPL 5 = 'Dynamic Probing Light' 5).

Die Rammsondierungen wurden an den sechs aktuellen Bohransatzpunkten BS 8-13 (2009) sowie den beiden älteren Bohransatzpunkten BS 2 und 4 (2003) durchgeführt. Die DPL wurden in unmittelbarer Nähe zu den zuvor durchgeführten Bohrungen (BS) ange-setzt (Beispiel: BS 8 / DPL 8). Die Ergebnisdarstellung erfolgte in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe n_{10} gegen Tiefe. Die Ergebnisse (Rammdiagramme) der DPL sind in der Anlage 2 graphisch dargestellt und den jeweiligen Rammkernsondierungen gegenübergestellt.

⇒⇒ Hangender Fluviatilsand (häufig bis ca. 2,0/2,5 m): Die hangenden fluviatilen Sande führen weitgehend geringe bis mäßige Schlagzahlen von i.d.R. $n_{10} = 4-15$. Dies entspricht weitgehend einer lockeren-mitteldichten Lagerung. Vor allem der Hangendbereich der DPL 12 weist eine lockere Lagerung auf (Schwächezone). Der Sand besitzt eine geringe-mäßige Baugrundeignung mit Schwäche-zonen (Auflockerungen). Baugrundverbessernde Maßnahmen (s.u.; 'verdichtungs-fähige Ausgleichsschicht') werden notwendig.

⇒ Liegender Fluviatilsand (überw. ab ca. 2,0/2,5 m): Die liegenden fluviatilen Sande führen weitgehend mäßige bis mittelhohe Schlagzahlen von i.d.R. $n_{10} = 7-30$. Dies entspricht weitgehend einer mitteldichten z.T. dichten Lagerung. Hinzuweisen sei darauf, dass die Schlagzahlen lehmfreier / -armer Mittelsande unter GW-Einfluss mit dem Faktor 2 zu multiplizieren sind. Demnach sollte den Sanden unter GW-Einfluss weitgehend einer mitteldichten Lagerung zugeordnet werden. Betreffender Sand weist eine ausreichende Baugrundeignung auf.

4.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

Tabelle 6: Bodenmechanischen Kennwerte der relevanten Bodenarten

BODENART	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	cal. ϕ' (°)	cal. c' (kN/m ²)	E_s (kN/m ²)
hangender Fluviatilsand (bis ca. 2,0/2,5 m): Mittelsand-/Feinsand-Gemisch; überw. locker	17,0 - 17,5	9,0 - 9,5	30,0	0	15.000 - 23.000 RW 20.000
liegender Fluviatilsand (ab ca. 2,0/2,5 m): Mittelsand-/Feinsand-Gemisch; überw. mitteldicht	18,0	10,0	32,5	0	20.000 - 30.000 RW 25.000

γ = Wichte des erdfeuchten Bodens

γ' = Wichte d. Bodens unter Auftrieb

ϕ' = Reibungswinkel des drainierten Bodens

RW = Rechenwert

c' = Kohäsion des drainierten Bodens

E_s = Steifeziffer

4.4 Bodenklassen / Bodengruppen / Frostklassen

Tabelle 7: Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen

Schichtglieder (Grobgliederung)	Bodenklassen (DIN 18 300)	Gruppensymbol (DIN 18 196)	'Frostklasse' ZTVE-StB	Boden- lösung
'Mutterboden'	1	OH	F 2	'Löffel- bagger'
Fluv.-Sand (z.T. hangend ger. Org.-Anteile)	3	SE / OH	F 1 – F 2	
Fluviatilsand (organikfrei)	3	SE	F 1	

Erläuterung Tabelle 7

nach DIN 18 300	Bodenklasse 1: Bodenklasse 3:	Oberboden ('Mutterboden') leicht lösbare Bodenarten
nach DIN 18 196	OH SE	grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art enggestufte Sande
nach ZTVE-StB 94	F 1 F 2	nicht frostempfindlich gering bis mittel frostempfindlich

Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der relevanten Geogenbereiche mindestens bis zu den jeweils erreichten Endteufen mittels 'normalen' Löffelbagger-Einsatzes möglich sein wird (Bodenklassen 1 und 3, überwiegend 3).

5. Ingenieurgeol. Hinweisgebungen zur Baudurchführung

Aufgrund der zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorliegenden Detailplanung erfolgt eine überschlägige (Baugrund-) Beurteilung des zu untersuchenden Areals. Diese Untersuchung ersetzt nicht in allen Fällen eine detaillierte Einzelprojekt-Baugrunduntersuchung. Die Hinweisgebungen umfasst die Bereiche Wohngebäude-, Kanal- und Straßenbau.

5.1 Gebäudebau

Dem AN lag keine Information über eine Bauweise mit oder ohne Unterkellerung vor. Grundsätzlich sind sowohl Gebäudeerrichtungen mit als auch ohne Unterkellerung möglich, wobei jedoch eine Unterkellerung die grundungstechnisch bessere Bauweise darstellt (Organikfreiheit, Lagerungsdichte). Bezüglich des Gebäudebaus wird bei einer Unterkellerung von einer Gründungsteufe auf ca. 2,5 m u.GOK und bei einer Nichtunterkellerung von einer (frostfreien) Gründungsteufe auf ca. 1,0 m u.GOK ausgegangen.

Boden- und Grundwasserverhältnisse:

- Nichtunterkellerung: Nach Abtrag des 'Mutterbodens' steht ein weitgehend locker, z.T. mitteldicht gelagerter, enggestufter Fein-/Mittelsand an, welcher im Hangenden stellenweise einen geringen organischen Anteil aufweist.

- Unterkellerung: Ausgehend von den Bohrergebnissen steht auf Gründungsniveau ein organikfreier feinsandiger Mittelsand in einer weitgehend mitteldichten Lagerung an.

- Grundwasser: Der Gründungsbereich befindet sich bei einer Nichtunterkellerung periodisch und bei einer Unterkellerung permanent im GW-Einflussbereich. Eine GW-Beeinflussung der Bodenplatte kann bei einer Nichtunterkellerung nicht ausgeschlossen werden. Bautechnischer Bemessungswasserstand beim derzeitigen Kenntnisstand: GOK.

Die Grundwasserverhältnisse machen bei einer Bauweise mit Unterkellerung einen Mehraufwand gegenüber einer Nichtunterkellerung erforderlich (Gründungsniveau und KG innerhalb des grundwasserbeeinflussten Bereiches \Rightarrow Notwendigkeit der KG-Errichtung als druckwasserbewehrte 'weiße Wanne', \Rightarrow Notwendigkeit einer bauzeitlichen Grundwasserabsenkung).

Kurzfassung: Der relevante Untergrund weist projektbezogen eine ausreichende Gründungseignung für eine Flachgründung / Fundamentgründung auf. Weitgehend stehen enggestufte Sande in lockerer-mitteldichter Lagerung an. Stellenweise existieren im Hangenden geringfügig humifizierte Sande.

- Gründungsvorschlag Nichtunterkellerung: Lastabtrag über Streifenfundamente.
- Gründungsvorschlag Unterkellerung: Druckwasserfeste 'weiße Wanne'.

- Vollständiger Abtrag der Oberböden und humifizierter Sande aus dem Gründungs- / Lastabtragsbereich. Im Bodenplattenbereich (Nichtunterkellerung) muss der gesamte Oberboden abgezogen werden. Eine ingenieurgeologische Abnahme und Freigabe des Aushubplanums wird angeraten.

- Der enggestufte, locker gelagerte SE-Sand benötigt eine Nachverdichtung sowie eine verdichtungsfähige Auflage (Fundamentbereich $d = 20$ cm, Bodenplattenbereich Nichtunterkellerung: $d = 25$ cm; Güteschotter nach TL Gestein-StB 04).
- Vor Schotterauftrag ist ein Geotextil einzulegen und seitlich hochzuziehen (GRK 3).
- Die Gründungskörper und die Bodenplatte (Nichtunterkellerung) sollten aus WU-Beton erstellt werden. Unterkellerte Plangebäude müssen gegen drückendes Grundwasser geschützt werden (sog. 'weiße Wanne'). Bemessungswasserstand: GOK.
- Max. zul. Bodenpressung (Vorplanung): $\sigma_{zul.} = 210$ kN/m² (Streifenfundament Nichtunterkellerung) bzw. $\sigma_{zul.} = 170$ kN/m² (Platte Unterkellerung, FEM-Spezifizierung).

a) Maßnahmen bei Nichtunterkellerung:

Oberbodenabzug: Zunächst ist der gesamte 'Mutterboden' sowie Boden mit deutlichem organischen Anteil innerhalb des Baufeldes sowie des Lastabtragsbereiches abzuschleifen. Dies betrifft ebenso alle potenziellen bindigen und aufgefüllten Böden. Das freigelegte Baufeld sollte ingenieurgeologisch abgenommen und freigegeben werden.

Gründungsvorschlag: Es wird ein Lastabtrag über Streifenfundamente vorgeschlagen. Sehr wichtig ist eine Gründung und ein Lastabtrag in organikfreie Sande bzw. in Sande mit einem unbedenklichen Organikanteil. Sollte nach Aushub erkannt werden, dass organische Böden bzw. Böden mit einem deutlichen Organikanteil im Gründungs- / Lastabtragsbereich vorliegen, so wird eine Fundamenttieferführung bis auf organikfreie Sande oder ein Bodenaustausch der organischen Böden und Ersatz gegen Güteschotter oder Beton notwendig.

Bei Vorlage organikfreier Sande wird angeraten, unterhalb der Fundamente sowie innerhalb des Lastabtragsbereiches eine Verdichtungsauflage von ca. 20 cm Güteschotter einzubauen. Bei einer Fundamenttieferführung entfällt diese Hinweisgebung.

Zwecks Homogenisierung der Lagerungsdichten sollte zuvor eine tiefenwirksame Nachverdichtung (dynamisch) der Sande erfolgen (wichtig: mind. dreimaliger Übergang).

Bodenplattenbereich: Der Bodenplattenbereich sollte nach Abzug des 'Mutterbodens' ebenfalls tiefenwirksam nachverdichtet werden. Nicht auszuschließende organische und potenzielle anthropogene sowie bindige Böden sind vollständig zu entfernen und gegen Güteschotter auszutauschen. Innerhalb des Bodenplattenbereiches sollte eine Mindest-Schottermächtigkeit von 25 cm vorliegen. Aufgrund des Oberbodenabzuges ergibt sich vermutlich eine stärkere Schottermächtigkeit bis UK Bodenplatte.

Bauzeitliche Wasserhaltung: Es wird bei den vorgefundenen Grundwasserhältnissen vermutlich eine 'offene Wasserhaltung' ausreichend sein. Es sollten mehrere, tiefreichende Pumpenschächte errichtet werden, welche bis mindestens 0,5 m unterhalb der geplanten Gründungssohle reichen. In Sommermonaten wird u.U. keine bzw. lediglich eine geringe Absenkung erforderlich werden. An den Außenseiten der ausgehobenen Baugrube sollten schmale Sammelgräben mit Verlegung von zu einem Pumpensumpf führenden Drainagerohren zusätzlich (optional) vorgesehen werden.

In den wasserabführenden Gräben sollte ein Schotterbett eingelegt werden, um die Ausschwemmung bindiger Bestandteile zu vermeiden.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss ab Baugrubenteufen $> 1,25$ m geböschcht / verbaut werden. Die vorliegenden Böden können – soweit sie in einem nicht wasser-gesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen – mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböschcht werden. Evtl. vorliegende grundwassererfüllte Abschnitte sind nach DIN 4124 zu sichern.

Betonqualität: Aufgrund der periodischen Grundwasserbeeinflussung sollten die Fundamente und Bodenplatte aus WU-Beton bestehen. Grundsätzlich sollte die OKFF höhenmäßig oberhalb der vorhandenen GOK geplant werden.

Bodenpressung / Setzung (Nichtunterkellerung / Streifenfundament):

Anhand der in der Tabelle 6 angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen (siehe Tabelle 8 und Anlage 8.1). Es wurde das anerkannte Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt. Es wird bei einer Nichtunterkellerung von einer Einbindung des Streifenfundamentes von mind. 1 m ausgegangen (Annahme). Potenzielle Tieferführungen werden nicht berücksichtigt. Des Weiteren wird von einer Länge von 12 m (= längste Wandscheibe) und einem Lastabtrag auf mind. 20 cm Schotter ausgegangen (Annahme). Die Bodenpressung sollte $\sigma_{zul.} = 210 \text{ kN/m}^2$ nicht überschreiten. Mit relevanten Setzungsdifferenzen ist nicht zu rechnen.

Tabelle 8: Setzungsbeträge, Bodenpressung (Streifenfundamente Nichtunterkellerung)

Streifenfundamente (a = 12 m), Einbindung: 1 m	
Schotter-/Tragschichtunterbau d	d ≥ 20 cm
zul. Bodenpressung / Belastung σ	max. 210 kN/m ²
Gesamtsetzung S_g bei Fundamentbreite b	b: 0,30 m S_g : 0,49 cm
	b: 0,40 m S_g : 0,63 cm
	b: 0,50 m S_g : 0,76 cm
	b: 0,60 m S_g : 0,89 cm
	b: 0,70 m S_g : 1,00 cm
	b: 0,80 m S_g : 1,12 cm

b) Maßnahmen bei Unterkellerung:

Gründung/Bauweise: Grundsätzlich muss auf organikfreien Böden gegründet werden. Sollten – was nicht erwartet wird – organische Sande und/oder Torfe sowie bindige Böden auf Gründungs- und Lastabtragsniveau vorliegen, so sind diese zu entfernen und gegen Schotter auszutauschen.

Angeraten wird aufgrund der Vorlage von verdichtungsunwilligen Sanden der Einbau einer Verdichtungsauflage von 20 cm Güteschotter. Zwecks Homogenisierung der Lagerungsdichten sollte der Sand tiefenwirksam nachverdichtet werden (wichtig: mind. dreimaliger Übergang).

Aufgrund der permanenten Grundwasserbeeinflussung wird die KG-Errichtung in druckwasserfester Wannenbauweise mit WU-Beton dringend angeraten. Bemessungswasserstand ist die Geländeoberkante. Die als sog. 'weiße Wanne' ausgebildete Wanne sollte bis zur Oberkante des Kellergeschosses reichen und sich somit oberhalb der Geländeoberkante befinden. Die Wanne sollte möglichst wenig Öffnungen in der Bodenplatte aufweisen. Die evtl. vorgesehenen Lichtschächte sollten ebenfalls als 'weiße Wanne' bis zur OK Kellergeschoss hochgezogen werden.

Bauzeitliche Wasserhaltung: Die Verhältnisse zum Zeitpunkt der Geländearbeiten lassen eine bauzeitliche GW-Absenkung notwendig werden. Das Grundwasser muss bis mindestens 0,5 m unter Gründungsniveau bauzeitlich abgesenkt werden. Bei einer potenziellen Gründung auf ca. 2,5 m u.GOK und die Verhältnisse bei den Geländearbeiten in 2003 und 2009 zugrundegelegt (GW-Flurabstand: i.M. 1,1 m / Höhenkote: +85,29 mNN, gemittelt aus: 06.11.2003 + 30.06.2009), bedeutet dies eine abzusenkende Wassersäule von i.M. ca. 2 m.

Der AN schlägt eine bauzeitliche Wasserhaltung mittels Vakuumlansen vor. Wichtig ist der ausreichende Vorlauf dieser Anlage vor Beginn der Auskofferungsarbeiten. Unmittelbar nach Auskoffierung sollte Schotter als Flächenfilter (20 cm) als Schutz gegen Ausspülungen eingebracht und u.U. offen entwässert werden. Die um die Baufläche positionierten Lanzen müssen permanent in Betrieb bleiben, bis der notwendige Gegendruck gegen Auftrieb vorliegt. Erst dann dürfen die Pumpen abgestellt werden.

Bei dem durchgängig anstehenden Fluviatilsand und dem rechnerisch ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert von i.M. $k_f = \text{ca. } 10^{-4} \text{ m/s}$ handelt es sich um Verhältnisse, welche den Anwendungs-Grenzbereich einer Vakuum-Absenkungsanlage darstellen. Aus diesem Grunde sollte hierfür eine Firma beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen besitzt.

Lanzenabstand, Vakuumdruck und Vorlaufzeit sind von der ausführenden Firma zu bestimmen, da diese Faktoren geräteabhängig sind. Die hierfür benötigten Eckdaten (Durchlässigkeit, Bodenverhältnisse, etc.) sind diesem Gutachten zu entnehmen.

Bezüglich der Einleitung der bei der GW-Absenkung anfallenden Wässer in den städtischen Kanal und/oder ein offenes Gewässer ist die Erlaubnis bei der Stadtverwaltung (Tiefbauamt) bzw. bei der Unteren Wasserbehörde zu beantragen.

Die absenkende Firma hat zu gewährleisten, dass durch die absenkenden Maßnahmen keine schädigenden Auswirkungen (Setzungen) an Nachbarbauwerken eintreten.

Böschchen / Verbau: Bei Vorlage wassererfüllter Böden wird ein Verbau nach DIN 4124 erforderlich werden. Nicht wassererfüllte Böden können unter max. $\beta = 45^\circ$ geböscht werden. Sollten vorlaufende wasserabsenkende Maßnahmen (z.B. Vakuumanlage) zum Einsatz kommen, so kann der Boden ebenfalls unter max. $\beta = 45^\circ$ geböscht werden, nachdem der Boden entwässert ist. Bei einem Abböschchen ist die Verkleidung der Baugrubenwände mit einer Folie als Schutz vor Erosion notwendig.

Bodenpressung / Bettungsmodul (Bodenplatte Plattengründung: Angabe der Eingangsparameter für die FEM-Berechnung): Die Berechnung der Fundamentplatten sowie der Setzungen und Sohldruckverteilung erfolgt von Seiten der Statik nach der Finite-Elemente-Methode (FEM). Die Setzungsberechnungen (s.u.) dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden.

Bei g.g. orientierenden Setzungsberechnungen mit dem Programm GGU-Footing zwecks Erhaltung des Eingangsbettungsmoduls werden eine Sohldruckverteilung von $\sigma = 170 \text{ kN/m}^2$ sowie zwei verschiedene 'Ersatzflächen' berücksichtigt (12 x 1,0 m und 12 x 1,5 m). G.g. Länge von 12 m stellt vermutlich die längste Wandscheibe dar (Annahme). Des Weiteren wird von einer Gründung auf ca. 2,5 m u. aktueller GOK auf einem mitteldicht gelagerten Fluviatilsand ausgegangen. Als Unterbau wird ein Güteschotter der Stärke von 20 cm mit Vliesunterlage angesetzt (UK Schotter: ca. 2,7 m u. aktueller GOK). Die angegebene Bodenpressung sollte nicht überschritten werden. Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 9 zu entnehmen.

Tab. 9: Orient. Setzungsberechnungen zw. Erhaltung Eingangs-Bettungsmodul (Unterkellerung)

Sohlspannung σ / Unterbau / Bodenaustausch	'Ersatzfläche'	Setzung s	Bettungsmodul k_s
$\sigma = 170 \text{ kN/m}^2$ 20 cm Schotter + Vlies	1,0 x 12 m	0,89 cm	19,0 MN/m ³
	1,5 x 12 m	1,22 cm	13,9 MN/m ³

Allgemeine Hinweisgebung:

Material: Die angeratene Ausgleichsschicht sowie potenzielles Aufhöhungsmaterial im Baufeld und Überstandsbereich sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen). Der Schotter sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls quellfähiges Material verwendet werden. Die Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter: 45°).

Geotextil: Es existiert aufgrund der Grundwasserbeeinflussung die Gefahr von Feinkornumlagerungen aus der Tragschicht (Gefahr von Sackungen). Um diese Ausschwemmungen ("Innere Erosion") zu verhindern, sollte vor Einbringung der Schotterlagen ein Geotextil auf den Untergrund überlappend aufgelegt und seitlich bis zur OK Schotter hochgezogen werden (Güteanforderung: GRK 3). Durch das Geotextil wird ergänzend die Verdichtungsfähigkeit des Schotters nachweislich erhöht.

Bei einer Fundamenttieferführung der Streifenfundamente entfällt diese Hinweisgebung.

Verdichtungsüberprüfung: Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums sollte mittels Verdichtungsüberprüfungen (Plattendruckversuche) vor Gründung kontrolliert werden (Forderung Gründungsplanum Streifenfundamente auf OK Schotter: $E_{v2} = \text{ca. } 80 \text{ MN/m}^2$, Forderung Gründungsplanum bei Plattengründung auf OK Schotter: $E_{v2} = \text{ca. } 60\text{-}70 \text{ MN/m}^2$).

Ingenieurgeologische Abnahmen: Nach Auskofferung der jeweiligen Baugrube sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Im Besonderen muss die Organikfreiheit abgenommen werden. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

Bodenaushubgrenzen: Die Bodenaushubgrenzen zur Gebäude- bzw. Mauersicherung sind nach DIN 4123 einzuhalten.

'Schneidbestückung': Die Ausschachtung der Sande sollte mit einer Baggerschaufel ohne Zähne ('Schneidbestückung') durchgeführt werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Frostschutzmaßnahmen: Es ist bei einer Nichtunterkellerung in frostsicherer Tiefe zu gründen ($\geq 0,8 \text{ m}$) oder der Baukörper nach Erstellung von außen so hoch anzudecken, dass eine frostsichere Einbindung erreicht wird. Alternativ kann eine gebäudeumlaufende 'Frostschuttschürze' aus Beton eingebracht werden.

Trockenhaltung der Bauwerke:

Unterkellerung: Bei einer Errichtung in druckwasserbewehrter Wannbauweise ('weiße Wanne') mit WU-Beton sind keine zusätzlichen Maßnahmen zur Trockenhaltung notwendig. Bemessungswasserstand: GOK. Auftriebsicherungen sind statisch zu berücksichtigen.

Nichtunterkellerung: Aufgrund der periodischen bzw. nicht auszuschließenden GW-Beeinflussung sollten die Fundamente und die Bodenplatte aus WU-Beton bestehen. Grundsätzlich sollten die OKFF der Plangebäude höhenmäßig oberhalb der GOK vorgesehen werden.

Unabhängig von diesem Vorschlag sollten die Hinweise der DIN 18 195 ("Bauwerksabdichtung") beachtet werden.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Ein Teil des anfallenden Baugrubenaushubs ('Mutterboden', organische Sande) ist nicht wiedereinbaufähig. Ist davon auszugehen, dass Bereiche auch weiterhin einer reinen Gartennutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so kann das ausgehobene organische sowie potenzielle bindige Material wiederverfüllt werden. Dies gilt ebenfalls für verfüllende Zwecke, jedoch nicht innerhalb des Gebäude-Arbeitsraumes. Dort sollte durchlässiger Sand angefüllt werden. Die organikfreien Fluvialsande mit einem bindigen Anteil $< 15 \%$ können wieder eingebaut werden.

Er kann beispielsweise zwecks Erzielung einer Frostsicherheit zur außenseitigen Andeckung der Plangebäude eingebaut werden. Der Sand sollte jedoch nicht als Oberbau für Bewegungs- / Stellflächenbereiche verwendet werden. Beim Ausbau müssen die organikfreien Sande von den organikführenden Sanden getrennt werden.

Da der organikfreie SE-Sand infolge seiner engen Stufung eine 'Verdichtungsunwilligkeit' aufweist, sollte bei Einbau in lastabtragenden Bereichen die Verdichtungseignung/-fähigkeit durch den Einbau des Sandes in Wechsellagerung mit Schotter erhöht werden (sog. 'Sandwich'-Verfahren). Die einzelnen Lagenmächtigkeiten sollten 0,30 m nicht überschreiten und jeweils ordnungsgemäß verdichtet werden.

5.2 Kanalbau

Laut AG soll der SW-Plankanal eine Sohltiefe von bis zu ca. 3,0 m aufweisen. Bezüglich der Baugrubenböschung sei auf die Hinweisgebung für den Gebäudebau verwiesen.

Boden-/GW-Verhältnisse auf verm. Kanal-Gründungsniveau: Auf Gründungsniveau steht ein enggestufter Fein-/Mittelsand in weitgehend mitteldichter Lagerung an. Organische Anteile werden in der relevanten Teufe nicht erwartet, sind jedoch nicht völlig auszuschließen. Der gesamte Aushubanteil wird von den Bodenklassen 1 und 3 gebildet ('Löffelbaggereinsatz'), wobei die Bodenklasse 3 überwiegt.

Der Kanal wird innerhalb grundwassererfüllter Bereiche gegründet, wobei zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen (Mittelwert aus 06.11.03 + 30.06.09) ein gemittelter GW-Flurabstand von 1,1 m und somit eine Wassersäule von ca. 2 m oberhalb des vermuteten Sohlniveaus vorlag. Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand unterliegen die Sohlbereiche einer permanenten Grundwasserbeeinflussung.

Wasserhaltung: Es wird eine Grundwasserabsenkung notwendig. Das Grundwasser muss bis 0,5 m unter Sohle abgesenkt werden. Dies bedeutet eine abzusenkende Wassersäule von ca. 2,5 m (Stand: Ende Juni 2009).

Bei den vorliegenden Bodenverhältnissen (Fein-/Mittelsand) bietet sich die Absenkung durch ein Vakuumverfahren an (Spüllanzen). Bei dem ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert von i.M. $k_f = \text{ca. } 10^{-4} \text{ m/s}$ handelt es sich um Verhältnisse, welche den Anwendungsbereich einer Vakuum-Absenkungsanlage darstellen. Aus diesem Grunde sollte hierfür eine Firma beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen besitzt. Angeraten wird eine Probeabsenkung in einem kleineren Teilabschnitt hinsichtlich der Anwendungseignung.

Aufgrund des hohen GW-Absenkwertes sollten u.U. beidseitig des Kanalgrabens Vakuumlanzen eingespült werden, was jedoch von der ausführenden Firma zu konkretisieren ist. Von großer Wichtigkeit ist eine ausreichende Vorlaufzeit der Vakuumanlage. Die GW-Absenkung muss bis mindestens 0,5 m unter Aushubsohle reichen.

Es sollten immer nur kurze Trassenabschnitte abgesenkt werden.

Bezüglich der Einleitung der bei der GW-Absenkung anfallenden Wässer in den städtischen Kanal und/oder ein offenes Gewässer ist die Erlaubnis bei der Stadtverwaltung (Tiefbauamt) bzw. bei der Unteren Wasserbehörde zu beantragen.

Die absenkende Firma hat dafür Sorge zu tragen, dass die GW-Absenkung keine schädigenden Auswirkungen auf Bauwerke ausübt (Stichwort: Setzungsschäden).

Verbau Trassenbereich: Sollte vorgenanntes 'geschlossenes System' zur Wasserhaltung verwendet werden, so besteht die Möglichkeit eines Verbaus der entwässerten Böden mit herkömmlichen 'Verbaukästen'. Dies bedingt die vorlaufende GW-Absenkung bis mindestens 0,5 m unterhalb der vorgesehenen Kanalgründungsteufe.

Sollte keine Vakuumanlage zum Einsatz kommen, empfehlen die Unterzeichner bei den GW-Verhältnissen zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen Verbauarten, die vor oder während der Abschachtung fortschreiten. Daher sollten in diesem Fall spezielle Verbau-systeme im Tiefenbereich der genannten Schichten (z.B. Gleit-/Rollschienenverbau für die Gräben) für die Baumaßnahme vorgesehen werden.

Verbau Bauwerkbereich: Sollte im Trassenbereich keine vorlaufende Vakuumanlage zum Einsatz kommen, wird zumindest bei größeren Ausschachtungstiefen und gedungenen Baugruben (z.B. Schachtbauwerke) ein verformungsarmer Verbau mittels 'Schloss-Spundbohlen' angeraten, wobei eine Mindestrammtiefe von 6 m u.GOK, vermutlich erheblich tiefer, vorhanden ist. Aufgrund der Schlösser der Spundbohlen existiert ein minimaler seitlicher Wasseranfall. Aufgrund der mittelbaren Gebäudenähe sowie der Bodenverhältnisse wird deutlich darauf hingewiesen, dass keine Einrammung, sondern erschütterungsfreie/-arme Methoden zur Einbringung der Spundwand Verwendung finden sollten (z.B. Einpressung). Enggestufte Sande sind unter Grundwassereinfluss bei starken Erschütterungen besonders sackungsgefährdet. Betreffende Bodenverhältnisse liegen im betreffenden Fall vor.

Angeraten wird eine Vakuum-Grundwasserabsenkung. Wichtig ist die ausreichende Tiefe der Absenkung, damit sich die Überschneidung / Schnittlinien der Absenktrichter unterhalb der Baugrubensohle befinden (Vermeidung eines hydraulischen Grundbruches).

Auftriebsicherheit: Aufgrund der permanenten Positionierung des Kanals innerhalb des Grundwassers sind die Gründungskörper gegen Auftrieb zu sichern. Die Auftriebsicherheit beträgt mind. $n_a = 1,1$.

Gründung: Bei den vorgefundenen Bodenverhältnissen (mitteldicht gelagerter, enggestufter Fein-/Mittelsand) wird für die Gründung auf dem geogenen und organikfreien Sand eine ca. 20 cm mächtige verdichtungsfähige Sauberkeitsschicht (Rohrauflager) ausreichend sein. Bindige und organische Böden sind durch Schotter zu ersetzen. Die g.g. Ausgleichsschicht sollte aus einem gütegeprüften, nicht quellfähigem Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm gebrochener HKS-Schotter, nach TL Gestein-StB 04), welches ordnungsgemäß verdichtet werden muss (Verdichtungsgrad: 100 % der einfachen Proctordichte). Der Aushub sollte mit 'Schneidbestückung' erfolgen.

Rohrleitungszone und Grabenverfüllung / Wiedereinbaueignung Aushub: Bei Rohrleitungen mit Fuß kann auf ein Sandbett verzichtet werden; hier erfolgt eine direkte Auflagerung auf dem Schotter.

Für die Leitungszone sollte ein steinfreier, möglichst sandiger Boden verwendet werden. Hierfür kann der organikfreie und nichtbindige Geogensand verwendet werden.

Unter Beachtung des oberhalb der Kanaltrasse verlaufenden Verkehrsweges wird zur Vermeidung von späteren Setzungsdifferenzen empfohlen, den Kanalgraben mit nichtbindigem, raumbeständigem und verdichtungsfähigem Material zu verfüllen (Güteschotter nach TL Gestein-StB 04). Dieses Material ist in Lagenstärken von max. 30 cm einzubringen und mittels adäquater Verdichtungsgeräte zu verdichten.

Bei der Verdichtung der Füllmaterialien sind gemäß ZTVE-StB 94 Proctordichten zwischen 97 und 98 % (bis 1 m unter Planum) und 100 % der einfachen Proctordichte (< 1 m unter Planum) einzuhalten.

Alternativ kann der enggestufte und organikfreie Fluviatilsand (Aushubmaterial) in Wechsellagerung mit einem HKS-Güteschotter wieder eingebaut werden (sog. 'Sandwich'-Verfahren). Die Mächtigkeiten der einzelnen Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten. Als oberste Lage sollte HKS-Güteschotter verwendet werden. Organische und bindige Böden sowie Auffüllungen sollten nicht wieder eingebaut werden.

Geotextil: Grundsätzlich sollte ein Geotextil (GRK 3) vor Auftrag des Schotters eingelegt werden. Dieses Vlies ist seitlich in der Stärke des Rohraufлагers 'hochziehen', um das Bodenaustauschmaterial weitgehend zu 'ummanteln'.

Bodenaushubgrenzen: Die Bodenaushubgrenzen zur Gebäude- bzw. Mauersicherung sind nach DIN 4123 einzuhalten.

Bodenpressung: Zwecks Vermeidung von Setzungsunterschieden sollte eine Bodenpressung von $\sigma_{zul.} = 220 \text{ kN/m}^2$ nicht überschritten werden.

Lagerungsdichteüberprüfung Bauwerke: Die Verdichtung des Gründungsplanums der Bauwerke sollte vor den Gründungsarbeiten mittels Plattendruckversuche überprüft und kontrolliert werden. Es sollte hierbei in den Fundamentbereichen auf dem Gründungsniveau der Bauwerke für das Verformungsmodul ein Wert von $E_{v2} = 60 \text{ MN/m}^2$ und ein Verhältnis $E_{v2} / E_{v1} = 1,7 - 3,0$ erreicht werden.

Die ausreichende Verdichtung der Grabenverfüllung sollte ebenfalls mittels Plattendruckversuchen und Rammsondierungen nachgewiesen werden.

5.3 Straßenbau

- Bauklasse: Nach AG-Angaben handelt es sich bei der Erschließungsstraße um die RStO-Bauklasse V (Straßentyp: 'Anliegerstraße', Parkflächentyp: 'ständig genutzte Parkfläche, Pkw-Verkehr mit geringem Schwerverkehrsanteil').

- Boden auf Erdplanum / GW-Verhältnisse: Das Erdplanum führt unterhalb der Oberböden ('Mutterboden') nichtbindige Sande, weshalb die Planumböden nach ZTVE-StB 94 in die Frostempfindlichkeitsklasse F 1 ('nicht frostempfindlich') eingestuft werden. Frostschutzmaßnahmen werden im Sandbereich vermutlich nicht notwendig. Dies bedingt jedoch die Entfernung organischer sowie potenzieller bindiger Böden sowie verlehmtter Sande und den Ersatz durch Güteschotter (TL Gestein-StB 04).

Da der 'Mutterboden' eine gemittelte Mächtigkeit von 0,49 m besitzt, sollte diesbezüglich mit einem Mehraufwand gerechnet werden.

Die Wasserverhältnisse werden nach der ZTVE-StB 94 als 'ungünstig' charakterisiert, da „Grundwasser während der Frostperiode dauernd oder auch nur zeitweise höher als 2 m unter Planum vorkommt.“ Eine Grundwasserbeeinflussung des Oberbaues muss mittels geeigneter Maßnahmen unterbunden werden (z.B. Höhenplanung).

Sollten auf Planum Schluffe, Sande mit deutlichem bindigen Nebengemenganteil > 10 % bzw. organische Böden angetroffen werden, so sollten diese sorgfältig entfernt und durch frostsicheres Gütematerial ersetzt werden.

- Straßenaufbau: Der Straßenaufbau sollte fachgerecht nach der RStO erfolgen. Es sollte ausschließlich gütegeprüftes Auftragsmaterial Verwendung finden (TL Gestein-StB 04). Potenzielle Geländeaufhöhungen sollten mit geeignetem, verdichtungsfähigem und ausreichend durchlässigem Gütematerial erfolgen. Dies sollte ingenieurgeologisch abgenommen werden.

Die von der RStO ausgewiesenen Schichtdicken setzen auf dem Planum einen Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ voraus. Dies wird vermutlich auf den enggestuften, 'verdichtungsunwilligen' Sanden nicht durchgängig möglich sein, so dass vor Auftrag der RStO-Schichtmächtigkeiten u.U. zunächst Schotter aufgebracht und verdichtet werden sollte (Unterbauperbesserung). Aus Erfahrung solle für die Kalkulation eine ca. 20 cm mächtige Untergrundverbesserung bestehend aus einem Kalksteinschotter eingeplant werden. Diese Untergrundverbesserung darf nicht auf die RStO-Oberbaumächtigkeiten angerechnet werden.

Vermutlich werden jedoch keine Untergrundverbesserungen notwendig, da bei einer Geländeaufhöhung in Verbindung mit der 'Mutterboden'-Entfernung ein Massendefizit bis UK Straßen-Oberbau existiert, welches mit Güteschotter aufgebaut werden sollte (s.o.).

- Verformungsmodul auf Schotterplanum: Sehr wichtig ist der flächendeckende Nachweis eines Verformungsmoduls von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem (verbesserten bzw. aufgehöhtem) Erdplanum mittels statischen Plattendruckversuchen, da ansonsten der von der RStO geforderte Verformungsmodul auf Schotterplanum nicht erreicht werden kann. RStO-Forderungen Bauklasse V: $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$. Genannte Forderung sollte mittels statischem Lastplattendruckversuch auf dem Schotterplanum nachgewiesen werden.

- Wiedereinbaueignung des Aushubes: s.o.

6. Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (1:1.500)
- Anlage 2.1-2.5: Schichtenprofile u. Schichtenverzeichnisse / Rammdiagramme ('Altbohrungen' aus 2003, Baugebiet 'Schlinger Straße')
- Anlage 2.6-2.13: Schichtenprofile u. Schichtenverzeichnisse / Rammdiagramme (aktuelle Bohrungen, Baugebiet 'Schlinger Straße West')
- Anlage 3.1: Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)
- Anlage 3.2: Dimensionierung Muldenversickerung nach DWA-A 138
- Anlage 4.1-4.6: Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)
- Anlage 5.1-5.6: Wassergehaltsbestimmungen
- Anlage 6.1-6.2: Glühverlustbestimmungen
- Anlage 7.1: Fotodokumentation
- Anlage 8.1: Setzungsberechnung Streifenfundament (Nichtunterkellerung)

Kleegräfe
- Büro für Baugrund- und Umweltanalytik -

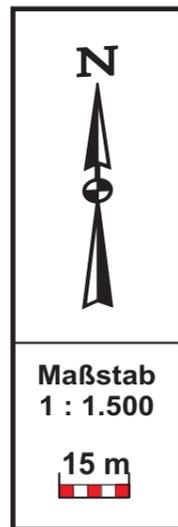
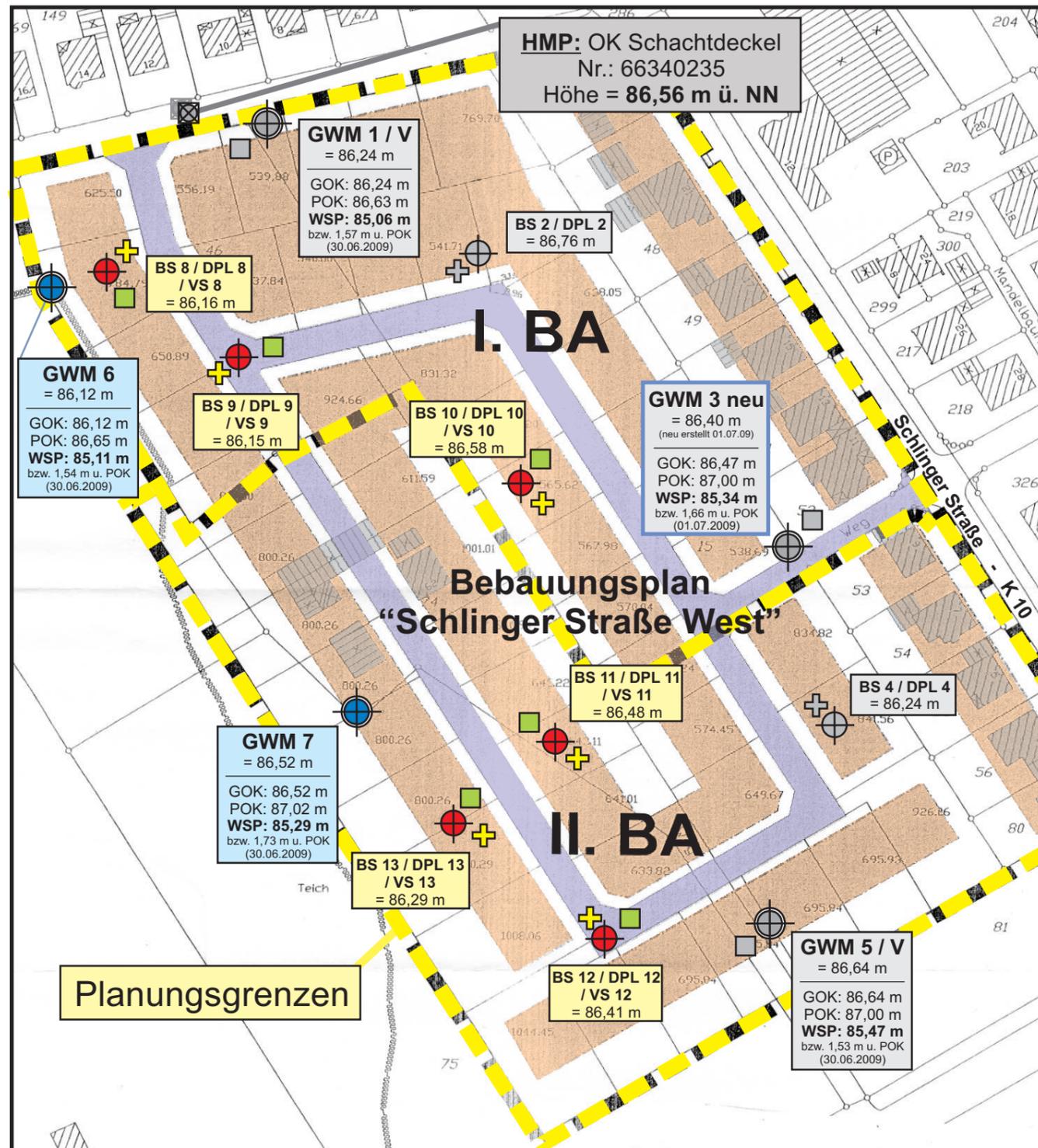

Udo Kleegräfe
- Geschäftsführer -


Paul Girhards
- Dipl.-Geologe (BDG) -

Verteiler: STADT 33129 DELBRÜCK / TIEFBAUAMT, Marktstraße 6 (5 x)

ANLAGE 1.1
Lageplan (1:1.500)

Stadt Delbrück OT Hagen



Zeichenerklärung:

- BS** Kleinbohrung gemäß DIN 4021
- BS** Kleinbohrung gemäß DIN 4021 (alt / 2004)
- DPL** Rammsondierung gemäß DIN 4094
- DPL** Rammsondierung gemäß DIN 4094 (alt / 2004)
- GWM** Grundwassermessstelle (Ø 1 1/2 ``)
- GWM** Grundwassermessstelle (Ø 1 1/2 ``) (alt / 2004)
- VS** Versickerungsversuch im Gelände
- VS** Versickerungsversuch im Gelände (alt / 2004)
- HMP** Höhenmesspunkt

KLEEGRÄFE
Büro für Baugrund- und Umweltanalytik
Holzstraße 212 59556 Lippstadt - Bad Waldliesborn
Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582



Lageplan

Maßnahme: Bebauungsplan „Schlinger Straße West“ in 33129 Delbrück-Hagen	Bearb.-Nr. 090621024
- orientierende Baugrunderkundung / hydrogeologische Untersuchung -	Anlage: 1
Auftraggeber: Stadt Delbrück - Tiefbauamt - Marktstraße 6 33129 Delbrück	Blatt: 1 Juli 2009 Klee/Schu M. 1 : 1500

A N L A G E 2.1 – 2.5

Schichtenverzeichnisse und Schichtenprofile /
Rammdiagramme

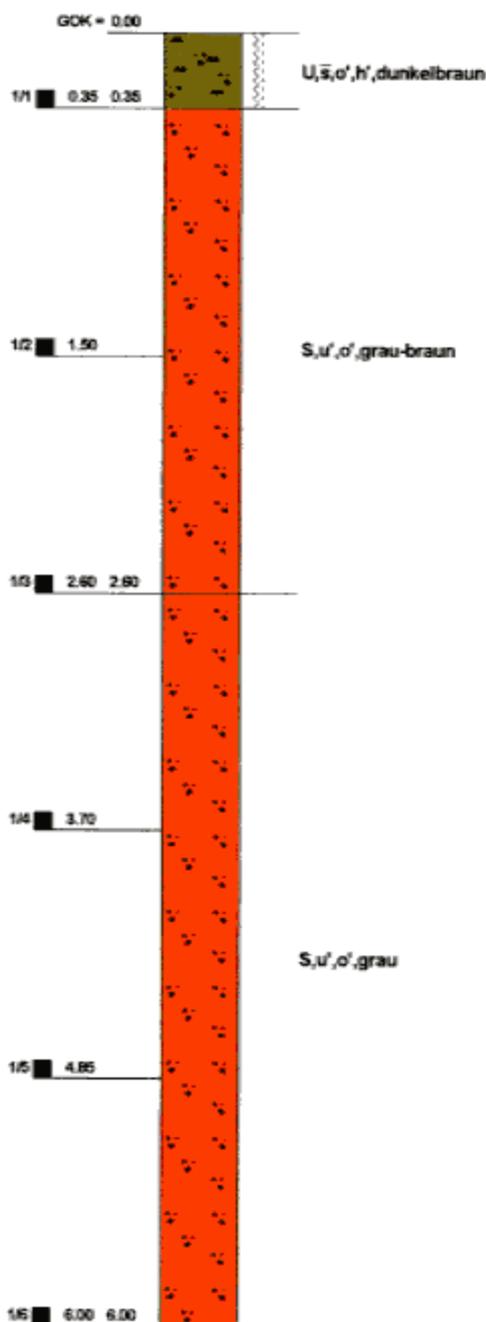
(‘Altbohrungen’ aus 2003, Baugebiet ‘Schlinger Straße’)

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 BG: "Schlinger Straße" (Projekt B)
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Maßstab: 1 : 35
 Datum: 06.11.2003
 Person: Herr Fischbach

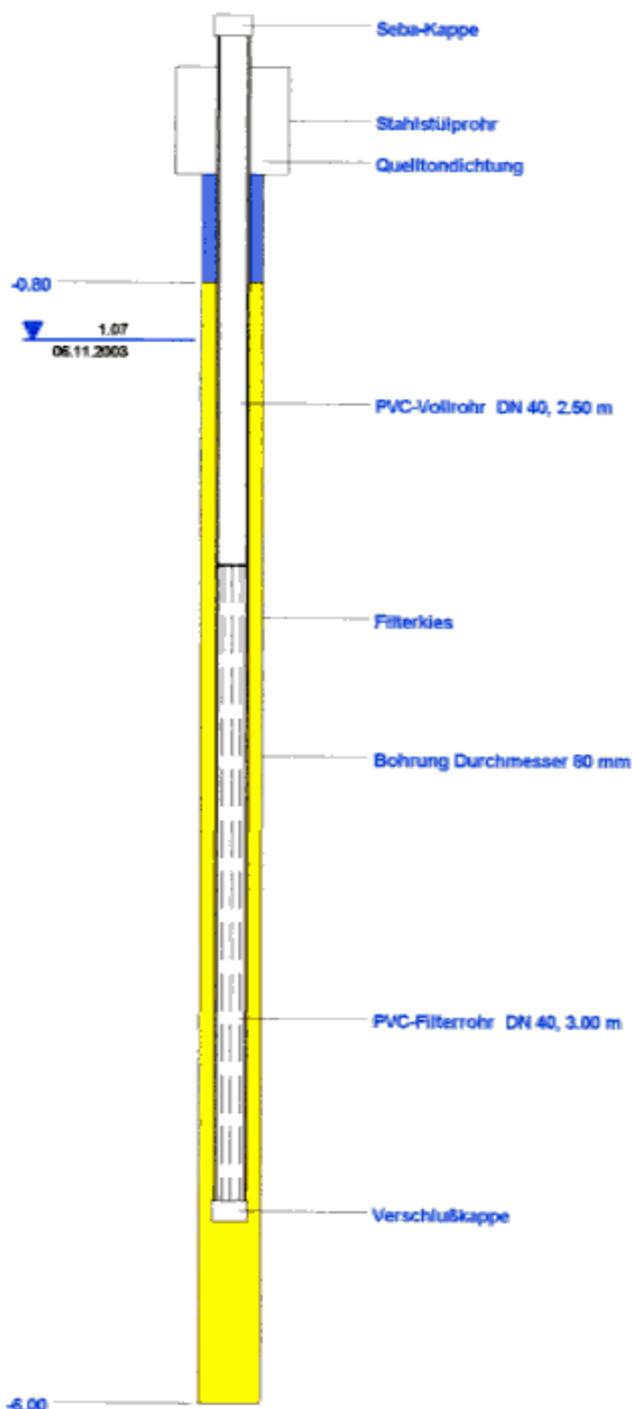
BS 1

GOK = 86,24 m ü. NN



Grundwassermeßstelle BS 1

GOK = 86,24 m ü. NN ; POK = 86,63 m ü. NN



Bemerkungen :

Keine !

KLEEGRÄFE Büro für Baugrund- und Umweltanalytik Holzstraße 212, 59556 Lippstadt Tel. 02941-5404 Fax 02941-3582	Bohrprofile nach DIN 4022/23	Anlage 2 Nr.: 1
---	--	------------------------------

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen BG: "Schlinger Straße" (Projekt B) - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -	Maßstab: Datum : 06.11.2003 Person : Herr Fischbach
---	---

Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
1	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt	3	4	5	6
0.35	a) Schluff stark sandig,schwach organische Beimengungen,schwach torfig,humos				d = 60 mm		1/1	0.35
	b)				erdfeucht			
	c) weich-steif	d) mittel-leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) sandiger Lehm	g) Mutterboden	h) OH	i)				
2.60	a) Sand schwach schluffig,schwach organische Beimengungen				d = 60 mm		1/2	1.50
	b)				stark feucht		1/3	2.60
	c) mitteldichte Lagerung	d) mittelschwer zu bohren	e) grau-braun		Organikanteil:Pflanzen- und Wurzelreste			
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				
6.00	a) Sand schwach schluffig,schwach organische Beimengungen				d = 60 mm		1/4	3.70
	b)				naß		1/5	4.85
	c) mitteldichte Lagerung	d) mittelschwer zu bohren	e) grau		Organikanteil:Pflanzen- und Wurzelreste		1/6	6.00
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Berater vor.

Bemerkungen :

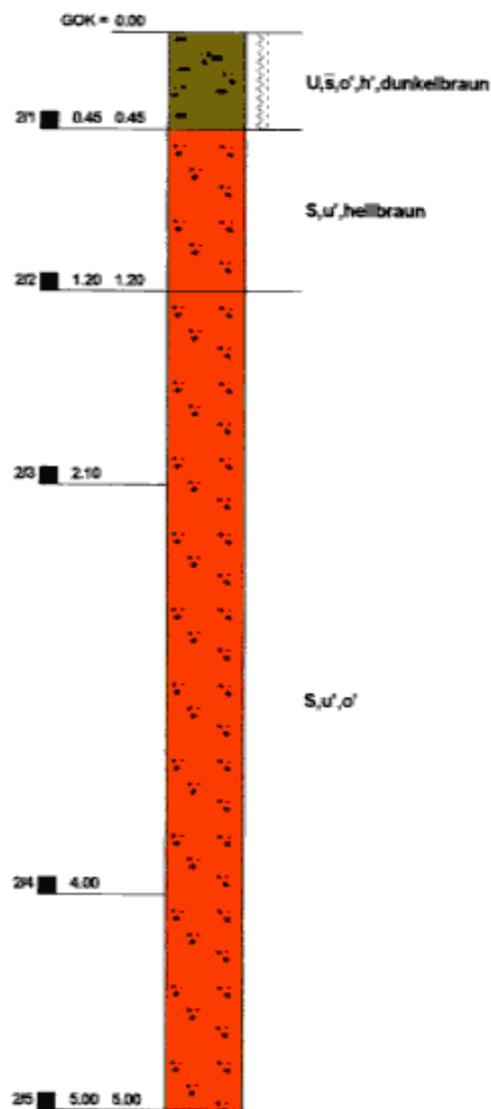
Keine !

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 BG: "Schlinger Straße" (Projekt B)
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Maßstab: 1 : 35
 Datum : 06.11.2003
 Person : Herr Fischbach

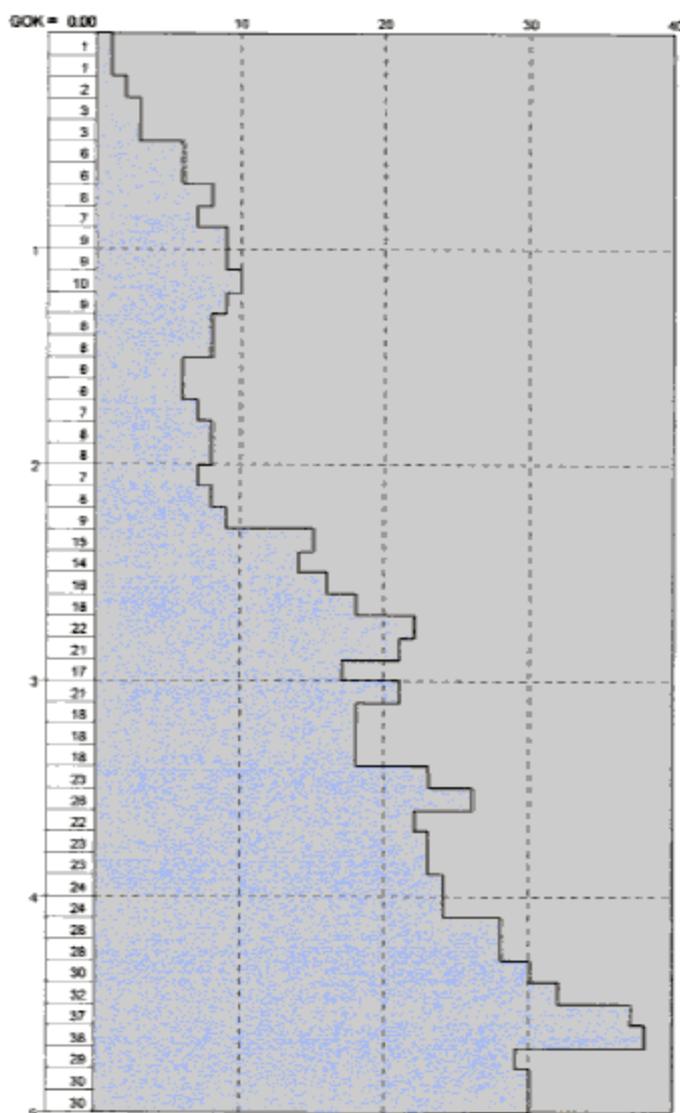
BS 2

GOK = 86,76 m ü. NN



DPL 2

GOK = 86,76 m ü. NN



Fällgewicht [kg]: 10.00
 Fallhöhe [m]: 0.50
 Spritzquerschnitt [cm²]: 5.00

Bemerkungen :

Bohrung bei 0,80 m u. GOK zugefallen !

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen BG: "Schlinger Straße" (Projekt B) - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -	Maßstab: Datum : 06.11.2003 Person : Herr Fischbach
--	--

Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt					
1	2					3	4	5	6
0.45	a) Schluff stark sandig,schwach organische Beimengungen,schwach torfig_humios					d = 50 mm		2/1	0.45
	b)					erdfeucht			
	c) weich-steif	d) mittel-/leicht zu bohren	e) dunkelbraun						
	f) sandiger Lehm	g) Mutterboden	h) OH	i)					
1.20	a) Sand schwach schluffig					d = 50 mm		2/2	1.20
	b)					stark feucht-naß			
	c) mitteld.-lockere Lagerung	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun			vereinzelt Schluffinseln			
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)					
5.00	a) Sand schwach schluffig,schwach organische Beimengungen					d = 50 mm		2/3	2.10
	b)					naß		2/4	4.00
	c) mitteld.-lockere Lagerung					Organikanteil:Pflanzen reste		2/5	5.00
	d) mittelschwer zu bohren	e)							
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Berater vor.

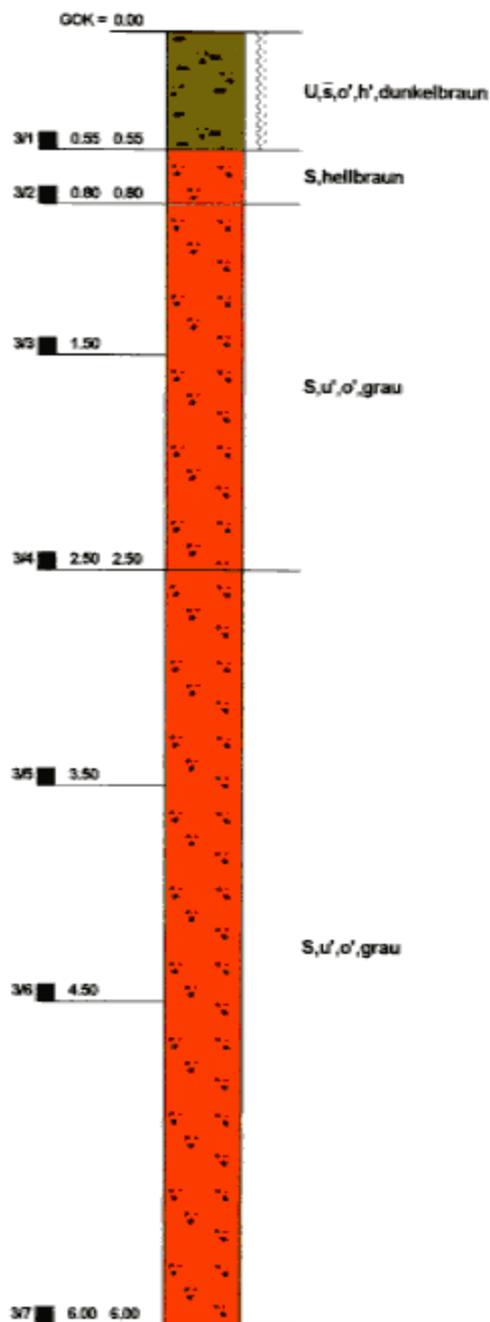
Bemerkungen :
Bohrung bei 0,80 m u. GOK zugefallen |

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 BG: "Schlinger Straße" (Projekt B)
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Maßstab: 1 : 35
 Datum : 06.11.2003
 Person : Herr Fischbach

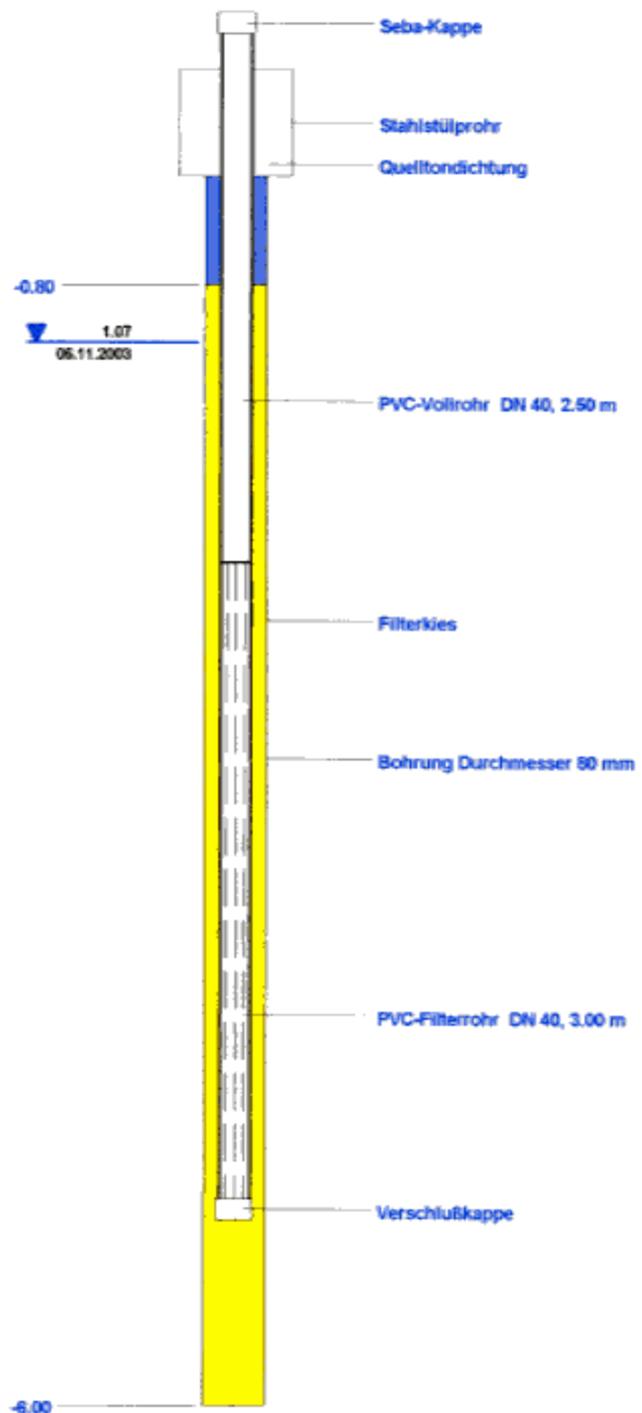
BS 3

GOK = 86,40 m ü. NN



Grundwassermeßstelle BS 3

GOK = 86,40 m ü. NN ; POK = 86,81 m ü. NN



Bemerkungen :

Keine !

KLEEGRÄFE Büro für Baugrund- und Umweltanalytik Holzstraße 212, 59556 Lippstadt Tel. 02941-5404 Fax 02941-3582	Bohrprofile nach DIN 4022/23	Anlage
		Nr.:

2
1

Projekt:	Stadt Delbrück / OT Hagen	Maßstab:	
	BG: "Schlinger Straße" (Projekt B)	Datum:	06.11.2003
	- Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -	Person:	Herr Fischbach

Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
1	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe		3			
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.55	a) Schluff stark sandig, schwach organische Beimengungen, schwach torfig, humos					d = 60 mm		3/1	0.55
	b)					erdfeucht			
	c) weich-steif	d) mittel-leicht zu bohren		e) dunkelbraun		Organikanteil: Wurzeln			
	f) sandiger Lehm	g) Mutterboden	h) OH	i)					
0.80	a) Sand					d = 60 mm		3/2	0.80
	b)					feucht-stark feucht			
	c) mitteldichte Lagerung	d) mittelschwer zu bohren		e) hellbraun					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)					
2.50	a) Sand schwach schluffig, schwach organische Beimengungen					d = 60 mm		3/3 3/4	1.50 2.50
	b)					stark feucht			
	c) mitteldichte Lagerung	d) mittelschwer zu bohren		e) grau		Organikanteil: Pflanzen- reste			
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)					
6.00	a) Sand schwach schluffig, schwach organische Beimengungen					d = 60 mm		3/5 3/6 3/7	3.50 4.50 6.00
	b)					naß			
	c) mitteld.-/lockere Lagerung	d) mittelschwer zu bohren		e) grau					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Berater vor.

Bemerkungen :

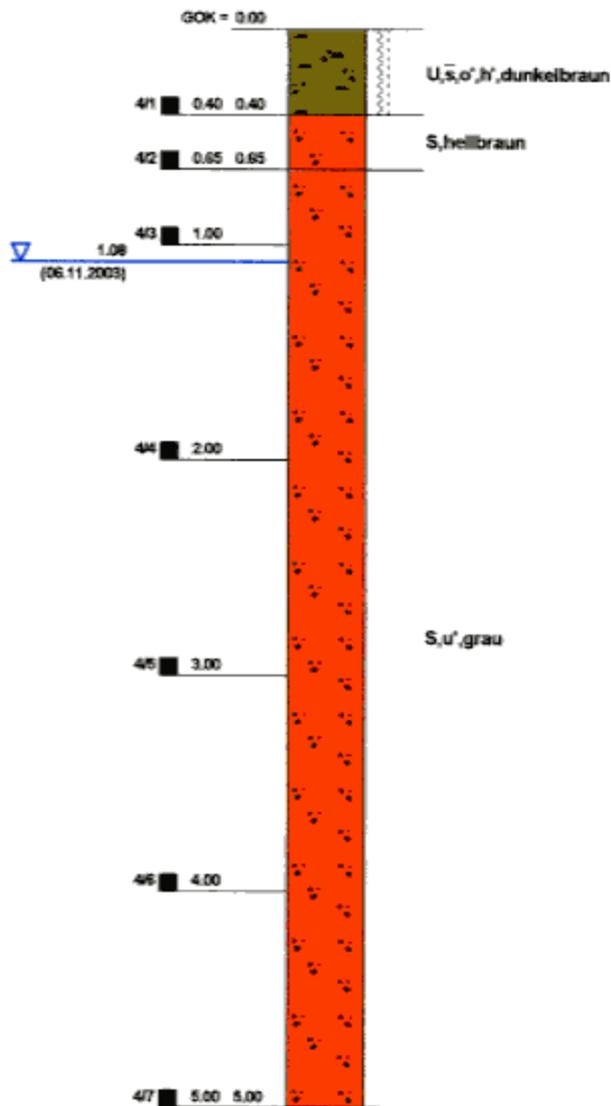
Keine !

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 BG: "Schlinger Straße" (Projekt B)
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Maßstab: 1 : 35
 Datum : 06.11.2003
 Person : Herr Fischbach

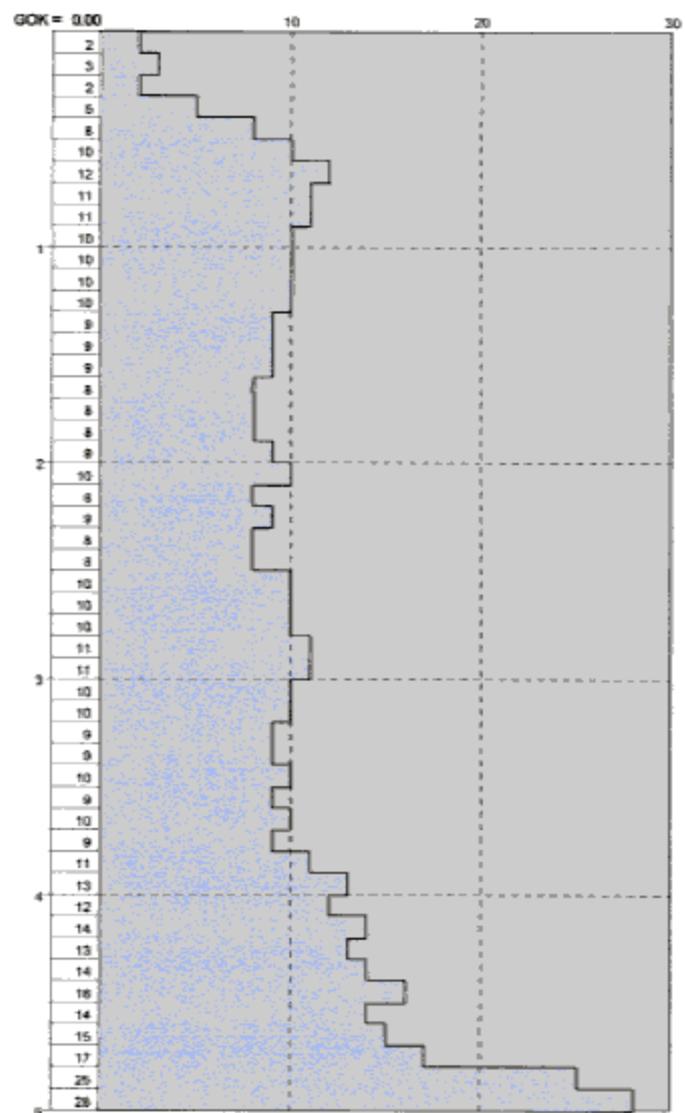
BS 4

GOK = 86,24 m ü. NN



DPL 4

GOK = 86,24 m ü. NN



Fallgewicht [kg]: 10.00

Fallhöhe [m]: 0.50

Spitzenquerschnitt [cm²]: 5.00

Bemerkungen:

Keine!

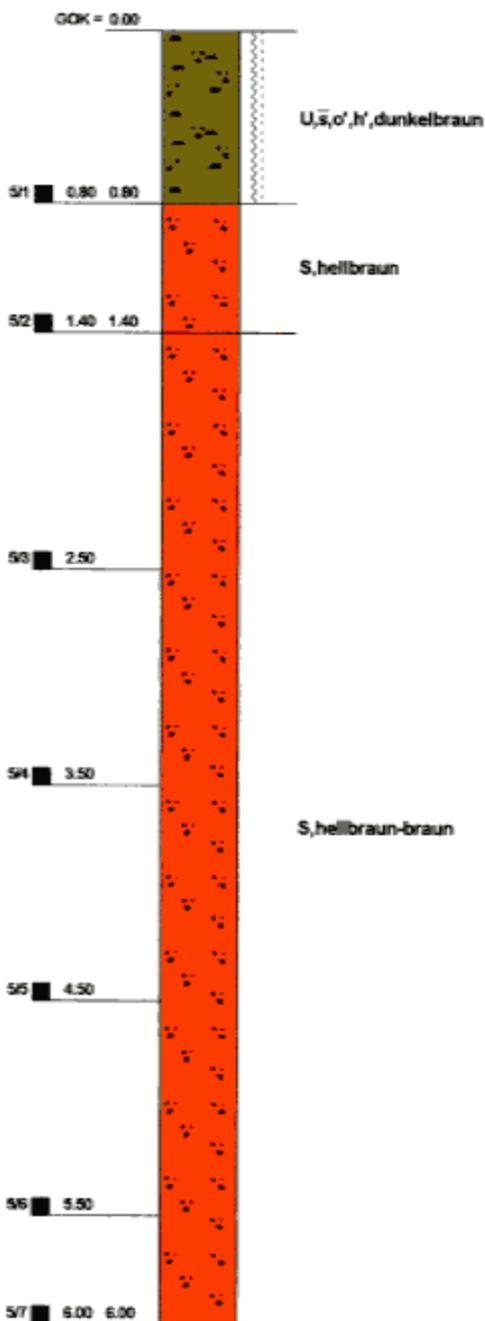
KLEEGRÄFE Büro für Baugrund- und Umweltanalytik Holzstraße 212, 59556 Lippstadt Tel. 02941-5404 Fax 02941-3582				Bohrprofile nach DIN 4022/23			Anlage 2 Nr.: 1
Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen BG: "Schlinger Straße" (Projekt B) - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -		Maßstab: Datum : 06.11.2003 Person : Herr Fischbach					
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt			
1	2			3	4	5	6
0.40	a) Schluff stark sandig, schwach organische Beimengungen, schwach torfig, humos			d = 50 mm		4/1	0.40
	b)			erdflecht			
	c) weich-stief	d) mittel-/leicht zu bohren	e) dunkelbraun	Organikanteil: Wurzeln			
	f) sandiger Lehm	g) Mutterboden	h) OH	i)			
0.65	a) Sand			d = 50 mm		4/2	0.65
	b)			stark feucht-feucht			
	c) mitteldichte Lagerung	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun				
	f) Sand	g) fluviale Ablagerungen	h) SE	i)			
5.00	a) Sand schwach schluffig			d = 50 mm		4/3 4/4 4/5 4/6 4/7	1.00 2.00 3.00 4.00 5.00
	b)			naß			
	c) mitteld.-/dichte Lagerung	d) mittel-/leicht zu bohren	e) grau	vereinzelt Schlufflinsen			
	f) Sand	g) fluviale Ablagerungen	h) SE	i)			
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Berater vor.							
Bemerkungen :							
Keine !							

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 BG: "Schlinger Straße" (Projekt B)
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Maßstab: 1 : 35
 Datum : 06.11.2003
 Person : Herr Fischbach

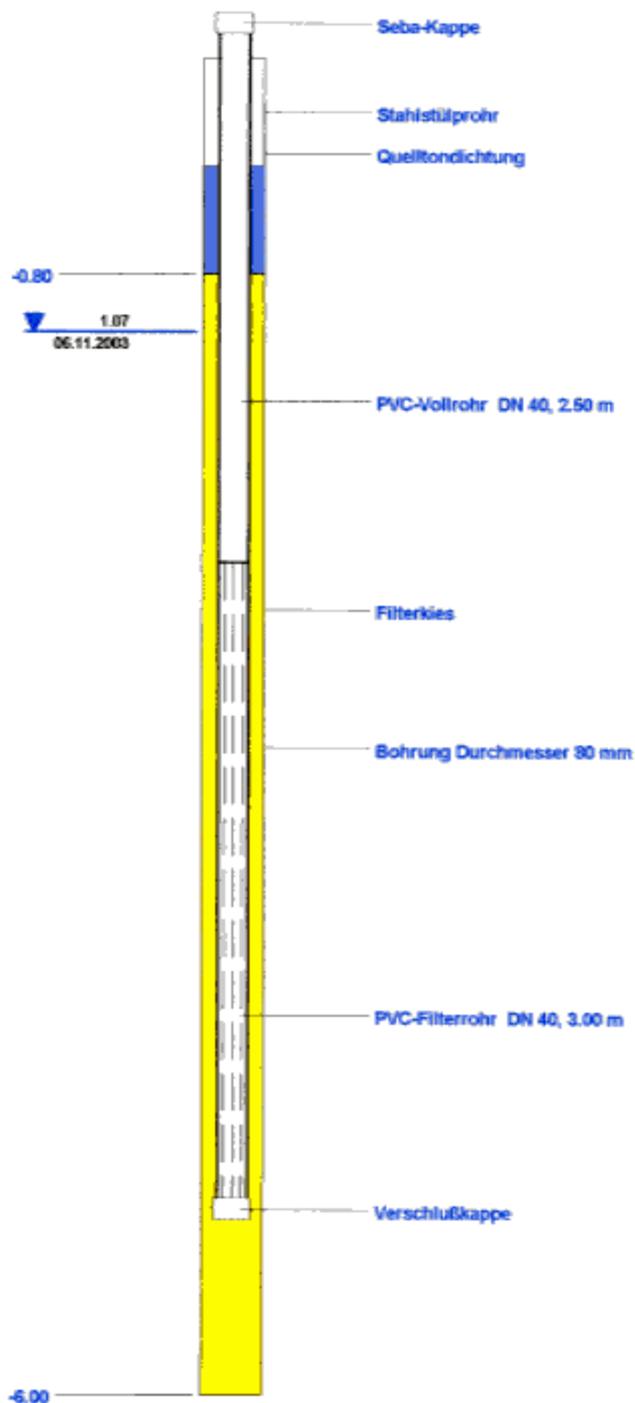
BS 5

GOK = 86,64 m ü. NN



Grundwassermeßstelle BS 5

GOK = 86,64 m ü. NN ; POK = 87,00 m ü. NN



Bemerkungen :

Keine!

KLEEGRÄFE Büro für Baugrund- und Umweltanalytik Holzstraße 212, 59556 Lippstadt Tel. 02941-5404 Fax 02941-3582	Bohrprofile nach DIN 4022/23	Anlage 2 Nr.: 1
---	--	------------------------------

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen BG: "Schlinger Straße" (Projekt B) - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -	Maßstab: Datum: 06.11.2003 Person: Herr Fischbach
--	--

Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt					
1	2					3	4	5	6
0.80	a) Schluff stark sandig, schwach organische Beimengungen, schwach torfig, humos					d = 60 mm		5/1	0.80
	b)					erdfeucht			
	c) weich-steif	d) mittel-/leicht zu bohren		e) dunkelbraun					
	f) sandiger Lehm	g) Mutterboden	h) OH	i)					
1.40	a) Sand					d = 60 mm		5/2	1.40
	b)					feucht-stark feucht			
	c) mitteldichte Lagerung	d) mittelschwer zu bohren		e) hellbraun					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)					
6.00	a) Sand					d = 60 mm		5/3 5/4 5/5 5/6 5/7	2.50 3.50 4.50 5.50 6.00
	b)					naß			
	c) mitteld./lockere Lagerung	d) mittel-/leicht zu bohren		e) hellbraun-braun					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Berater vor.

Bemerkungen:

Keine!

ANLAGE 2.6 – 2.13

Schichtenverzeichnisse und Schichtenprofile /
Rammdiagramme

(aktuelle Bohrungen, Baugebiet 'Schlinger Straße West')

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

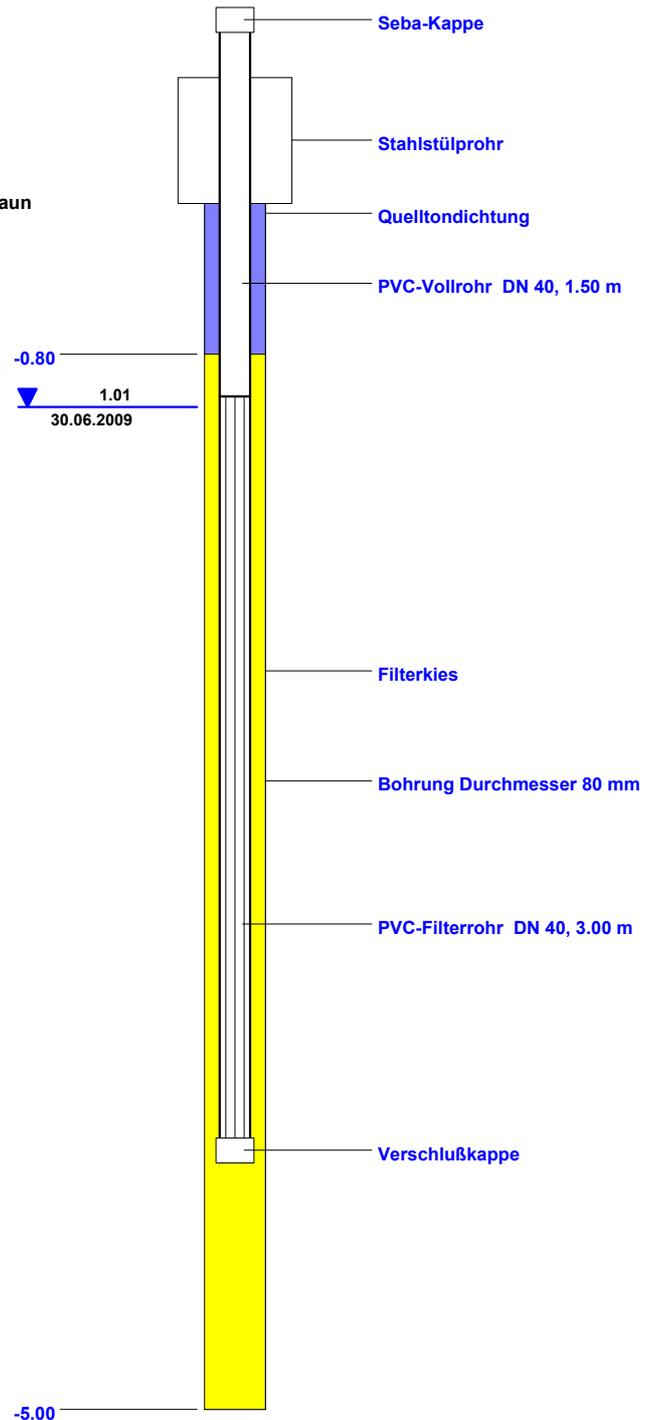
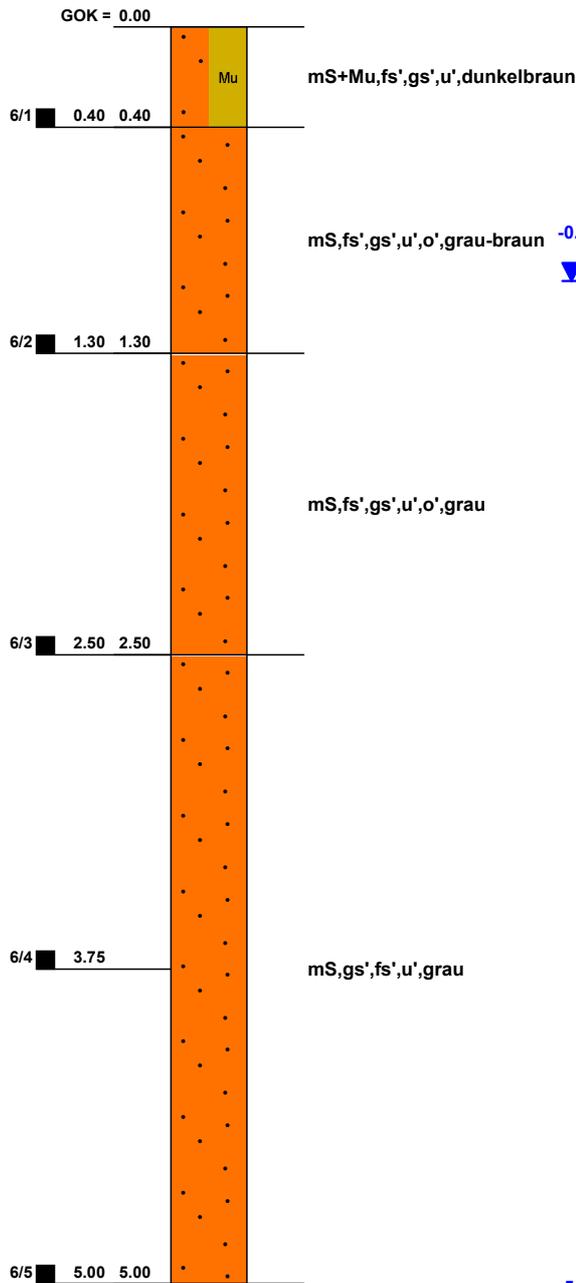
Maßstab: 1 : 30
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte

BS 6

GOK = 86,12 m ü. NN

Grundwassermeßstelle BS 6

GOK = 86,12 m ü. NN ; POK = 86,65 m ü. NN



Bemerkungen :

Pegelsicherung mittels Schutzdreieck !

KLEEGRÄFE Büro für Baugrund- und Umweltanalytik Holzstraße 212, 59556 Lippstadt Tel. 02941-5404 Fax 02941-3582	Bohrprofile nach DIN 4022/23	Anlage
		Nr.:

Projekt:	Stadt Delbrück / OT Hagen	Maßstab:	
	Beb.-Plan "Schlinger Straße West"	Datum :	30.06.2009
	- Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -	Person :	Herr Schulte

Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1	2				3	4	5	6
0.40	a) Mittelsand+Mutterboden schwach feinsandig,schwach grobsandig,schwach schluffig				d = 60 mm		6/1	0.40
	b)				feucht			
	c) lockere Lagerung		d) leicht zu bohren		e) dunkelbraun			
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OH	i)				
1.30	a) Mittelsand schwach feinsandig,schwach grobsandig,schwach schluffig,schwach organische				d = 60 mm		6/2	1.30
	b)				Beimengungen stark feucht-naß			
	c) lockere-/mitteld. Lagerung		d) leicht-/mittels. zu bohren		e) grau-braun			
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)	Organikanteil: torfige Anteile, Pflanzenreste			
2.50	a) Mittelsand schwach feinsandig,schwach grobsandig,schwach schluffig,schwach organische				d = 60 mm		6/3	2.50
	b)				Beimengungen naß			
	c) lockere Lagerung		d) leicht zu bohren		e) grau			
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)	Organikanteil: Wurzel- reste			
5.00	a) Mittelsand schwach grobsandig,schwach feinsandig,schwach schluffig				d = 60 mm		6/4	3.75
	b)				naß		6/5	5.00
	c) mitteldichte Lagerung		d) mittelschwer zu bohren		e) grau			
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Berater vor.

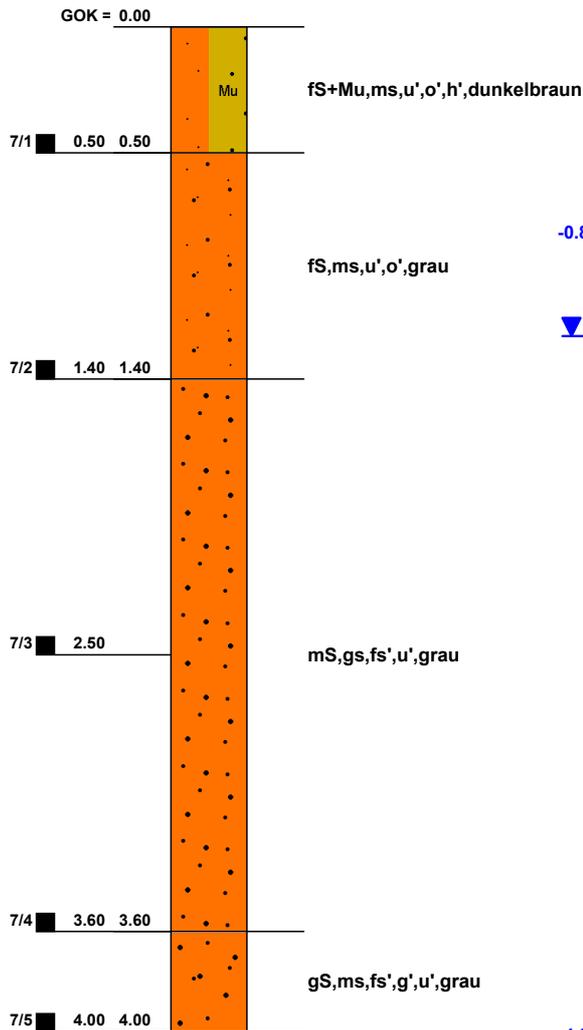
Bemerkungen :
Pegelsicherung mittels Schutzdreieck !

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Maßstab: 1 : 30
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte

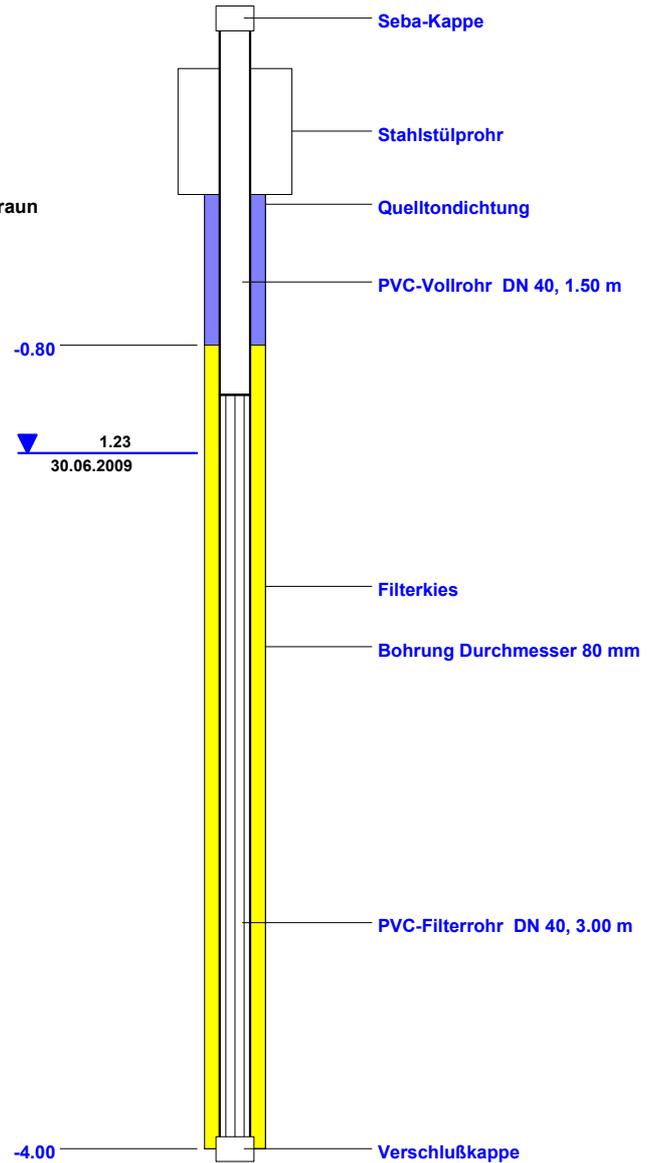
BS 7

GOK = 86,52 m ü. NN



Grundwassermeßstelle BS 7

GOK = 86,52 m ü. NN ; POK = 87,02 m ü. NN



Bemerkungen :

Pegelsicherung mittels Schutzdreieck !

KLEEGRÄFE Büro für Baugrund- und Umweltanalytik Holzstraße 212, 59556 Lippstadt Tel. 02941-5404 Fax 02941-3582	Bohrprofile nach DIN 4022/23	Anlage
		Nr.:

Projekt:	Stadt Delbrück / OT Hagen	Maßstab:	
	Beb.-Plan "Schlinger Straße West"	Datum :	30.06.2009
	- Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -	Person :	Herr Schulte

Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1	2				3	4	5	6
0.50	a) Feinsand+Mutterboden mittelsandig,schwach schluffig,schwach organische Beimengungen,schwach tonig, humos feucht				d = 60 mm feucht		7/1	0.50
	b)							
	c) lockere Lagerung	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OH	i)				
1.40	a) Feinsand mittelsandig,schwach schluffig,schwach organische Beimengungen				d = 60 mm stark feucht-naß Organikanteil: Wurzeln, Pflanzenteile		7/2	1.40
	b)							
	c) lockere Lagerung	d) leicht-/mittels. zu bohren	e) grau					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				
3.60	a) Mittelsand grobsandig,schwach feinsandig,schwach schluffig				d = 60 mm naß		7/3 7/4	2.50 3.60
	b)							
	c) mitteldichte Lagerung	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				
4.00	a) Grobsand mittelsandig,schwach feinsandig,schwach kiesig,schwach schluffig				d = 60 mm naß Kiesanteil: Kiesel		7/5	4.00
	b)							
	c) mitteldichte Lagerung	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Berater vor.

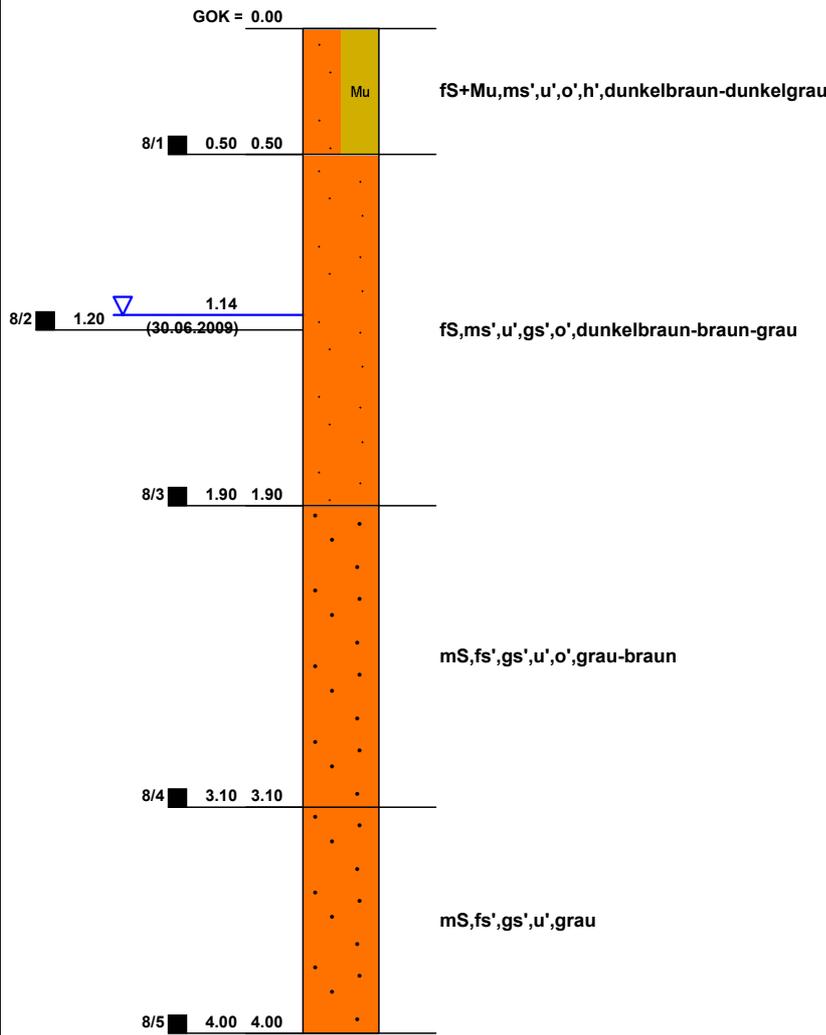
Bemerkungen :
Pegelsicherung mittels Schutzdreieck !

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Maßstab: 1 : 30
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte

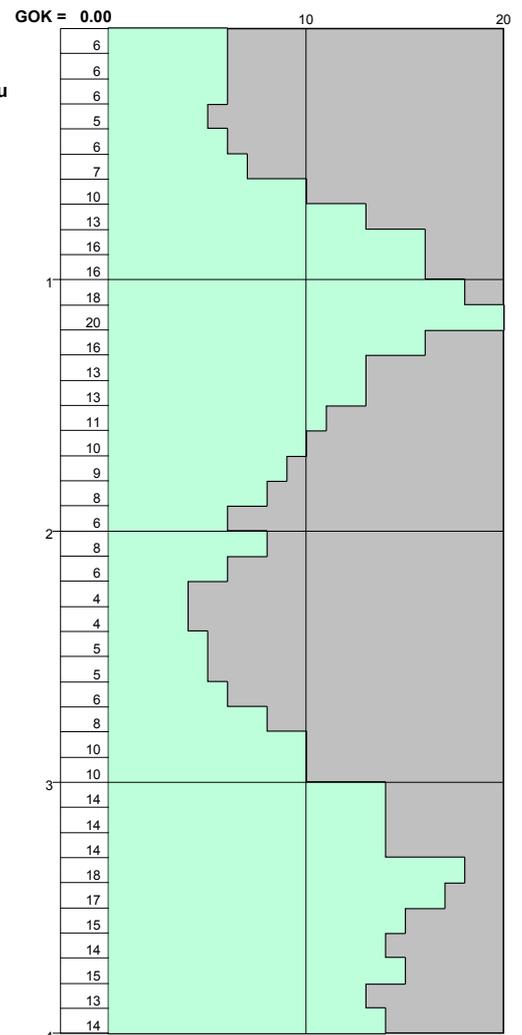
BS 8

GOK = 86,16 m ü. NN



DPL 8

GOK = 86,16 m ü. NN



Fallgewicht [kg] : 10.00
 Fallhöhe [m] : 0.50
 Spitzenquerschnitt[cm²] : 5.00

Bemerkungen :

Versickerungsversuch !

KLEEGRÄFE Büro für Baugrund- und Umweltanalytik Holzstraße 212, 59556 Lippstadt Tel. 02941-5404 Fax 02941-3582	Bohrprofile nach DIN 4022/23	Anlage 2 Nr.: 1
---	--	------------------------------

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen Beb.-Plan "Schlinger Straße West" - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -	Maßstab: Datum : 30.06.2009 Person : Herr Schulte
--	---

Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1	2				3	4	5	6
0.50	a) Feinsand+Mutterboden schwach mittelsandig,schwach schluffig,schwach organische Beimengungen,schwach torfig,humos erdfeucht-feucht				d = 60 mm schwach torfig,humos erdfeucht-feucht		8/1	0.50
	b)							
	c) lockere Lagerung	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OH	i)				
1.90	a) Feinsand schwach mittelsandig,schwach schluffig,schwach grobsandig,schwach organische Beimengungen stark feucht-naß				d = 60 mm Organikanteil: Humin- stoffe, Pflanzenreste		8/2 8/3	1.20 1.90
	b)							
	c) mitteld.-/lockere Lagerung	d) mittels.-/leicht zu bohren	e) dunkelbraun-braun					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SU	i)				
3.10	a) Mittelsand schwach feinsandig,schwach grobsandig,schwach schluffig,schwach organische Beimengungen naß				d = 60 - 50 mm Organikanteil: Wurzeln		8/4	3.10
	b)							
	c) lockere Lagerung	d) leicht zu bohren	e) grau-braun					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				
4.00	a) Mittelsand schwach feinsandig,schwach grobsandig,schwach schluffig				d = 50 mm naß		8/5	4.00
	b)							
	c) mitteldichte Lagerung	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Berater vor.

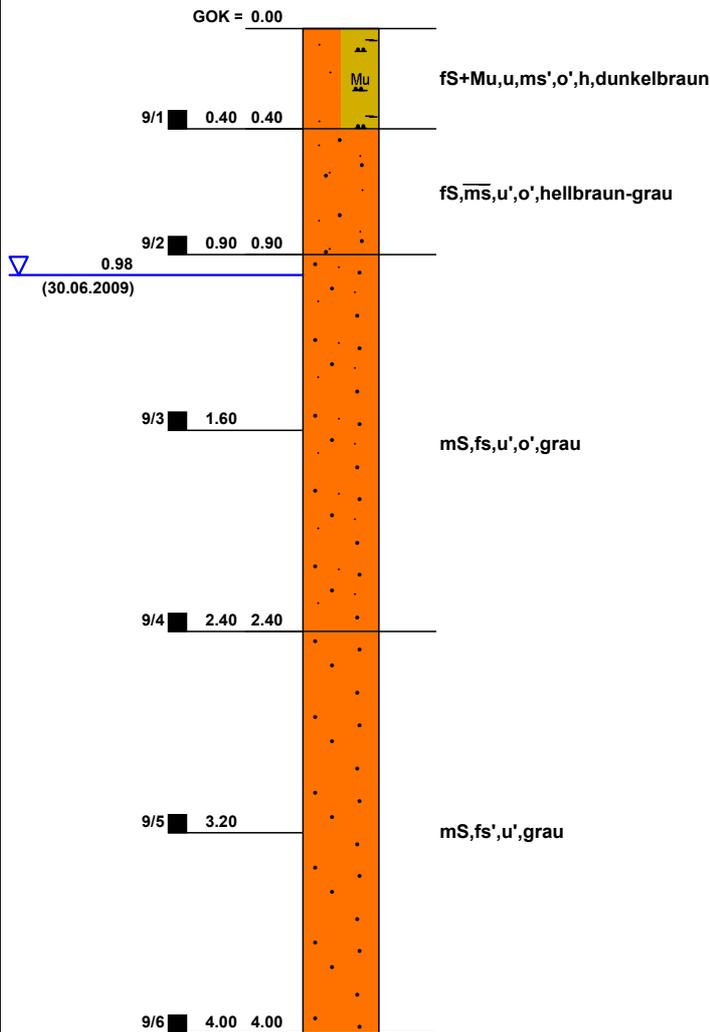
Bemerkungen :
Versickerungsversuch !

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Maßstab: 1 : 30
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte

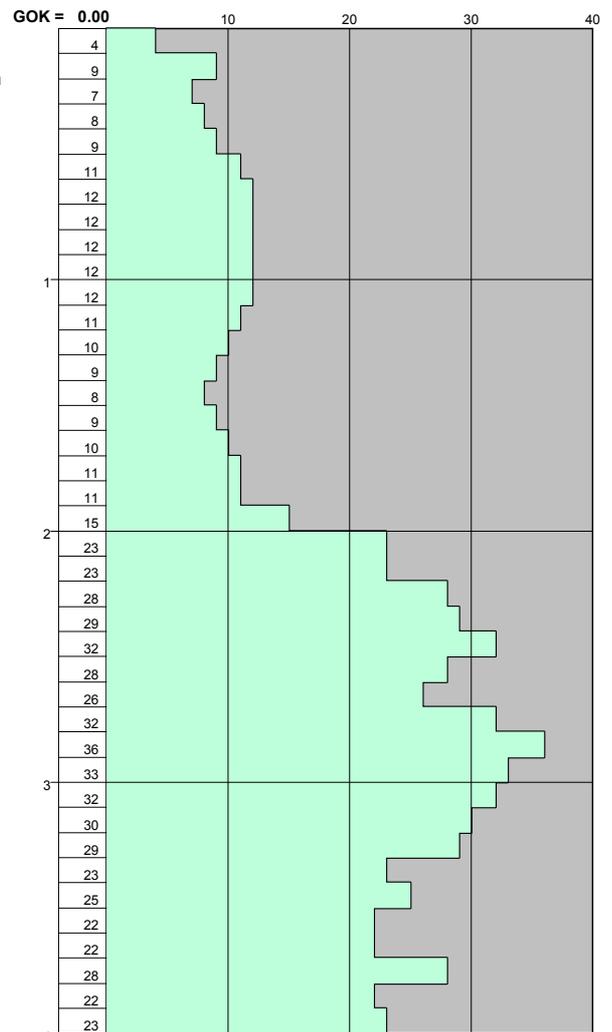
BS 9

GOK = 86,15 m ü. NN



DPL 9

GOK = 86,15 m ü. NN



Fallgewicht [kg] : 10.00
 Fallhöhe [m] : 0.50
 Spitzenquerschnitt[cm²] : 5.00

Bemerkungen :
 Versickerungsversuch !

KLEEGRÄFE Büro für Baugrund- und Umweltanalytik Holzstraße 212, 59556 Lippstadt Tel. 02941-5404 Fax 02941-3582	Bohrprofile nach DIN 4022/23	Anlage
		Nr.:

Projekt:	Stadt Delbrück / OT Hagen	Maßstab:	
	Beb.-Plan "Schlinger Straße West"	Datum :	30.06.2009
	- Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -	Person :	Herr Schulte

Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt					
1	2				3	4	5	6	
0.40	a) Feinsand+Mutterboden schluffig,schwach mittelsandig,schwach organische Beimengungen,torfig,humos				d = 50 mm		9/1	0.40	
	b)				feucht				
	c) lockere Lagerung		d) leicht zu bohren		e) dunkelbraun				
	f) Mutterboden		g) Mutterboden		h) OH				i)
0.90	a) Feinsand stark mittelsandig,schwach schluffig,schwach organische Beimengungen				d = 50 mm		9/2	0.90	
	b)				feucht-stark feucht				
	c) lockere-/mitteld. Lagerung		d) leicht-/mittels. zu bohren		e) hellbraun-grau				
	f) Sand		g) fluviatile Ablagerungen		h) SE				i)
2.40	a) Mittelsand feinsandig,schwach schluffig,schwach organische Beimengungen				d = 50 mm		9/3 9/4	1.60 2.40	
	b)				stark feucht-naß				
	c) mitteldichte Lagerung		d) mittelschwer zu bohren		e) grau				
	f) Sand		g) fluviatile Ablagerungen		h) SE				i)
4.00	a) Mittelsand schwach feinsandig,schwach schluffig				d = 50 mm		9/5 9/6	3.20 4.00	
	b)				naß				
	c) mitteldichte Lagerung		d) mittelschwer zu bohren		e) grau				
	f) Sand		g) fluviatile Ablagerungen		h) SE				i)

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Berater vor.

Bemerkungen :

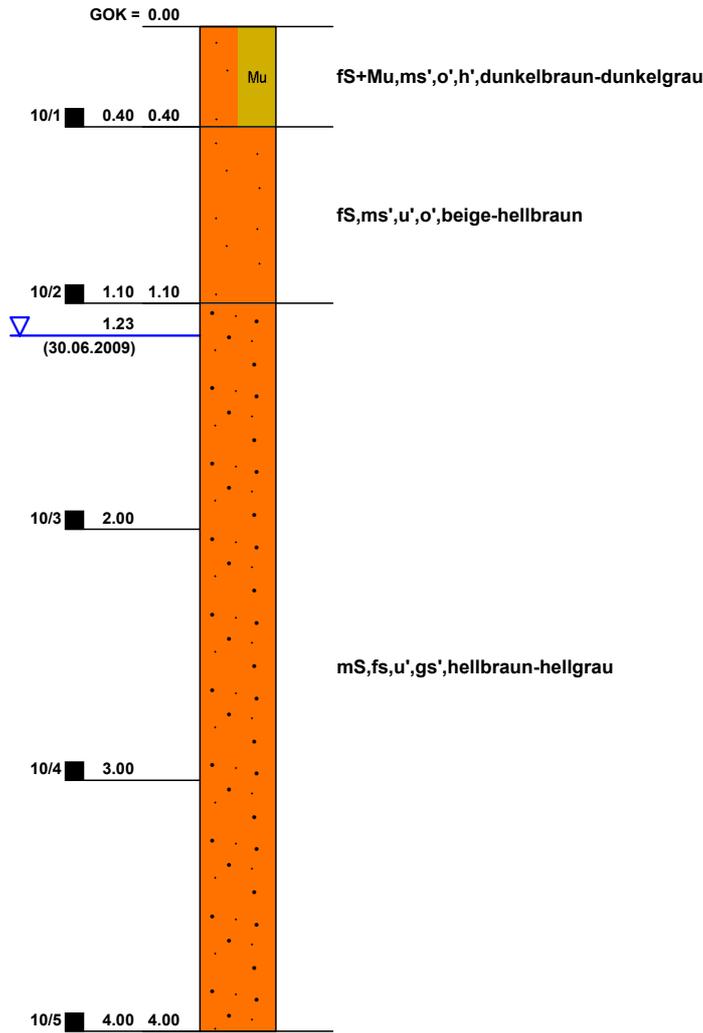
Versickerungsversuch !

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Maßstab: 1 : 30
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte

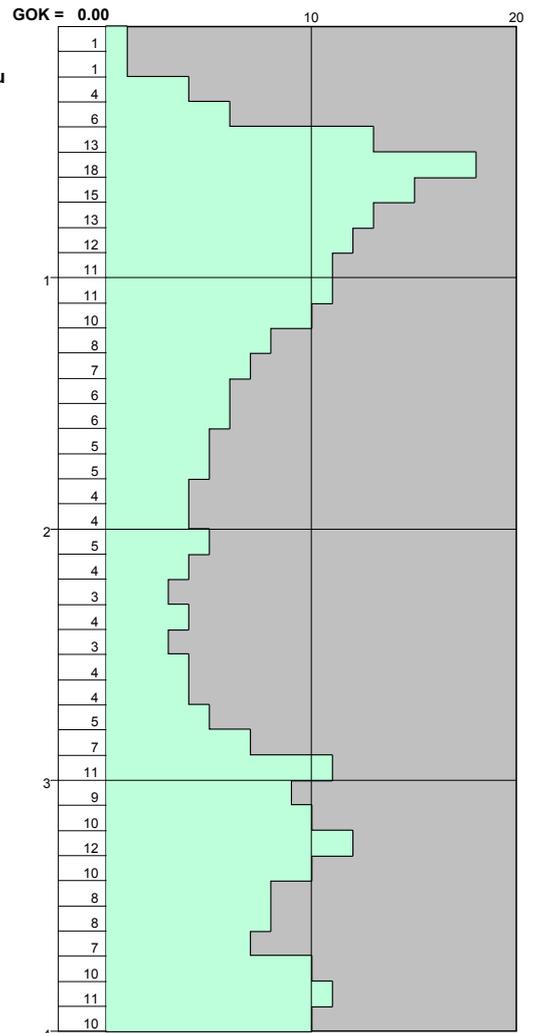
BS 10

GOK = 86,58 m ü. NN



DPL 10

GOK = 86,58 m ü. NN



Fallgewicht [kg] : 10.00
 Fallhöhe [m] : 0.50
 Spitzenquerschnitt[cm²] : 5.00

Bemerkungen :

Versickerungsversuch !

KLEEGRÄFE Büro für Baugrund- und Umweltanalytik Holzstraße 212, 59556 Lippstadt Tel. 02941-5404 Fax 02941-3582	Bohrprofile nach DIN 4022/23	Anlage 2 Nr.: 1
---	--	------------------------------

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen Beb.-Plan "Schlinger Straße West" - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -	Maßstab: Datum : 30.06.2009 Person : Herr Schulte
--	---

Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1	2				3	4	5	6
0.40	a) Feinsand+Mutterboden schwach mittelsandig,schwach organische Beimengungen,schwach torfig,humos				d = 60 mm		10/1	0.40
	b)				erdfeucht-feucht			
	c) lockere Lagerung	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OH	i)				
1.10	a) Feinsand schwach mittelsandig,schwach schluffig,schwach organische Beimengungen				d = 60 mm		10/2	1.10
	b)				feucht-stark feucht			
	c) mitteldichte Lagerung	d) mittelschwer zu bohren	e) beige-hellbraun		Organikanteil: Humin- stoffe			
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				
4.00	a) Mittelsand feinsandig,schwach schluffig,schwach grobsandig				d = 60 - 50 mm		10/3	2.00
	b)				naß		10/4	3.00
	c) lockere-/mitteld. Lagerung	d) leicht-/mittels. zu bohren	e) hellbraun-hellgrau				10/5	4.00
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Berater vor.

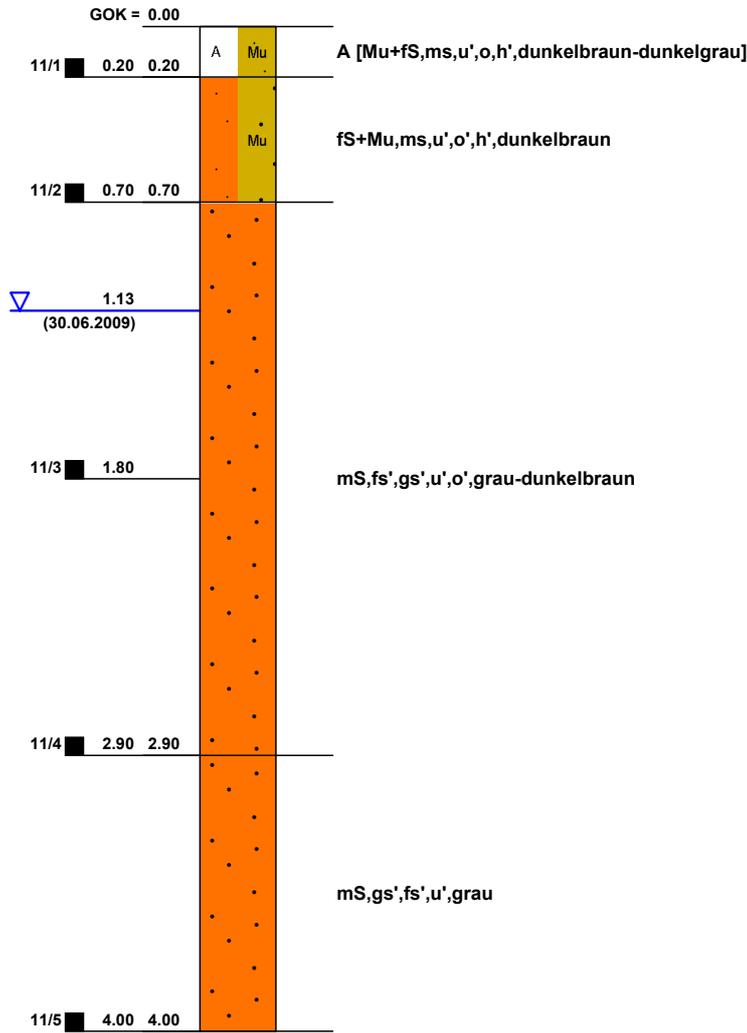
Bemerkungen :
Versickerungsversuch !

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Maßstab: 1 : 30
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte

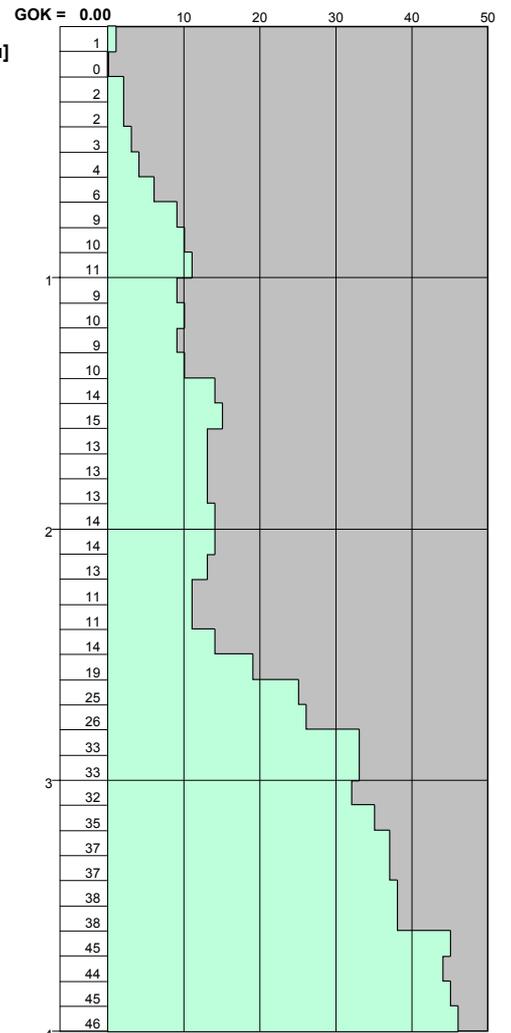
BS 11

GOK = 86,48 m ü. NN



DPL 11

GOK = 86,48 m ü. NN



Fallgewicht [kg] : 10.00
 Fallhöhe [m] : 0.50
 Spitzenquerschnitt[cm²] : 5.00

Bemerkungen :

Versickerungsversuch !

KLEEGRÄFE Büro für Baugrund- und Umweltanalytik Holzstraße 212, 59556 Lippstadt Tel. 02941-5404 Fax 02941-3582	Bohrprofile nach DIN 4022/23	Anlage 2 Nr.: 1
---	--	------------------------------

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen Beb.-Plan "Schlinger Straße West" - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -	Maßstab: Datum : 30.06.2009 Person : Herr Schulte
--	---

Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1	2				3	4	5	6
0.20	a) Auffüllung [Mutterboden+Feinsand mittelsandig,schwach schluffig,organische Beimengungen,schwach torfig,humos				d = 60 mm		11/1	0.20
	b)				feucht-erdfeucht			
	c) lockere Lagerung	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g) Auffüllung	h) A	i)				
0.70	a) Feinsand+Mutterboden mittelsandig,schwach schluffig,schwach organische Beimengungen,schwach torfig,humos				d = 60 mm		11/2	0.70
	b)				feucht-stark feucht			
	c) lockere Lagerung	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OH	i)				
2.90	a) Mittelsand schwach feinsandig,schwach grobsandig,schwach schluffig,schwach organische				d = 60 - 50 mm		11/3 11/4	1.80 2.90
	b)				Beimengungen stark feucht-naß			
	c) mitteldichte Lagerung	d) mittelschwer zu bohren	e) grau-dunkelbraun		Organikanteil: Wurzeln, Pflanzenreste			
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				
4.00	a) Mittelsand schwach grobsandig,schwach feinsandig,schwach schluffig				d = 50 mm		11/5	4.00
	b)				naß			
	c) mitteldichte Lagerung	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Berater vor.

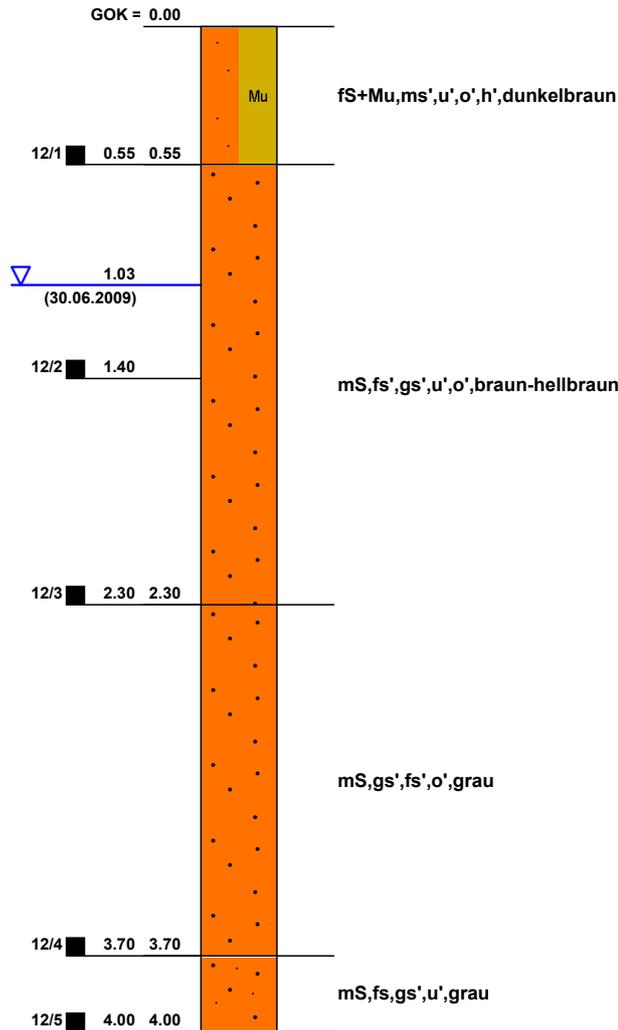
Bemerkungen :
Versickerungsversuch !

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Maßstab: 1 : 30
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte

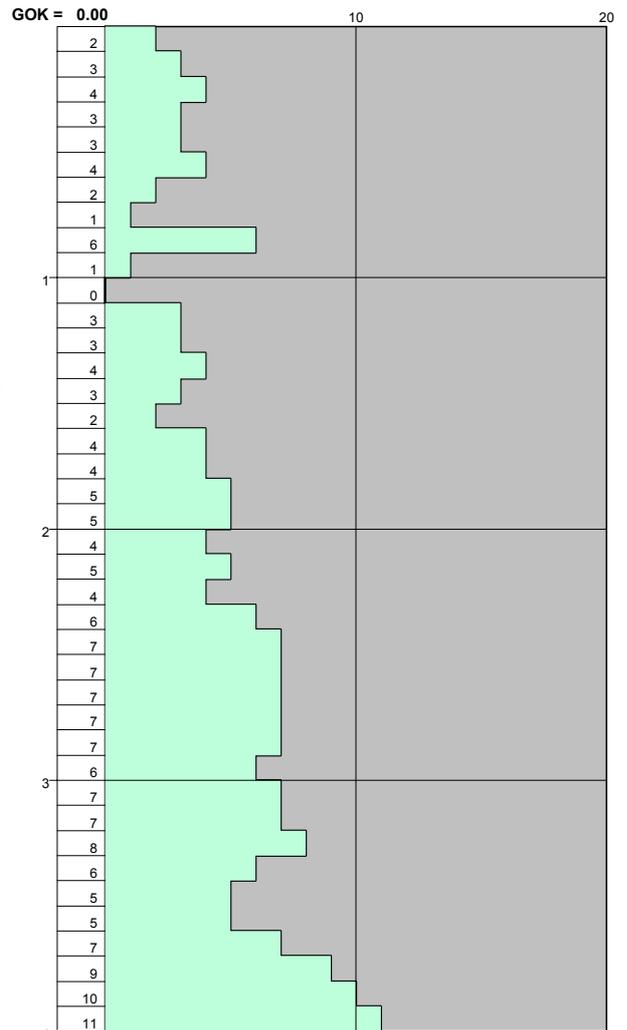
BS 12

GOK = 86,41 m ü. NN



DPL 12

GOK = 86,41 m ü. NN



Fallgewicht [kg] : 10.00
 Fallhöhe [m] : 0.50
 Spitzenquerschnitt[cm²] : 5.00

Bemerkungen :

Versickerungsversuch !

KLEEGRÄFE Büro für Baugrund- und Umweltanalytik Holzstraße 212, 59556 Lippstadt Tel. 02941-5404 Fax 02941-3582	Bohrprofile nach DIN 4022/23	Anlage
		Nr.:

Projekt:	Stadt Delbrück / OT Hagen	Maßstab:	
	Beb.-Plan "Schlinger Straße West"	Datum :	30.06.2009
	- Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -	Person :	Herr Schulte

Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1	2				3	4	5	6
0.55	a) Feinsand+Mutterboden schwach mittelsandig,schwach schluffig,schwach organische Beimengungen,sc				d = 60 mm schwach torfig,humos feucht-stark feucht		12/1	0.55
	b)							
	c) lockere Lagerung	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OH	i)				
2.30	a) Mittelsand schwach feinsandig,schwach grobsandig,schwach schluffig,schwach organische				d = 60 - 50 mm Beimengungen stark feucht-naß		12/2	1.40
	b)							
	c) lockere Lagerung	d) leicht zu bohren	e) braun-hellbraun					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				
3.70	a) Mittelsand schwach grobsandig,schwach feinsandig,schwach organische Beimengungen				d = 50 mm naß		12/4	3.70
	b)							
	c) lockere Lagerung	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				
4.00	a) Mittelsand feinsandig,schwach grobsandig,schwach schluffig				d = 50 mm naß		12/5	4.00
	b)							
	c) mitteld./lockere Lagerung	d) mittels./leicht zu bohren	e) grau					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Berater vor.

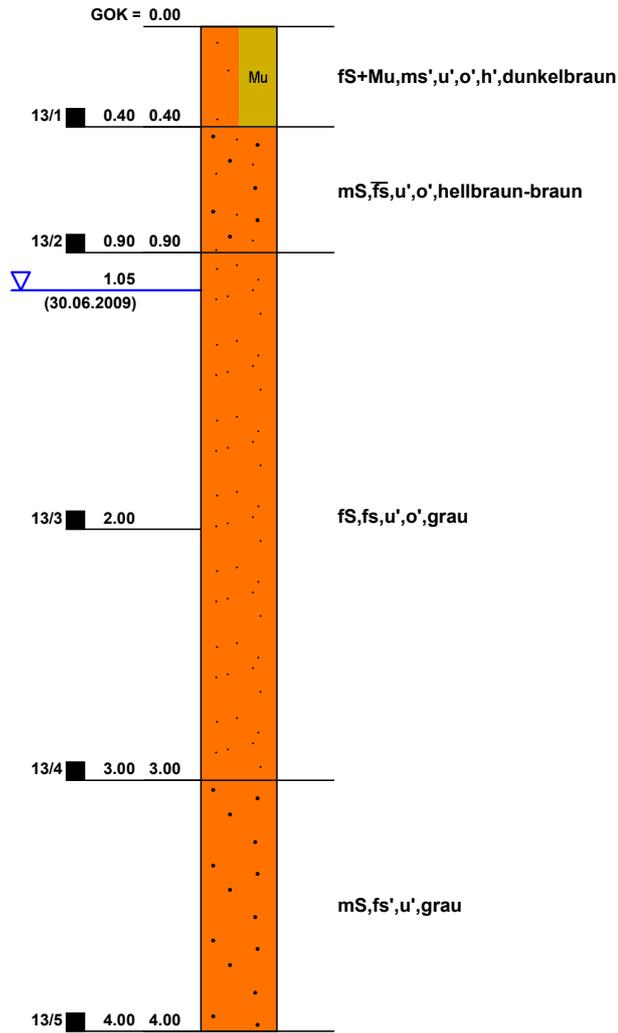
Bemerkungen :
Versickerungsversuch !

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Maßstab: 1 : 30
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte

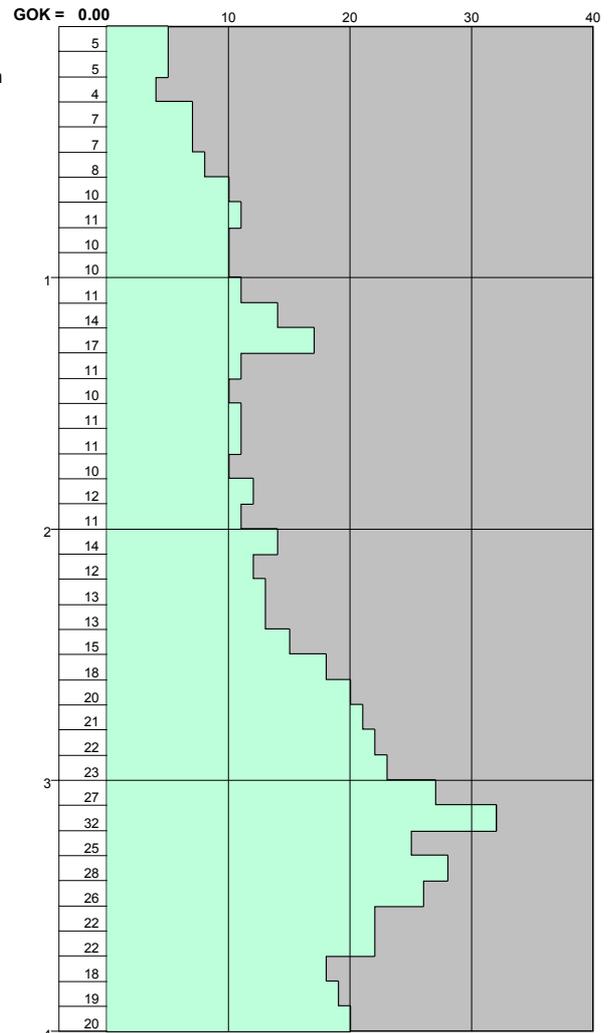
BS 13

GOK = 86,29 m ü. NN



DPL 13

GOK = 86,29 m ü. NN



Fallgewicht [kg] : 10.00
 Fallhöhe [m] : 0.50
 Spitzenquerschnitt[cm²] : 5.00

Bemerkungen :

Versickerungsversuch !

KLEEGRÄFE Büro für Baugrund- und Umweltanalytik Holzstraße 212, 59556 Lippstadt Tel. 02941-5404 Fax 02941-3582	Bohrprofile nach DIN 4022/23	Anlage
		Nr.:

Projekt:	Stadt Delbrück / OT Hagen	Maßstab:	
	Beb.-Plan "Schlinger Straße West"	Datum :	30.06.2009
	- Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -	Person :	Herr Schulte

Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1	2				3	4	5	6
0.40	a) Feinsand+Mutterboden schwach mittelsandig,schwach schluffig,schwach organische Beimengungen,schwach torfig,humos feucht				d = 60 mm schwach torfig,humos feucht		13/1	0.40
	b)							
	c) lockere Lagerung	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g) Mutterboden	h) OH	i)				
0.90	a) Mittelsand stark feinsandig,schwach schluffig,schwach organische Beimengungen				d = 60 mm stark feucht Organikanteil: Humin- stoffe		13/2	0.90
	b)							
	c) lockere Lagerung	d) leicht zu bohren	e) hellbraun-braun					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				
3.00	a) Feinsand feinsandig,schwach schluffig,schwach organische Beimengungen				d = 60 - 50 mm naß Organikanteil: Wurzeln, Pflanzenreste		13/3 13/4	2.00 3.00
	b)							
	c) mitteldichte Lagerung	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				
4.00	a) Mittelsand schwach feinsandig,schwach schluffig				d = 50 mm naß		13/5	4.00
	b)							
	c) mitteldichte Lagerung	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f) Sand	g) fluviatile Ablagerungen	h) SE	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Berater vor.

Bemerkungen :

Versickerungsversuch !

	G	Kies		Z	Fels,allgemein		Lö	Löß
	gG	Grobkies		Zv	Fels,verwittert		Löl	Lößlehm
	mG	Mittelkies		L	Verwitterungslehm,Hanglehm		Sst	Sandstein
	fG	Feinkies		Lx	Hangschutt		Ust	Schluffstein
	S	Sand		Lg	Geschiebelehm		Tst	Tonstein
	gS	Grobsand		Mg	Geschiebemergel		Mst	Mergelstein
	mS	Mittelsand		Kl	Klei,Schlick		Kst	Kalkstein
	fS	Feinsand		Wk	Wiesenkalk,Seekalk,Seekreide,Kalkmudde		Dst	Dolomitstein
	U	Schluff		Bt	Bänderton		Krst	Kreidestein
	T	Ton		V	Vulkanische Asche		Ktst	Kalktuff
	H	Torf,Humus		Bk	Braunkohle		Ahst	Anhydrit
	F	Mudde		Z	Fels,allgemein		Gyst	Gips
	A	Auffüllung		Gst	Konglomerat,Brekzie		Sast	Salzgestein
	X	Steine		Vst	Verfestigte vulkanische Asche (Tuffstein)		Stk	Steinkohle
	Y	Blöcke		Bl	Blättrige,feinschichtige Metamorphite		Q	Quarzit
	Mu	Mutterboden		Ma	Massige Erstarrungsgesteine und Metamorphite			

	g	kiesig
	gg	grobkiesig
	mg	mittelkiesig
	fg	feinkiesig
	s	sandig
	gs	grobsandig
	ms	mittelsandig
	fs	feinsandig
	u	schluffig
	t	tonig
	h	torfig,humos
	x	steinig
	y	mit Blöcken

	naß
	breiig
	weich
	steif
	halbfest
	fest
	klüftig

	8,90	Sonderprobe aus 8,90 m Tiefe
	8,90	Bohrkern aus 8,90 m (Untersuchungen)
	8,90 (1.4.68)	Grundwasserstand am 1.4.68 in 8,90 m
	8,90 (1.4.68) 3h	Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung oder bei Änderung des Wasserspiegels nach seinem Antreffen jeweils mit Angaben der Zeitdifferenz in Stunden (3h) nach Einstellen oder Ruhen der Bohrarbeiten
	8,90 1.4.68	Ruhewasserspiegel (ausgebauten Bohrloch)
	8,90 (1.4.68) 3h 9,30	Grundwasser in 9,30 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers bis 8,90 m unter Gelände (nach 3h)
	8,90 (1.4.68)	Wasser versickert in 8,90 m
		gekernte Strecke

ANLAGE 3.1

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)

Anlage: 3.1

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)

Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f

Maßnahme: Bebauungsplan "Schlinger Straße" in 33129 Delbrück
 - Orientierende Baugrunduntersuchung / hydrogeologische Untersuchung -
Datum: 30.06.2009

Hinweis: Versuchsdurchführung mittels 'open-end-test'

Bohrung	Vers. Nr.	r mm	h m	Zeit min	Wassermenge l	Q m ³ /s	k_f m/s	Bemerkung (Vers.-Medium u. Gültigkeitsbereich)
BS 8	1	25	0,52	5	1,48	4,93E-06	6,90E-05	GW bei 1,02 m u. GOK; 1,02 - 0,50 m u.GOK
BS 8	2	25	0,52	5	1,24	4,13E-06	5,78E-05	GW bei 1,02 m u. GOK; 1,02 - 0,50 m u.GOK
BS 9	1	25	0,48	5	1,64	5,47E-06	8,28E-05	GW bei 0,98 m u. GOK; 0,98 - 0,50 m u.GOK
BS 9	2	25	0,48	5	1,37	4,57E-06	6,92E-05	GW bei 0,98 m u. GOK; 0,98 - 0,50 m u.GOK
BS 10	1	25	0,5	2,22	4	3,00E-05	4,37E-04	GW bei 1,23 m u. GOK; 1,23 - 0,73 m u.GOK
BS 10	2	25	0,5	3,12	4	2,14E-05	3,11E-04	GW bei 1,23 m u. GOK; 1,23 - 0,73 m u.GOK
BS 11	1	25	0,63	5	2,29	7,63E-06	8,81E-05	GW bei 1,13 m u. GOK; 1,13 - 0,50 m u.GOK
BS 11	2	25	0,63	5	1,91	6,37E-06	7,35E-05	GW bei 1,13 m u. GOK; 1,13 - 0,50 m u.GOK
BS 12	1	25	0,53	5	2,39	7,97E-06	1,09E-04	GW bei 1,03 m u. GOK; 1,03 - 0,50 m u.GOK
BS 12	2	25	0,53	5	1,98	6,60E-06	9,06E-05	GW bei 1,03 m u. GOK; 1,03 - 0,50 m u.GOK
BS 13	1	25	0,55	5	3,15	1,05E-05	1,39E-04	GW bei 1,05 m u. GOK; 1,05 - 0,50 m u.GOK
BS 13	2	25	0,55	5	2,72	9,07E-06	1,20E-04	GW bei 1,05 m u. GOK; 1,05 - 0,50 m u.GOK

h - Wasserstandshöhe über der Grundwasseroberfläche, m
 Q - Wasserzugabe in m³/s (Wasserspiegelkonstanthaltung)
 k_f - Durchlässigkeitsbeiwert, m/s

Durchlässigkeitsbewertung nach DIN 18 130		
k_f	$> 10^{-4}$	m/s : 'stark durchlässig'
k_f	$10^{-4} - 10^{-6}$	m/s : 'durchlässig'
k_f	$10^{-6} - 10^{-8}$	m/s : 'gering durchlässig'
k_f	$< 10^{-8}$	m/s : 'sehr gering durchlässig'

ANLAGE 3.2

Dimensionierungsberechnung Muldenversickerung (nach DWA – A 138)



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

A138-XP

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Anlage 3.2
dezentrale Muldenversickerung

Lizenznr.: 400-0706-0142

Projekt

Bezeichnung: Bebauungsplan 'Schlinger Straße West', 33129 Delbrück-Hagen Datum: 01.07.2009
 Bearbeiter: Dipl.-Geologe Paul Girhards
 Bemerkung: dezentrale Muldenversickerung mit 'belebter Bodenzone' (Muldentiefe: 20 cm)

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m ²]	mittlerer Abflussbeiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m ²]	Beschreibung der Fläche
1	140,00	0,90	126,00	Dachflächen Plangebäude + Garage
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	140,00	0,90	126,00	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

A138-XP

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Anlage 3.2
dezentrale Muldenversickerung

Lizenznr.: 400-0706-0142

Projekt

Bezeichnung: Bebauungsplan 'Schlinger Straße West', 33129 Delbrück-Hagen Datum: 01.07.2009
 Bearbeiter: Dipl.-Geologe Paul Girhards
 Bemerkung: dezentrale Muldenversickerung mit 'belebter Bodenzone' (Muldentiefe: 20 cm)

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A _u	126	m ²
mittlere Versickerungsfläche	A _S	15	m ²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k _f	0,00006	m/s
Niederschlagsbelastung	Station	4116_Rietberg	
	n	0.2	1/a
Zuschlagsfaktor	f _z	1,2	

Bemessung der Versickerungsmulde

D [min]	r _{D(n)} [l/(s·ha)]	V [m ³]	Erforderliche Größe der Anlage
5	260,1	1,2	<p><u>erforderliches Speichervolumen</u></p> <p>V = 3,0 m³ $V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$</p> <p><u>mittlere Einstauhöhe</u></p> <p>z_s = 0,20 m $z = V / A_S$</p> <p><u>rechnerische Entleerungszeit</u></p> <p>t_E = 1,83 h $t_E = 2 \cdot z / k_f$</p> <p><u>Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a</u></p> <p>Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a nicht möglich!</p>
10	226,7	2,0	
15	188,8	2,4	
20	161,6	2,6	
30	126,6	2,9	
45	96,9	3,0	
60	79,4	2,9	
90	57,4	2,3	
120	45,4	1,6	
180	32,5	0,1	
240	25,6	0,0	
360	18,2	0,0	
480	14,2	0,0	
720	10,0	0,0	
1440	5,9	0,0	
2880	3,4	0,0	

A N L A G E 4.1 – 4.6

Korngrößenanalysen
(Kornsummenkurven)

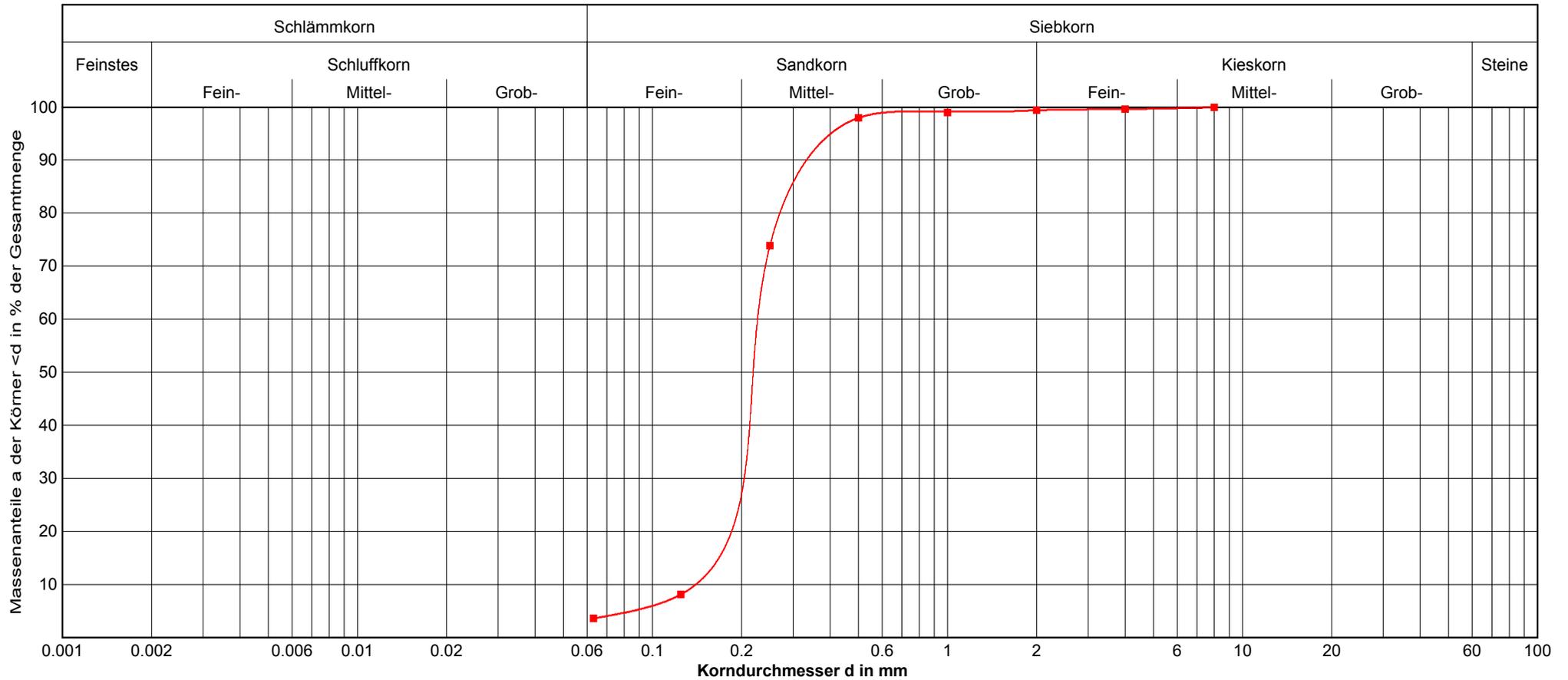
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -
 Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück
 Sachbearbeiter: Herr Kleegräfe

Anlage
 4
 Nr.:
 1

Prüfung DIN 18 123 - 5



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k (Hazen) [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
Probe 8/4	—	1,90 - 3,10 m	Sand	20.5		2.6x10 ⁻⁴	1.8	1.7	kf-Wert (BEYER) ~ 2,5 x 10 ⁻⁴ m/s

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück

Probe : Probe 8/4

Bodenart : Sand

Ort : BS 8
 Tiefe : 1,90 - 3,10 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90.0			
63.0			
31.5			
16.0			
8.0			100.0
4.0	2.0	0.4	99.6
2.0	1.2	0.2	99.4
1.0	2.8	0.5	98.9
0.5	5.7	1.0	97.9
0.250	134.9	24.1	73.8
0.125	367.7	65.7	8.1
0.063	25.6	4.6	3.5
Schale	19.8	3.5	
Summe	559.6	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 13.07.2009

Person : Herr Steffen

Trockenmasse [g] : 559.6

Größtkorn [mm] : 6.0

Kornform : gerundet

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER) ~ 2,5 x 10⁻⁴ m/s

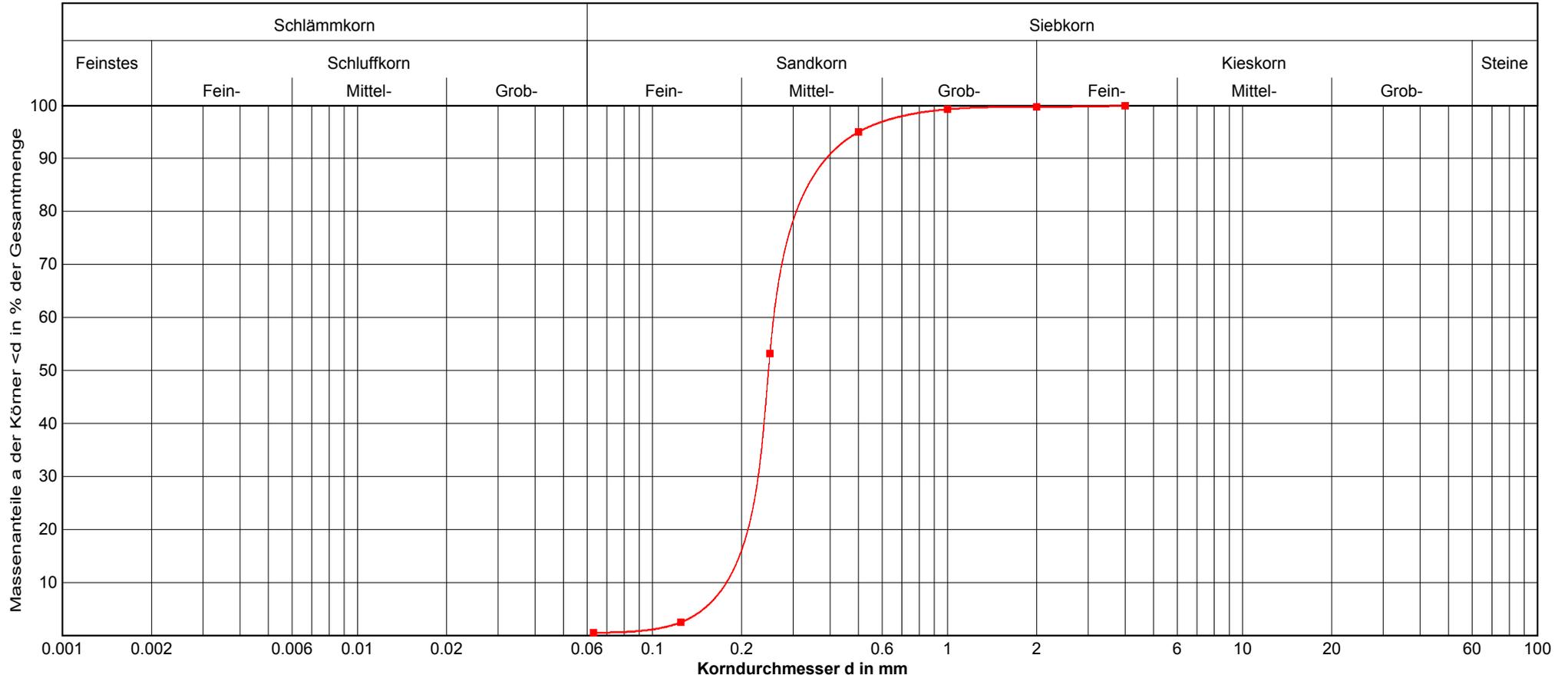
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -
 Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück
 Sachbearbeiter: Herr Kleegräfe

Anlage
4
 Nr.:
2

Prüfung DIN 18 123 - 5



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H ₂ O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm ³]	k (Hazen) [m/s]	U (d ₆₀ /d ₁₀)	C _c	Bemerkungen
Probe 9/5		2,50 - 3,20 m	Sand	19.1		5.4x10 ⁻⁴	1.3	1.3	kf-Wert (BEYER) ~ 5,3 x 10 ⁻⁴ m/s □ □

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück

Probe : Probe 9/5

Bodenart : Sand

Ort : BS 9
 Tiefe : 2,50 - 3,20 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90.0			
63.0			
31.5			
16.0			
8.0			
4.0			100.0
2.0	1.1	0.2	99.8
1.0	2.2	0.5	99.3
0.5	19.8	4.3	94.9
0.250	190.9	41.7	53.2
0.125	232.1	50.8	2.4
0.063	8.9	1.9	0.5
Schale	2.2	0.5	
Summe	457.3	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 08.07.2009

Person : Herr Steffen

Trockenmasse [g] : 457.3

Größtkorn [mm] : 2.0

Kornform : gerundet

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER) ~ 5,3 x 10⁻⁴ m/s □ □

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück

Probe : Probe 10/4

Bodenart : Sand

Ort : BS 10
 Tiefe : 2,00 - 3,00 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90.0			
63.0			
31.5			
16.0			
8.0			
4.0			
2.0			
1.0	0.3	0.1	99.9
0.5	1.2	0.4	99.5
0.250	44.1	12.9	86.7
0.125	280.2	81.8	4.8
0.063	15.3	4.5	0.4
Schale	1.3	0.4	
Summe	342.5	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 08.07.2009

Person : Herr Steffen

Trockenmasse [g] : 342.5

Größtkorn [mm] : 1.0

Kornform : gerundet

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER) ~ 3,6 x 10⁻⁴ m/s

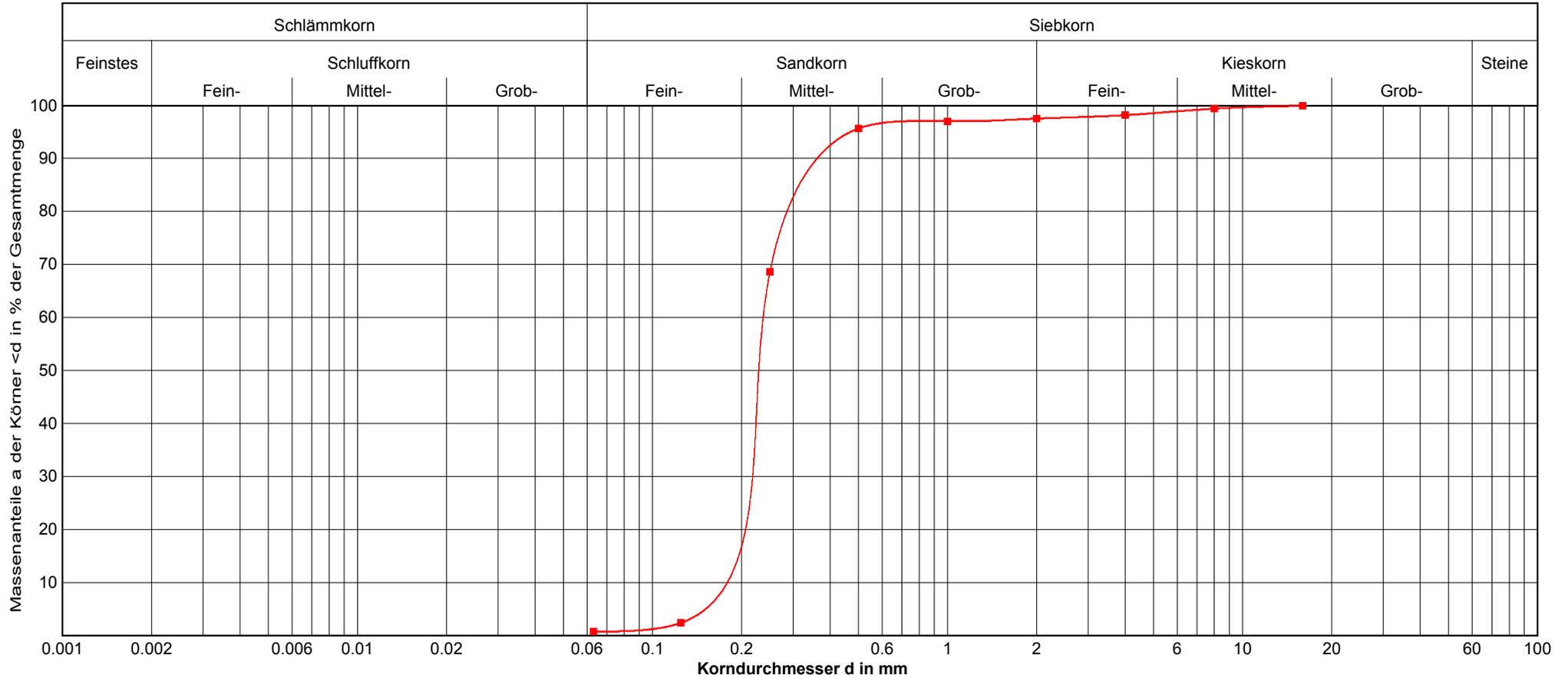
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -
 Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück
 Sachbearbeiter: Herr Kleegräfe

Anlage
4
 Nr.:
4

Prüfung DIN 18 123 - 5



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k (Hazen) [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
Probe 11/3	—	0,70 - 1,80 m	Sand	29.7		6.2x10 ⁻⁴	1.2	1.2	kf-Wert (BEYER) ~ 5,8 x 10 ⁻⁴ m/s

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück

Probe : Probe 11/3

Bodenart : Sand

Ort : BS 11
 Tiefe : 0,70 - 1,80 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90.0			
63.0			
31.5			
16.0			100.0
8.0	2.8	0.6	99.4
4.0	5.2	1.2	98.2
2.0	3.0	0.7	97.6
1.0	2.7	0.6	97.0
0.5	5.6	1.2	95.7
0.250	121.4	27.1	68.6
0.125	296.4	66.2	2.3
0.063	7.0	1.6	0.8
Schale	3.4	0.8	
Summe	447.4	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 08.07.2009

Person : Herr Steffen

Trockenmasse [g] : 447.4

Größtkorn [mm] : 8.0

Kornform : gerundet

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER) ~ 5,8 x 10⁻⁴ m/s

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück

Probe : Probe 12/4

Bodenart : Sand

Ort : BS 12
 Tiefe : 2,30 - 3,70 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90.0			
63.0			
31.5			
16.0			
8.0			
4.0			
2.0			100.0
1.0	0.6	0.1	99.9
0.5	8.2	1.7	98.2
0.250	136.6	27.6	70.6
0.125	320.0	64.7	5.9
0.063	25.1	5.1	0.8
Schale	4.0	0.8	
Summe	494.6	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 08.07.2009

Person : Herr Steffen

Trockenmasse [g] : 494.6

Größtkorn [mm] : 1.0

Kornform : gerundet

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER) ~ 3,2 x 10⁻⁴ m/s

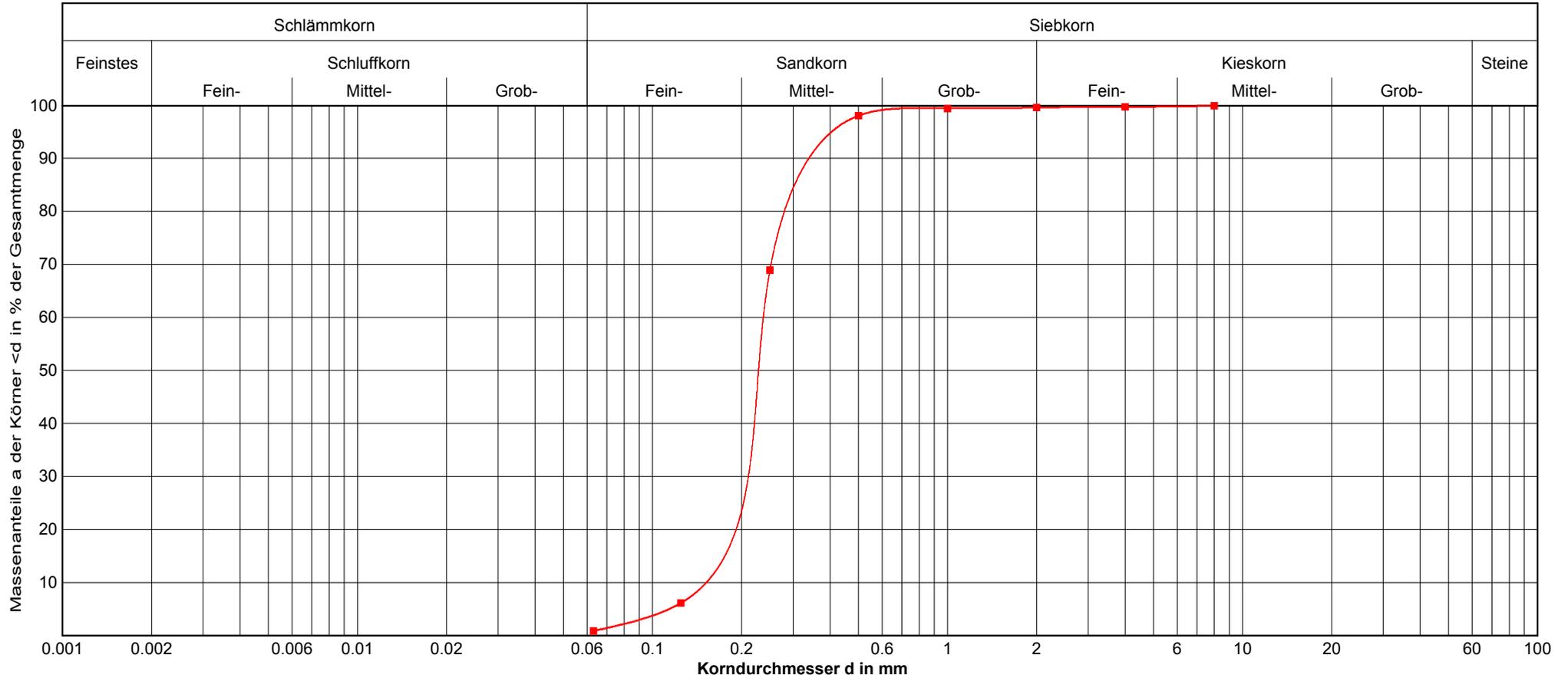
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -
 Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück
 Sachbearbeiter: Herr Kleegräfe

Anlage
 4
 Nr.:
 6

Prüfung DIN 18 123 - 5



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k (Hazen) [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
Probe 13/4		2,60 - 3,00 m	Sand	20.1		3.2x10 ⁻⁴	1.6	1.6	kf-Wert (BEYER) ~ 2,8 x 10 ⁻⁴ m/s

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück

Probe : Probe 13/4

Bodenart : Sand

Ort : BS 13
 Tiefe : 2,60 - 3,00 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90.0			
63.0			
31.5			
16.0			
8.0			100.0
4.0	1.6	0.3	99.7
2.0	0.4	0.1	99.6
1.0	0.9	0.2	99.4
0.5	6.9	1.4	98.0
0.250	146.1	29.1	69.0
0.125	315.6	62.8	6.1
0.063	26.6	5.3	0.8
Schale	4.2	0.8	
Summe	502.3	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 08.07.2009

Person : Herr Steffen

Trockenmasse [g] : 502.3

Größtkorn [mm] : 4.0

Kornform : gerundet

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER) ~ 2,8 x 10⁻⁴ m/s

ANLAGE 5.1 – 5.6
Wassergehaltsbestimmungen

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Ort : BS 8
 Tiefe : 1,90 - 3,10 m
 Art : gestörte Probe

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück

Datum : 30.06.2009

Probe : Probe 8/4

Person : Herr Schulte

Bodenart : Sand

Witterung :

Datum : 08.07.2009
 Person : Herr Steffen

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	1130.91		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	1013.51		
Masse des Behälters	[g]	441.84		
Masse des Wassers	[g]	117.40		
Masse der trockenen Probe	[g]	571.67		
Wassergehalt	[%]	20.5		

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] 20.54

Bemerkungen :

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück

Probe : Probe 9/5

Bodenart : Sand

Ort : BS 9
 Tiefe : 2,50 - 3,20 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Datum : 08.07.2009
 Person : Herr Steffen

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	1023.78		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	928.08		
Masse des Behälters	[g]	426.46		
Masse des Wassers	[g]	95.70		
Masse der trockenen Probe	[g]	501.62		
Wassergehalt	[%]	19.1		

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] :19.08

Bemerkungen :

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück

Probe : Probe 10/4

Bodenart : Sand

Ort : BS 10
 Tiefe : 2,00 - 3,00 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Datum : 08.07.2009
 Person : Herr Steffen

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	844.35		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	781.86		
Masse des Behälters	[g]	439.92		
Masse des Wassers	[g]	62.49		
Masse der trockenen Probe	[g]	341.94		
Wassergehalt	[%]	18.3		

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] :18.28

Bemerkungen :

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Ort : BS 11
 Tiefe : 0,70 - 1,80 m
 Art : gestörte Probe

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück

Datum : 30.06.2009

Probe : Probe 11/3

Person : Herr Schulte

Bodenart : Sand

Witterung :

Datum : 08.07.2009
 Person : Herr Steffen

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	1010.82		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	879.03		
Masse des Behälters	[g]	435.88		
Masse des Wassers	[g]	131.79		
Masse der trockenen Probe	[g]	443.15		
Wassergehalt	[%]	29.7		

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] 29.74

Bemerkungen :

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück

Probe : Probe 12/4

Bodenart : Sand

Ort : BS 12
 Tiefe : 2,30 - 3,70 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Datum : 08.07.2009
 Person : Herr Steffen

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	961.51		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	865.91		
Masse des Behälters	[g]	372.20		
Masse des Wassers	[g]	95.60		
Masse der trockenen Probe	[g]	493.71		
Wassergehalt	[%]	19.4		

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] :19.36

Bemerkungen :

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Ort : BS 13
 Tiefe : 2,60 - 3,00 m
 Art : gestörte Probe

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück

Datum : 30.06.2009

Probe : Probe 13/4

Person : Herr Schulte

Bodenart : Sand

Witterung :

Datum : 08.07.2009

Prüfung DIN 18 121

Person : Herr Steffen

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	952.86		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	860.99		
Masse des Behälters	[g]	403.23		
Masse des Wassers	[g]	91.87		
Masse der trockenen Probe	[g]	457.76		
Wassergehalt	[%]	20.1		

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] 20.07

Bemerkungen :

ANLAGE 6.1 – 6.2
Glühverlustbestimmungen

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Ort : BS 8
 Tiefe : 1,90 - 3,10 m
 Art : gestörte Probe

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück

Datum : 30.06.2009

Probe : Probe 8/4

Person : Herr Schulte

Bodenart : Sand

Witterung :

Datum : 07.07.2009
 Person : Herr Steffen

Prüfung DIN 18 128 - GL

Glühzeit [h]: 2

		1	2	3
Masse des Tiegels	[g]	26.230	26.510	26.430
Masse der trockenen Probe + Tiegel	[g]	47.090	47.030	45.120
Masse der geglühten Probe + Tiegel	[g]	46.820	46.850	44.970
Masse der trockenen Probe	[g]	20.860	20.520	18.690
Masse der geglühten Probe	[g]	20.590	20.340	18.540
Glühverlust	[%]	1.294	0.877	0.803
Mittelwert des Glühverlustes	[%]	0.991		

Bemerkungen :

Projekt: Stadt Delbrück / OT Hagen
 Beb.-Plan "Schlinger Straße West"
 - Baugrunderkundung / Hydrogeol. Untersuchung -

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Marktstr. 6, 33129 Delbrück

Probe : Probe 11/3

Bodenart : Sand

Ort : BS 11
 Tiefe : 0,70 - 1,80 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 30.06.2009
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Datum : 07.07.2009
 Person : Herr Steffen

Prüfung DIN 18 128 - GL

Glühzeit [h]: 2

		1	2	3
Masse des Tiegels	[g]	26.070	26.990	26.950
Masse der trockenen Probe + Tiegel	[g]	43.920	43.770	44.040
Masse der geglühten Probe + Tiegel	[g]	43.800	43.620	43.930
Masse der trockenen Probe	[g]	17.850	16.780	17.090
Masse der geglühten Probe	[g]	17.730	16.630	16.980
Glühverlust	[%]	0.672	0.894	0.644
Mittelwert des Glühverlustes	[%]	0.737		

Bemerkungen :

ANLAGE 7.1
Fotodokumentation

Situation am 30.06.2009

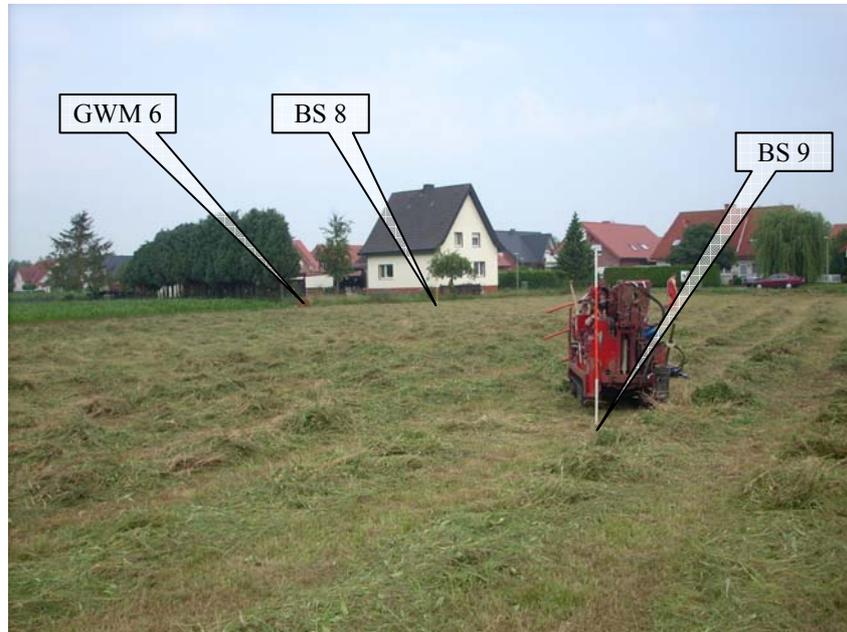


Foto 1: Blickrichtung ~ NW; Bereiche der BS 6 (Markierung); ausgebaut zur Grundwassermessstelle GWM 6, der BS 8 (Markierung) und der BS 9 (Markierung)

Situation am 30.06.2009

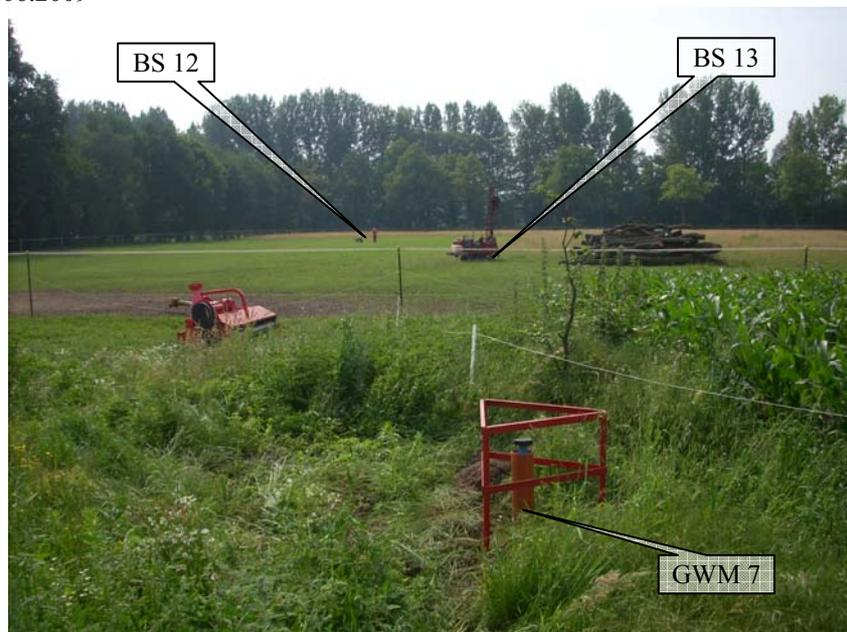


Foto 2: Blickrichtung ~ SO; Bereiche der BS 7 (Markierung); ausgebaut zur Grundwassermessstelle GWM 7, der BS 12 (Markierung) und der BS 13 (Markierung)

Situation am 30.06.2009



Foto 3: Blickrichtung ~ ONO; Bereich der BS 10 (Bohrgerät)

Situation am 30.06.2009



Foto 4: Blickrichtung ~ NO; Bereiche der BS 11 (Markierung) und der BS 13 (Markierung)

Projekt:

Bebauungsplan „Schlinger Weg West“
in 33129 Delbrück-Hagen
- Orientierende Baugrunderkundung / Hydrogeologische Untersuchung -

ANLAGE 8.1

Setzungsberechnung Streifenfundament (Nichtunterkellerung)

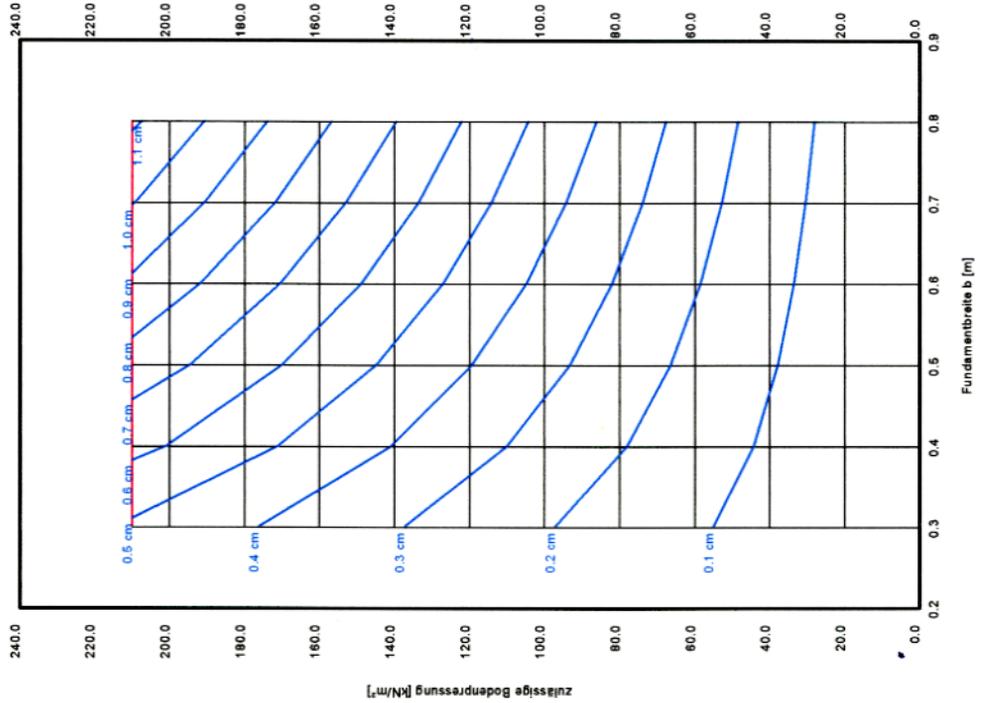
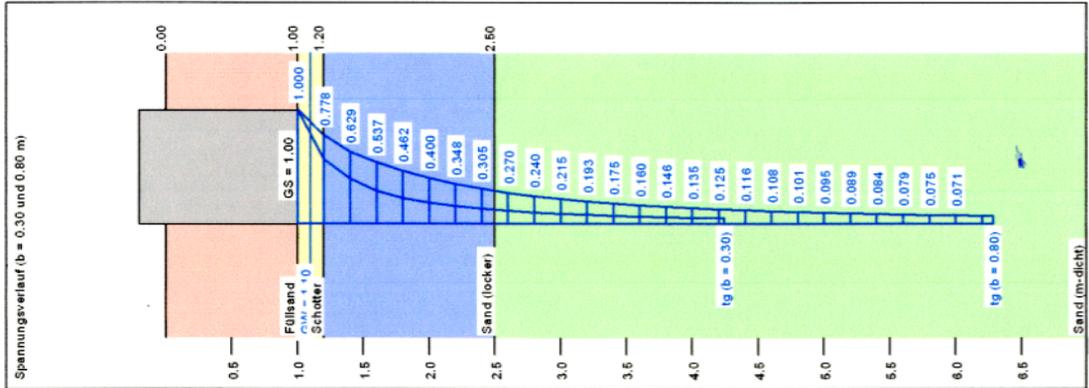
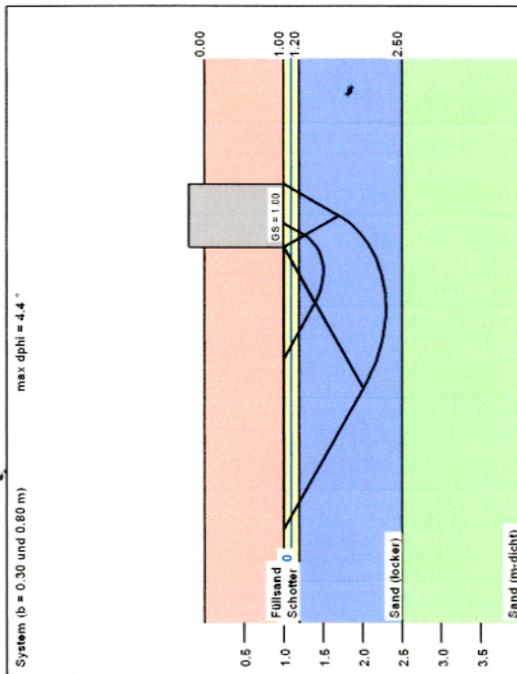
KLEGRÄFE - Büro für Baugrund- und Umwelthanalytik
 Holzstraße 212 in 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn
 Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582
 Projekt: Delbrück-Hagen, Baugebiet 'Schlinger Straße West'
Setzungsrechnung Streifenfundamentgründung (0,2 m Schotter-Unterbau)

Berechnungsgrundlagen:
 Delbrück-Hagen, 'Schlinger Straße West'
 Grundbruchformel nach DIN 4017 (alt)
 Globalisheitskonzept
 Streifenfundament (a = 12,00 m)
 Bezugsgröße: Last
 Grundbruchsicherheit = 2,00
 zul sigma auf 210,00 KN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 1,00 m

Grundwasser = 1,10 m
 Grenztiefe mit p = 20,0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — zulässige Bodenpressung
 — Setzungen

Gründungsvorschlag Nichtunterkellerung: Streifenfundamente

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [°]	Bezeichnung
17.0	9.0	30.0	0.0	15.0	0.00	0.00	Füllsand
21.0	13.0	35.0	0.0	80.0	0.00	0.00	Schotter
17.0	9.0	30.0	0.0	20.0	0.00	0.00	Sand (locker)
18.0	10.0	32.5	0.0	25.0	0.00	0.00	Sand (m-dicht)



b [m]	zul ⁰ [kN/m ²]	zul ^v [kN/m ²]	s [cm]	cell ⁰ [°]	cell ^v [kN/m ²]	$\sigma'_{v,0}$ [kN/m ²]	i_s [m]	UK LS [m]	K_s [MN/m ²]	
12.00	0.30	210.0	63.0	0.49	31.6	0.00	17.00	4.24	1.50	43.0
12.00	0.40	210.0	84.0	0.63	31.2	0.00	12.52	17.00	1.66	35.3
12.00	0.50	210.0	105.0	0.76	31.0	0.00	11.89	17.00	1.82	27.5
12.00	0.60	210.0	126.0	0.89	30.8	0.00	11.45	17.00	1.98	23.7
12.00	0.70	210.0	147.0	1.00	30.7	0.00	11.12	17.00	2.14	20.9
12.00	0.80	210.0	168.0	1.12	30.6	0.00	10.87	17.00	2.29	18.8