

ANHANG G

GEOTECHNIK

ANHANG G1

**„Gutachterliche Stellungnahme zur Gründung“
ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH**

Hochwasserrückhaltebecken

Haiger Sechshelden

GEOTECHNISCHER BERICHT ZU BAUGRUND UND GRÜNDUNG SOWIE EMPFEHLUNGEN ZUR DAMMSCHÜTTUNG

Auftraggeber: **Brandt Gerdes Sitzmann Wasserwirtschaft GmbH**
Pfungstädter Straße 20
64297 Darmstadt

Bauherr: Magistrat der Stadt Haiger

Unser Zeichen: 2571gJK190517.docx
Seiten: 27
Anlagen: 5 (siehe Anlagenverzeichnis)

Datum: 17. Mai 2019

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorgang.....	6
2. Geplante Maßnahme.....	6
3. Baugrundverhältnisse	7
3.1 Baugrunderkundung	7
3.2 Örtliche Geologie	9
3.3 Schichtenbeschreibung.....	10
3.3.1 Anthropogen beeinflusste Böden	10
3.3.2 Quartäre Decklehme.....	11
3.3.3 Wissenbacher Schiefer	13
3.4 Bodenmechanische Kennwerte	15
4. Grundwasserverhältnisse	18
4.1 Grundwasserstände im Bereich des Baufeldes.....	18
4.2 Grundwasserchemismus gemäß DIN 4030	18
5. Dammbauwerk	19
5.1 Allgemeine Hinweise	19
5.2 Baustoffe	19
5.2.1 Materialanforderungen für den Stützkörper.....	19
5.2.2 Materialanforderung für mineralische Dichtung.....	20
5.3 Empfehlungen zum Einbau der mineralischen Baustoffe	20
5.4 Verwendbarkeit des Aushubmaterials.....	21
5.4.1 Tongehalt, Fließ- und Ausrollgrenze sowie Verdichtbarkeit.....	21
5.4.2 Kalkgehalt und organische Bestandteile	22
5.5 Hinweise und Empfehlungen zur Herstellung des Erdplanums.....	23
5.6 Zusammenfassung zur Verwendbarkeit der Aushubböden.....	23
5.7 Standsicherheitsnachweise des Dammquerschnitts.....	24
6. Gründungsempfehlung Durchlassbauwerk.....	24
7. Sicherung und Trockenhaltung der Baugruben	25
8. Geotechnische Hinweise zur Bauausführung	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Umfang der durchgeführten Rammkernsondierungen (RKS)	8
Tabelle 2: Umfang der angelegten Baggerschürfe (SCH)	8
Tabelle 3: Umfang der durchgeführten schweren Rammsondierung (DPH).....	8
Tabelle 4: Umfang der bodenmechanischen Laborversuche (Rammkernsondierungen)	9
Tabelle 5: Umfang der bodenmechanischen Laborversuche (Baggerschürfe)	9
Tabelle 6: Schichtgrenzen der anthropogen beeinflussten Böden	10
Tabelle 7: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze - anthropogen beeinflusste Böden	11
Tabelle 8: Bestimmung des Glühverlustes - anthropogen beeinflusste Böden.....	11
Tabelle 9: Schichtgrenzen zu dem Solifluktionsschutt	11
Tabelle 10: Schichtgrenzen zu dem Auenlehm.....	12
Tabelle 11: Bestimmung der Korngrößenverteilung.....	12
Tabelle 12: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze - quartäre Decklehme (Auensediment)	12
Tabelle 13: Bestimmung der Proctordichte - quartäre Decklehme (Auensediment)	12
Tabelle 14: Bestimmung des Glühverlustes - quartäre Decklehme	12
Tabelle 15: Bestimmung des Kalkgehaltes - quartäre Decklehme (Auensediment).....	13
Tabelle 16: Schichtgrenzen zu dem Verwitterungshorizont des Schiefers	13
Tabelle 17: Schichtgrenzen zu dem Schiefer	14
Tabelle 18: Bestimmung der Korngrößenverteilung –Verwitterungshorizont Wissenbacher Schiefer	14
Tabelle 19: Bodenmechanische Kennwerte zur Festlegung der Homogenbereiche	17
Tabelle 20: Felsmechanische Kennwerte zur Festlegung der Homogenbereiche.....	17
Tabelle 21: Mit den Baugrundaufschlüssen angetroffene Wasserstände.....	18
Tabelle 22: Zusammenstellung Tongehalte – quartäre Decklehme (Auensedimente)	21
Tabelle 23: Fließ- und Ausrollgrenze – quartäre Decklehme (Auensedimente).....	21

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Lagepläne

Anlage 1.1 Übersichtslageplan

Anlage 1.2 Lageplan mit Lage der Baugrundaufschlüsse

Anlage 2 Geotechnische Baugrundschnitte

Anlage 2.1 Schnitt A-A

Anlage 2.2 Schnitt B-B

Anlage 3 Einzelblattdarstellung der Baugrundaufschlüsse

Anlage 3.1 Rammkernsondierungen (4 Blatt)

Anlage 3.2 Rammsondierungen (1 Blatt)

Anlage 3.3 Schürfe (4 Blatt)

Anlage 4 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Anlage 4.1 Wassergehalt gemäß DIN EN ISO 17892-1 (1 Blatt)

Anlage 4.2 Korngrößenverteilung gemäß DIN EN ISO 17892-4 (6 Blatt)

Anlage 4.3 Fließ- und Ausrollgrenze gemäß DIN 18122 (2 Blatt)

Anlage 4.4 Proctordichte gemäß DIN 18127 (1 Blatt)

Anlage 4.5 Glühverlust gemäß DIN 18128 (3 Blatt)

Anlage 4.6 Kalkgehalt gemäß DIN 18129 (1 Blatt)

Anlage 5 Ergebnisse der chemischen Analysen - Wasser ISEGA Prüfbericht-Nr.: 3351/16 (3 Blatt)

Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

Planunterlagen:

- [1] Brandt Gerdes Sitzmann Wasserwirtschaft GmbH, Darmstadt
Hochwasserrückhaltebecken Haiger – Sechshelden; Entwurfs- und Genehmigungsplanung
 - a. Lageplan; Entwurfs- und Genehmigungsplanung; Stand: 20.02.2019
 - b. Durchlassbauwerk – Draufsicht und Längsschnitt; Entwurfs- und Genehmigungsplanung; Stand: 20.02.2019
 - c. Durchlassbauwerk – Schnitt 2-2 und Schnitt 3-3; Entwurfs- und Genehmigungsplanung; Stand: 20.02.2019
 - d. Dammquerschnitte; Entwurfs- und Genehmigungsplanung; Stand: 20.02.2019
- [2] Dreher + Deigentasch Ingenieure, Bickenbach
RÜB Sechshelden
 - a. Flächenpressung; Bodenplatte; Stand: 10.09.2017
 - b. V1 Grundriss Berechnungsgrundlage; Stand: 10.09.2017

Kartenwerke:

- [3] Geologische Karte von Hessen; Blatt 5215 - Dillenburg; M 1:25.000; 2. neubearbeitete Auflage; Wiesbaden: Hessisches Landesamt für Bodenforschung, 1970
- [4] Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
DIN EN 1998-1/NA:2011-01, Erdbebenzonenkarte
<https://www.gfz-potsdam.de/din4149-erdbebenzonenabfrage/>, abgerufen am 25.01.2018

Normen und Regelwerke:

- [5] Merkblatt über Felsgruppenbeschreibung für bautechnische Zwecke im Straßenbau; FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.; Ausgabe 1980
- [6] DIN 19700-10:2004-07 Stauanlagen – Teil 10: Gemeinsame Festlegungen; Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e. V, Stand: Juli 2004
- [7] DIN 19700-11:2004-07 Stauanlagen – Teil 11: Talsperren; Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e. V, Stand: Juli 2004
- [8] DIN 19700-12:2004-07 Stauanlagen – Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken; Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e. V, Stand: Juli 2004
- [9] Arbeitshilfe zur DIN 19700 für Hochwasserrückhaltebecken; 1. Auflage; Karlsruhe: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, September 2007

1. Vorgang

Nordwestlich der Gemeinde Haiger Sechshelden beabsichtigt der Magistrat der Stadt Haiger den Bau eines Hochwasserrückhaltebeckens.

Die Planung des Hochwasserrückhaltebeckens obliegt der Brandt Gerdes Sitzmann Wasserwirtschaft GmbH, Darmstadt (im Weiteren als BGS bezeichnet).

Die ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH, Rodgau, wurde von BGS mit der geotechnischen Baugrunderkundung sowie Gründungsberatung zu dem Durchlassbauwerk und der Dammschüttung beauftragt.

Im vorliegenden geotechnischen Bericht werden die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse dokumentiert und aus geotechnischer Sicht unter Berücksichtigung allgemeiner Baugrundinformationen bewertet. Darauf aufbauend werden Vorschläge und geotechnische Empfehlungen zur Gründung des Durchlassbauwerkes sowie Hinweise zur Bauausführung gegeben. Des Weiteren werden aus geotechnischer Sicht Hinweise zum möglichen Dammbaumaterial und dessen Einbau gegeben.

2. Geplante Maßnahme

Nordwestlich der Gemeinde Haiger Sechshelden ist gemäß [1] die Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens mit integriertem Durchlassbauwerk am von West nach Ost verlaufenden Hengstbach geplant (siehe Abbildung 1).

Für das Hochwasserrückhaltebecken am Hengstbach soll gemäß [1] ein 152 m langer Zonendamm errichtet werden, der über die gesamte Länge überströmbare konzipiert werden soll. Bei einem Stauziel (Vollstau) von 261,6 müNN und einer Gewässersohle von 254,30 müNN ergibt sich eine Dammhöhe von ca. 7,3 m im Bereich des Betriebsauslasses. Für die luftseitige Böschung des Dammes ist eine Neigung von 1:5 vorgesehen, deren Oberfläche mit einem ausreichend stabilem Oberbau zur Verringerung von Erosionserscheinungen befestigt werden soll. Die wasserseitige Böschung des Dammes ist mit einer Neigung von 1:3 vorgesehen.

Die Dammachse, die den in diesem Bereich von West nach Ost fließenden Hengstbach kreuzt, soll etwa in Nordost-Südwest-Richtung angeordnet werden. Im Aufstandsbereich des geplanten Dammes sind überwiegend landwirtschaftlich genutzte Grünflächen vorhanden.

Zur Erhaltung der ökologischen Durchgängigkeit ist ein Durchlassbauwerk mit einer lichten Breite von 6 m und einer Länge von 57 m vorgesehen. Das Durchlassbauwerk wird als offenes Trogbauwerk mit Flügelwänden und einer Stauwand, in der der Betriebs- und Notauslass angeordnet sind, ausgebildet.

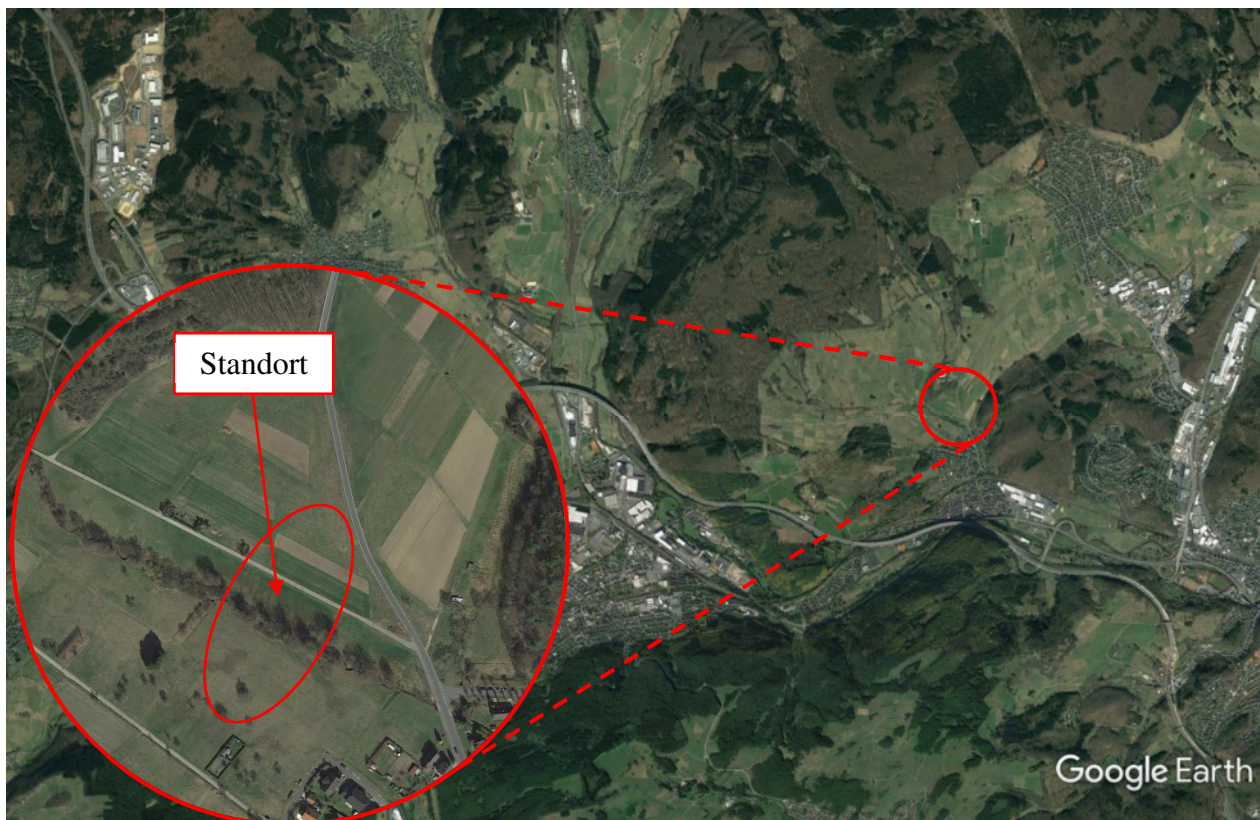


Abbildung 1: Lage des Hochwasserrückhaltebeckens [Quelle: Google Earth]

3. Baugrundverhältnisse

3.1 Baugrunderkundung

Im Zuge der geotechnischen Baugrunderkundung wurden am 23.11.2016 insgesamt 4 Kleinrammbohrungen (RKS 1/16 bis RKS 3a/16) nach DIN EN ISO 22475-1 Tab. 2 bis maximal 2,6 m unter GOK sowie eine schwere Rammsondierungen (DPH 1/16) nach DIN EN ISO 22476-2 bis 2,5 m u. GOK abgeteuft. Ergänzend wurden am 11.12.2017 insgesamt 4 Baggerschürfe (SCH 1/17 bis SCH 4/17) bis maximal 3,2 m unter GOK angelegt.

Die Lage der Sondierungen sowie der Schürfe wurde mittels GPS gestützten Vermessungsgeräts eingemessen und kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden. Abweichungen von einigen Dezimetern zur tatsächlichen Lage sind nicht auszuschließen. Hinweis: die Vermessungsarbeiten erfolgten bezogen auf mNN. Der Unterschied mNN zu müNHN – wie in den Planunterlagen BGS aufgenommen – sind aus geotechnischer Sicht zu vernachlässigen.

Die Ergebnisse der durchgeführten Rammkernsondierungen sowie Schürfe sind nach DIN 4023 als Bohrprofil in den Baugrundschnitten der Anlage 2 aufgetragen, deren Schnittführungen der Anlage 1.2 entnommen werden können. Ergänzend wurden das Schlagzahldiagramm der schweren Rammsondierung in den Schnitten der Anlage 2 aufgenommen. In der nachfolgenden Tabelle 1 bis Tabelle 3 sind der Umfang der durchgeführten Baugrundaufschlüsse bezüglich der entnommenen Bodenproben, der Höhenlage sowie deren Endteufe zusammengefasst.

Tabelle 1: Umfang der durchgeführten Rammkernsondierungen (RKS)

Aufschluss	Entnommene Proben GP	Höhe des Ansatzpunktes [m ü. NN]	Endteufe		Oberflächenbeschaffenheit
			[m u. GOK]	[m ü. NN]	
RKS 1/16	3	258,15	2,60	255,55	Auffüllung
RKS 2/16	4	255,71	1,45	254,26	Oberboden
RKS 3/16	3	259,59	1,13	258,46	Oberboden
RKS 3a/16	-	259,59	1,27	258,32	Oberboden
Summe Proben	10	Sondierlänge gesamt:	6,5	m	

Die Entnahmetiefen aller entnommenen Proben sind neben den Bohrprofilen der Anlage 3 aufgetragen.

Tabelle 2: Umfang der angelegten Baggerschürfe (SCH)

Aufschluss	Entnommene Proben GP	Höhe des Ansatzpunktes [m ü. NN]	Endteufe		Oberflächenbeschaffenheit
			[m u. GOK]	[m ü. NN]	
SCH 1/17	3	260,33	1,2	259,13	Oberboden
SCH 2/17	3	255,90	3,0	252,90	Oberboden
SCH 3/17	3	255,37	3,2	252,17	Oberboden
SCH 4/17	4	256,55	3,2	253,35	Oberboden
Summe Proben	13				

Tabelle 3: Umfang der durchgeführten schweren Rammsondierung (DPH)

Aufschluss	Höhe des Ansatzpunktes [m ü. NN]	Endteufe		Oberflächenbeschaffenheit
		[m u. GOK]	[m ü. NN]	
DPH 1/16	255,72	2,5	253,22	Oberboden

An ausgewählten Bodenproben wurden die in der Tabelle 4 und Tabelle 5 aufgeführten Laborversuche durchgeführt. Die Ergebnisse der einzelnen Laborversuche sind in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben, die Befunde sind als Anlage 4 (14 Blatt) beigelegt.

Tabelle 4: Umfang der bodenmechanischen Laborversuche (Rammkernsondierungen)

Aufschluss	Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Korngrößenverteilung DIN EN ISO 1789-4	Glühverlust DIN 18128
RKS 1/16	GP 1/2	0,3 - 2,1	X	
RKS 1/16	GP 1/3	2,1 - 2,6	X	
RKS 2/16	GP 2/2	0,2 - 1,0	X	
RKS 2/16	GP 2/3	1,0 - 1,4	X	X
RKS 3/16	GP 3/2	0,2 - 0,5	X	
RKS 3/16	GP 3/3	0,5 - 1,3	X	
Anzahl Laborversuche:			6	1

Tabelle 5: Umfang der bodenmechanischen Laborversuche (Baggerschürfe)

Aufschluss	Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Fließ- und Ausrollgrenze DIN 18122	Proctordichte DIN 18127	Glühverlust DIN 18128	Kalkgehalt DIN 18129
SCH 1/17	GP 1/1	0,0 - 0,6	X		X	
SCH 2/17	GP 2/1	0,0 - 1,4			X	
SCH 3/17	GP 3/1	0,0 - 1,4	X			X
SCH 4/17	GP 4/1	0,0 - 1,0				X
SCH 4/17	GP 4/2	1,0 - 1,7		X		
Anzahl Laborversuche:			2	1	2	2

Die entnommenen und für bodenmechanische sowie chemische Laborversuche nicht verbrauchten Bodenproben werden als Rückstellproben in unserem Labor für die Dauer von 12 Monaten gelagert.

3.2 Örtliche Geologie

Gemäß den Angaben in der geologischen Karte von Hessen, Blatt 5215 Dillenburg [3] ist der Untergrund im Bereich des geplanten Dammbauwerkes geprägt durch den Wissenbacher Schiefer der Eifel-Stufe. Der Wissenbacher Schiefer wird nach [3] aus dunkelgrauen bis graublauen Tonschiefer mit einzelnen Tuffbändern und Kalkstein-Linsen gebildet. Überlagert wird die Schieferformation von quartären Sedimenten, die in der Niederung des Bachlaufes durch Auenlehme, in Form von Lehm, schluffigen Ton und schluffigen Sand und im Bereich der seitlichen Flanken von Solifluktionsschutt, in Form von tonig bis sandigen, z. T. steinigen (Löss-)Lehm gebildet werden.

Aus dem Schnitt A-B der geologischen Karte von Hessen [3] ist ein nach Südost gerichtetes Einfallen des Wissenbacher Schiefers zu entnehmen. Gemäß [3] wird im Bereich des geplanten Dammbauwerkes eine Streichrichtung von 50° entnommen.

Bedingt durch die Faltung der Felsformation, tritt unmittelbar nordwestlich des Dammbauwerkes die Ems-Stufe zutage. Der der Kondel-Gruppe zuzuordnenden Kieselgallen-Schiefer der Ems-Stufe, wird aus dunkelgrauen bis grauen Tonschiefer mit Kieselgallen gebildet.

3.3 Schichtenbeschreibung

Auf Grundlage der Ergebnisse der durchgeführten Baugrundaufschlüsse sowie der allgemeinen Baugrundinformationen [3] wird der Baugrund von oben nach unten zusammenfassend wie folgt beschrieben:

- Anthropogen beeinflusste Böden (siehe Abschnitt 3.3.1)
- Quartäre Decklehme (siehe Abschnitt 3.3.2)
- Wissenbacher Schiefer (siehe Abschnitt 3.3.3)

Es wird darauf hingewiesen, dass die nachfolgend beschriebenen Schichtgrenzen an den jeweiligen Erkundungsstellen festgestellt wurden. In der Fläche ist jedoch mit verändertem Höhenverlauf der Schichtgrenze zu rechnen.

3.3.1 Anthropogen beeinflusste Böden

Mit den 2016 durchgeführten Rammkernsondierungen RKS 1/16, RSK 3/16 und RKS 3a/16 sowie dem 2017 durchgeführten Baggerschurf SCH 1/17 wurden zuoberst Böden angetroffen, die anthropogen beeinflusst wurden. Hierbei wurden mit der RKS 1/16 im Bankett der nördlich zum Hengstbach verlaufenden Straße ein aufgefülltes Schottermaterial festgestellt, welches als stark schluffiger, sandiger Kies angesprochen wurde. Im Bereich der Baugrundaufschlüsse RKS 3/16, RKS 3a/16 und SCH 1/17 wurden, bedingt durch die landwirtschaftliche Nutzung dieser Flächen, umgelagertes Bodenmaterial in Form von sandigem bis stark sandigem, schwach tonigem Schluff festgestellt.

In der nachfolgenden Tabelle 6 sind die Angaben zu der Höhenlage und den festgestellten Schichtmächtigkeiten der anthropogen beeinflussten Böden zusammengefasst.

Tabelle 6: Schichtgrenzen der anthropogen beeinflussten Böden

Bezeichnung	Oberkante (ca.)		Unterseite (ca.)		Mächtigkeit (ca.)
	[m u. GOK]	[m ü. NN]	[m u. GOK]	[m ü. NN]	[m]
RKS 1/16	0,00	258,15	0,30	257,85	0,30
RKS 3/16	0,00	259,59	0,20	259,39	0,20
RKS 3a/16	0,00	259,59	0,20	259,39	0,20
SCH 1/17	0,00	260,33	0,60	259,73	0,60

An entnommenen Bodenproben wurden bodenmechanische Laborversuche durchgeführt, deren Ergebnisse in der Anlage 4 des vorliegenden geotechnischen Berichtes beigelegt sind. Zusammenfassend sind die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche an den Bodenproben aus dem Horizont der anthropogen beeinflussten Böden in den nachfolgenden Tabellen aufgeführt.

Tabelle 7: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze - anthropogen beeinflusste Böden

Aufschluss/Probe		Entnahmetiefe [m u. GOK]	Konsistenzzahl I _C [-]	Plastizitätszahl I _P [%]	Benennung nach DIN 18196
SCH 1/17	GP 1/1	0,0 - 0,6	1,36	14,1	TM - UM/OU

Tabelle 8: Bestimmung des Glühverlustes - anthropogen beeinflusste Böden

Aufschluss/Probe		Entnahmetiefe [m u. GOK]	Glühverlust [%]			
			Probe A	Probe B	Probe C	Mittelwert
SCH 1/17	GP 1/1	0,0 - 0,6	4,07	4,60	4,43	4,37

Es wird auf die sehr hohe Wasserempfindlichkeit der bindigen Böden hingewiesen, d. h. dass die vorgefundenen Schluffe sehr witterungsempfindlich sind und schon bei geringer Wasserzugabe mit einer deutlichen Abnahme der Konsistenz reagieren und daher schnell Aufweichen können, sodass eine weiche und in Zusammenhang mit einer dynamischen Belastung (z. B. Baustellenbetrieb) eine breiige Konsistenz eintreten kann.

Gemäß DIN 18196 sind die anthropogen beeinflussten Böden den Bodengruppen [GU], [GU*], [UM], [UL] und [OU] zuzuordnen.

3.3.2 Quartäre Decklehme

Unterhalb der anthropogen beeinflussten Böden wurden, mit Ausnahme von SCH 1/17, quartäre Decklehme angetroffen. Hierbei wurden, unter Zugrundelegung der allgemeinen geologischen Verhältnisse sowie der unter Berücksichtigung der Bodenansprache, im Bereich der südlichen Flanke Solifluktionsschutt und entlang des Bachlaufes Auenlehme festgestellt.

Die Böden des Solifluktionsschuttes wurden mit den Rammkernsondierungen RKS 3/16 und RKS 3a/16 als Schluffe mit unterschiedlich hohen Kies- und Sandanteilen sowie brauner bis hellbrauner Färbung angetroffen. In der nachfolgenden Tabelle 9 sind die Angaben zu der Höhenlage und den festgestellten Schichtmächtigkeiten der Böden des Solifluktionsschuttes zusammengefasst.

Tabelle 9: Schichtgrenzen zu dem Solifluktionsschutt

Bezeichnung	Oberkante (ca.)		Unterkante (ca.)		Mächtigkeit (ca.) [m]
	[m u. GOK]	[m ü. NN]	[m u. GOK]	[m ü. NN]	
RKS 3/16	0,20	259,39	1,13	258,46	0,93 *
RKS 3a/16	0,20	259,39	1,27	258,32	1,07 *

Anmerkung: * - Die Angabe zur Schichtunterkante und Mächtigkeit ergeben sich aus der Erkundungsendtiefe, sodass die tatsächliche Schichtunterkante tiefer liegen und die Mächtigkeit größer sein kann.

Im Bereich des Bachlaufes wurden die Auensedimente mit den Baugrundaufschlüssen RKS 1/16, RKS 2/16 sowie SCH 2/17, SCH 3/17 und SCH 4/17 als überwiegend feinsandige, tonige, örtlich schwach feinkiesige Schluffe mit organischen Beimengungen mit brauner bis dunkelbrauner sowie braungrauer bis grauer Färbung angetroffen. In der nachfolgenden Tabelle 10 sind die Angaben zu der Höhenlage und den festgestellten Schichtmächtigkeiten der Böden des Auenlehmes zusammengefasst.

Tabelle 10: Schichtgrenzen zu dem Auenlehm

Bezeichnung	Oberkante (ca.)		Unterkante (ca.)		Mächtigkeit (ca.) [m]
	[m u. GOK]	[m ü. NN]	[m u. GOK]	[m ü. NN]	
RKS 1/16	0,30	257,85	2,10	256,05	1,80
RKS 2/16	0,00	255,71	1,40	254,31	1,40
SCH 2/17	0,00	255,90	1,40	254,50	1,40
SCH 3/17	0,00	255,37	1,40	253,97	1,40
SCH 4/17	0,00	256,55	1,70	254,85	1,70

An entnommenen Bodenproben wurden bodenmechanische Laborversuche durchgeführt, deren Ergebnisse in der Anlage 4 des vorliegenden geotechnischen Berichtes beigelegt sind. Zusammenfassend sind die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche an den Bodenproben aus dem Horizont der anthropogen beeinflussten Böden in den nachfolgenden Tabellen aufgeführt.

Tabelle 11: Bestimmung der Korngrößenverteilung

Aufschluss/Probe		Entnahmetiefe [m u. GOK]	Ton	Schluff	Sand	Kies	Benennung nach DIN 18196
		[Masse-%]					
RKS 1/16	GP 1/2	0,3 - 2,1	14,8	40,0	28,4	16,8	UL
RKS 2/16	GP 2/2	0,2 - 1,0	19,6	71,7	8,7	-	UM/TM
RKS 2/16	GP 2/3	1,0 - 1,4	13,5	62,5	23,4	0,7	UM - UL
RKS 3/16	GP 3/2	0,2 - 0,5	13,7	51,7	25,1	9,5	UL
RKS 3/16	GP 3/3	0,5 - 1,3	13,6	25,3	32,0	29,1	SU*/UL

Tabelle 12: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze - quartäre Decklehme (Auensediment)

Aufschluss/Probe		Entnahmetiefe [m u. GOK]	Konsistenzzahl I _C [-]	Plastizitätszahl I _P [%]	Benennung nach DIN 18196
SCH 3/17	GP 3/1	0,0 - 1,4	0,47	18,5	TM

Tabelle 13: Bestimmung der Proctordichte - quartäre Decklehme (Auensediment)

Aufschluss/Probe		Entnahmetiefe [m u. GOK]	Proctordichte ρ_{Pr} [g/cm ³]	Optimaler Wassergehalt [%]
SCH 4/17	GP 4/2	1,0 - 1,7	1,68	16,50

Tabelle 14: Bestimmung des Glühverlustes - quartäre Decklehme

Aufschluss/Probe		Entnahmetiefe [m u. GOK]	Glühverlust [%]			
			Probe A	Probe B	Probe C	Mittelwert
RKS 2/16	GP 2/3	1,0 - 1,4	7,57	7,60	7,47	7,55
SCH 2/17	GP 2/1	0,0 - 1,4	11,13	11,73	12,42	11,76

Tabelle 15: Bestimmung des Kalkgehaltes - quartäre Decklehme (Auensediment)

Aufschluss/Probe		Entnahmetiefe [m u. GOK]	Calcitanteil [%]	Dolomitanteil [%]	Kalkgehalt ges. [%]
SCH 3/17	GP 3/1	0,0 - 1,4	0,63	0,03	0,66
SCH 4/17	GP 4/1	0,0 - 1,0	0,68	0,04	0,72

Es wird auf die sehr hohe Wasserempfindlichkeit der bindigen Böden hingewiesen, d. h. dass die vorgefundenen Schluffe sehr witterungsempfindlich sind und schon bei geringer Wasserzugabe mit einer deutlichen Abnahme der Konsistenz reagieren und daher schnell Aufweichen können, sodass eine weiche und in Zusammenhang mit einer dynamischen Belastung (z. B. Baustellenbetrieb) eine breiige Konsistenz eintreten kann.

Gemäß DIN 18196 sind die quartären Decklehme den Bodengruppen UM, UL, TM, TL und OU zuzuordnen.

3.3.3 Wissenbacher Schiefer

Mit den tiefer reichenden Baugrundaufschlüssen wurde unterhalb der quartären Decklehme bzw. unterhalb der anthropogen beeinflussten Böden bei SCH 1/17 der Verwitterungshorizont des Wissenbacher Schiefers angetroffen. Das entfestigte bis zersetzte Felsmaterial wurde überwiegend als steiniger, sandiger, örtlich schwach schluffiger Kies mit braungrauer bis grauer Färbung angesprochen.

In der nachfolgenden Tabelle 16 sind die in den Baugrundaufschlüssen erkundeten Schichtgrenzen und daraus ergebenden Mächtigkeiten aufgeführt.

Tabelle 16: Schichtgrenzen zu dem Verwitterungshorizont des Schiefers

Bezeichnung	Oberkante (ca.)		Unterkante (ca.)		Mächtigkeit (ca.) [m]
	[m u. GOK]	[m ü. NN]	[m u. GOK]	[m ü. NN]	
RKS 1/16	2,10	256,05	2,60	255,55	0,50 *
RKS 2/16	1,40	254,31	1,45	254,26	0,05 *
SCH 1/17	0,60	259,73	0,80	259,53	0,20
SCH 2/17	1,40	254,50	2,50	253,40	1,10
SCH 3/17	1,40	253,97	2,30	253,07	0,90
SCH 4/17	1,70	254,85	3,00	253,55	1,30

Anmerkung: * - Die Angabe zur Schichtunterkante und Mächtigkeit ergeben sich aus der Erkundungsendtiefe, sodass die tatsächliche Schichtunterkante tiefer liegen und die Mächtigkeit größer sein kann

Unterhalb des ca. 1 m mächtigen Verwitterungshorizontes (im Bereich des Bachlaufes) wurde mit den durchgeführten Baggerschürfen Fels angetroffen. Bei dem Wissenbacher Schiefer handelt es sich um metamorphes Gestein, das nicht zu einer Verkarstung neigt. Bei diesen Gesteinsarten ist i.d.R. nicht mit Hohlräumen oder weitläufigen Wasserwegsamkeiten zu rechnen. Aus der Geologischen Karte [3] lassen sich ebenfalls keine Hinweise auf mögliche Störungen/Schlucklöcher o.Ä. ableiten.

Zu dem in den Erläuterungen zur geologischen Karte beschriebenen örtlich betriebenen oberflächennahen Bergbau, sind keine Informationen oder Anhaltspunkte vorhanden.

Die in den Baggerschürfen festgestellten Schichtgrenzen und daraus ergebenden Mindestmächtigkeiten des Wissenbacher Schiefers sind in der nachfolgenden Tabelle 17 zusammengefasst.

Tabelle 17: Schichtgrenzen zu dem Schiefer

Schicht 5: Fels - Schiefer

Bezeichnung	Oberkante (ca.)		Unterkante (ca.)		Mächtigkeit (ca.)
	[m u. GOK]	[m ü. NN]	[m u. GOK]	[m ü. NN]	[m]
SCH 1/17	0,80	259,53	1,20	259,13	0,40 *
SCH 2/17	2,50	253,40	3,00	252,90	0,50 *
SCH 3/17	2,30	253,07	3,20	252,17	0,90 *
SCH 4/17	3,00	253,55	3,20	253,35	0,20 *

Anmerkung: * - Die Angabe zur Schichtunterkante und Mächtigkeit ergeben sich aus der Erkundungsendtiefe, sodass die tatsächliche Schichtunterkante tiefer liegen und die Mächtigkeit größer sein kann bzw. wird.

An einer entnommenen Bodenprobe aus dem Verwitterungshorizont wurde der bodenmechanische Laborversuch zur Bestimmung der Korngrößenverteilung durchgeführt, deren Ergebnisse in der Anlage 4 des vorliegenden geotechnischen Berichtes beigelegt sind. Zusammenfassend sind die Ergebnisse zur Bestimmung der Korngrößenverteilung aus dem Verwitterungshorizont des Wissenbacher Schiefers in der nachfolgenden Tabelle 18 aufgeführt.

Tabelle 18: Bestimmung der Korngrößenverteilung –Verwitterungshorizont Wissenbacher Schiefer

Aufschluss/Probe		Entnahmetiefe	Ton	Schluff	Sand	Kies	Benennung nach
		[m u. GOK]		[Masse - %]			DIN 18196
RKS 1/16	GP 1/3	2,1 - 2,6	5,8	13,4	22,6	58,2	GU*/GT*

Aufgrund der im Zuge der Sondierarbeiten festgestellten sehr hohen Sondierwiderstände kann für das grob- bis gemischtkörnige Bodenmaterial des Verwitterungshorizontes eine dichte Lagerung abgeleitet werden.

Gemäß DIN 18196 sind die festgestellten Böden des Verwitterungshorizontes den Bodengruppen GU, GU*, GT, GT* zuzuordnen.

3.4 Bodenmechanische Kennwerte

Unter Zugrundelegung der vorliegenden Baugrundaufschlüsse sowie Erfahrungswerte aus dem Projektgebiet, werden für die einzelnen Schichten die nachfolgenden erdstatischen Rechenwerte und Bodengruppen angegeben.

In Anlehnung an die VOB – Teil C (Stand 2016) werden in Tabelle 19 und Tabelle 20, bezogen auf die nachfolgend beschriebenen Schichten, die für die zu erwartenden Baugewerke (Erdarbeiten) erforderlichen boden- und felsmechanischen Kennwerte zusammengefasst. Hierzu ist anzumerken, dass aufgrund der gewählten Aufschlussart verfahrensbedingt die angegebenen bodenmechanischen Kennwerte sowohl auf Grundlage bodenmechanischer Laborversuche als auch von Erfahrungswerten und Werten aus der Fachliteratur abgeleitet worden.

Anthropogen beeinflusste Böden – Auffüllung (Schicht 1.1)

Kies, sandig, stark schluffig; graubraune Färbung:

Bodengruppe nach DIN 18196	[GU*]
Wichte des Bodens	$\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma'_k = 10 \text{ kN/m}^3$
Ersatzreibungswinkel	$\phi'_{E,k} = 30^\circ$

Anthropogen beeinflusste Böden – umgelagerte Böden (Schicht 1.2)

Schluff, schwach sandig bis stark sandig, schwach kiesig, schwach tonig bzw. Sand, stark schluffig, schwach kiesig; braune bis dunkelbraune, rotbraune Färbung:

Bodengruppe nach DIN 18196	[UL], [OU], [SU*]
Wichte des Bodens	$\gamma_k = 17 - 19 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma'_k = 7 - 9 \text{ kN/m}^3$
Ersatzreibungswinkel (mind. steif)	$\phi'_{E,k} = 27,5 - 30^\circ$

Hinweis: Im Horizont der anthropogen beeinflussten Böden sind bei Vorhandensein von Bauschutt- und Fundamentresten Abweichungen zu den oben angegebenen Kennwerten möglich.

Solifluktionsschutt (Schicht 2.1)

Schluff, schwach sandig bis stark sandig, schwach kiesig bis stark kiesig; hellbraune bis braune Färbung:

Bodengruppe nach DIN 18196	UL, UM
Wichte des Bodens	$\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma'_k = 10 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\phi'_k = 22,5 - 27,5^\circ$
Kohäsion (steif bis halbfest)	$c'_k = 5 - 10 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul (steif bis halbfest)	$E_{S,k} = 5 - 15 \text{ MN/m}^2$

Auenlehm (Schicht 2.2)

Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig bis kiesig bzw. Ton, stark schluffig, schwach sandig bis sandig; hellbraune bis braune, graubraune Färbung:

Bodengruppe nach DIN 18196	UL, UM, OU, TL, TM, OT
Wichte des Bodens	$\gamma_k = 16 - 20 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma'_k = 6 - 10 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 17,5 - 22,5^\circ$
Kohäsion (weich bis steif)	$c'_k = 2 - 10 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul (weich-steif)	$E_{S,k} = 2 - 7 \text{ MN/m}^2$

Verwitterungshorizont des Wissenbacher Schiefers (Schicht 3.1)

Sand, schwach kiesig bis stark kiesig, örtlich schwach schluffig bzw. Kiesig, stark sandig; braune bis braune, hellbraune, graue Färbung:

Bodengruppe nach DIN 18196	SU, SE, SW/SI, GW/GI, GX
Felsgruppe/Verwitterungsgrad nach [5]	ME, VZ – VE
Wichte des Bodens	$\gamma_k = 18 - 20 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma'_k = 9 - 11 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 32,5 - 35^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_{S,k} = 50 - 70 \text{ MN/m}^2$

Wissenbacher Schiefer – Tonschiefer (Schicht 3.2)

Felsgruppe/Verwitterungsgrad nach [5]	ME, VU – VA
Wichte des Bodens	$\gamma_k = 24 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma'_k = 14 \text{ kN/m}^3$
Ersatzreibungswinkel	$\varphi'_{E,k} = 45^\circ$
Steifemodul	$E_{S,k} \geq 200 \text{ MN/m}^2$

Tabelle 19: Bodenmechanische Kennwerte zur Festlegung der Homogenbereiche

Geotechnische Kategorie GK 2						
Parameter		Schicht 1.1	Schicht 1.2	Schicht 2.1	Schicht 2.2	Schicht 3.1
Massenanteil Ton	[%]	0 - 5	0 - 15	5 - 20	5 - 20	0 - 10
Massenanteil Schluff	[%]	15 - 35	40 - 90	20 - 60	40 - 80	0 - 15
Massenanteil Sand	[%]	5 - 30	5 - 30	5 - 40	5 - 30	10 - 30
Massenanteil Kies	[%]	40 - 85	0 - 10	0 - 40	0 - 20	30 - 70
Massenanteil Steine	[%]	< 5	< 5	< 5	< 5	0 - 25
Massenanteil Blöcke	[%]	<< 5	<< 5	<< 5	<< 5	< 5
Massenanteil große Blöcke	[%]	<< 5	<< 5	<< 5	<< 5	< 5
organischer Massenanteil	[%]	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 15	0 - 1,5
nat. Wassergehalt w_n	[%]	10 - 20	10 - 25	10 - 30	10 - 100	5 - 10
Konsistenzzahl I_c	[-]	-	0,5 - >1,0	0,5 - >1,0	0,1 - 0,8	-
Plastizitätszahl I_p	[%]	-	10 - 30	10 - 30	5 - 30	-
bezogene Lagerungsdichte I_D	[%]	15 - 65	-	-	-	60 - 100
Dichte ρ	[t/m³]	1,7 - 1,9	1,7 - 1,9	1,9 - 2,1	1,6 - 2,0	1,8 - 2,0
undräßierte Scherfestigkeit c_u	[kN/m²]	5 - 10	15 - 70	10 - 40	0 - 15	0 - 10

Hinweis: Bei Vorhandensein von Bauschutt- und Fundamentresten sind Abweichungen zu den oben angegebenen Kennwerten möglich.

Tabelle 20: Felsmechanische Kennwerte zur Festlegung der Homogenbereiche

Geotechnische Kategorie GK 2		
Parameter		Schicht 3.2
genetische Einheit		metamorph
geologische Struktur		geschiefert
Korngröße	[mm]	0,002 - 0,063
Dichte ρ	[t/m³]	2,7 - 2,8
Verwitterung und Veränderungen		frisch bis verfärbt
Veränderlichkeit		veränderlich (Grad: 2)
einaxiale Druckfestigkeit	[Mpa]	< 5

Empfehlung zum Ansatz der erdstatischen Rechenwerte aus der Dammschüttung für das Durchlassbauwerk:

$$\begin{aligned}
\text{Wichte des Bodens} & \gamma_k &= & 19 - 21 \text{ kN/m}^3 \\
\text{Wichte des Bodens unter Auftrieb} & \gamma'_k &= & 10 \text{ kN/m}^3 \\
\text{Ersatzreibungswinkel} & \varphi'_{E,k} &= & 30^\circ
\end{aligned}$$

Ergänzend sind die Belastungen aus dem Verdichtungserddruck zu berücksichtigen.

Nach abschließender Festlegung der Dammbaumaterialien sind die zuvor genannten Kennwerte zu überprüfen und ggf. anzupassen.

4. Grundwasserverhältnisse

4.1 Grundwasserstände im Bereich des Baufeldes

Mit den Rammkernsondierungen RKS 1/16 und RKS 2/16 wurde am 23.11.2016 Wasser im Schicht-horizont der quartären Decklehme angetroffen. Die Sondierlöcher der Rammkernsondierungen RKS 3/16 und RKS 3a/16 wurden kein Wasser angetroffen. In der nachfolgenden Tabelle 21 sind die in den offen gebliebenen Löchern der Rammkernsondierungen festgestellten, nicht ausgespiegelter, bezogen auf m u. GOK und m ü. NN, gemessenen Grundwasserstände zusammengefasst.

Tabelle 21: Mit den Baugrundaufschlüssen angetroffene Wasserstände

Bezeichnung	Grundwasser gemessen am	Geländeoberkante [m ü. NN]	Grundwasserspiegel	
			[m u. GOK]	[m ü. NN]
RKS 1/16	23.11.16	258,15	1,00	257,15
RKS 2/16	23.11.16	255,71	0,25	255,46

Unter Berücksichtigung der oben aufgeführten hydrologischen Verhältnisse sowie unter Zugrundelegung des planmäßigen Vollstaus werden folgende Grundwasserstände empfohlen:

Bauzeitiger Grundwasserstand: $GW_{\text{Bau}} - \text{GOK}$
Bemessungswasserstand (Auftrieb): wasserseitig $GW_{\text{Max}} - 261,6 \text{ m ü. NNH (Vollstau)}$
luftseitig $GW_{\text{Max}} - \text{GOK}$

Der für den bauzeitlichen Wasserstand abgeschätzte Wert bezieht sich unter anderem auf die mit den Rammkernsondierungen gemessenen Wasserverhältnisse auf dem Baufeld. Es wird darauf hingewiesen, dass die Wasserstände jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. Es wird daher empfohlen, den Grundwasserstand weiter zu beobachten, vor Beginn der Bauarbeiten und baubegleitend zu überprüfen und die oben vorläufig abgeschätzten bauzeitlichen Grundwasserstände für die geplante Zeit der Maßnahme ggf. anzupassen.

4.2 Grundwasserchemismus gemäß DIN 4030

Zur Bestimmung der Betonaggressivität des Grundwassers wurden aus dem Rammpegel der RKS 2/16 Wasserproben entnommen und von der ISEGA Umweltanalytik, Hanau, gemäß DIN 4030 chemisch analysiert. Der Analysebericht ist als Anlage 5 (3 Blatt) beigelegt.

Das analysierte Wasser weist gemäß den Ergebnissen der chemischen Analysen Parameter-Werte auf, wodurch das entnommene Wasser gemäß DIN 4030 schwach angreifend zu bewerten ist. Als maßgebender Parameter wurde hier die hydrogencarbonat Kalklösekapazität mit $19,5 \text{ mg CO}_2/\text{l}$ ermittelt. Aus dem vorgenannten Grund wird empfohlen mindestens die Expositionsklasse XA 1 für die weiteren Planungen zugrunde zu legen.

5. Dammbauwerk

5.1 Allgemeine Hinweise

Für die Schaffung eines Retentionsraumes ist gemäß [1] der Bau eines überströmbaren Dammes vorgesehen. Die Luftseite des Dammes soll zur Verringerung von Erosionserscheinungen gemäß [1] mit einer Neigung von mindestens 1:5 und einem ausreichend stabilen Oberbau der luftseitigen Dammböschung angelegt werden. Bei der wasserseitigen Böschung ist gemäß den Angaben in [1] eine Neigung von 1:3 vorgesehen.

Im Hinblick auf den möglichen Dammaufbau, kann grundsätzlich zwischen homogenen Dämmen und Zonendämmen mit Oberflächen- oder Innendichtung unterschieden werden. Die letztendliche Festlegung des Dammtyps und der Dichtungsart ist hierbei abhängig von der erforderlichen Dammhöhe, im vorliegenden Fall gemäß [1] ca. 7,3 m, der Verfügbarkeit des Baustoffes sowie den Baukosten. Da eine Recherche zu für den Dammbau geeigneten bindigen Böden im Umfeld keine ausreichenden Massen erwarten lässt, soll der Damm als Zonendamm hergestellt werden.

5.2 Baustoffe

In Abhängigkeit des gewählten Dammtyps sind unterschiedliche Baustoffe für die Herstellung des Stützkörpers, der Dichtung, Übergangszonen, Filter und Dräns sowie der Böschungssicherung erforderlich. Hierbei müssen die Baustoffe hinsichtlich der Kornzusammensetzung, Filterstabilität, Durchlässigkeit, Scherfestigkeit, Verformungsverhalten und Verwitterungsbeständigkeit aufeinander abgestimmt sein [9]. Bei der Verwendung von Bodenmaterial sollte dieses generell umwelttechnisch unbedenklich sein.

5.2.1 Materialanforderungen für den Stützkörper

Das für den Stützkörper vorgesehene Boden- oder Felsmaterial sollte generell:

- in ausreichender Kubatur zur Verfügung stehen, damit der Stützkörper möglichst homogen mit einheitlichem Erdbaustoff hergestellt werden kann. Die Mindestchargengröße sollte 20 % der Schüttkubatur nicht unterschreiten [9];
- die Schüttung und Verdichtung von Einbaulagen mit ca. 40 cm ermöglichen, damit eine ausreichende Tragfähigkeit und hydraulische Sicherheit ermöglicht werden kann;
- eine Beständigkeit unter dem Einfluss von Sickerwasser und Luftzutritt aufweisen;
- eine gleichbleibende Kornverteilung ohne Fehlkorn aufweisen.

Bei der Verwendung von nicht bindigem Bodenmaterial, sollte nach der Verdichtung im Stützkörper der Durchlässigkeitsbeiwert k von größer 10^{-5} m/s erreicht werden, damit sich kein Porenwasserüberdruck einstellen kann. Darüber hinaus muss zur Vermeidung von ggf. schädlichen Strömungskräften der Durchlässigkeitsbeiwert ausreichend groß im Verhältnis zur Wasserspiegelsinkgeschwindigkeit sein [9].

Sofern für den Stützkörper bindiges Bodenmaterial verwendet werden soll, werden in [9] folgende gewichtsbezogene Richtwerte empfohlen:

- Steinanteil $\leq 35 \%$
- natürlicher Kalkgehalt $\leq 10 \%$
- Gehalt an organischen Stoffen $\leq 5 \%$
- Fließgrenze w_L $\leq 50 \%$
- Ausrollgrenze w_P $\leq 20 \%$
- Plastizität I_p $\geq 10 \%$
- Tongehalt $\geq 10 \%$

5.2.2 Materialanforderung für mineralische Dichtung

Wenn eine mineralische Dichtung eingebaut werden soll, sind gemäß [9] folgende gewichtsbezogene Richtwerte für das Bodenmaterial zu empfehlen:

- Steinanteil $\leq 35 \%$
- natürlicher Kalkgehalt $\leq 10 \%$
- Gehalt an organischen Stoffen $\leq 3 \%$
- Fließgrenze w_L $\leq 80 \%$
- Ausrollgrenze w_P $\leq 20 \%$
- Plastizität I_p $\geq 10 \%$
- Tongehalt $\geq 20 \%$
- Durchlässigkeitsbeiwert k $\leq 10^{-7} \text{ m/s}$

5.3 Empfehlungen zum Einbau der mineralischen Baustoffe

Der Einbau des Bodenmaterials hat stets lagenweise und verdichtend zu erfolgen. Hierbei sind die jeweiligen Einbaulagen mit einer Mächtigkeit von $\leq 30 \text{ cm}$ bei bindigen Bodenmaterial und $\leq 40 \text{ cm}$ bei nicht bindigen Bodenmaterial herzustellen. Als Richtwert für die Verdichtung ist $D_{Pr} \geq 100 \%$ anzustreben, wobei innerhalb einer Einbaulage der Verdichtungsgrad D_{Pr} von 97% nicht unterschritten werden darf. Der Luftporenanteil n_a im eingebauten Zustand darf höchstens $12 \text{ Vol.}\%$ betragen.

Bei der Verwendung von nicht bindigem Bodenmaterial wird empfohlen die Kantenlänge von Steinen auf 15 cm zu begrenzen.

Das Größtkorn bei bindigen Bodenmaterial sollte 10% der Schichtdicke nicht überschreiten, jedoch nicht größer als 80 mm sein.

5.4 Verwendbarkeit des Aushubmaterials

5.4.1 Tongehalt, Fließ- und Ausrollgrenze sowie Verdichtbarkeit

Bei den am geplanten Standort für das Durchlassbauwerk angetroffenen Auensedimente (überwiegend schwach toniger bis toniger, schwach (fein-)sandiger Schluff) wurden mittels Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 folgende Tongehalte festgestellt (vgl. auch Abschnitt 3.3.2):

Tabelle 22: Zusammenstellung Tongehalte – quartäre Decklehme (Auensedimente)

Aufschluss/Probe		Entnahmetiefe [m u. GOK]	Ton [Masse-%]
RKS 1/16	GP 1/2	0,3 - 2,1	14,8
RKS 2/16	GP 2/2	0,2 - 1,0	19,6
RKS 2/16	GP 2/3	1,0 - 1,4	13,5
RKS 3/16	GP 3/2	0,2 - 0,5	13,7
RKS 3/16	GP 3/3	0,5 - 1,3	13,6

Darüber hinaus wurde die Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122 bestimmt.

Tabelle 23: Fließ- und Ausrollgrenze – quartäre Decklehme (Auensedimente)

Aufschluss/Probe		Entnahmetiefe [m u. GOK]	Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Plastizitätszahl I_P [%]
SCH 3/17	GP 3/1	0,0 - 1,4	38,1	19,6	18,5

Die anstehenden Auensedimente der quartären Decklehme weisen somit für die Verwendung als Stützkörper einen ausreichenden Tongehalt auf, jedoch für die Verwendung als mineralische Dichtung sind die festgestellten Tonanteile zu gering. Die labortechnisch ermittelten Fließ- und Ausrollgrenzen weisen ebenfalls auf eine Eignung der anstehenden Auensedimente im Hinblick auf die Verwendung als Stützkörper hin.

Die empfohlenen Vorgaben hinsichtlich des Verdichtungsgrades ($D_{Pr} \geq 100$ %, unterer Grenzwert 97 %) können nur eingehalten werden, wenn der Wassergehalt des einzubauenden Bodens im Bereich des optimalen Wassergehalts w_{Pr} liegt. Dieser wurde an der aus dem Auensedimenten entnommenen Probe GP 2 SCH 4 zu $w_{Pr} = 16,5$ % bestimmt.

Die Auensedimente wurden überwiegend in weicher bis breiiger Konsistenz, die einen Wassergehalt von rd. 29 bis 36 % (bei RKS 2/16 57 % und SCH 2/17 101 %) haben, so dass für die Trocknung bis zum optimalen Wassergehalt eine Reduzierung des Wassergehalts um zum Teil 20 % (bei SCH 2/17 um 85 %) erforderlich wäre.

Eine ausreichende Reduzierung des Wassergehaltes mittels Lufttrocknung wird aus geotechnischer Sicht als sehr schwierig bewertet und lässt sich nur bei extrem günstiger Witterung (trocken, geringe Luftfeuchte und entsprechende Luftbewegung) durch mehrmaliges Fräsen mit leistungsfähigen Gerätschaften erreichen.

Die Trocknung des Erdbaumaterials kann durch Einfräsen von Weißfeinkalk unterstützt werden. Dafür sind entsprechende Eignungsprüfungen im Zuge der Ausführungsplanung durchzuführen, mit denen Art und Zugabemenge des Kalks sowie der erforderliche maschinentechnische Einsatz bei der Bodenverbesserung festzulegen wäre.

Breiige Schluffe mit vergleichbar sehr hohem Wassergehalt, wie bei SCH 2/17, die für den Dammkörper nicht geeignet sind, sollten beim Aushub ausgesondert werden.

5.4.2 Kalkgehalt und organische Bestandteile

Der Gehalt an Kalk wurde an Bodenmaterial der Auensedimente aus dem Schürfen SCH 3/17 und SCH 4/17 labortechnisch ermittelt (siehe Tabelle 15, Abs. 3.3.2). Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche zeigen einen Kalkgehalt von ca. 0,7 % auf, sodass das untersuchte Bodenmaterial der Auensedimente als kalkfrei einzustufen ist.

An Bodenmaterial aus der Rammkernsondierung RKS 2/16 sowie den Schürfen SCH 1/17 und SCH 2/17 wurde mit Hilfe der Bestimmung des Glühverlustes der organische Anteil ermittelt. Hierbei wurden mit ca. 7,5 % (RKS 2/16) und 11,7 % (SCH 2/17) die unter Abschnitt 5.2 empfohlenen gewichtsbezogenen Richtwerte von $\leq 5\%$ bzw. $\leq 3\%$ überschritten. An der aus dem SCH 1/17 entnommenen Probe wurde der Glühverlust zu ca. 4,4 % bestimmt und liegt somit nur geringfügig unterhalb des vorgenannten Richtwertes für die Anforderung an den Stützkörper von $\leq 5\%$. Grundsätzlich dürfte der Anteil von organischen Beimengungen mit zunehmender Entfernung zum Hengstbach abnehmen. Eine Verwendung der anhand der Laborversuche als mäßig organisch anzusprechenden Auensedimente als Baustoff für den Stützkörper dürfte - wenn überhaupt - nur anteilig möglich sein. Eine Verwendung als mineralische Dichtung ist nach den Ergebnissen der Laborversuche nicht möglich. Sofern Teilmengen des Aushubes für die Herstellung des Stützkörpers Verwendung finden sollen, sind Schluffe mit erkennbaren organischen Substanzen, die für den Dammbau nicht geeignet sind, beim Aushub zu separieren.

Für die Herstellung des Stützkörpers geeignete Böden sind beim Aushub zu separieren, auf Mieten zwischenzulagern und vor ungünstigen Witterungseinflüssen sowie vor Vernässung (insbesondere nach der Wassergehaltsverminderung) zu schützen.

5.5 Hinweise und Empfehlungen zur Herstellung des Erdplanums

Aufgrund der festgestellten Baugrund- und Wasserverhältnisse werden aus geotechnischer Sicht für die Herstellung des Erdplanums des Dammbauwerkes nachfolgende Hinweise sowie zusätzliche Maßnahmen empfohlen:

- Der Aushub sollte aufgrund der überwiegend bindig geprägten Böden rückschreitend und mit glatter Schneide erfolgen. Darüber hinaus ist das Wurzelwerk von vorhandenen Bäumen und Büschen komplett zu entfernen.
- Überprüfung der Zusammensetzung und Mächtigkeit (z. B. durch Sondierung oder Schurf) an der Gründungssohle anstehenden Böden durch einen Baugrundsachverständigen.
- Aufgrund der vergleichbar großen Fläche wird ein großflächiger Austausch von nicht tragfähigen und aufgeweichten bindigen Böden als unwirtschaftlich erachtet, sodass eine Bodenverbesserung/-stabilisierung durch Einbringung eines Kalk-Zement-Gemisches – sofern dies hinsichtlich umwelttechnischer Aspekte zulässig ist – als zielführend erachtet wird. Sofern lokal organisches Material angetroffen wird, ist dieses Auszuheben. Der dabei entstandene Mehraushub sollte im Zuge der Bodenverbesserung/-stabilisierung mit geeignetem Aushubmaterial lagenweise (max. 0,3 m) verfüllt werden.
- Verdichtungsmaßnahmen sollten aufgrund der bindigen Böden ausschließlich statisch erfolgen.
- Um eine Vernässung während der Bauausführung zu vermeiden, sollten Entwässerungsgräben, die mit Pumpensäumpfen verbunden sind, angelegt werden.
- Aufgeweichte, nicht tragfähige (bindige) Böden im Planum bzw. der Dammaufstandsfläche sind zu entfernen und gegen ein umwelttechnisch unbedenkliches, verdichtbares und tragfähiges Mineralgemisch auszutauschen. Ggf. anstehende aufgelockerte gemischtkörnige oder rollige Böden sind nachzuverdichten.

5.6 Zusammenfassung zur Verwendbarkeit der Aushubböden

Die vorhandenen Auensedimente dürften aufgrund ihrer organischen Bestandteile nur anteilig und nach Konditionierung für die Herstellung des Stützkörpers geeignet sein.

Der Aufwand für die Konditionierung steigt mit zunehmendem Wassergehalt bzw. abnehmender Konsistenz an, sodass eine zusätzliche Gewinnung von geeigneten Dammbaumaterialien aus dem Einstaubereich als nicht zielführend erachtet wird. Unabhängig hiervon ist der anfallende Aushub im Zuge der Herstellung des Erdplanums hinsichtlich der möglichen Eignung als Dammbaumaterial zu bewerten und wie zuvor beschrieben zu separieren und in geeigneter Weise zwischenzulagern.

5.7 Standsicherheitsnachweise des Dammquerschnitts

Die Dammgeometrie, d.h. insbesondere die Neigung der wasser- und luftseitigen Böschungswinkel sowie die Dammaufstandsfläche innerhalb des Verwitterungs- bzw. Felshorizontes sind so gewählt worden, dass die erforderlichen Nachweise zur Standsicherheit bei Verwendung von im Dammbau üblichen Materialien mit den erforderlichen Sicherheiten/Ausnutzungsgraden geführt werden können. Nach Festlegung der zum Dammbau vorgesehenen Materialien und Bestimmungen der jeweiligen Materialkennwerte im eingebauten Zustand sind die erforderlichen Nachweise im Grenzzustand der Tragfähig- und Gebrauchstauglichkeit zu führen.

6. Gründungsempfehlung Durchlassbauwerk

Unter Voraussetzung der vorgenannten Hinweise und Maßnahmen zur Herstellung des Planums/der Dammaufstandsfläche werden für die Gründung des Durchlassbauwerkes nachfolgende Empfehlungen gegeben.

Das Baufeld liegt nach Auskunft [4] außerhalb einer Erdbebenzone.

Aus den vorliegenden Planunterlagen [1] ist zu entnehmen, dass die Gründungssohle zu dem geplanten Durchlassbauwerk zwischen 251,9 müNNH und 252,5 müNNH liegen dürfte.

In diesem Tiefenbereich wurden mit den Baugrundaufschlüssen z. T. Restmächtigkeiten des Verwitterungshorizontes zu dem Wissenbacher Schiefer angetroffen, der vom Festgestein des Wissenbacher Schiefers unterlagert wird.

Aus geotechnischer Sicht sind für die geplante Flachgründung die nachfolgenden zusätzlichen Maßnahmen beim Freilegen der Gründungssohle zu beachten:

- Aufgelockertes Felsgestein sowie ggf. anstehende nicht tragfähige Böden sind vor Einbau der Sauberkeitsschicht mit einem umwelttechnisch unbedenklichen, gut tragfähigen und gut verdichtbaren Mineralgemisch, vergleichbar den Bodengruppen SW/SE/GW/GE mit einem Feinkornanteil $\leq 0,06$ mm von weniger als 5 %, zu ersetzen. Das Ersatzmaterial ist lagenweise (max. 30 cm) und mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100$ %) einzubauen.
- Der Übergangsbereich vom Durchlassbauwerk zu dem Erdkörper des Dammbauwerkes (Flügelwände) sowie der Übergangsbereich zwischen Gründungssohle und Bauwerk sind mit besonderer Sorgfalt herzustellen, um Um- bzw. Unterläufigkeiten zu vermeiden. Ggf. sind konstruktive bauliche Zusatzmaßnahmen, wie z. B. eine Querwand, herzustellen.

Unter Berücksichtigung der oben genannten zusätzlichen Maßnahmen und Empfehlungen kann folgender Bettungsmodul angesetzt werden:

$$k_s = 15 \text{ MN/m}^3$$

Wenn die Bodenplatte des Durchlassbauwerkes unter Ansatz des oben genannten Bettungsmoduls bemessen wird, werden unter Ansatz der gemäß [2] erwartenden Bodenpressungen folgende mittlere Setzungen erwartet:

$$s_{\text{wahrscheinlich}}: 1 - 2 \text{ cm}$$

$$s_{\text{möglich}}: < 3,5 \text{ cm}$$

Wir weisen darauf hin, dass die unter Zugrundelegung der o. g. zulässigen Bodenpressungen sich rechnerisch ergebenden Setzungen größer sein können als die tatsächlich zu erwartenden Setzungen.

7. Sicherung und Trockenhaltung der Baugruben

Die Gründungssohle des Durchlassbauwerkes sowie der ggf. erforderlichen Innendichtung, also die Aushubsohle der Baugrube kommt deutlich tiefer zu liegen, als die mit den Rammkernsondierungen (temporäre Grundwassermessstelle) angetroffene Druckhöhe des Grundwassers. Selbst unter günstigsten Witterungsbedingungen dürfte die Druckhöhe des Grundwassers deutlich höher anstehen als die Gründungssohle. Bei der Planung der Baugrubensicherung und deren Trockenhaltung sollte vorläufig von einer Druckhöhe des Grundwassers bis zur GOK ausgegangen werden.

Grundsätzlich wäre bei der geschätzten Tiefenlage der Aushubsohle des Durchlassbauwerkes (ca. 3 m u. GOK) eine Baugrubensicherung mittels Böschungen möglich, wenn das Grundwasser vorab ausreichend tief abgesenkt und der Bachlauf des Hengstbaches temporär umgelegt wird. Mit einer geschlossenen Wasserhaltung (z. B. mit an Vakuumanlagen anzuschließenden, erforderlichenfalls gestaffelt anzuordnende Lanzen) und eine offene Wasserhaltung (im Felshorizont) kann voraussichtlich eine ausreichende Absenkung des Grundwassers erreicht werden. Wenn das Grundwasser ausreichend tief abgesenkt wird, muss nach DIN 4124 bei einer Baugrubentiefe bis 5 m kein statischer Nachweis der Baugrubensicherung vorgelegt werden, sofern folgende Böschungsneigungen (zulässig) nicht überschritten werden:

Auenlehm, weich bis steif: $\beta = 45^\circ$

Auf einen statischen Nachweis von Böschungen kann nach DIN 4124 verzichtet werden, wenn folgende Randbedingungen eingehalten werden und weiteren Vorgaben der DIN 4124 erfüllt sind:

- der Wasserspiegel liegt tiefer als die Aushubsohle,
- ein Schutzstreifen von 60 cm neben der Böschungskante wird lastfrei gehalten
- die Abstände von der Böschungskante bis zur Außenkante von Aufstandsflächen
 - a) bei Baumaschinen und Baugeräten bis 12 t: mindestens 1 m beträgt
 - b) bei Baumaschinen und Baugeräten über 12 t bis 40 t: mindestens 2 m beträgt
- die o.g. zulässigen Böschungswinkel nicht überschritten werden

Sofern im unmittelbaren Bereich der Böschungskronen ein Kran aufgestellt werden soll oder die Flächen neben der Böschungskrone als Lagerflächen genutzt werden sollen, sind für die Böschung besondere erdstatische Nachweise nach DIN 4084 zu führen.

Grundsätzlich wäre es auch möglich, mit einer um die Baugrube herum einzubauenden horizontal dichten Baugrubenumschließung den seitlichen Zulauf von Grundwasser zu vermindern (hiermit könnte dann der Aufwand zur Trockenhaltung der Baugrube mittels einer Wasserhaltung reduziert werden). Der Abstand zur Böschungskrone sollte so gewählt werden, dass für die Böschung mit Gleitflächen, die die horizontal wasserdichte Baugrubenumschließung berühren, eine ausreichende Standsicherheit nachweisbar ist. Sofern zusätzlich ein Wall (kleiner Damm) aus bindigen oder gemischtkörnigen Materialien (z. B. Aushubmaterial) aufgeschüttet wird, könnte für die Bauzeit auch ein Schutz gegen ein kurzzeitig auftretendes Hochwasser hergestellt werden.

Es wird empfohlen im Zuge der Ausführungsplanung die Vorgaben bezüglich Baugrubensicherung (Einbau und Bemessung) und Trockenhaltung der Baugrube (Grundwasserhaltung, Grundwasserentspannung, dabei anfallende Wassermengen) in Abstimmung mit dem Planungsbüro zu spezifizieren.

8. Geotechnische Hinweise zur Bauausführung

Die sich aus einem Hochwasserfall ergebenden Risiken sollten bei der Bauausführung berücksichtigt werden. Falls die Bauarbeiten bei unbeständiger Wetterlage ausgeführt werden sollen, empfehlen wir die Baugrube entweder so auszubilden, dass ein Schutz gegen Hochwasser gegeben ist oder dass kurzfristig ein Schutz eingebaut werden könnte.

Besonders schützenswerte Materialien und umweltschädigende Stoffe sollten so gelagert werden, dass bei einem Hochwasserfall keine Schäden entstehen.

Für Lagerflächen und die Aufstellung eines Kranes sind ausreichende Abstände (DIN 4124) zu beachten. Bei den Abständen sollte berücksichtigt werden, dass die Aushubsohle ggf. durch erforderliche Bodenaustauschmaßnahmen (z. B. durch Einbringen von Material, welches von dem o. a. Material abweicht) auch tiefer liegen könnte.

Es wird auf die sehr hohe Wasserempfindlichkeit der bindigen Böden hingewiesen, d. h. dass die vorgefundenen Schluffe schon bei geringer Wasserzugabe mit einer deutlichen Abnahme der Konsistenz reagieren und schnell aufweichen können, sodass eine weiche und in Zusammenhang mit einer dynamischen Belastung (z. B. Baustellenbetrieb) eine breiige Konsistenz eintreten kann.

Die beim Aushub anfallenden bindigen Böden sind für den generellen Wiedereinbau in Bereichen mit geplanter Oberflächenbefestigung nicht und in Bereichen mit geringen Anforderungen an die Tragfähigkeit nur bedingt geeignet. Auch bei Einbau bindiger Böden in Bereiche mit untergeordneter/geringer Anforderung an die Tragfähigkeit, können zusätzliche Maßnahmen zur Aufbereitung/Konditionierung erforderlich werden.

Auch wenn für den Dammkronenweg Anforderungen bzgl. der Tragfähigkeit/Befahrbarkeit wichtig sind, wird empfohlen aufgrund der Sicherstellung des Stauziels ein Mineralgemisch als Unterbau zu verwenden, das eine geringe Wasserdurchlässigkeit aufweist. Hierbei würde sich z.B. ein mit Ben-

tonit vergütetes Mineralgemisch (Schotter 0/32) anbieten auch wenn sich durch die Beimengung des Bentonits die Tragfähigkeit ggf. verringern sollte. Alternativ wäre auch der Einbau eines bindigen Bodens der durch Kalk-Zementzugabe soweit konditioniert wird, dass auch die erforderliche Tragfähigkeit für Überfahrungen gegeben ist. Mit der Materialauswahl ist sicherzustellen, dass der Dammkronenweg ein zuverlässiger Bestandteil des Abdichtungssystems ist.

Hinsichtlich der Herstellung der planmäßigen Dammoberkante sind je nach zum Einbau gekommenen Materialien Konsolidierungsvorgänge zu beachten, sodass ggf. eine Überhöhung bei der Herstellung berücksichtigt werden sollte.

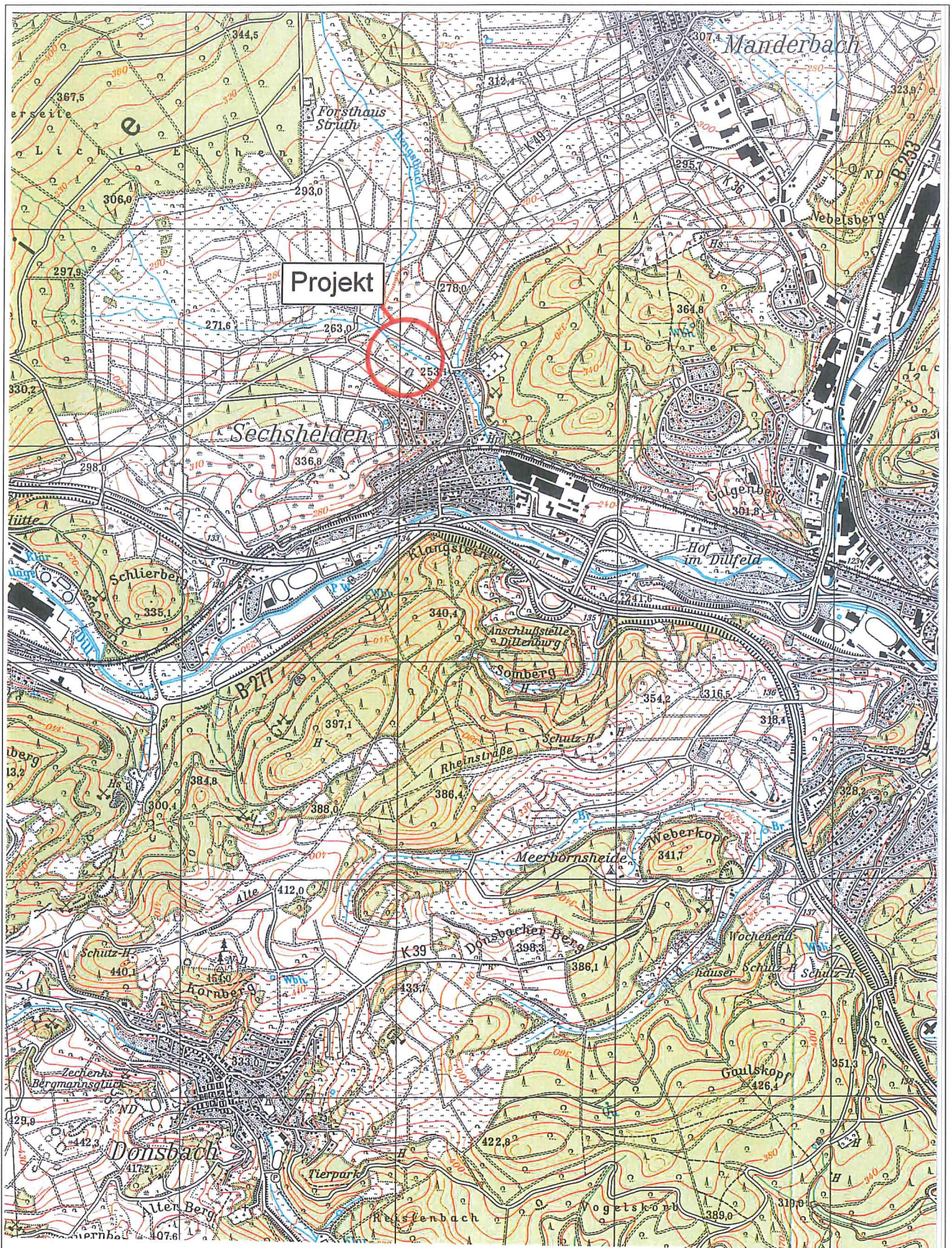
Die vorgenannten Empfehlungen sind nach Fortschreibung der Planung, insbesondere nach Festlegung der Dammbaumaterialien zu überprüfen und ggf. anzupassen.



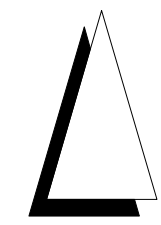
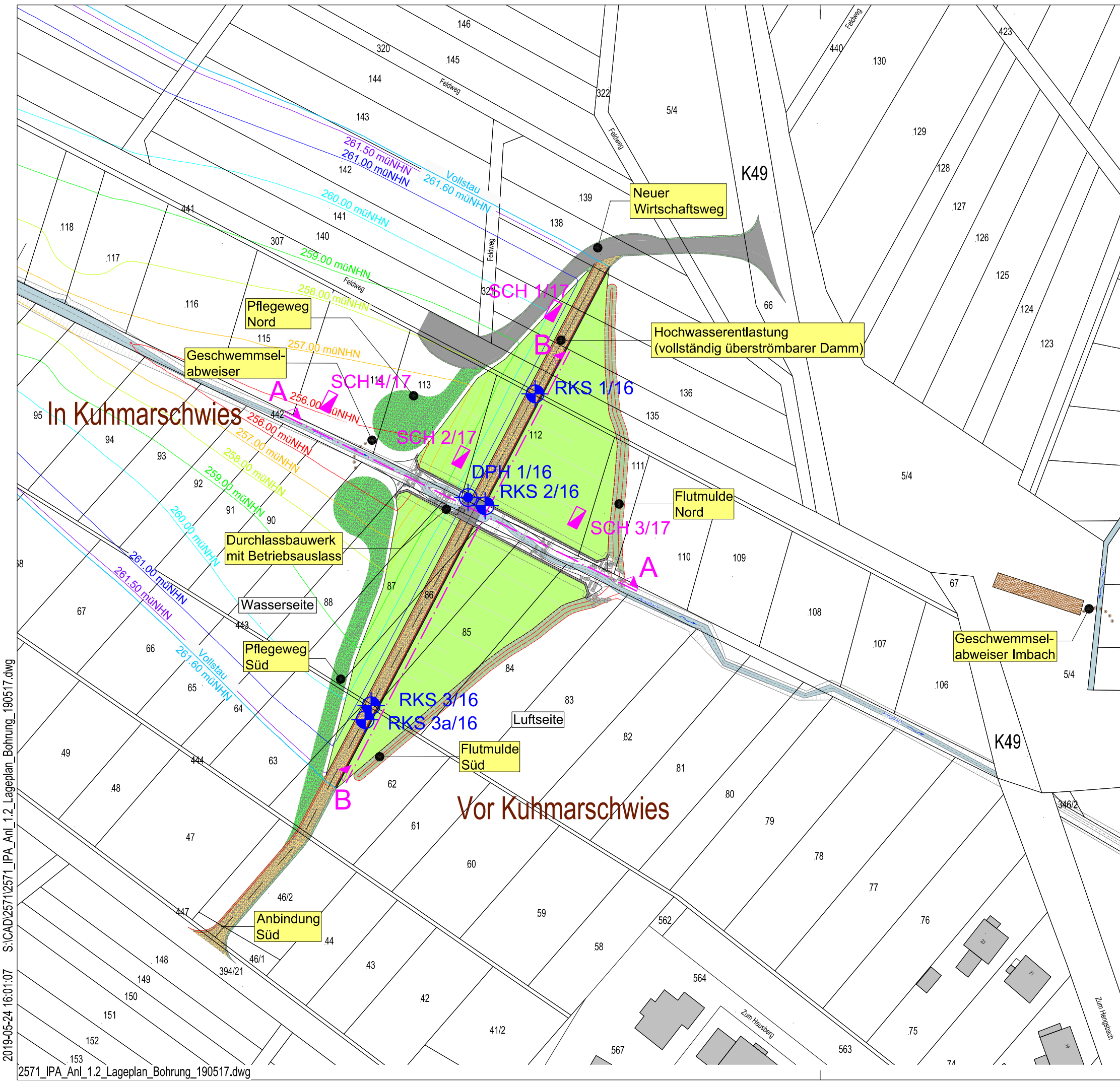
Dipl.-Ing. J. Teschke



B. Sc. J. Kaminski



Bauherr: Magistrat der Stadt Haiger		Projekt: HRB Haiger Sechshelden	
ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH Ferdinand-Porsche-Ring 1 63110 Rodgau Telefon: 06106/26993-0 Fax: 06106/26993-77			
gez.: Ma	Übersichtslageplan		Datum: Mai 2019
Maßstab: 1 : 25.000			Anlage: 1.1
Auftragsnr.: 2571-PA			



Legende Aufschlüsse:

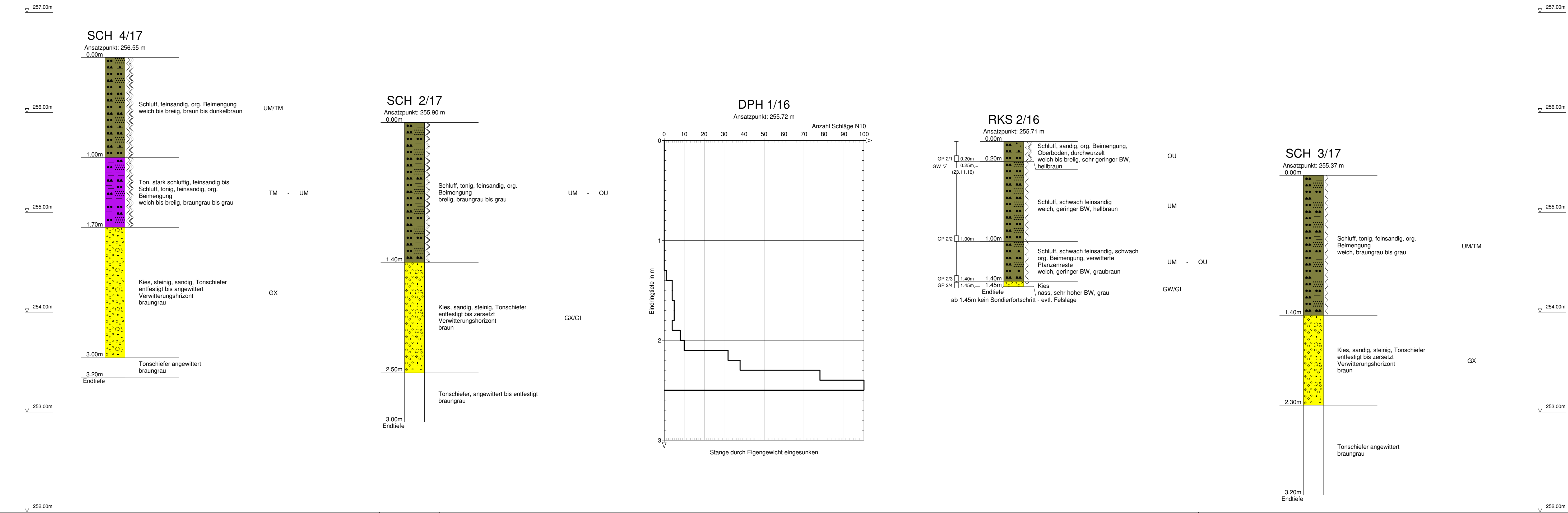
- RKS 1/16 Rammkernsondierung aus 2016
- DPH 1/16 schwere Rammsonde aus 2016
- SCH 1/17 Schürfe aus 2017
- geotechnischer Schnitte

Plangrundlage [1]

Bauherr: Magistrat der Stadt Haiger		Projekt: HRB Haiger Sechshelden	
ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH Ferdinand-Porsche-Ring 1 63110 Rodgau Telefon: 06106/26993-0 Fax: 06106/26993-77			
gez.: Ma	Lageplan mit Lage der Baugrundaufschlüsse		Datum: Mai 2019
Maßstab: 1 : 1.000			Anlage: 1.2
Auftragsnr.: 2571-PA			

S:\CAD\2571\2571_IPA_An_1.2_Lageplan_Bohrung_190517.dwg
2019-05-24 16:01:07
2571_IPA_An_1.2_Lageplan_Bohrung_190517.dwg

Schnitt A - A



Legende

fs= feinsandig	G= Kies	o = org. Beimengung	s = sandig
U= Schluff u = schluffig	x = steinig	T = Ton t = tonig	

Proben	Wasserstände	Beschaffenheit nach DIN 4023	Verwitterungsstufen
Sonderprobe	GW ▽ GW angebohrt	⋈ nass halbfest ⋮ locker	schwach verwittert
Gestörte Probe	GW ▽ Änderung des WSP	⋈ breiig fest ⋮ mitteldicht	mäßig-stark verw.
Kernprobe	GW ▽ Ruhewasserstand	⋈ weich klüftig ⋮ dicht	vollständig verw.
Wasserprobe	SW ▽ Sickerwasser	⋈ steif ⋮ sehr dicht	

geringer/mittlerer/hoher BW - Bohrwiderstand

Abstände der Bohrprofile unmaßstäblich!

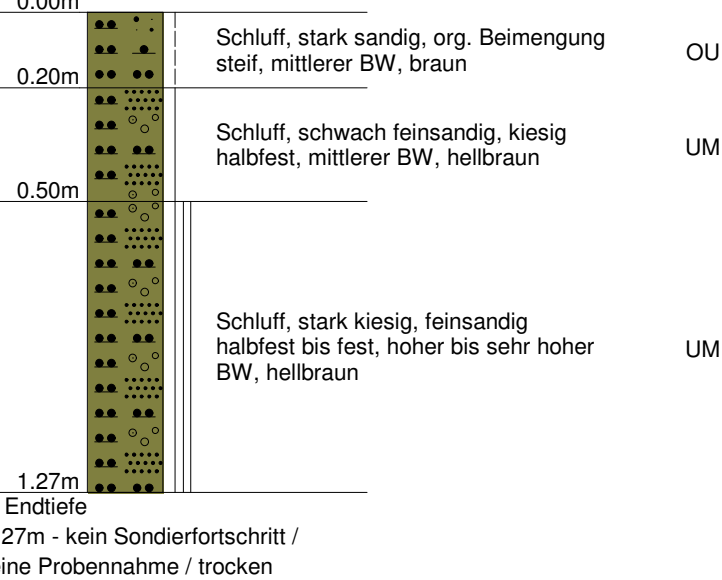
	ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH Ferdinand-Porsche-Ring 1 63110 Rodgau		
	AG / Bauherr: BGS Wasserwirtschaft GmbH		
	Bauort: Haiger Sechshelden		
	Bauvorhaben: Hochwasserrückhaltebecken		
	Bauteil: Baugrund		
Bearb.-Nr.: 2571-PA			
Maßstab: 1:20	Datum: Mai 2019	Planbez.: Geotechnischer Schnitt A-A	
Bearbeiter: PA	Mai 2019	Plan: 2.1	
Gezeichnet: Vo	Mai 2019		
Blattgröße: 1000 x 297 mm			

Schnitt B - B

260.00m

RKS 3a/16

Ansatzpunkt: 259.59 m



259.00m

258.00m

257.00m

256.00m

255.00m

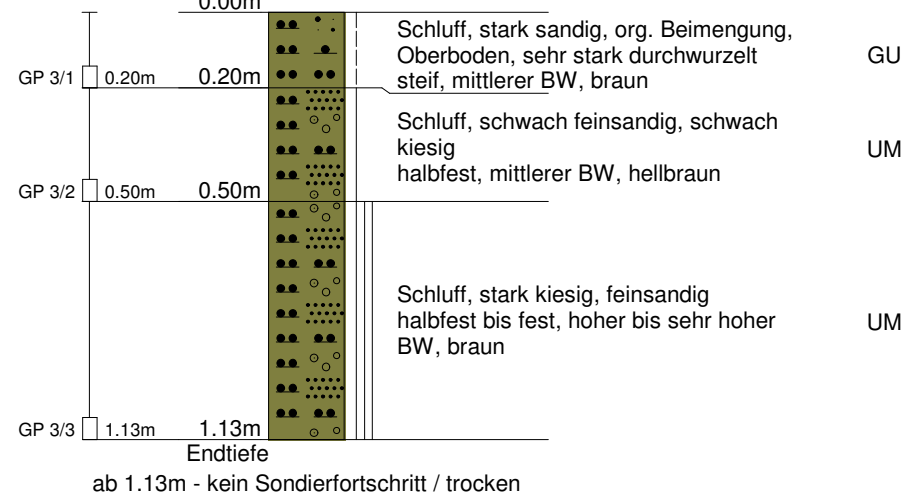
254.00m

253.00m

252.00m

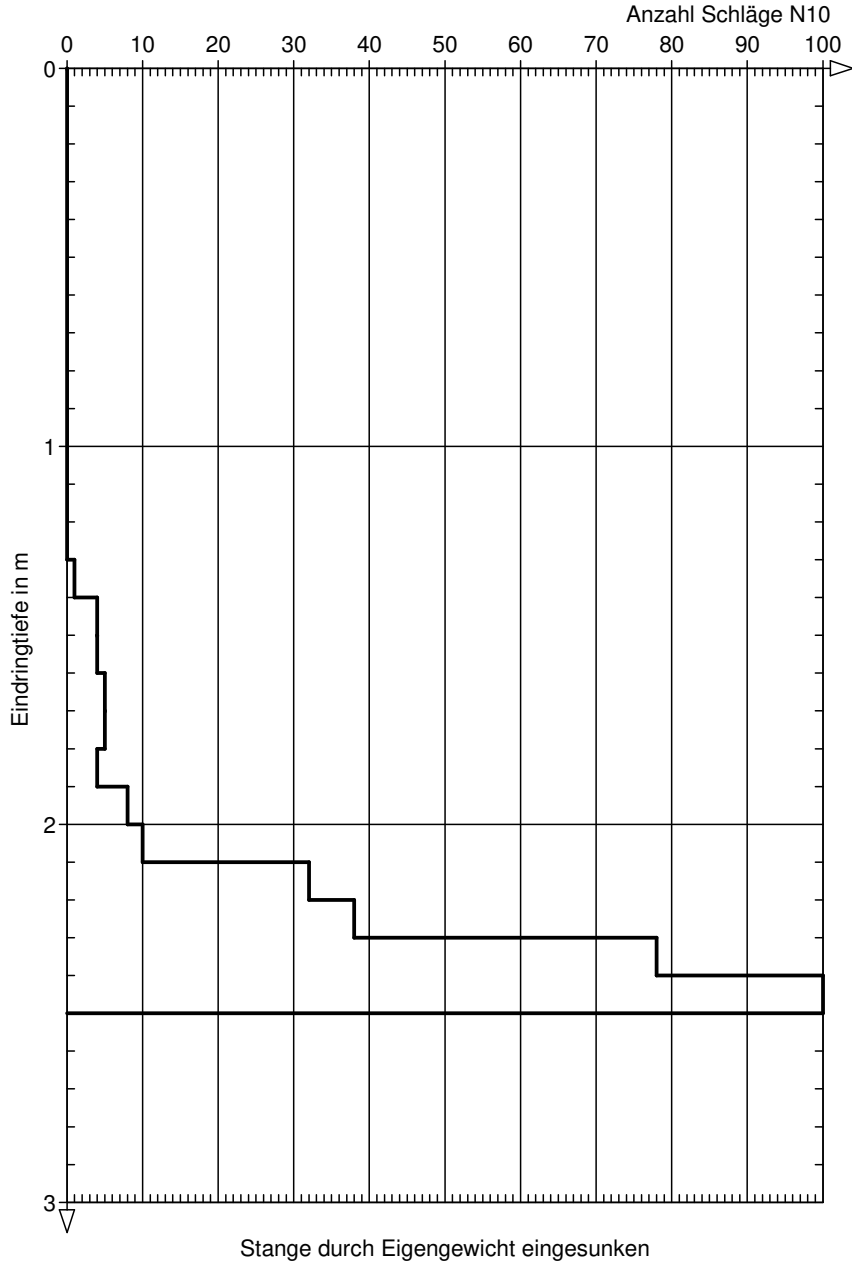
RKS 3/16

Ansatzpunkt: 259.59 m



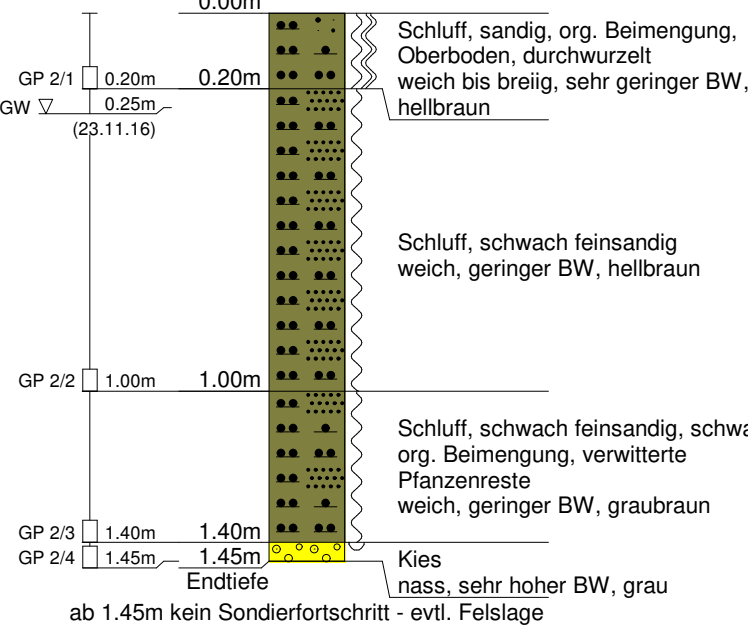
DPH 1/16

Ansatzpunkt: 255.72 m



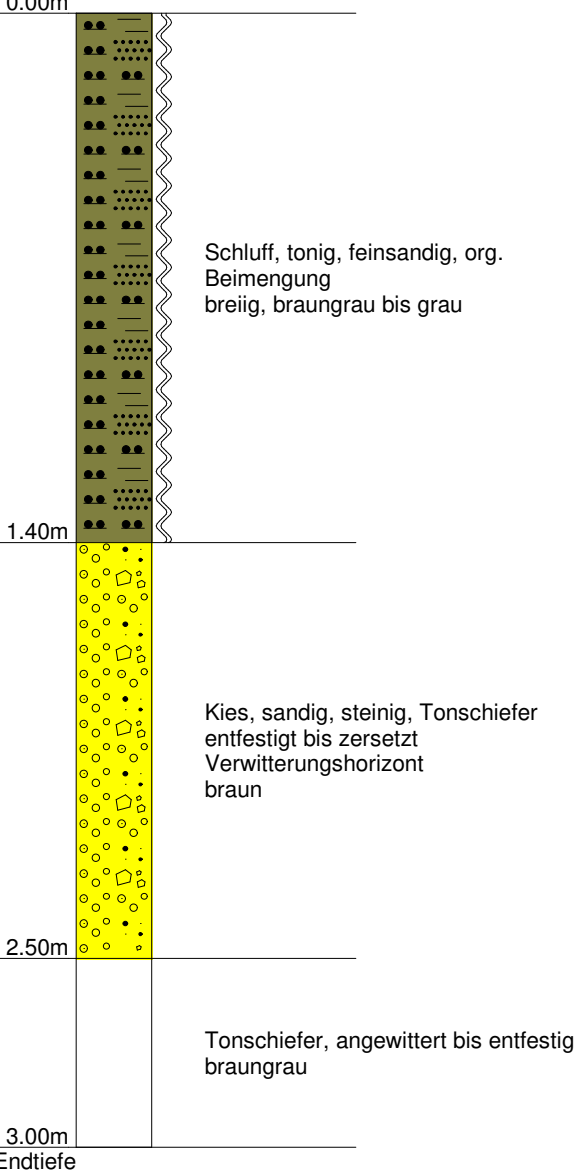
RKS 2/16

Ansatzpunkt: 255.71 m



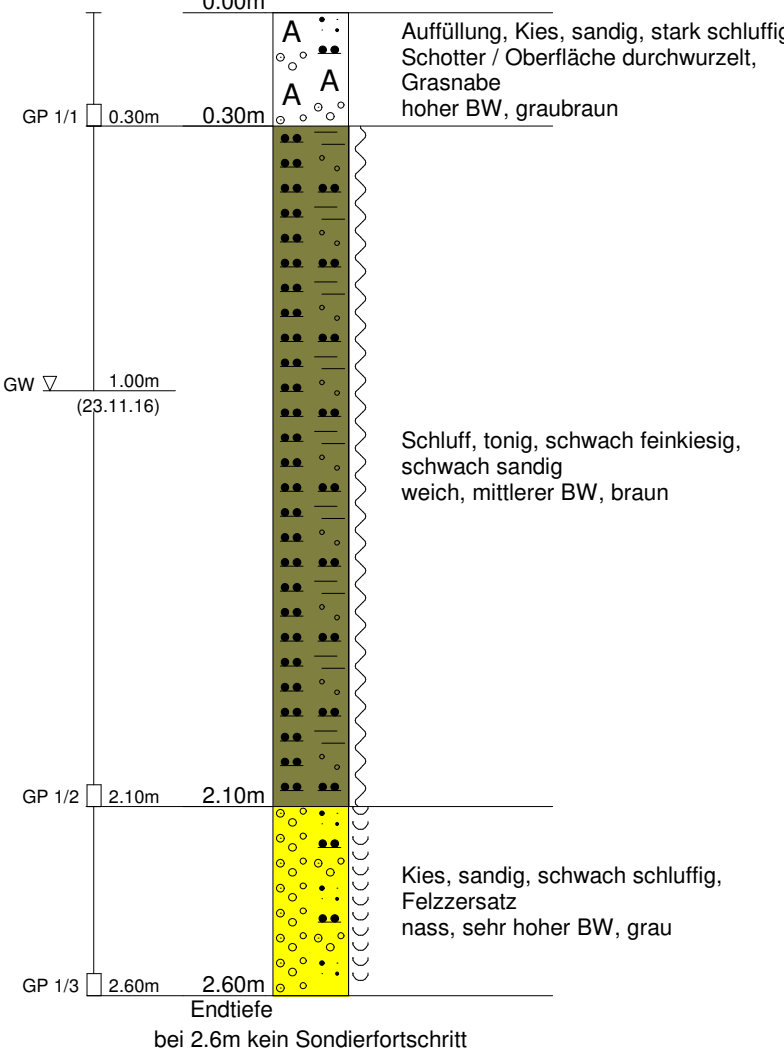
SCH 2/17

Ansatzpunkt: 255.90 m



RKS 1/16

Ansatzpunkt: 258.15 m



Legende

	A = Auffüllung		fg = feinkiesig		fs = feinsandig		G = Kies
	o = org. Beimengung		s = sandig		U = Schluff		g = kiesig
	t = tonig				u = schluffig		x = steinig

Proben	Wasserstände	Beschaffenheit nach DIN 4023	Verwitterungsstufen
	GW ▽ GW angebohrt	nass	schwach verwittert
	GW ▽ Änderung des WSP	breiig	mäßig-stark verw.
	GW ▼ Ruhewasserstand	weich	vollständig verw.
	SW ▽ Sickerwasser	steif	sehr dicht

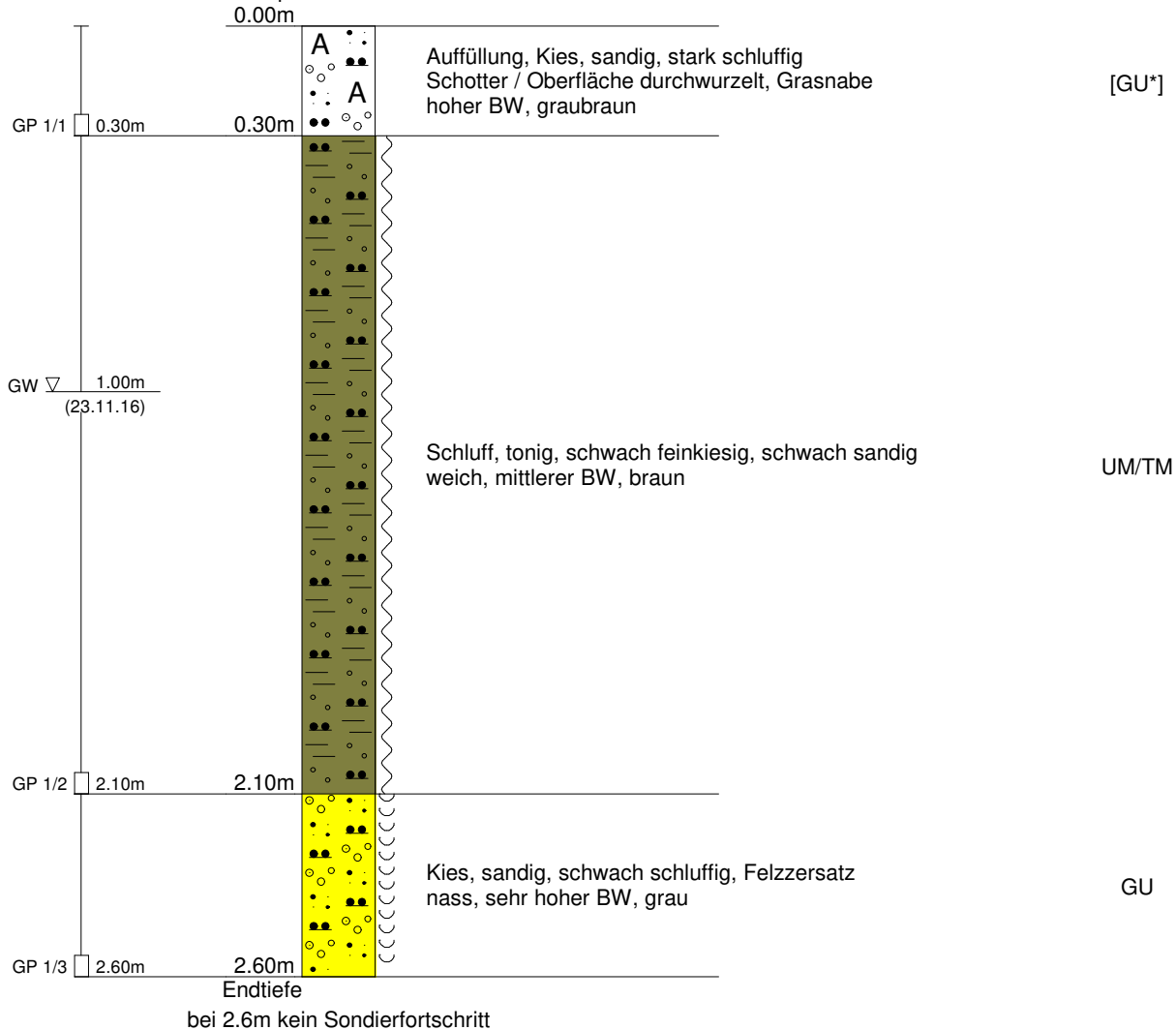
geringer/mittlerer/hoher BW - Bohrwiderstand

Abstände der Bohrprofile unmaßstäblich!

	ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH Ferdinand-Porsche-Ring 1 63110 Rodgau		
	AG / Bauherr: BGS Wasserwirtschaft GmbH		
	Bauort: Haiger Sechshelden		
	Bauvorhaben: Hochwasserrückhaltebecken		
	Bauteil: Baugrund		
Bearb.-Nr.: 2571-PA			
Maßstab: 1:20	Datum: Mai 2019	Planbez.: Geotechnischer Schnitt B-B	
Bearbeiter: PA	Mai 2019	Plan: 2.2	
Gezeichnet: Vo	Mai 2019		
Blattgröße: 1200 x 450	mm		

RKS 1/16

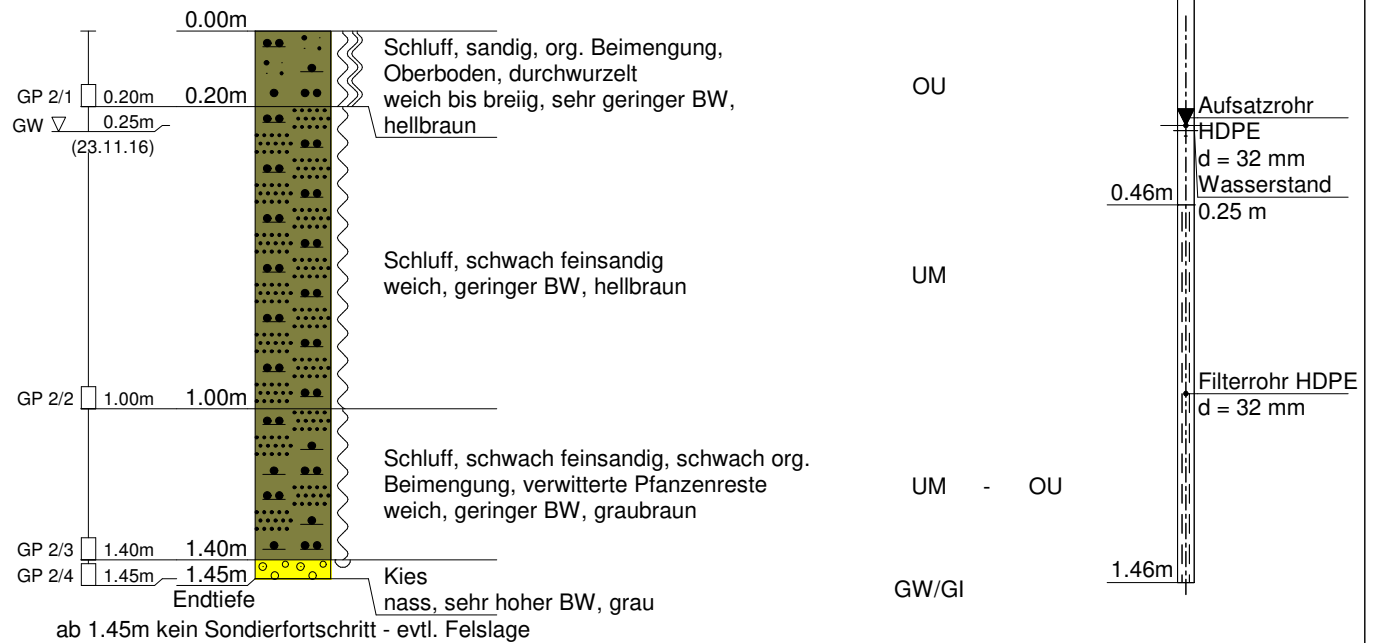
Ansatzpunkt: 258.15 mNN



RKS 2/16

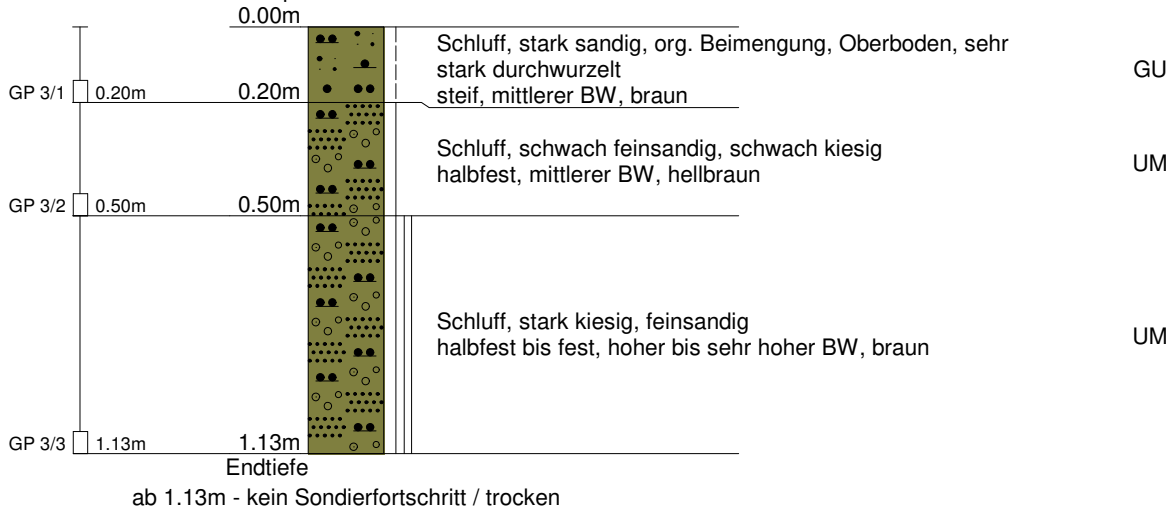
Ansatzpunkt: 255.71 mNN

Pegelausbau



RKS 3/16

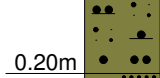
Ansatzpunkt: 259.59 mNN



RKS 3a/16

Ansatzpunkt: 259.59 mNN

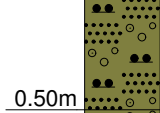
0.00m



Schluff, stark sandig, org. Beimengung
steif, mittlerer BW, braun

OU

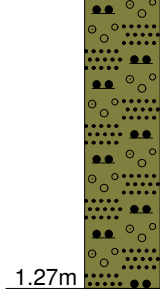
0.20m



Schluff, schwach feinsandig, kiesig
halbfest, mittlerer BW, hellbraun

UM

0.50m



Schluff, stark kiesig, feinsandig
halbfest bis fest, hoher bis sehr hoher BW, hellbraun

UM

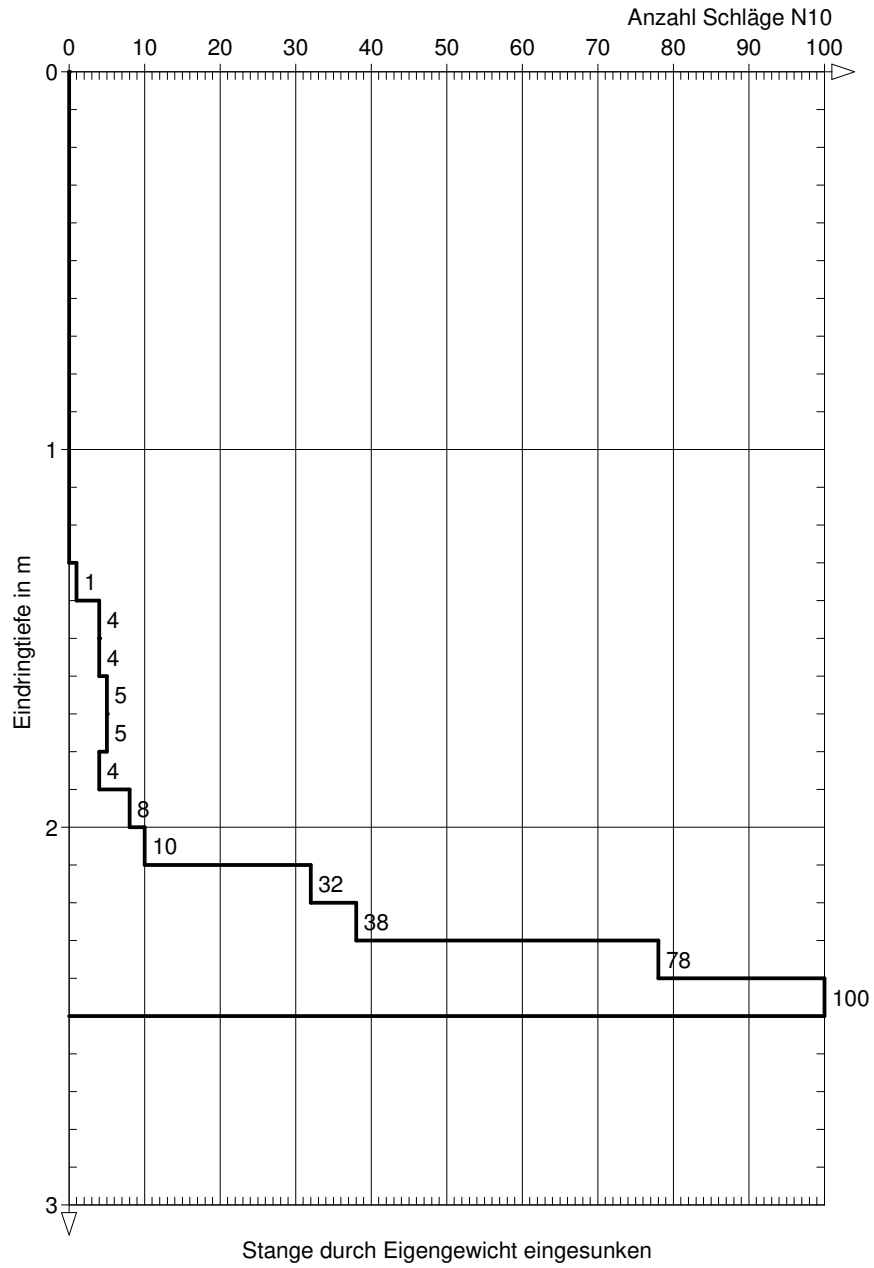
1.27m

Endtiefe

ab 1.27m - kein Sondierfortschritt /
keine Probennahme / trocken

DPH 1/16

Ansatzpunkt: 255.72 mNN



SCH 1/17

Ansatzpunkt: 260.33 mNN

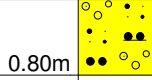
0.00m



Schluff, feinsandig, schwach tonig, org. Beimengung,
Oberboden
steif, dunkelbraun

UM/TM

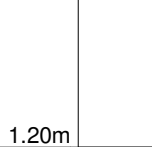
0.60m



Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig, steinig,
Tonschiefer entfestigt
Verwitterungshorizont
braungrau

GX - GU

0.80m



Tonschiefer, unverwittert bis angewittert
braungrau

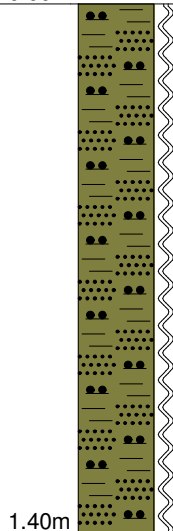
1.20m

Endtiefe

SCH 2/17

Ansatzpunkt: 255.90 mNN

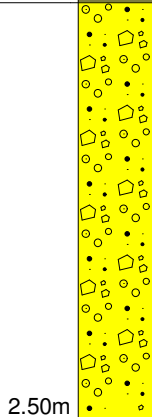
0.00m



Schluff, tonig, feinsandig, org. Beimengung
breig, braungrau bis grau

UM - OU

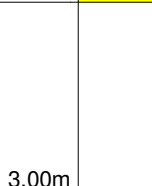
1.40m



Kies, sandig, steinig, Tonschiefer entfestigt bis zersetzt
Verwitterungshorizont
braun

GX/GI

2.50m



Tonschiefer, angewittert bis entfestigt
braungrau

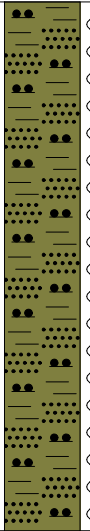
3.00m

Endtiefe

SCH 3/17

Ansatzpunkt: 255.37 mNN

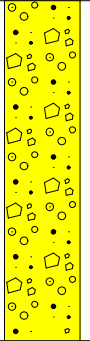
0.00m



Schluff, tonig, feinsandig, org. Beimengung
weich, braungrau bis grau

UM/TM

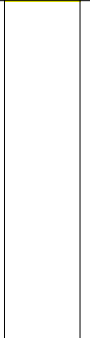
1.40m



Kies, sandig, steinig, Tonschiefer entfestigt bis zersetzt
Verwitterungshorizont
braun

GX

2.30m



Tonschiefer angewittert
braungrau

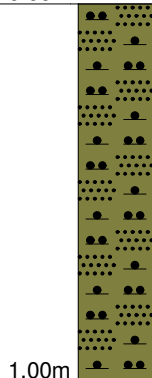
3.20m

Endtiefe

SCH 4/17

Ansatzpunkt: 256.55 mNN

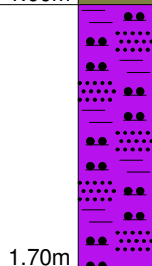
0.00m



Schluff, feinsandig, org. Beimengung
weich bis breiig, braun bis dunkelbraun

UM/TM

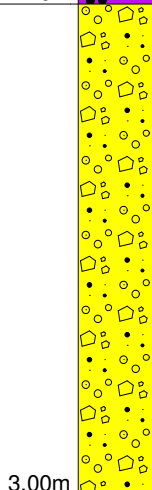
1.00m



Ton, stark schluffig, feinsandig bis Schluff, tonig, feinsandig,
org. Beimengung
weich bis breiig, braungrau bis grau

TM - UM

1.70m



Kies, steinig, sandig, Tonschiefer entfestigt bis angewittert
Verwitterungshorizont
braungrau

GX

3.00m

3.20m

Endtiefe

Tonschiefer angewittert
braungrau



ISK Ingenieurgesellschaft mbH
Ferdinand-Porsche-Ring 1
63110 Rodgau
Tel: 06106 / 26993-0, Fax: -77

Projekt-Nr.: 2571-Te
Anlage: 4.1

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Hochwasserrückhaltebecken

Haiger Sechshelden

Bearbeiter: Sa

Datum:

Entnahmedatum: -/-

Halde: RKS / SCH

Entnahmestelle: RKS 16 / SCH 17

Entnahmetiefe: -/-

Bodenart: -/-

Labor-Nr	047.902	047.903	047.905	047.906
Probenbezeichnung	RKS1 GP2	RKS1 GP3	RKS2 GP2	RKS2 GP3
Feuchte Probe + Behälter [g]	332.65	798.81	256.63	265.06
Trockene Probe + Behälter [g]	285.79	725.42	207.82	191.91
Behälter [g]	59.80	156.35	62.91	63.24
Porenwasser [g]	46.86	73.39	48.81	73.15
Trockene Probe [g]	225.99	569.07	144.91	128.67
Wassergehalt [%]	20.74	12.90	33.68	56.85
Tiefe (m)	0,3 - 2,1 m	2,1 - 2,6 m	0,2 - 1,0 m	1,0 - 1,4 m

Labor-Nr	047.909	047.910	051.194	051.197
Probenbezeichnung	RKS3a GP1	RKS3a GP1	SCH1 GP1	SCH2 GP1
Feuchte Probe + Behälter [g]	233.54	281.97	1095.59	459.58
Trockene Probe + Behälter [g]	198.81	260.56	945.43	258.66
Behälter [g]	64.45	68.87	168.94	59.79
Porenwasser [g]	34.73	21.41	150.16	200.92
Trockene Probe [g]	134.36	191.69	776.49	198.87
Wassergehalt [%]	25.85	11.17	19.34	101.03
Tiefe (m)	0,2 - 0,5 m	0,5 - 1,3 m	0,0 - 0,6 m	0,0 - 1,4 m

Labor-Nr	051.200	051.203	051.204	
Probenbezeichnung	SCH3 GP1	SCH4 GP1	SCH4 GP2	
Feuchte Probe + Behälter [g]	222.79	417.02	255.65	
Trockene Probe + Behälter [g]	186.34	325.65	209.31	
Behälter [g]	62.44	63.31	79.73	
Porenwasser [g]	36.45	91.37	46.34	
Trockene Probe [g]	123.90	262.34	129.58	
Wassergehalt [%]	29.42	34.83	35.76	
Tiefe (m)	0,0 - 1,4 m	0,0 - 1,0 m	1,0 - 1,7 m	

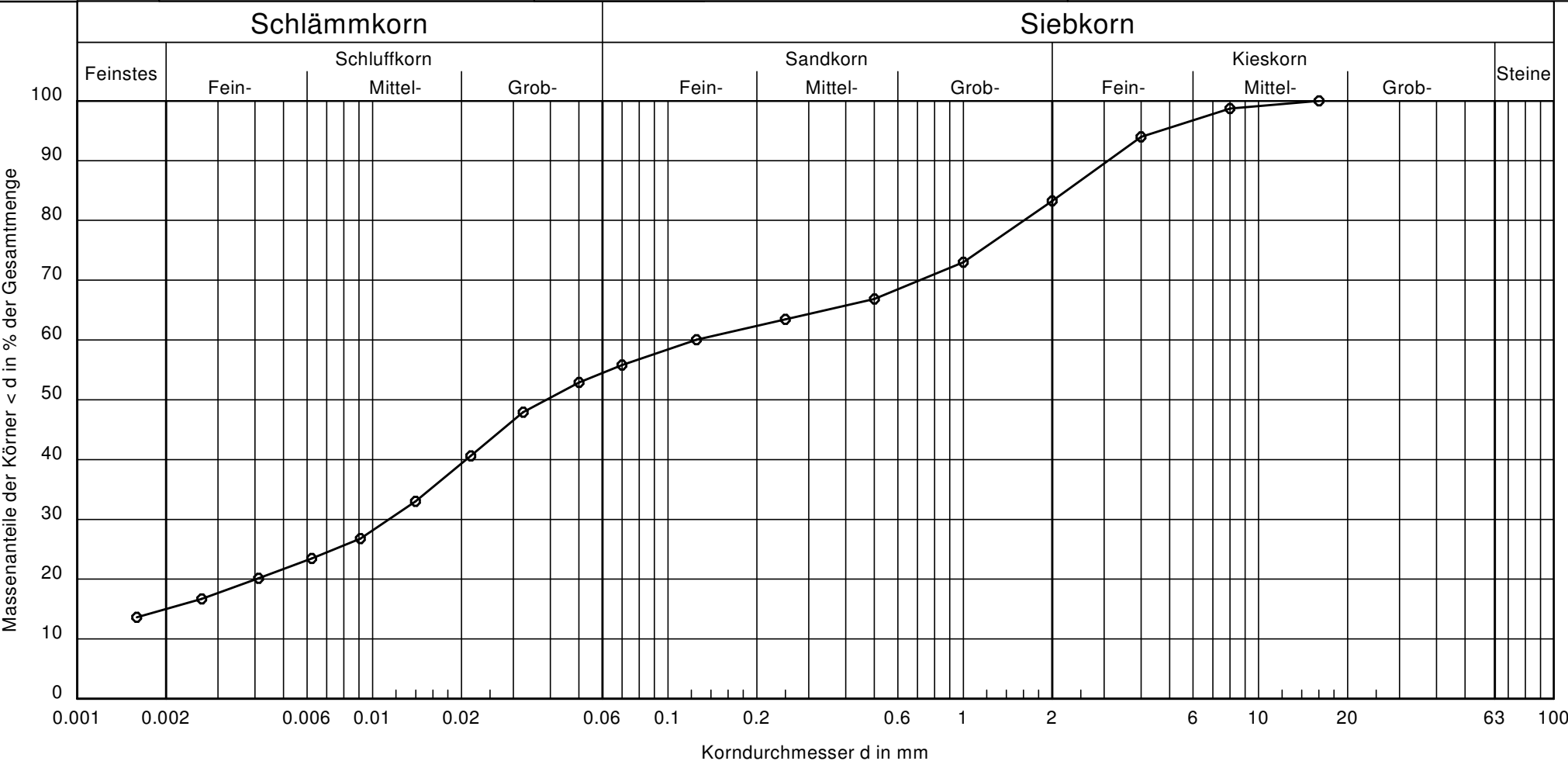


ISK Ingenieurgesellschaft mbH
Ferdinand-Porsche-Ring 1
63110 Rodgau
Tel: 06106 / 26993-0, Fax: -77

Bearbeiter: Ce Probennehmer: blw

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
Hochwasserrückhaltebecken, Haiger Sechshelden
Projekt-Nr.: 2571-Te

Probenbez.: GP1/2
Entnahmedatum: 23.11.2016
Entnahmestelle: RKS 1/16
Entnahmetiefe: 0,3 - 2,1 m



Materialbezeichnung:	Decklehm	Bemerkungen: Wn = 20,7 %	Anlage: 4.2.1 Labor-Nr.: 047.902
Bodenart:	U, s, g, t'		
U/Cc:	-/-		
T/U/S/G [%]:	14.8/40.0/28.4/16.8		

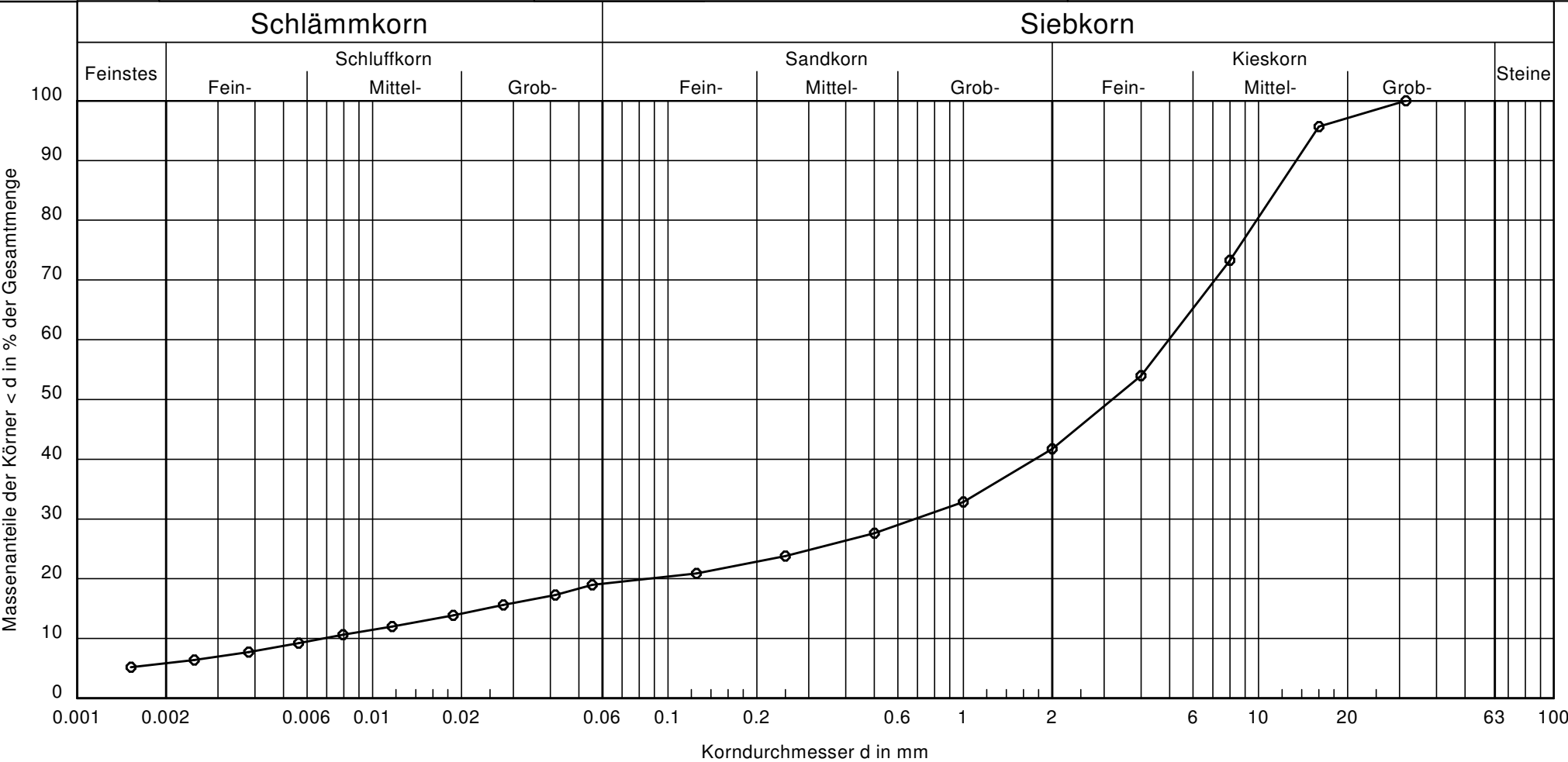


ISK Ingenieurgesellschaft mbH
Ferdinand-Porsche-Ring 1
63110 Rodgau
Tel: 06106 / 26993-0, Fax: -77

Bearbeiter: Ce Probennehmer: blw

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
Hochwasserrückhaltebecken, Haiger Sechshelden
Projekt-Nr.: 2571-Te

Probenbez.: GP1/3
Entnahmedatum: 23.11.2016
Entnahmestelle: RKS 1/16
Entnahmetiefe: 2,1 - 2,6 m



Materialbezeichnung:	Felszersatz	Bemerkungen: Wn = 12,9 %	Anlage: 4.2.2 Labor-Nr.: 047.903
Bodenart:	G, s, u', t'		
U/Cc:	728.1/13.9		
T/U/S/G [%]:	5.8/13.4/22.6/58.2		

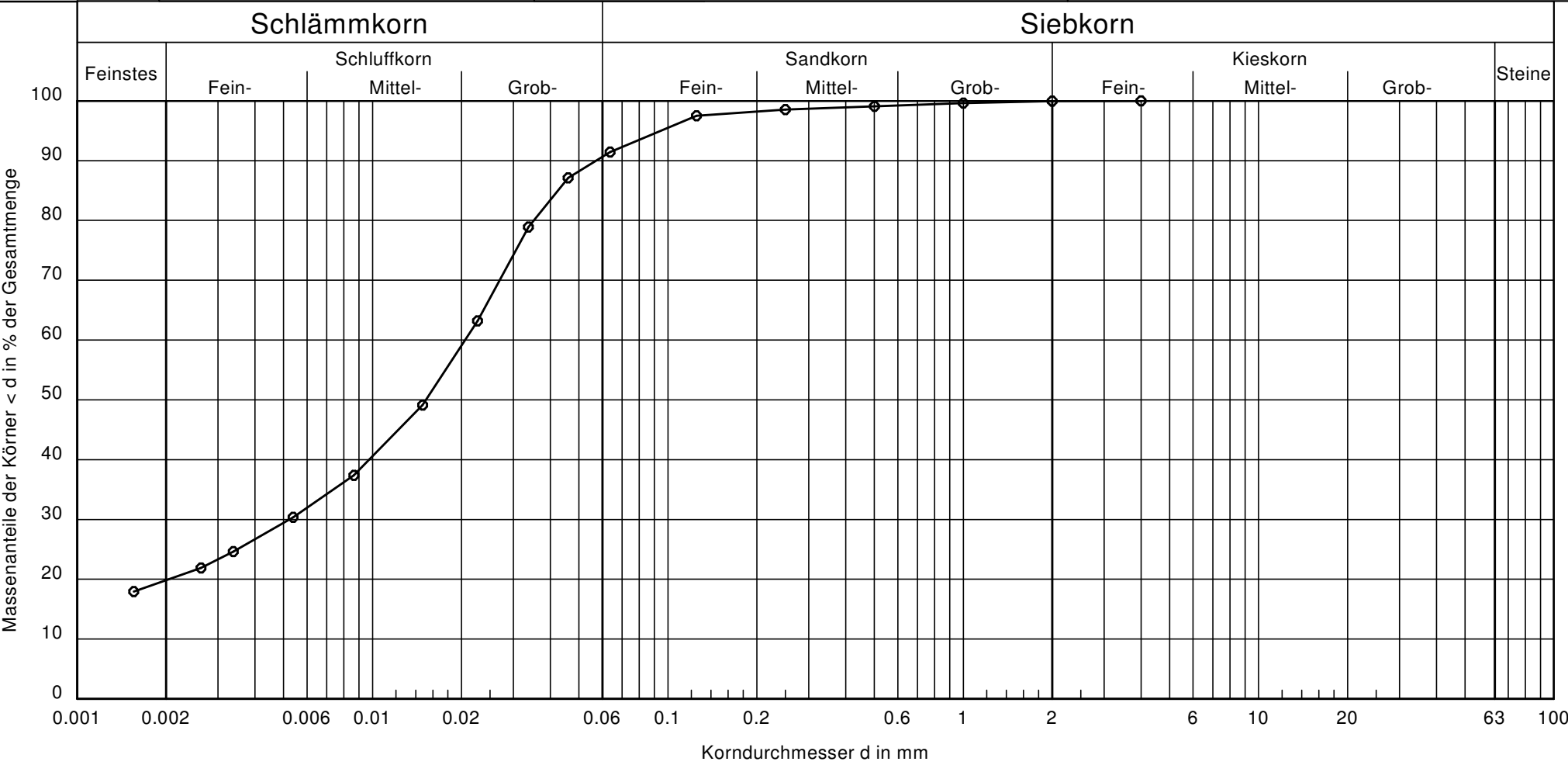


ISK Ingenieurgesellschaft mbH
Ferdinand-Porsche-Ring 1
63110 Rodgau
Tel: 06106 / 26993-0, Fax: -77

Bearbeiter: Ce Probennehmer: blw

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
Hochwasserrückhaltebecken, Haiger Sechshelden
Projekt-Nr.: 2571-Te

Probenbez.: GP2/2
Entnahmedatum: 23.11.2016
Entnahmestelle: RKS 2/16
Entnahmetiefe: 0,2 - 1,0 m



Materialbezeichnung:	Decklehm	Bemerkungen: Wn = 33,7 %	Anlage: 4.2.3 Labor-Nr.: 047.905
Bodenart:	U, t, s'		
U/Cc:	-/-		
T/U/S/G [%]:	19.6/71.7/8.7/0.0		

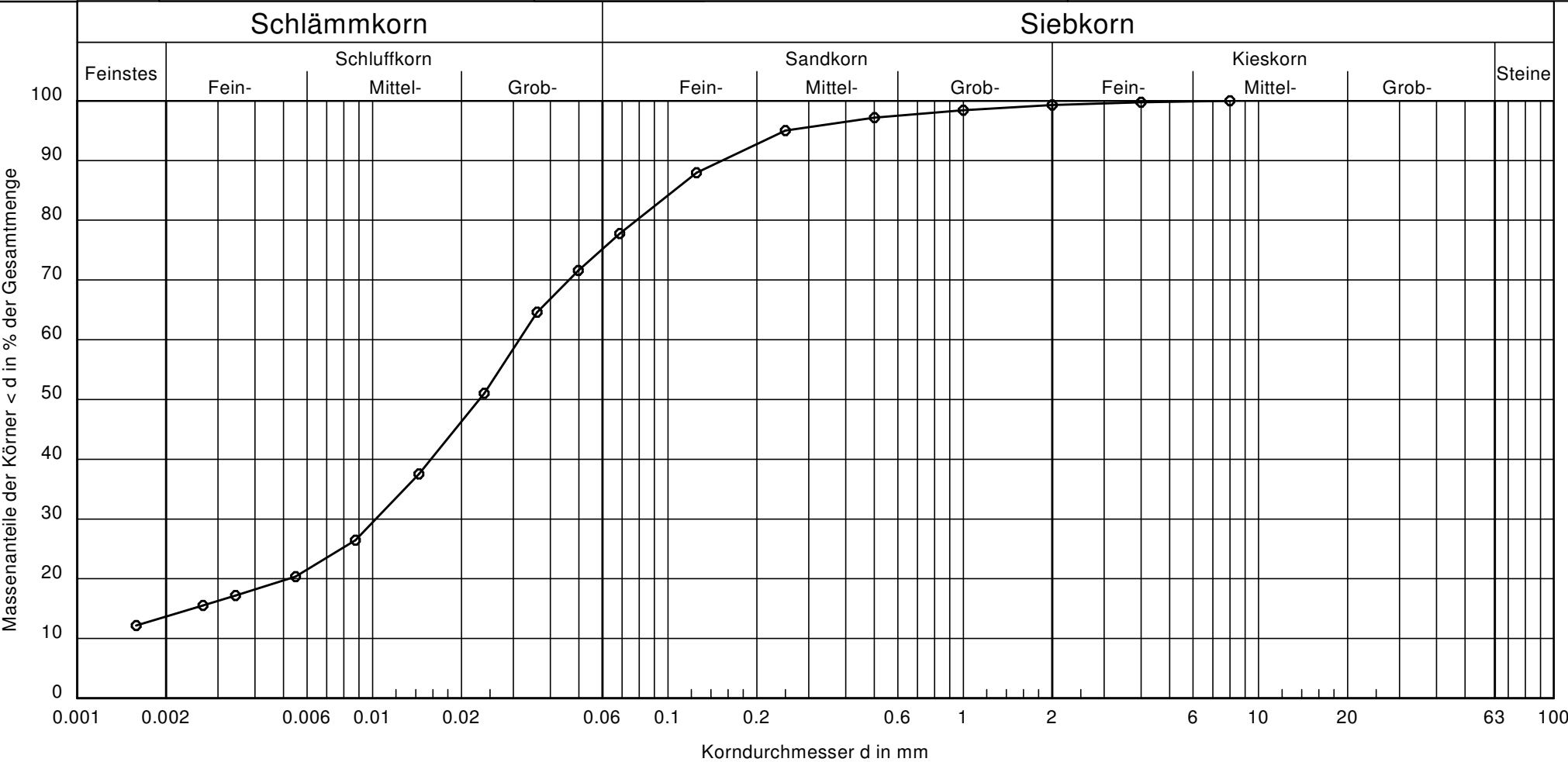


ISK Ingenieurgesellschaft mbH
Ferdinand-Porsche-Ring 1
63110 Rodgau
Tel: 06106 / 26993-0, Fax: -77

Bearbeiter: Ce Probennehmer: blw

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
Hochwasserrückhaltebecken, Haiger Sechshelden
Projekt-Nr.: 2571-Te

Probenbez.: GP2/3
Entnahmedatum: 23.11.2016
Entnahmestelle: RKS 2/16
Entnahmetiefe: 1,0 -1,4 m



Materialbezeichnung:	Decklehm	Bemerkungen: Wn = 56,9 % Glühverlust = 7,6 %	Anlage: 4.2.4 Labor-Nr.: 047.906
Bodenart:	U, s, t'		
U/Cc:	-/-		
T/U/S/G [%]:	13.5/62.5/23.4/0.7		

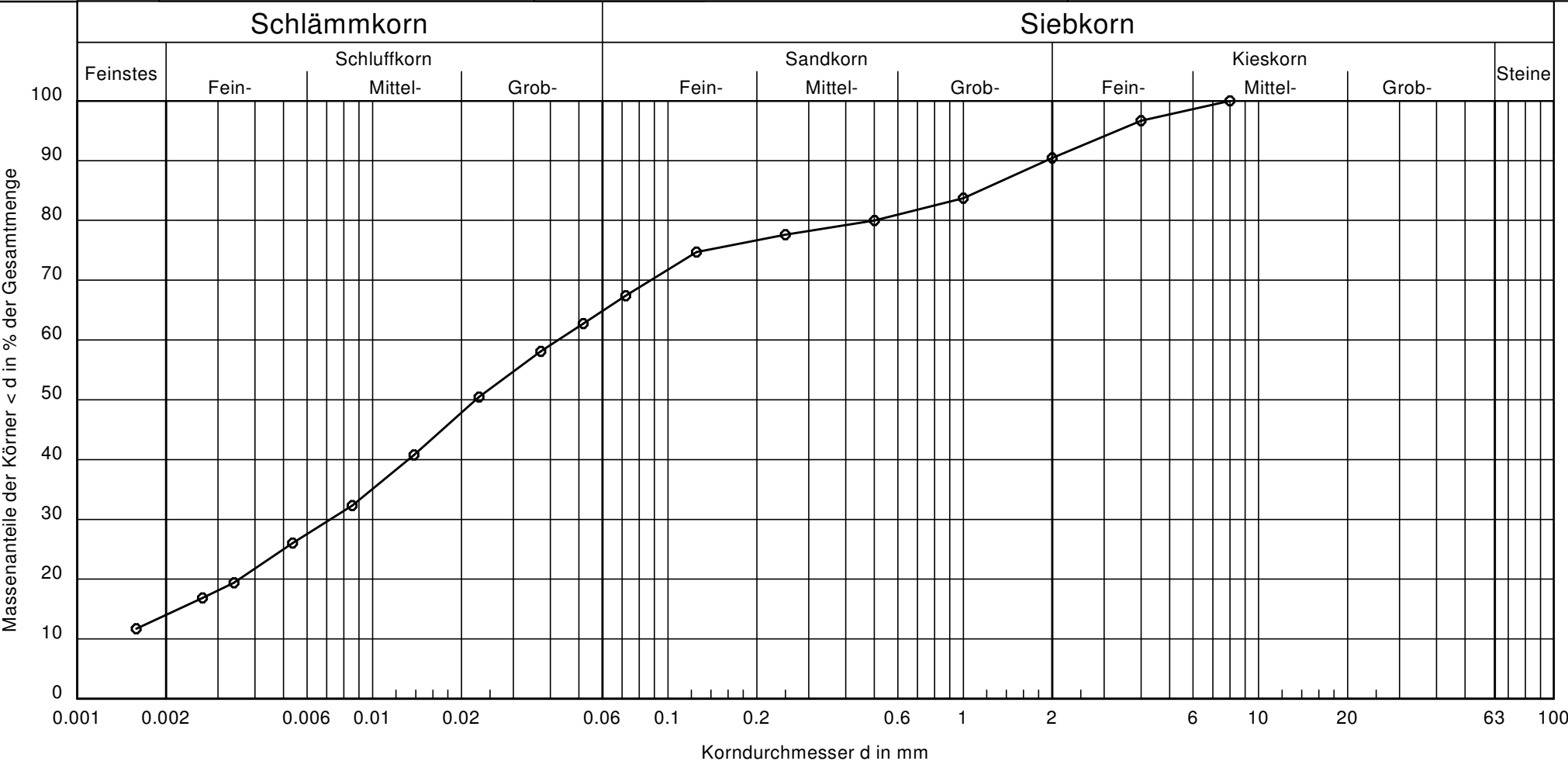


ISK Ingenieurgesellschaft mbH
Ferdinand-Porsche-Ring 1
63110 Rodgau
Tel: 06106 / 26993-0, Fax: -77

Bearbeiter: Ce Probennehmer: blw

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
Hochwasserrückhaltebecken, Haiger Sechshelden
Projekt-Nr.: 2571-Te

Probenbez.: GP3a/2
Entnahmedatum: 23.11.2016
Entnahmestelle: RKS 3a/16
Entnahmetiefe: 0,2 - 0,5 m



Materialbezeichnung:	Decklehm	Bemerkungen: Wn = 25,8 %	Anlage: 4.2.5 Labor-Nr.: 047.909
Bodenart:	U, s, t', g'		
U/Cc:	-/-		
T/U/S/G [%]:	13.7/51.7/25.1/9.5		

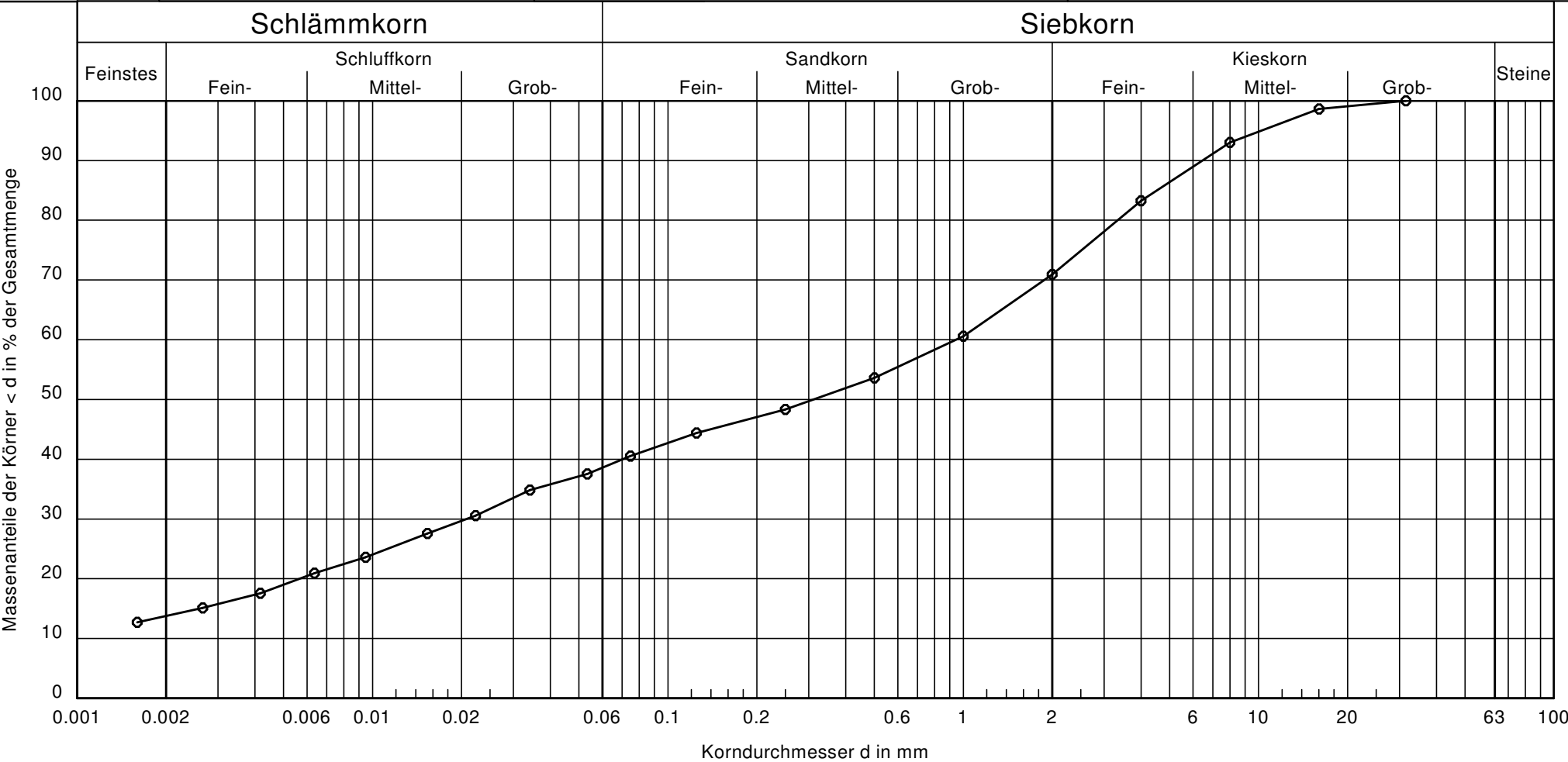


ISK Ingenieurgesellschaft mbH
Ferdinand-Porsche-Ring 1
63110 Rodgau
Tel: 06106 / 26993-0, Fax: -77

Bearbeiter: Ce Probennehmer: blw

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
Hochwasserrückhaltebecken, Haiger Sechshelden
Projekt-Nr.: 2571-Te

Probenbez.: GP3a/3
Entnahmedatum: 23.11.2016
Entnahmestelle: RKS 3a/16
Entnahmetiefe: 0,5 - 1,3 m



Materialbezeichnung:	Decklehm / Felszersatz	Bemerkungen: Wn = 11,2 %	Anlage: 4.2.6 Labor-Nr.: 047.910
Bodenart:	S, g, u, t'		
U/Cc:	-/-		
T/U/S/G [%]:	13.6/25.3/32.0/29.1		

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122

Hochwasserrückhaltebecken Haiger Sechshelden

Projekt-Nr.: 2571-Te

Probenbez.: GP1 Sch1

Entnahmedatum: 11.12.2017

Probennehmer: Pa

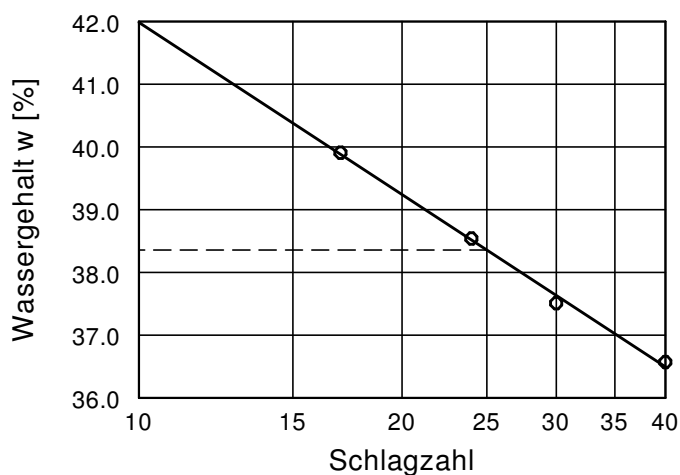
Entnahmestelle: Sch 1/17

Entnahmetiefe: 0,0 - 0,6 m

Bodenart: U, fs, t'; org. B. (Oberboden); dbr

Bearbeiter: Sa

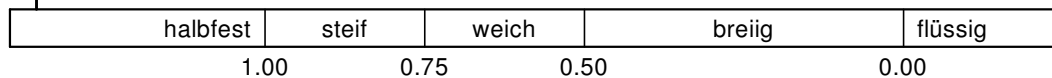
Datum: November 2017



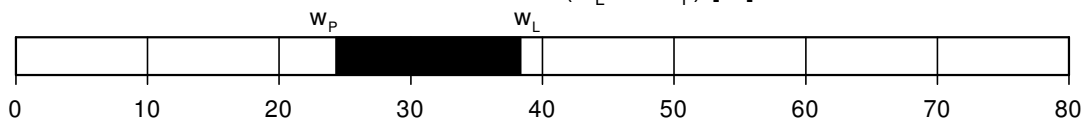
Wassergehalt $w = 19.3 \%$
 Fließgrenze $w_L = 38.4 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 24.3 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 14.1 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.36$

$I_C = 1.36$

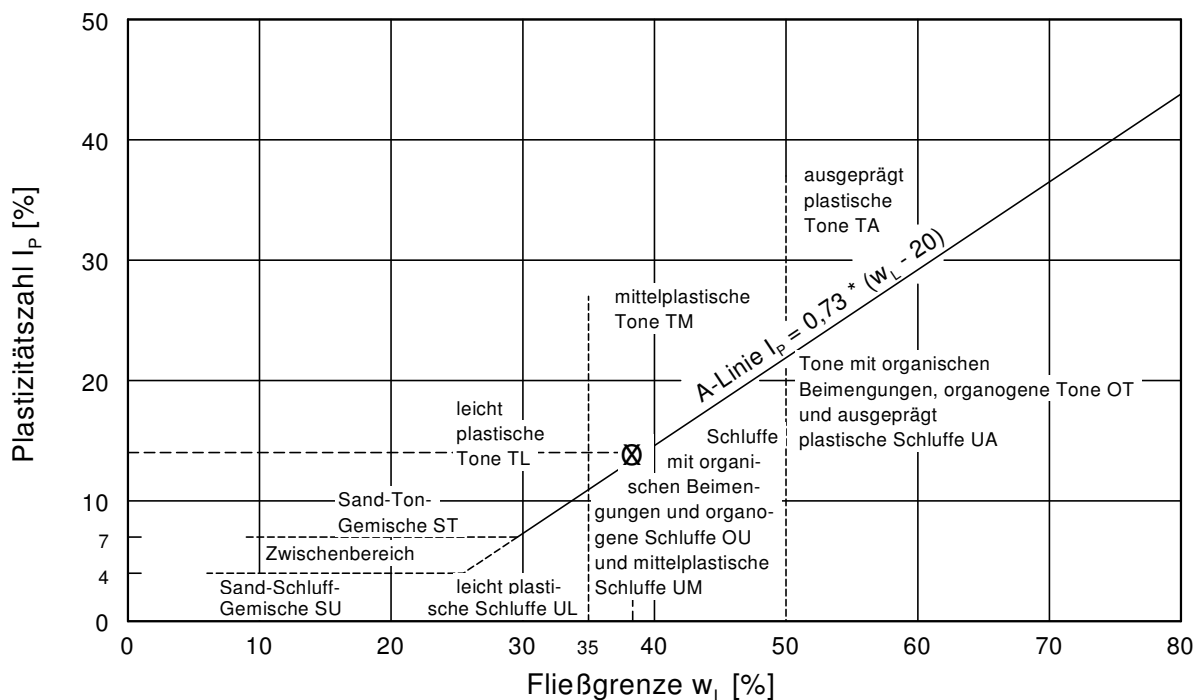
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122

Hochwasserrückhaltebecken Haiger Sechshelden

Projekt-Nr.: 2571-Te

Probenbez.: GP1 Sch3

Entnahmedatum: 11.12.2017

Probennehmer: Pa

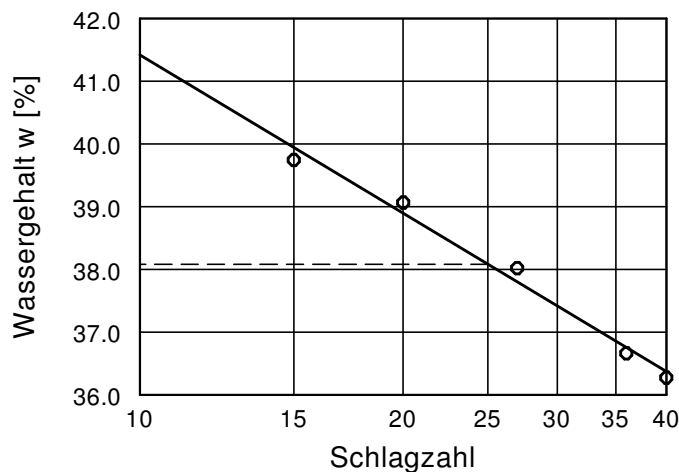
Entnahmestelle: Sch 3/17

Entnahmetiefe: 0,0 - 1,4 m

Bodenart:

Bearbeiter: Fr

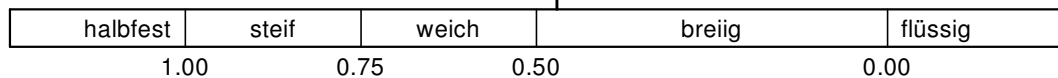
Datum: November 2017



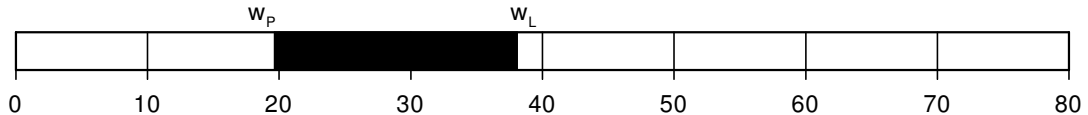
Wassergehalt $w = 29.4 \%$
 Fließgrenze $w_L = 38.1 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 19.6 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 18.5 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.47$

Zustandsform

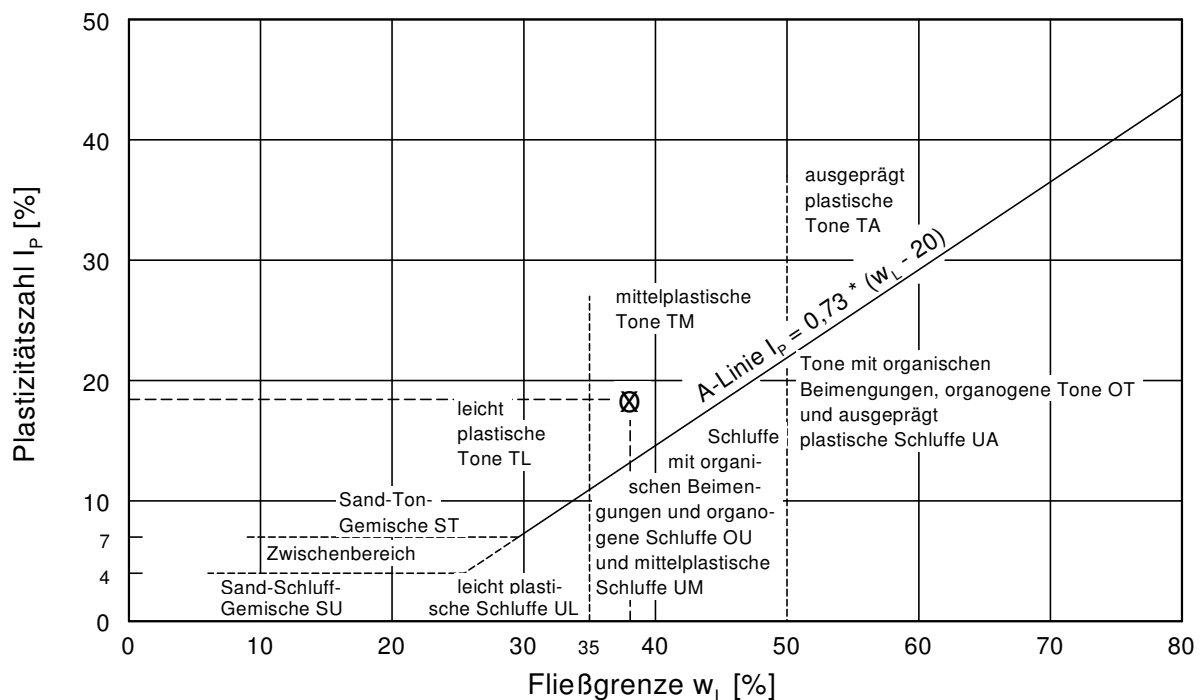
$I_C = 0.47$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



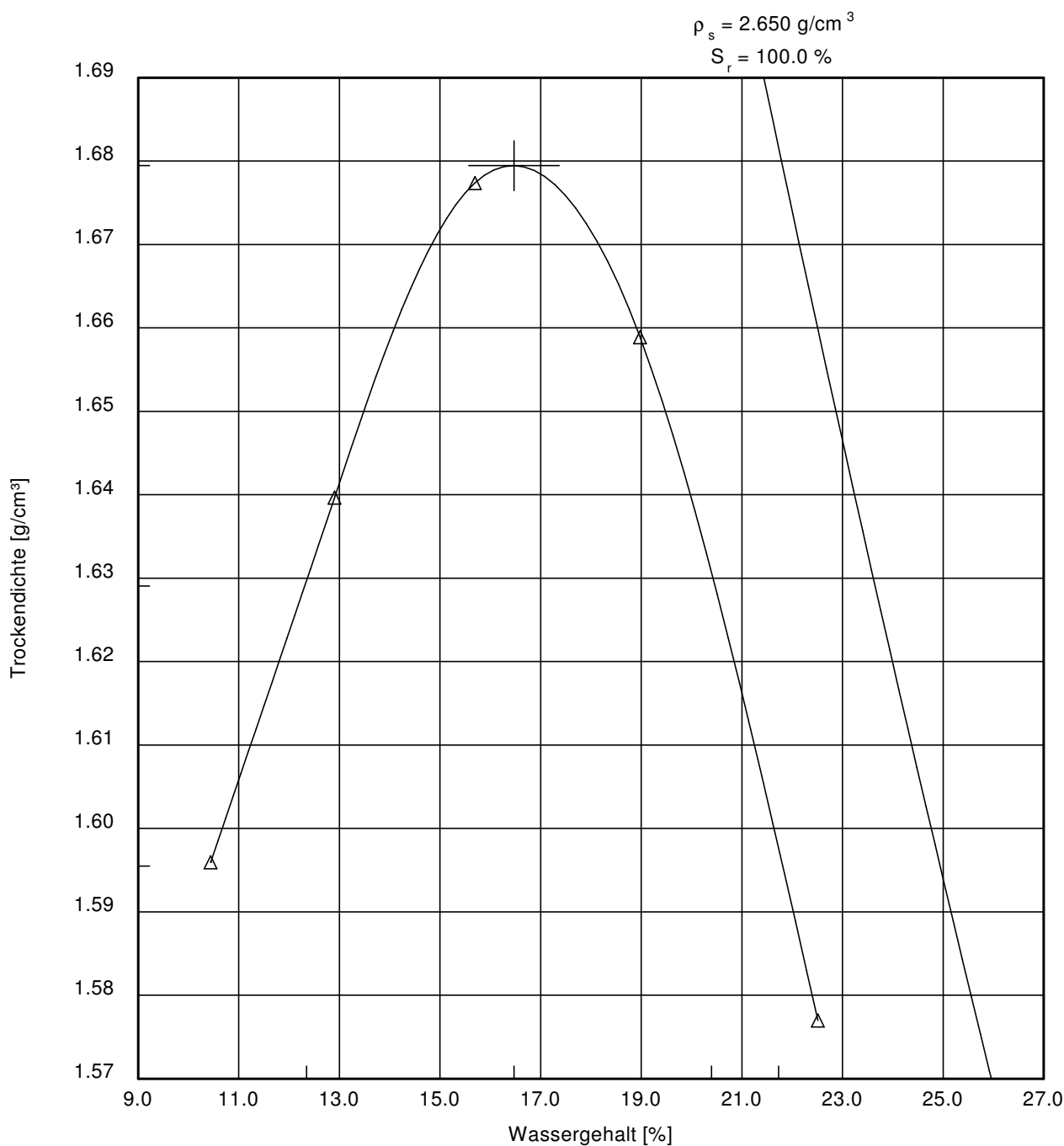
Proctorkurve nach DIN 18127 - P 100 Y

Hochwasserrückhaltebecken Haiger Sechshelden

Projekt-Nr.: 2571-Te

Bearbeiter: Sa Probennehmer: Pa

Probenbez.: GP2 SCH4
Entnahmedatum: 11.12.2017
Materialbezeichnung:
Entnahmestelle: Sch 4/17
Entnahmetiefe: 1,0 - 1,7 m
Bodenart: T,u,s'



100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 1.679 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 16.5 \%$

97.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.629 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 12.3 / 20.4 \%$

95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.595 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = - / 21.7 \%$



ISK Ingenieurgesellschaft mbH
Ferdinand-Porsche-Ring 1
63110 Rodgau
Tel: 06106 / 26993-0, Fax: -77

Projekt-Nr.: 2571-Te
Anlage: 4.5.1

Glühverlust nach DIN 18 128
Hochwasserrückhaltebecken
Haiger Sechshelden

Bearbeiter: Fr

Datum:

Probenbez.: RKS2 GP3
Entnahmedatum: 23.11.2016
Probennehmer: BLW
Entnahmestelle: RKS 2/16
Entnahmetiefe: 1,00 - 1,40 m
Bodenart:

Labor-Nr	047.906	047.906	047.906
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	51.61	48.74	49.70
Geglühte Probe + Behälter [g]	49.85	47.09	48.03
Behälter [g]	28.36	27.02	27.34
Massenverlust [g]	1.76	1.65	1.67
Trockenmasse vor Glühen [g]	23.25	21.72	22.36
Glühverlust [%]	7.57	7.60	7.47



ISK Ingenieurgesellschaft mbH
Ferdinand-Porsche-Ring 1
63110 Rodgau
Tel: 06106 / 26993-0, Fax: -77

Projekt-Nr.: 2571-Te
Anlage: 4.5.2

Glühverlust nach DIN 18 128
Hochwasserrückhaltebecken
Haiger Sechshelden

Bearbeiter: Sa

Datum:

Probenbez.: GP1 Sch1
Entnahmedatum: 11.12.2017
Probennehmer: Pa
Entnahmestelle: Sch 1/17
Entnahmetiefe: 0,00 - 0,60 m
Bodenart:

Labor-Nr	051.194	051.194	051.194
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	61.11	61.39	61.66
Geglühte Probe + Behälter [g]	59.75	59.82	60.14
Behälter [g]	27.67	27.23	27.37
Massenverlust [g]	1.36	1.57	1.52
Trockenmasse vor Glühen [g]	33.44	34.16	34.29
Glühverlust [%]	4.07	4.60	4.43



ISK Ingenieurgesellschaft mbH
Ferdinand-Porsche-Ring 1
63110 Rodgau
Tel: 06106 / 26993-0, Fax: -77

Projekt-Nr.: 2571-Te
Anlage: 4.5.3

Glühverlust nach DIN 18 128
Hochwasserrückhaltebecken
Haiger Sechshelden

Bearbeiter: Sa

Datum:

Probenbez.: GP1 Sch2
Entnahmedatum: 11.12.2017
Probennehmer: Pa
Entnahmestelle: Sch 2/17
Entnahmetiefe: 0,00 - 1,40 m
Bodenart:

Labor-Nr	051.197	051.197	051.197
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	48.05	48.18	48.27
Geglühte Probe + Behälter [g]	45.78	45.72	45.67
Behälter [g]	27.66	27.21	27.33
Massenverlust [g]	2.27	2.46	2.60
Trockenmasse vor Glühen [g]	20.39	20.97	20.94
Glühverlust [%]	11.13	11.73	12.42



ISK Ingenieurgesellschaft mbH
Ferdinand-Porsche-Ring 1
63110 Rodgau
Tel: 06106 / 26993-0, Fax: -77

Projekt-Nr.: 2571-Te
Anlage: 4.6

Kalkgehalt nach DIN 18129

Hochwasserrückhaltebecken

Haiger Sechshelden

Bearbeiter: Sa/Fr

Entnahmedatum: 11.12.2017

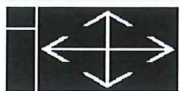
Probennehmer: Pa

Entnahmestelle: Sch 3/17 / Sch 4/17

Entnahmetiefe: 0 - 1,4 m / 0 - 1,0 m

Bodenart:

Labor-Nr	051.200	051.203
Probenbezeichnung	GP1 SCH3	GP1 SCH4
Trockenmasse der Probe [g]	4.50	4.69
Temperatur [°C]	20.00	20.00
Absoluter Luftdruck [kPa]	98.20	98.20
Volumen nach 30 Sekunden [cm³]	7.00	7.90
Volumen Versuchsende [cm³]	7.30	8.40
Calcitanteil [%]	0.63	0.68
Dolomitanteil [%]	0.03	0.04
Kalkgehalt [%]	0.66	0.72



An
ISK Ingenieurgesellschaft für
Bau- und Geotechnik mbH
Ferdinand-Porsche-Ring 1
63110 Rodgau

z. Hd. Hr. Marschner

Rodenbacher Chaussee 6
Gebäude 803 63457 Hanau
Telefon (0 61 81) 98 89 98-0
Telefax (0 61 81) 98 89 98-20
E-Mail: info@isega-hanau.de
www.isega-umweltanalytik.de

Sitz der Gesellschaft:
Zeppelinstraße 3-5
63704 Aschaffenburg

Prüfbericht-Nr.: 3351/16

Auftraggeber : ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH

Auftragsdatum : 22.11.2016

Eingang des Probenmaterials : 23.11.2016

Herkunft des Probenmaterials : vom Auftraggeber

Untersuchungszweck : Untersuchung von Bodenproben

Projekt: HRB Haiger-Sechshelden; 2471-LM

Bearbeitungszeitraum: 23.11. - 15.12.16

Untersuchungen im Wasser

Labor Nr.: 41769
Probenbezeichnung GWM 02
Probenentnahme 22.11.16
pH-Wert 7,35
Temperatur ° C 15

Organoleptik

Farbe ohne
 Geruch ohne

Anionen und Kationen

Chlorid	mg/l	20,3
Ammonium	mg/l	0,056
Sulfat	mg/l	15,0
Magnesium	mg/l	7,03
Härte (Ca ²⁺ +Mg ²⁺)	mmol/l	1,22
Härte-	mmol/l	2,28
hydrogencarbonat		
Kalklösekapazität	mg CO ₂ /l	19,5

ENDE DES BERICHTS

Hanau, den 15.12.16

M. Reichl

i. A.
 Manfred Reichl
 (Kundenbetreuer)

Dieser Bericht wurde geprüft von: Dr. Georg Wanior (Geschäftsführer)

Untersuchungsmethoden

Untersuchungen im Wasser

Ammonium	DIN 38406 E5
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1
Härte	DIN 38409 H 6
Härtehydrogencarbonat	DIN 4030 Teil 2
Kalklösekapazität	DIN 4030 Teil 2
Magnesium	DIN 38406 E22
pH-Wert	DIN 38 404 C5
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die uns vorliegende Probe. Die Veröffentlichung von Ergebnissen unserer Arbeiten sowie die Verwendung für Werbezwecke bedürfen auch auszugsweise unserer schriftlichen Genehmigung.