



Dr.-Ing. Jochen Schäfer

Staatlich anerkannter
Sachverständiger
für Erd- und Grundbau
• Bundesingenieurkammer •

Öffentlich best. und vereidigter
Sachverständiger für Baugrund-
untersuchung und Gründungen
• I H K D o r t m u n d •

Dipl.-Ing. F.J. Giljohann

Alter Markt 12
59821 Arnsberg
Telefon 02931 2 15 15
Telefax 02931 2 15 16

Selkamp 16
44287 Dortmund
Telefon 0231 44 97 - 0
Telefax 0231 44 97 - 44

e-mail: info@bgi-do.de
Internet: www.bgi-ar.de
www.baugrunderingenieure.de

G U T A C H T E N

Ausbau der "Hubertusstraße"
(Abschnitt Friedrichstraße - Altenbriloner Straße)
Kanal-/Straßenbaumaßnahme
in Brilon

Auftraggeber:

Stadtwerke Brilon
Keffelker Str. 27
59929 Brilon

20. Februar 2018

Auftrags-Nr. 18 09

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1. Allgemeines.	3
1.1. Bauvorhaben.	3
1.2. Unterlagen.	3
2. Baugrunduntersuchungen.	4
2.1. Bodenaufschluß.	4
2.2. Laborversuche.	8
2.3. Schwarzdecke	9
3. Baugrundverhältnisse.	13
3.1. Geologie.	13
3.2. Schichtenfolge.	14
3.3. Grundwasserverhältnisse.	15
3.4. Bodenklassen.	16
3.5. Homogenbereiche	18
3.6. Bodenmechanische Kenngrößen.	20
4. Straßenbau	21
4.1. Vorhandener Straßenaufbau	21
4.2. Vorhandener Gehwegaufbau	21
4.3. Frostempfindlichkeit	25
4.4. Tragfähigkeit des Planum	25
4.5. Dicke des frostsicheren Aufbaus	25
4.6. Befahrbarkeit / Herstellen des Planums	28
5. Kanalbau	29
5.1. Herstellen des Kanalgrabens.	29
5.2. Trockenhaltung des Kanalgrabens, Herrichten der Kanalsohle	30
5.3. Verfüllen der Baugruben, Wiederverwendung der Aushubböden.	31
5.4. Beeinflussung benachbarter Bauteile.	32
6. Hinweise zur weiteren Planbearbeitung.	33

1. Allgemeines

1.1. Bauvorhaben

Die Stadtwerke Brilon planen den Ausbau der "Hubertusstraße" zwischen Friedrichstraße und Altenbriloner Straße mit einer Gesamtlänge von ca. 360 m in Brilon. Im Zuge der Baumaßnahme soll die Kanalleitung und die Straßendecke sowie der Gehweg erneuert bzw. neu erstellt werden.

Im Rahmen der geplanten Baumaßnahme wurden die **Baugrundingenieure** mit der Untersuchung des Straßen-/Gehwegaufbaus, des Baugrundes und zur Angabe der erforderlichen bautechnischen Maßnahmen beauftragt.

Weiterhin soll die Schwarzdecke auf eventuell vorhandene Teerbestandteile untersucht werden.

1.2. Unterlagen

Folgende Unterlagen standen zur Bearbeitung des vorliegenden Gutachtens zur Verfügung:

- a) Lageplan (Bestand) (als Datei)
Stadtwerke Brilon, vom 17.01.2018
- b) Geologische Karte: Blatt Arnsberg (C 47 14) M 1 : 100 000

2. Baugrunduntersuchungen

2.1. Bodenaufschluß

Die Örtlichkeit sowie die Untersuchungsstellen sind in den folgenden Bildern dargestellt:



Bild 1: RKB 1, Blickrichtung auf DPM 2



Bild 2: DPM 2, Blickrichtung RKB 1, links (auf anderer Seite Sch 1)



Bild 3: RKB 3, Blickrichtung auf Straße "Am Pelsenberg"



Bild 4: DPM 4, Blickrichtung auf RKB 3, rechts Sch 12



Bild 5: RKB 5, Blickrichtung auf DPM 6; links "Am alten Friedhof"



Bild 6: DPM 5; Blickrichtung auf RKB 5

Die Baugrundaufschlüsse wurden durch den BGI Bohr- und Sondiertrupp am 07.02. und 14.02.2018 durchgeführt.

Kanal-/Straßenbau

Zur Erkundung der Dicke der Schwarzdecke sind insgesamt 6 Kernbohrungen mit Diamantkrone ($\varnothing=100$ bis 200 mm) ausgeführt worden.

Durch diese Öffnungen wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

Der Bodenaufbau wurden durch 3 Bohrungen (RKB 1, 3 u. 5) mit Bohrdurchmessern zwischen 46 und 80 mm erkundet. Die Bohrungen wurde nach Erreich der Solltiefe von 3,0 m unter der Straßenoberfläche (SOF) beendet.

Zur Beurteilung der Lagerungsdichte bzw. zur ergänzend Erkundung des Felshorizontes wurden drei Rammsondierungen (DPM 2, 4 u. 6) mit der Mittelschweren Rammsonde (Fallmasse 30 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 15 cm², EN ISO 22476) durchgeführt.

Die Sondierung DPM 2 wurde aufgrund hoher Schlagzahlen in einer Tiefe von 1,8 m unter SOF abgebrochen, während die übrigen Sondierungen nach Erreich der Solltiefe von 3,0/4,0 m unter SOF beendet wurden.

Gehweg

Zur Erkundung der Schichtenfolge sind zwei Schürfe (Sch 1 u. 2) auf der östlichen Seite und zwei Schürfe (Sch 11 u. 12) auf der westlichen Seite mit Tiefen zwischen 0,4 und 0,6 m unter der Gehwegoberfläche ausgeführt worden.

Die Lage der Aufschlußstellen ist in der Anlage 1/2 eingetragen.

Die angetroffenen Schichtenfolgen und Widerstandslinien der Rammsondierungen sind in der Anlage 1/2 dargestellt. Die Ergebnisse der Bohrung sind in Form von Bohrprofilen dargestellt worden, für deren Kennzeichnung die Buchstabenabkürzungen und Zeichen der DIN 4023 herangezogen wurden und deren Bedeutung in der gleichen Anlage erläutert sind. Zum Vergleich mit der Europäischen Norm sind die Bezeichnungen nach DIN EN ISO 14688-1 :2011-6 ergänzend angegeben.

Die Höhenangaben der Aufschlüsse der Straße beziehen sich auf den vorliegenden Höhen der vorhandenen Kanaldeckel (Längsschnitt) und sind als Anhaltgröße zu verstehen.

Die Höhenangaben der Schürfen (Gehweg) beziehen sich auf die Oberfläche des Gehweges, der jeweils die Höhe $\pm 0,0$ m zugeordnet wurde.

2.2. Laborversuche

Die geborgenen Bodenproben sind im Laboratorium visuell und manuell untersucht und beurteilt worden. Insgesamt handelt es sich um 24 gestörte Einzelproben und 14 Asphaltproben.

Zur Überprüfung der Einstufung und zur Bestimmung der bodenmechanischen Kenngrößen sind einige repräsentative Bodenproben bodenmechanischen Versuchen unterworfen worden.

Die Ergebnisse sind in der Anlage 3 zusammengestellt.

Besonderes Gewicht wurde auf die Bestimmung des Wassergehaltes gelegt. Der Wassergehalt erlaubt bei Bodenproben eine Abschätzung weiterer Bodenkenngößen. Bei bindigen Böden ist bei Kenntnis der Kornzusammensetzung eine Abschätzung der Konsistenz oder des Anteils an organischen Beimengungen möglich. Im Fels kann über den Wassergehalt der Verwitterungsgrad abgeschätzt werden. Zur übersichtlichen Darstellung sind die ermittelten Wassergehalte im Rammdiagramm neben einigen Bohrprofilen aufgetragen worden.

Zur Ermittlung der Kornverteilung der Tragschicht wurde an zwei Proben (Lab.-Nr. 8 Straße; Lab.-Nr. 29 Gehweg) die Kornverteilung bestimmt, die nach DIN 18 123 Absatz 4.4.2 als Siebung nach nassem Abtrennen der Feinteile ermittelt wurde und deren Kornverteilungslinie in der Anlage 3.2a aufgetragen ist.

A) Kornverteilung Straße

Das untersuchte Tragschichtmaterial der Straße (Lab.-Nr. 8) ist der Körnung 0/45 mm zuzuordnen. Entsprechend der Körnungslinie ist ein geringer Sand- und Feinkieskornanteil vorhanden.

Die ungebundene Tragschicht muß die Anforderungen der ZTVT-StB 04 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau) erfüllen. Danach soll der Sandkornanteil ($\leq 2,0$ mm) mindestens 16 Gew. % betragen.

Bei einem Sandkornanteil von etwa 12 Gew.% unterschreitet der Sandkornanteil die untere Grenze, das Material erfüllt nicht die Anforderungen.

B) Kornverteilung Gehweg

Das untersuchte Tragschichtmaterial des Gehweges (Lab.-Nr. 29) ist der Körnung 0/45 mm zuzuordnen.

Entsprechend den Untersuchungsergebnissen wird bei einem Feinkornanteil von 8,3 Gew.% die obere Grenze von 7,0 Gew. % (eingebauter Zustand) überschritten.

2.3. Schwarzdecke

In den folgenden Bildern sind die Kerne der Schwarzdecke dargestellt. Die Kernoberfläche (Straßenoberfläche) liegt auf der Tischplatte, die Schichtgrenzen sind nicht immer eindeutig erkennbar:



RKB 1: Bit.-Schicht 3,0 cm, Schotter angeklebt, angespritzt



DPM 2: 1.+2.Bit.-Schicht 3,0 cm, Schotter angeklebt, angespritzt



RKB 3: 1.+2.Bit.-Schicht 5,5 cm, Schotter angeklebt



DPM 4: Bit.-Schicht 3,5 cm +
Schotter, angespritzt, angeklebt



RKB 5: Bit.-Schicht 3,5 cm, Teilweise Schotter angeklebt, angespritzt



DPM 6: 1.+2.Bit.-Schicht 4,0 cm, Schotter angeklebt, angespritzt

Insgesamt wurden 6 Asphaltkerne aus der Straße sowie 8 Asphaltproben aus dem Gehweg entnommen und auf carbostämmige Bindemittel (Teer-/ Pechbestandteile) untersucht.

Zum Nachweis auf Teerbestandteile wurde das Lackansprühverfahren mit anschließender Fluoreszenz unter UV-Licht (Arbeitsausschuss Prüfung von Asphalt, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen; Arbeitspapier Nr. 27/2, Ausgabe 2000) verwendet.

Bei Fluoreszenz werden mit diesem Verfahren PAK-Konzentrationen im Ausbauasphalt von mindestens 50 Milligramm pro Kilogramm nachgewiesen. Das entspricht einer PAK-Konzentration im Bindemittel von etwa 1000 Milligramm pro Kilogramm.

Die Untersuchungsergebnisse sind in der folgenden Tabelle 1 zusammengestellt:

Tabelle 1

Aufschluß Nr.	Labor Nr.	Bit.- Schicht	d	Fluoreszenz	Verwertungs- klasse PAK	Dicke Asphalt- decke	ungebundene Tragschicht Dicke /Material	Gesamtdicke frostsicherer Straßen- aufbau
		-	cm			cm	cm	cm
Straße								
RKB 1 (Kern)	1a	Bit.-	3,0	keine		8,0	22,0 /Schotter	30
	1b	Schotter, angespritzt angeklebt	5,0	a. j (gelb-grün)	B			
DPM 2 (Kern)	19a	1.Bit.-	1,5	keine		10,0	≈ 30 /Schotter	≈ 40
	19b	2.Bit.- + Schotter, angespritzt angeklebt	1,5 + 7,0	a. j (gelb-grün)	B			
RKB 3 (Kern)	7a	1.Bit.-	3,0	keine		8,0	27,5/ Schotter	35
	7b	2.Bit.- + Schotter, angespritzt, nicht klebt	2,5 + 2,5	a. j (gelb-grün)	B			
DPM 4 (Kern)	20	Bit.- + Schotter, angespritzt, nicht klebt	3,5 + 0,5	keine a. j (gelb-grün)	B	4,0	≈ 36,0/ Schotter	≈ 40
RKB 5 (Kern)	13	Bit.- + teilweise Schotter, angespritzt, angeklebt	3,5 + 0 - 1,5	keine a. j (gelb-grün)	B	3,5 - 5,0	26,5 - 25,0/ Schotter	30
DPM 6 (Kern)	21a	1.Bit.-	2,0	keine		8,0	≈ 32 /Schotter	≈ 40
	22b	2.Bit.- + Schotter, angespritzt angeklebt	2,0 + 4,0	a. j (gelb-grün)	B			

Aufschluß Nr.	Labor Nr.	Bit.- Schicht	d	Fluoreszenz	Verwertungs- klasse PAK	Dicke Asphalt- decke	ungebundene Tragschicht Dicke /Material	Gesamtdicke frostsicherer Straßen- aufbau
		-	cm			cm	cm	cm
Gehweg								
Sch 1 Probe	22	1.Bit.-	5,0	keine		9,0	21,0/ Schotter + Steine	30
	23	2.Bi.+ Schotter, angeklebt	4,0	keine				
Sch 2 Probe	27	1.Bit.-	3,0	keine		7,0	23,0/ Schotter	30
	28	2.Bi.+ Schotter, angeklebt	4,0	keine				
Sch 11 Probe	32	1.Bit.-	3,0	keine		10,0	30,0/Schotter, Felsbruch, Ziegel	40
	33	2.Bi.+ Schotter, angeklebt	7,0	keine				
Sch 12 Probe	36	1.Bit.-	3,0	keine		17,0	23,0/ Schotter, Felsbruch, Schluff, Ziegel	40
	37	2.Bi.+ Schotter, angeklebt	14,0	keine				

Bei allen Kernproben (Straße) ist die untere Bit.-Schicht bzw. Unterfläche der Bit.-Schicht (DPM 4/RKB 5) mit dem angespritzter Schotter mit Teer belastet.

Nach der RuVA-StB 01(Richtlinie für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechhaltigen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau) ist das Material der

Verwertungsklasse B (PAK- Gehalt > 25 mg/kg)

zuzuordnen.

Bei allen Asphaltproben (Gehweg) wurde in der Schwarzdecke keine Fluoreszenz festgestellt. Damit sind hier keine bzw. nur sehr geringe Teerbeimengungen im Bindemittel vorhanden. Entsprechend der RuVA-StB 01 ist das Material der

Verwertungsklasse A (PAK-Gehalt $\leq$ 25, 0 mg/kg)

zuzuordnen.

Die Straßenbefestigung besteht aus vielen unterschiedlichen Abschnitten. Daher gelten die Aussagen nur für die untersuchten Stellen und bei erkennbar gleichem Material.

3. Baugrundverhältnisse

3.1. Geologie

Nach den Eintragungen in der geologischen Karte ist im Bereich der Straße mit folgenden geologischen Verhältnissen zu rechnen:

Eine Lockergesteinsdecke ist nicht dargestellt. Die Überlagerung felsiger Basisgesteine wird im Regelfall in den Karten nur dann weggelassen, wenn deren Dicke weniger als 2,0 m beträgt.

Als Festgestein ist überwiegend Ton- und Schluffstein (Brilon-Schichten, e-vB) des Mitteldevons verzeichnet.

Örtlich kann auch massiger bis bankiger Kalkstein des Mittel- bis Oberdevons (v-ak) vorhanden sein.

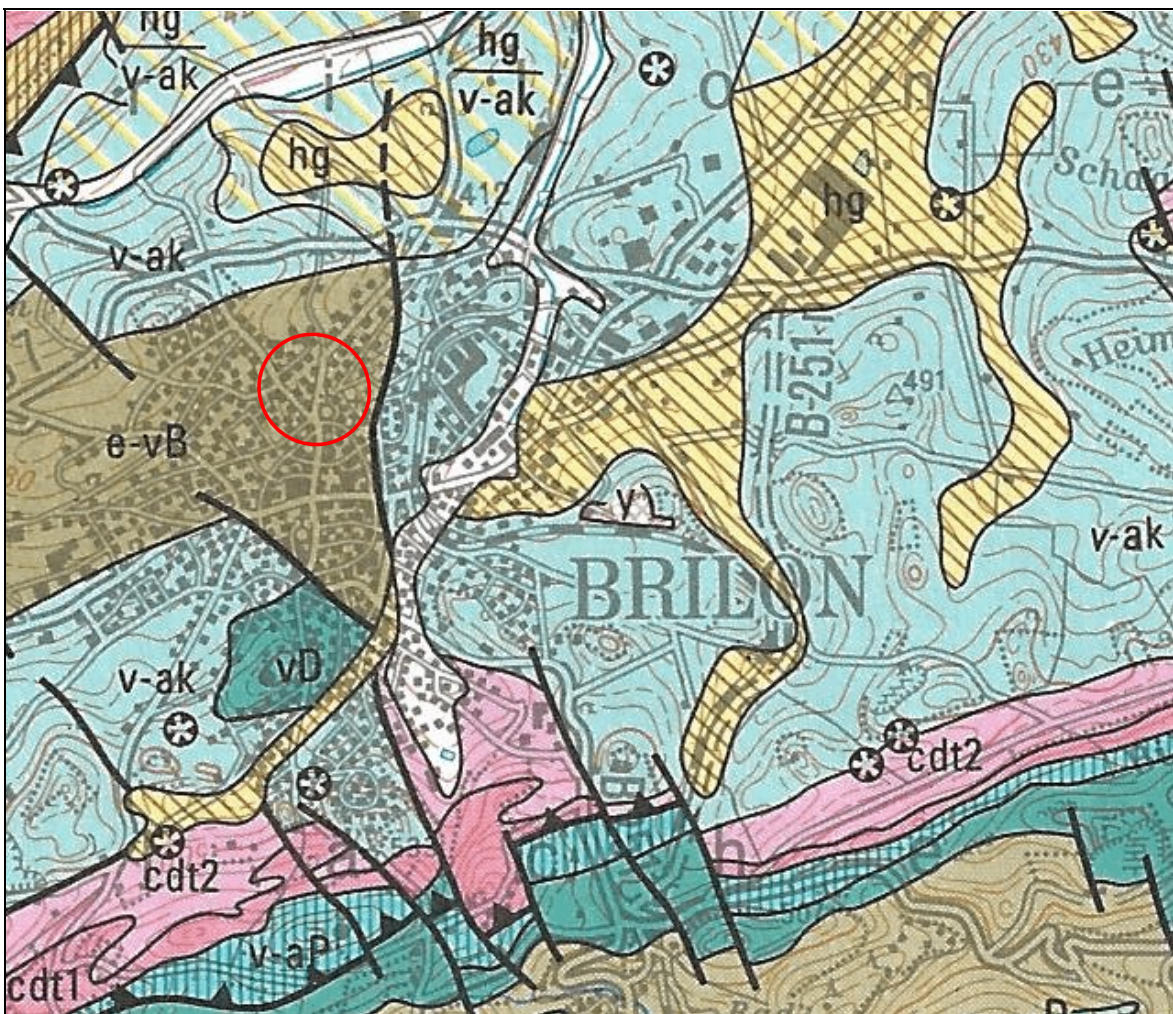


Bild 7: Auszug aus der geologischen Karte

3.2. Schichtenfolge

Die Straßenoberfläche besteht aus einer Vielzahl von Flickern und Flächen mit Rissen.

Bei den Felduntersuchungen ist eine Straßenbefestigung aus einer 1- bis 2-lagigen Schwarzdecke mit Gesamtstärken zwischen 3,5 (RKB 5) und 10,0 cm (DPM 2) erbohrt worden.

In dem untersuchten Abschnitt der "Hubertusstraße" ist bei allen Kerne unterhalb der Schwarzdecke angespritzter Schotter vorhanden.

Die ungebundene Tragschicht besteht überwiegend aus gebrochenen Mineralgemisch und weist eine Dicke zwischen etwa 22,0 (RKB 1) und 36,0 cm (DPM 4) auf.

Bezüglich der Kornverteilung erfüllt die Tragschicht nicht die Anforderungen. Einzelheiten sind dem Abschnitt 2.2 zu entnehmen.

Nach den Sondierungsergebnissen weist die ungebundene Tragschicht eine mitteldichte bis dichtere Lagerung auf, in Richtung Planum geht diese überwiegend stark zurück. Die Anforderung an die Tragfähigkeit des Planums ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) ist teilweise nicht erfüllt.

Aufgefüllte Böden in Form von verlehnten stückigen Tonstein/Quarz/Felsbruch sowie Schluff mit kiesigen und sandigen Beimengungen sind überwiegend bis in Tiefen zwischen 0,9 (RKB 5) und >3,0 m (RKB 1/3) unter der Straßenoberfläche (SOF) erbohrt worden. Bereichsweise sind auch Ziegelreste vorhanden.

Bei den Bohrungen RKB 1/3 ist in Tiefenbereichen zwischen 0,9/1,0 und 3,0 m aufgrund fehlender Fremdbeimengungen eine sichere Einstufung nicht möglich und daher diese Schicht im Bohrprofil mit einem Fragezeichen (A?) gekennzeichnet.

Nach den Untersuchungsergebnisse weist die Auffüllung eine lockere bis mitteldichte Lagerung (Schlagzahlen $n_{10} = 4 - 8$) bzw. steife/steife bis halfeste Konsistenz ($n_{10} = 2 - 5$) auf.

Als gewachsene Deckschicht steht Hanglehm/Hangschutt an.

Der Hanglehm (RKB 5) besteht überwiegend aus Schluff mit Tonsteinbeimengungen in Sand- bis Kieskorngroße. Mit der Mittelschweren Rammsonde sind Eindringwiderstände in einer Größenordnung von $n_{10} = 5$ bis 8 gemessen worden. Im Labor ist Wassergehalt von 18,2 Gew. % (Lab.-Nr. 16) ermittelt worden. Aufgrund der Ergebnisse der Laborversuche und der Sondierungen ist dem Hanglehm überwiegend eine steife bis halfeste Konsistenz zuzuordnen.

Der Hangschutt ist durch einen größeren Tonsteinanteil gekennzeichnet. Bei Eindringwiderständen zwischen $n_{10} = 7 - 10$ und Wassergehalte zwischen 15,6 (Lab.-Nr. 17) und 16,8 Gew. % (Lab.-Nr. 18) ist im Hangschutt überwiegend eine mitteldichte Lagerung vorhanden.

Das Festgestein (Tonstein) ist bei den Bohrungen nicht erreicht worden. Aufgrund der zunehmenden Schlagzahlen bei der Rammsondierung DPM 2 ist nicht auszuschließen, daß hier unterhalb von etwa 1,8 m unter GOF verwitterter Felsen (Felsnase?) ansteht.

Der allgemeine Baugrundaufbau ist im folgenden Bild 8 dargestellt. Einzelheiten sind der Anlage 1/2 zu entnehmen.

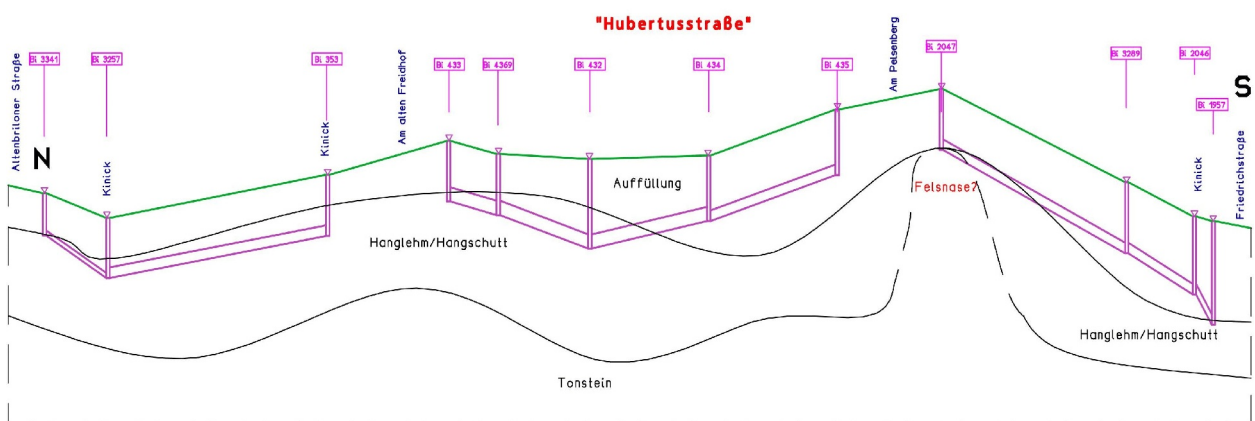


Bild 8: Baugrundaufbau schematisch

3.3. Grundwasserverhältnisse

Die Grundwasserstände sind in den letzten Monaten in vielen Bereichen in NRW ungewöhnlich stark angestiegen.

Nach überdurchschnittlichen Niederschlägen in diesem Winter ist in etlichen Teilen des Landes seit Oktober 2017 ein deutlicher Anstieg der Grundwasserstände zu verzeichnen. Darüber hinaus ist aufgrund der niedrigeren Temperaturen im Winter nur eine sehr niedrige Verdunstungsrate vorhanden, so dass ein großer Teil des Niederschlags in den Boden und ins Grundwasser gelangte.

Bei den Felduntersuchungen im Februar 2018 wurde das Grundwasser nur bei den RKB 5 u. DPM 4 in einer Tiefe von 2,0 m unter GOF angetroffen. Hierbei handelt es sich wahrscheinlich um Schicht-/Stauwasser.

Aufgrund der Untergrundverhältnisse ist nach langandauernden Niederschlägen mit stärkerem Stau- und Schichtwasser zu rechnen.

3.4. Bodenklassen

Die im Baugrund festgestellten Böden und Gesteine sind nach (alten) DIN 18300:2012-06 bzw. DIN 18196 folgenden Bodenklassen/Bodengruppen zuzuordnen:

Bodenart	Bezeichnung nach		Bodenklasse	Bodengruppe
	DIN 4022	DIN 18300	DIN 18300	DIN 18196
Anschüttung				
a) gemischtkörnig (bindig bis grobkörnig)	A (S,G,X)	leicht bis schwer lösare Bodenarten	3, 4 ¹⁾ - 5 ³⁾	-
Deckschicht				
a) Hanglehm	L(U,s,g)	mittelschwer lösare Bodenarten	4 ¹⁾	UL/TL
b) Hangschutt	Lx (G,s,u)	leicht bis mittelschwer lösare Bodenarten	3 - 4 ¹⁾	GU/ G $\bar{U}$
Festgestein				
Tonstein /Kalkstein	Tst/Kst			
a) stark verwittert bis verwittert	$\bar{v}$ v	leicht lösbarer Fels	6	-
b) schwach verwittert bis unverwittert (plattig bis bankig)	v'	schwer lösbarer Fels	7 ²⁾	-

- ¹⁾ Bei Wassersättigung bewegungsempfindlich. Im Leistungsverzeichnis der Erdarbeiten ist auf die mögliche Zustandsverschlechterung durch Aufweichen der bindigen/gemischtkörnigen Böden bei Wasserzufluß hinzuweisen. Im Zustand der Wassersättigung z.B. durch Stau nässe oder Niederschläge, und bei mechanischer Beanspruchung, z.B. durch Begehen oder Befahren, weichen diese Böden auf und verlieren dauerhaft ihre Tragfähigkeit.
- ²⁾ Die Merkmale der Bodenklasse 7 liegen erst dann vor, wenn der Fels nur wenig klüftig ist, d.h. die Klüftkörper ein Volumen von $\geq 0,1 \text{ m}^3$ (Würfel mit einer Kantenlänge $> 45 \text{ cm}$) aufweisen. Die genaue Menge kann erst während der Aushubarbeiten in der Baugrube aufgemessen werden.
- ³⁾ Klasse 5: wie Klasse 3 und 4, jedoch $> 30 \text{ Gew.-%}$ Steine von 63 mm bis $0,01 \text{ m}^3$ ($\varnothing \approx 30 \text{ cm}$) Rauminhalt; Nichtbindige und bindige Böden mit $< 30 \text{ Gew.-%}$ Steine von $0,01$ ($\varnothing \approx 30 \text{ cm}$) bis $0,1 \text{ m}^3$ ($\varnothing \approx 60 \text{ cm}$) Rauminhalt.

Der Übergang zwischen den einzelnen Bodenklassen ist nicht deutlich ausgeprägt, so dass beim Aufmaß in der Örtlichkeit Schwierigkeiten zu erwarten sind. Zur Vereinfachung der Abrechnung wird daher empfohlen, in der Ausschreibung die einzelnen Bodenarten in Bodengruppen/Homogenbreich zusammenzufassen.

Bodengruppe I/Homogenbreich I:

- Bodenklasse 3 bis 6
- Anschüttung
- Gemischt- bis grobkörnig
- Deckschicht
- Hanglehm/Hangschutt
- Festgestein
- Tonstein, stark verwittert bis verwittert

Bodengruppe II/Homogenbreich II:

- Bodenklasse 7
- Festgestein
- Ton-/Kalkstein, schwach verwittert bis unverwittert

Für das Aufnehmen der Straßenbefestigung sind im Leistungsverzeichnis gesonderte Positionen vorzusehen.

3.5. Homogenbereiche

Im August 2015 erschien die VOB/C 2015 als Ergänzung zur VOB 2012. In der VOB/C 2015 werden die neu bearbeiteten Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen (ATV)-Normen (DIN 18300, 18301, 18311 usw.) in der VOB verankert.

Damit werden die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-06 ersetzt und die Bodenklassifizierung in Homogenbereich eingeführt.

Für den Erd- und Straßenbau sind die Festlegungen in der ATV DIN 18300:2015-08 Erdarbeiten maßgebend.

(VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV))

Boden und Felsen sind entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen.

Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für Bodenbearbeitung vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Sind umweltrelevante Inhaltsstoffe zu beachten, so sind diese bei der Einteilung in Homogenbereiche zu berücksichtigen.

Für die Homogenbereiche sind die Eigenschaften und Kennwerte sowie deren Bandbreite im Folgenden angegeben.

Homogenbereich	I		II
Schicht (Nr.)	Auffüllung gemischt- bis grobkörnig	Hanglehm/Hangschutt, Tonstein, stark verwittert bis verwittert	Tonstein / Kalkstein, schwach verwittert bis unverwittert (nicht angetroffen)
Eigenschaften /Kennwerte	18300:2015-08 Erdarbeiten		
Kornverteilung /Körnungsbänder DIN 18123	Grafik Anlage 3.2		
Anteil Steine und Blöcke DIN EN ISO 14688-1	< 25	< 10	
Wichte, feucht / Auftrieb γ/γ' [kN/m ³]	17,5 - 19,5/ 9,0 - 10,5	19,0 - 22,0/ 9,0 - 10,0	23,0 - 26,0/ 13,0 - 16,0
Undrained Scherfestigkeit DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2	0 - 30	5 - 50	
Plastizitätszahl DIN 18122-1, Konsistenzzahl DIN 18122-1,	weich - halbfest	weich - fest	
Plastizität I_p	gering bis mittel	gering bis mittel	
Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1	3 - 30	3 - 30	-
Lagerungsdichte DIN EN ISO 14688-2, Best. DIN 18126	locker - dicht	locker - dicht	
Organischer Anteil Gew. %	< 10	< 5	
Bodengruppe DIN 18196	A(-)	GU / G $\bar{U}$ /UL/TL	
Ortsübliche Bezeichnung	gemischtkörnige, bindige Auffüllung	Hanglehm/Hangschutt, Tonstein verwittert	Tonstein/Schluffstein, Kalkstein
Benennung von Fels DIN 14689-1			plattig/bankig, verwittert bis schwach verwittert, bindige Kluftfüllung
Verwitterung, Veränderungen, Veränderlichkeit DIN 14689-1		veränderlich bis leicht veränderlich	Schwach veränderlich
einaxiale Druckfestigkeit (MN/m ²)			5 - 100
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform DIN 14689-1			5 bis 100 cm plattig / prismatisch / tafelförmig / kubisch
Abrasivität nach NF P18-5791		schwach	schwach - mittel

In der Anlage 3.2b ist die Kornverteilung für den Homogenbereich I dargestellt.

3.6. Bodenmechanische Kenngrößen

Nach den Ergebnissen der Probenansprache und der ausgeführten Laborversuche lassen sich für die angetroffenen Hauptbodenarten folgende bodenmechanische Kenngrößen (Rechenwerte) angeben. Sie kennzeichnen das mechanische Verhalten der anstehenden Böden in der vorhandenen ungestörten Lagerung. In den Fällen, in denen keine Versuchsergebnisse zur Verfügung standen, sind die Bodenkenngrößen anhand der Angaben im Fachschrifttum und aufgrund des Erfahrungswissens geschätzt worden.

Tiefen- bereich	Bodenart	Wichten γ/γ'	Reibungs- winkel φ'	Kohäsion c'	Steifemodul E_s
m ü.NN		kN/m ³	°	kN/m ²	MN/m ²
	Aufschüttung gemischt- bis grobkörnig -Mittelwert-	18,5-19/-	30,0 ¹⁾	-	3 - 20
	Deckschicht Hanglehm Schluff, sandig, tonig, kiesig - steif bis halbfest -	1 9,0/10,0	27,5	5 - 10	8 - 16
	Hangschutt (Lx) Kies, sandig, schluffig	19,5/10,0	32,5	2 - 4	20 - 40
	Festgestein Tonstein / Kalkstein a) stark verwittert bis verwittert b) schwach verwittert bis unverwittert	22-24/- 23-26/-	22,5 ²⁾ 22,5 ²⁾	40 ³⁾ >100 ³⁾	40 - 80 > 100

γ Wichte des feuchten Bodens

γ' Wichte des Bodens unter Auftrieb

E_s Steifemodul im Spannungsbereich zwischen der Bodenauflast $\gamma \cdot t$ und der zulässigen Bodenpressung σ

¹⁾ Ersatzreibungswinkel einschließlich Kohäsion

²⁾ Reibungswinkel auf Schicht- und Kluftflächen $\varphi = 22,5^\circ$ (Tst)

³⁾ Schercharakteristik eines Festgesteins $c = q_u/2$ ($\varphi = 0^\circ$)

4. Straßenbau

4.1. Vorhandener Straßenaufbau

Der vorhandene Straßenaufbau ist im Abschnitt 2.3 beschrieben und die Dicken in der Tabelle 1 aufgelistet.

Bezüglich der Kornverteilung (RKB 3, Lab.-Nr. 8) erfüllt die ungebundene Tragschicht nicht die Anforderungen, Einzelheiten sind dem Abschnitt 2.2 zu entnehmen.

4.2. Vorhandener Gehwegaufbau

Die Oberflächenbefestigung des Gehweges besteht überwiegend aus einer 2-lagigen Schwarzdecke mit Gesamtstärken zwischen 7,0 bis 17,0 cm. Bereichsweise sind auch Pflasterflächen vorhanden.

In den folgenden Bildern sind die Schürfe im Gehweg dargestellt, und die Schichtdicken in der Tabelle 2 aufgelistet:



Sch 1, $t=0,5$ m (Ostseite), 1.+2.Bit.-Schicht, Schotter (angeklebt) und Auffüllung



Sch 1, $t=0,15 - 0,3$ m: Steine + Quarz



Sch 2, $t=0,6$ m (Ostseite), 1.+2.Bit.-Schicht, Schotter (angeklebt) und Auffüllung



Sch 11, $t=0,6$ m (Westseite), 1.+2.Bit.-Schicht, Schotter (angeklebt) und Auffüllung



Sch 11, $t=0,1 - 0,4$ m: Ziegel und Mörtel



Sch 12, $t=0,6$ m (Westseite), 1.+2.Bit.-Schicht,
Schotter (angeklebt) und Auffüllung



Sch 12, $t=0,2-0,6$ m: Tonschieferplatten, Ziegel in Auffüllung

Folgende Dicken und Stoffe wurden im Gehweg festgestellt, der Übergang zur Auffüllung ist zum Teil fließend.

Tabelle 2: Gehwegaufbau

Untersuchungs- stelle		Dicke des gebundenen Aufbaus (cm) / Material	ungebundene Tragschicht Dicke (cm) / Material	Gesamtdicke des gebundenen+ ungebundenen Aufbau (cm)
Ostseite	Sch 1	5,0+4,0 / Schwarzdecke + Schotter, klebt	21,0 / Schotter + Steine	30,0
	Sch 2	3,0+4,0 / Schwarzdecke + Schotter, klebt	23,0 / Schotter	30,0
Westseite	Sch 11	3,0+7,0 / Schwarzdecke + Schotter, klebt	30,0 / Schotter, Felsbruch, Ziegel, Mörtel	40
	Sch 12	3,0+14,0 / Schwarzdecke + Schotter, klebt	23,0 / Schotter, Felsbruch, Ziegel, Schluff	40

Bezüglich der Kornverteilung (Sch 2, Lab.-Nr. 29) erfüllt die ungebundene Tragschicht nicht die Anforderungen. Einzelheiten sind dem Abschnitt 2.2 zu entnehmen.

4.3. Frostempfindlichkeit

Die Beurteilung der Frostempfindlichkeit der anstehenden Böden erfolgt entsprechend ZTVE-StB 09, Tabelle 1.

Im Planum der zu erneuenden Straße steht überwiegend gemischtkörnige Auffüllung, örtlich auch Hanglehm/Hangschutt an.

Der Untergrund ist in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 einzustufen.

4.4. Tragfähigkeit des Planum

Nach ZTVE-StB 09 ist bei frostempfindlichem Untergrund in Planumshöhe ein Verformungsmodul mindestens $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ erforderlich.

Diese Größe ist teilweise nicht vorhanden. Erfahrungsgemäß werden die anstehenden Böden beim Baubetrieb zusätzlich noch gestört und aufgelockert.

Daher sind nach Freilegung des Planums Zusatzmaßnahmen erforderlich (siehe Abschnitt 4.6 Herstellen des Planums).

4.5. Dicke des frostsicheren Aufbaus

Die Festlegung der Belastungsklasse und die sich daraus ergebende Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus erfolgt nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12, Ausgabe 2012, Tabelle 6).

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus RStO 12			
	Anbaufreie Straße, Verbindungsstraße, Industriestraße, Gewerbestraße Hauptgeschäftstraße, örtliche Geschäftsstraße, örtliche Einfahrtstraße	örtliche Einfahrtsstraße, dörfliche Hauptstraße, Quartiersstraße, Sammelstraße, Wohnstraße	Wohnstraße Abstellfläche Wohnwege ESV	Rad- und Gehwege (keine Nutzung durch andere Fahrzeug)
Belastungsklasse	Bk100 bis Bk10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3	-
F 3	65 cm	60 cm	50 cm	30 cm

Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse ergeben sich entsprechend RStO 12, Tabelle 7.

Mehr oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse (Tab.7 RStO 2012)								
Örtliche Verhältnisse		A	B	C	D	E	aktuelle Straße	
							min	max
	Zone I	± 0 cm						
	Zone II	+ 5 cm					5	
	Zone III	+ 15 cm						10 ^{*)}
kleinräumige Klimaunterschiede	ungünstige Klimaeinflüsse z. B. durch Nordhang oder in Kammlagen von Gebirgen		+ 5 cm					
	keine besonderen Klimaeinflüsse		± 0 cm					
	günstige Klimaeinflüsse bei geschlossener seitlicher Bebauung entlang der Straße		- 5 cm				-5	-5
Wasser- verhältnisse im Untergrund	kein Grund- und Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum			± 0 cm				
	Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum			+ 5 cm			0	5
Lage der Gradienten	Einschnitt, Anschnitt				+ 5 cm			
	Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m				± 0 cm		0	0
	Damm > 2,0 m				- 5 cm			
Entwässerung der Fahrbahn/ Ausführung der Randbereiche	Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen					± 0 cm		0
	Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen					- 5 cm	-5	
		Summe Mehr- oder Minderdicken					-5	10

^{*)} = von BGI empfohlen - keine Vorschrift

Frosteinwirkungszone II angrenzend an III, Zuschlag + 5 bis +15 cm; wg. Randlage max. 10 cm

Insgesamt ergibt sich daher folgende Gesamtdicken des frostsicheren Aufbaus:

Bezeichnung Belastungsklasse Frostempfindlichkeitsklasse	Gesamtdicke des frostsicheren Aufbaus (cm)	Mehr- Minderdicken (cm) - siehe folgende Zusammenstellung - (RStO Tab. 7)	Gesamtstärke (cm)
Quartiersstraße, Wohnstraße Bk3,2 bis Bk1,0 F3	60	-5 bis 10	55 - 70
Abstellfläche/Wohnstraße ESV (überfahren) ≤ Bk 0,3 F3	50	-5 bis 10	45 bis 60
Rad- und Gehwege (keine Nutzung durch andere Fahrzeug) F3	30	-5 bis 10	25 - 40

Die heutige Nutzung /Verkehrsbelastung ist uns nicht bekannt. Bei einer Verkehrsbelastung (Quartiersstraße, Wohnstraße) empfehlen wir eine Gesamtdicke des frostsicheren Aufbaus von

Straße BK 3,2 - BK 1,0: $d > 60,0 \text{ cm}$

Gehweg:

Überfahren mit PKW: $d = 50,0 \text{ cm.}$

ohne Nutzung durch PKW: $d = 30,0 \text{ cm.}$

Bei unzureichender Tragfähigkeit des Untergrundes sind entsprechende Maßnahmen (z.B. Verstärkung der ungebundenen Tragschicht) erforderlich.

4.6. Befahrbarkeit / Herstellen des Planums

Die anstehenden bindigen Böden sind wasser- und bewegungsempfindlich. Bei Wassersättigung (Niederschlagswasser, Grund- und Schichtwasser) sowie bei mechanischer Beanspruchung (Begehen, Befahren) weichen diese Böden sehr schnell auf. Auf diese Eigenschaften des Bodens ist daher unbedingt Rücksicht zu nehmen.

Der Bodenaushub ist von der Geländeoberfläche aus mit einem Tieflöffelbagger, der mit einer glatten Schaufel ausgerüstet ist, im Rückwärtsschritt bis zum Planum der Tragschicht durchzuführen.

Die nach ZTVE-StB erforderliche Lagerungsdichte ist teilweise nicht vorhanden. Erfahrungsgemäß werden die anstehenden Böden beim Baubetrieb zusätzlich noch gestört und aufgelockert.

Nach Freilegung des Planums ist daher insgesamt eine intensive Nachverdichtung (mindestens 5 Übergänge mit einem Mittelschweren Verdichtungsgerät) erforderlich. Dazu ist dem Aushub unmittelbar folgend, auf das Planum eine 0,1 m dicke Schotterschicht (0/45 mm) aufzuziehen und nachzuverdichten.

Sollte zur Zeit der Erdarbeiten der Wassergehalt der bindigen Böden eine Verdichtung nicht zulassen, ist eine Grobkornstabilisierung durchzuführen. Hierbei wird auf das Planum eine ca. 0,1 m dicke Grobkornschicht aus kornbeständigem Material (Korngröße ca. 32 - 80 mm) aufgezogen und diese in den Untergrund eingerüttelt. Diese Schicht verhindert gleichzeitig das Festfahren des Flächenrüttlers.

Aufgeweichte bindige Böden können nicht nachverdichtet werden und sind daher auszukoffern und durch verdichtungsfähiges Material zu ersetzen.

Einzelheiten zur Ausführung sind in Abhängigkeit vom -während der Baumaßnahme vorhanden-Wassergehalt festzulegen.

5. Kanalbau

Die Hubertusstraße ist wellig ausgebildet. Einzelheiten zur geplanten Kanalbaumaßnahme liegen uns noch nicht vor.

Die vorhandenen Kanalsohlen liegen zwischen 1,6 und 2,5 m unterhalb der Straßenoberfläche. In der Anlage 1/2 sind die vorhandenen Kanalsohlen in Pink aufgetragen.

Wir gehen davon aus, dass die geplanten Kanalsohlenhöhen etwa den vorhandenen entsprechen werden und die Kanalleitung in einer offenen Bauweise verlegt wird.

5.1. Herstellen des Kanalgrabens

Bei einer Kanaltiefe von etwa 1,6 bis 2,5 m unter Straßenoberfläche (SOF) wird die Kanalgrabensohle überwiegend im Auffüllung/Hanglehm/Hangschutt liegen. Örtlich (DPM 2) kann auch verwitterter Felsen (Felsnase?) vorhanden sein. Daher ist der Bodenaushub nur mit einem ausreichenden leistungsfähigen Bagger möglich.

Die Kanalstrecke liegt im Straßenbereich, aus Arbeitsschutzgründen und der vorhandenen Versorgungsleitungen ist ein verbauter Kanalgraben erforderlich.

Für die Bemessung des Verbaus gelten die unter Abschnitt 3.6 angegebenen bodenmechanischen Kennwerte. Die Verbauelemente sind für den aktiven Erddruck zu bemessen.

Im Bereich von setzungsempfindlichen Leitungen ist auf einen verformungsarmen Verbau zu achten. Hier ist der Verbau vorzuspannen.

5.2. Trockenhaltung des Kanalgraben, Herrichten der Kanalsole

Bei den Felduntersuchungen wurde Bereichsweise Grundwasser in einer Tiefe von 2,0 m angetroffen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass zurzeit besonders hohe Wasserstände vorhanden sind. Daher ist vor Beginn der Bauarbeiten das Wasserverhältnisse zu überprüfen.

Bei einem Wasserstand bis 0,5 m über der Aushubsole kann das Wasser in offener Wasserhaltung beherrscht werden.

Anfallendes Regen- und Sickerwasser ist in einer offenen Wasserhaltung zu fangen und kontrolliert abzuleiten.

Die in der Kanalsole anstehenden bindigen Böden sind wasser- und bewegungsempfindlich. Infolge Bodenaushub und Begehen der Sole ist mit einem raschen Aufweichen der Aushubsole zu rechnen.

Um eine Verschlechterung der Zustandsform zu vermeiden, ist dem Aushub unmittelbar folgend das Material der Schutzschicht in einer Dicke von $\geq 0,1$ m aufzubringen (Andeckverfahren). Für die Schutzschicht ist filterstabiles, gestuftes Bodenmaterial ($U \geq 7$) zu verwenden, das auf $D_{pr} \geq 97$ % zu verdichten ist. Geeignet ist z.B. gestufter Grubensand der Körnung 0/32 mm oder Kalksteinschotter der Körnung 0/45 mm.

Die Aushubsole im stark verwitterte bis verwitterte Fels wird durch den Bodenaushub aufgelockert. Diese ist durch eine Verdichtung der Schutzschicht ($\geq 0,1$ m) rückgängig zu machen.

5.3. Verfüllen der Baugruben, Wiederverwendung der Aushubböden

Für das Verfüllen der Leitungszone (bis 0,3 m über Rohrscheitel) ist gestufter Sand oder kiesiger Sand geeignet, der lagenweise auf $D_{pr} = 97 \%$ zu verdichten ist (ZTVA-StB-09).

Hier sollte ein Material mit einem Feinkornanteil von etwa 10 Gew. % verwendet werden.

Um eine Dränwirkung des Rohrgrabens (Längsdränung) zu verhindern, sind gegebenenfalls Lehmschläge oder Betonschürzen an den Schächten vorzusehen.

Für die Verfüllung (Fremdböden) sollten verdichtungsfähige, weitgestufte, schwachbindige Bodenarten wie gebrochenes Mineralgemisch, geeignete Vorabsiebung oder und Grubenkies mit einem Feinkornanteil ($\varnothing \leq 0,063 \text{ mm}$) von 10 bis 15 Gew.-% und einem Größtkorn $\leq 45 \text{ mm}$ verwendet werden. Die Böden sind lagenweise einzubauen und im Bereich von Verkehrsflächen auf Verdichtungsgrade $D_{pr} \geq 97 \%$ zu verdichten.

Das gebrochene Mineralgemisch der vorhandenen Tragschicht (Straße und Gehweg) kann als Schutzschicht oder als Kanalgrabenverfüllung wieder eingebaut werden.

Von den ausgehobenen Materialien sind für die Verfüllzone die nichtbindigen und schwach bindigen Böden (gewachsen bzw. aufgefüllt) wiederverwendbar.

Voraussetzung für den Wiederverwendung der Aushubböden ist eine selektive Gewinnung während des Aushubs. Da der Schichtenverlauf ungleichmäßig ist, ist für die Trennung der Bodenarten eine sorgfältige Bauüberwachung erforderlich. Hierdurch kann der wirtschaftliche Nutzen einer selektiven Bodengewinnung ev. gering sein.

5.4. Beeinflussung benachbarter Bauteile

Die jeweils kritischen Abstände der Gebäude und Versorgungsleitungen sind Bild V zu entnehmen.
Setzungsbeeinflussungen

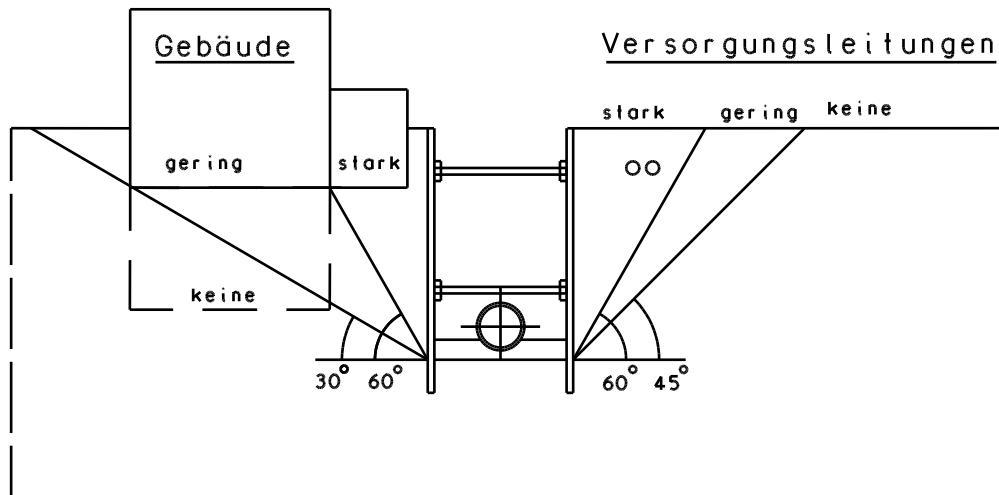


Bild V: Kritischer Abstand von Gebäuden und Versorgungsleitungen

Die bauwerksschädlichen Setzungen liegen allgemein im Bereich von $\vartheta_a = 60^\circ$.

In der "Hubertusstraße" weist das Haus Nr. 30 die geringste Entfernung zur Kanalgrabenwand mit etwa 5,0 m auf. Die Kanalgrabentiefe liegt bei etwa 2,5 m.

Bei unterkellerten Bauwerken mit einer Gründungstiefe $\geq 2,0$ m können Setzungsschäden in jedem Fall ausgeschlossen werden.

Ebenso können bei nichtunterkellerten Bauwerken mit einer frostfreien Gründungstiefe von 0,8 m und einem Abstand zwischen Verbau- und Hauswand von ≥ 3 m Setzungsschäden (Kanalgrabentiefe 2,5 m, Ansatz $\vartheta_p = 30^\circ$) ebenfalls ausgeschlossen werden.

Bei parallel verlaufenden setzungsempfindlichen Ver- und Entsorgungsleitungen ist die Beeinflussung durch den Kanalneubau zu prüfen. Neben einem verformungsarmen Verbau ist eine besonders sorgfältige Verdichtung der Kanalgrabenverfüllung erforderlich.

6. Hinweise zur weiteren Planbearbeitung

Einzelheit zur Planung der neuen Kanalbaumaßnahme liegt noch nicht vor. Nach Vorliegen der genauen Planung ist gegebenenfalls Überprüfung der Angaben in unserem Gutachten erforderlich.

Nach Beginn der Ausschachtungsarbeiten wird eine laufende Baugrubenabnahme durch die Unterzeichner erforderlich, um die Ergebnisse aus den einzelnen Untersuchungsstellen hinsichtlich ihrer Gültigkeit für die gesamte Baufläche zu überprüfen.

Hierbei sind insbesondere die Fels- und Boden-/Wasserverhältnisse sowie Wiederverwendung der Aushubböden zu beurteilen und gegebenenfalls Zusatzmaßnahmen (z.B. Vergrößern der Bettung, Wasserhaltung usw.) festzulegen.

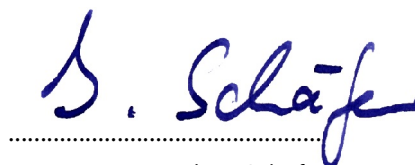
Die Zusammensetzung und Verdichtung der Kanalgrabenverfüllung sowie der Tragschicht hat einen entscheidenden Einfluß auf die Gebrauchsfähigkeit. Daher ist die Eignung und Homogenität des Einbaumaterials sowie dessen Verdichtung zwingend zu überprüfen. Die Materialien sind vor Einbau von uns freizugeben.

Zur Wahrung einer durchgängigen Qualitätssicherung und zur Vermeidung von Zuständigkeitsüberschneidungen mit unklarer Haftung sollten die Prüfungen nicht durch die Baufirma erfolgen. Vielmehr sollten diese durch den Bauherrn beauftragt und durch BGI durchgeführt werden. Die Prüfungen sollten frühzeitig beginnen, damit Einbaufehlern entgegengesteuert werden kann.

Weitere sich im Laufe der Planbearbeitung ergebende Fragen können jeweils kurzfristig bearbeitet werden.



(Dr.-Ing. P. Mao)



(Dr.-Ing. Jochen Schäfer)

Verzeichnis der Anlagen

- | | |
|--------------|---------------------------------------|
| Anlage 1/2 : | Lageplan der Aufschlußstellen |
| | Baugrundprofile |
| | Erklärung der Zeichen und Abkürzungen |
| Anlage 3 : | Laborergebnisse |
| 3.1 : | Zusammenstellung der Laborergebnisse |
| 3.2a : | Kornverteilungen |
| 3.2b : | Körnverteilung Homogenbereich I |

Zusammenstellung der Laborergebnisse

Labor	Bohrung	Entnahmetiefe	Bodenart	Wassergehalt w	Asphaltprobe
Nr.	Nr.	m	-	%	
1a	RKB 1	0,03	Bit.-Schicht		x
1b		0,08	Schotter, angeklebt, angespritzt		Kern
2		0,13	Schotter, angespritzt		
3		0,3	Schotter, grau		
4		0,7	A(G(Quarz), $\bar{u}$, s), hellbraun/braun/hellgrau	10,5	
5		1,6	A?(U,s,g), steif-h.fest, hellbraun/braun	11,2	
6	RKB 3	2,7	A?(G(Quarz), $\bar{u}$, s,t'), hellbraun/braun/hellgrau	16,6	
7a		0,03	1.Bit.-Schicht		x
7b		0,08	2.Bit.-Schicht (2,5 cm) + Schotter, angeklebt, angespritzt		Kern
8		0,35	Schotter, grau		
9		0,7	A(U,s,g',Ziegel-R.), steif-h.fest, dkl.braun/dkl.grau		
10		1,6	A?(U, $\bar{g}$ (Quarz)s), steif-h.fest, braun/hellgrau	27,5	
11	RKB 5	2,2	A?(U,s,g,t'), steif, rotbraun/braun	28,3	
12		2,9	A?(U,s,g'), steif-h.fest, braun	18,2	
13		0,035	Bit.-Schicht (Teilweise Schotter angeklebt, angespritzt)		x Kern
14		0,3	Schotter, grau		
15		0,7	A(G(Tst),s,u'), graubraun/grau		
16		1,4	L(U,s,g'), steif-h.fest, braun	18,2	
17		2,0	Lx(G, $\bar{u}$, s), braun/graubraun	15,6	
18		2,7	Lx(G, $\bar{u}$, s), braun/graubraun	16,8	

Labor	Bohrung	Entnahme- tiefe	Bodenart	Wassergehalt w	Asphalt- probe
Nr.	Nr.	m	-	%	
19a	DPM 2	0,015	1.Bit.-Schicht		x
19b		0,1	2.Bit.-Schicht (1,5 cm)+ Schotter, angeklebt, angespritzt		Kern
20	DPM 4	0,04	Bit.-Schicht		x
21a	DPM 6	0,02	1.Bit.-Schicht		x
21b		0,08	2.Bit.-Schicht (2,0 cm)+ Schotter, angeklebt, angespritzt		Kern
22	Sch 1	0,05	1.Bit.-Schicht		x
23		0,09	2.Bit.-Schicht+ Schotter, angeklebt		x
24		0,15	Schotter+Asphaltstücke, grau/dkl.grau		
25		0,3	Steine + Quarz		
26	Sch 2	0,5	A(U, $\bar{g}$ (Quarz),s), steif-h.fest, bunt		
27		0,03	1.Bit.-Schicht		x
28		0,07	2.Bit.-Schicht+ Schotter, angeklebt		x
29		0,3	Schotter, braun/grau		
30	Sch 11	0,45	A(G(Quarz),s,u,Ziegel-R.), bunt		
31		0,6	A(U, $\bar{s}$,g,Wurzel-R.), steif, dkl.graubraun		
32		0,03	1.Bit.-Schicht		x
33		0,1	2.Bit.-Schicht+ Schotter, angeklebt		x
34	Sch 12	0,4	A(G,s,u',Ziegel- Mörtel-R.), bunt		
35		0,6	A(G,u,s,Ziegel-R.), braun/dkl.graubraun		
36		0,03	1.Bit.-Schicht		x
37		0,17	2.Bit.-Schicht+ Schotter, angeklebt		x
38		0,6	A(G,s,u,Ziegel-R.), grau/braun/dkl.braun		



Baugrunderleure

Dr.-Ing. Jochen Schäfer
Dipl.-Ing. F.J.Giljohann

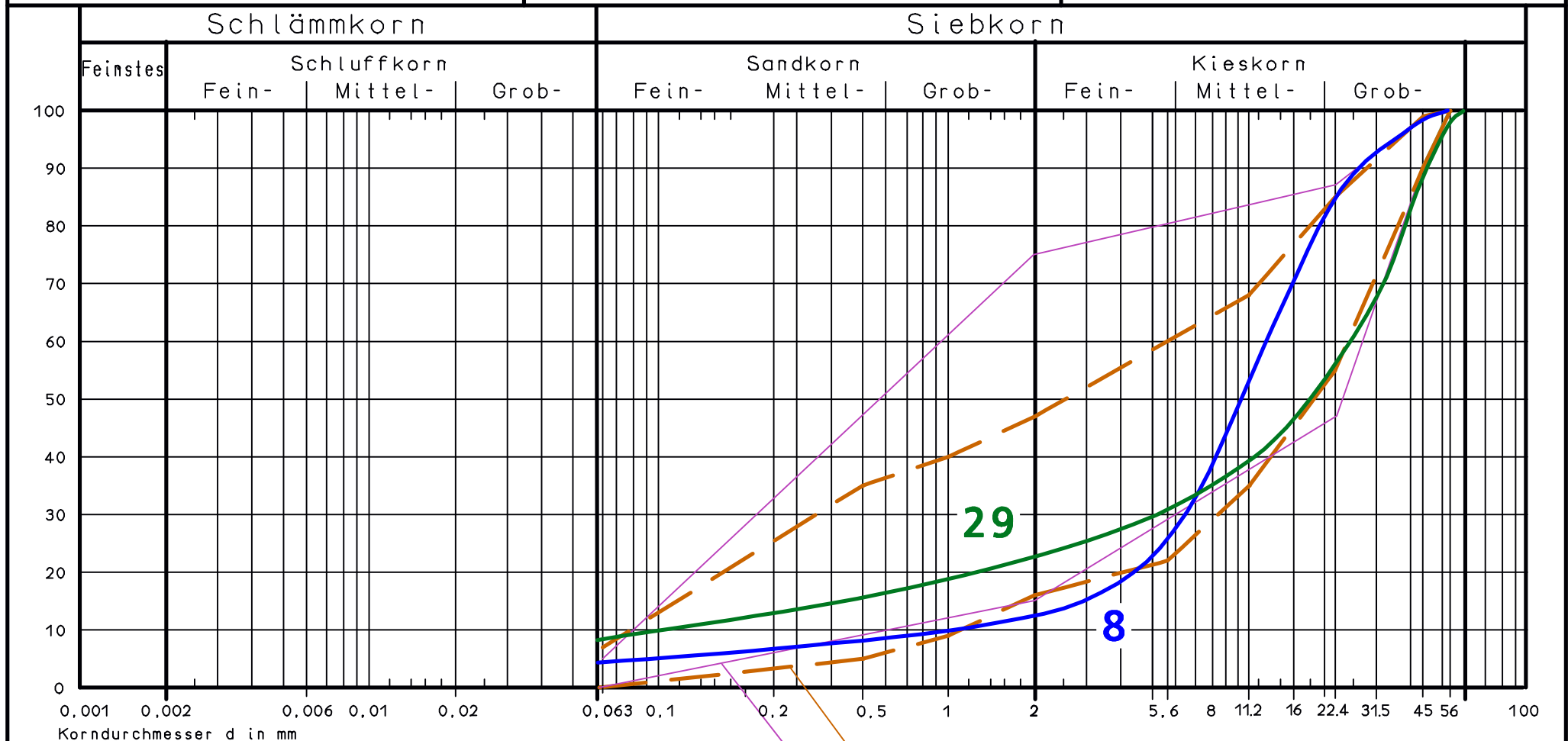
www.bgi.de e-mail: info@bgi.de
59821 Arnsberg Tel: 02931/2 1515
44287 Dortmund Tel: 0231/4497-0

Körnungslinie nach DIN EN 933-1

Auftrags.Nr.: 18 09

Datum: 13.02.2018

Anlage Nr.: 3.2a



Kurve Nr.:	8 (Straße)	29 (Gehweg)	
Bodenart:	G,s' (Schotter)	G,s',u' (Schotter)	
Tiefe:	0,1 - 0,35 m	0,1 - 0,3 m	
Entnahmestelle:	RKB 3	Sch 2	
U=d ₆₀ /d ₁₀ :	~12	>200	



BaugrundIngenieure

Dr.-Ing. Jochen Schäfer
Dipl.-Ing. F.J.Giljohann

www.bgi-zd.de e-mail: info@bgi-zd.de
59821 Arnsberg Tel: 02931/2 1515
44287 Dortmund Tel: 0231/4497-0

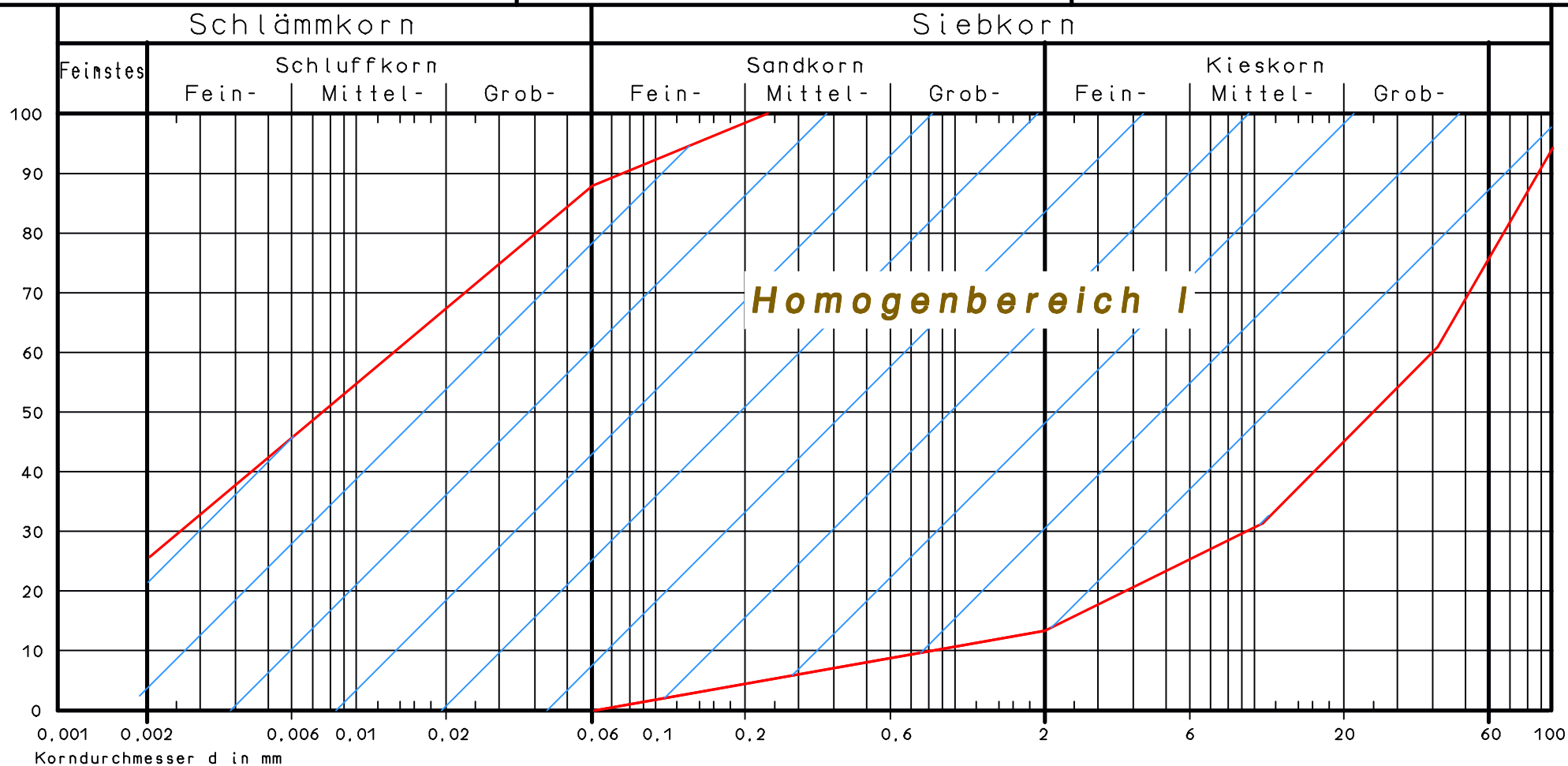
Körnungslinie

nach DIN 18123

Auftrags.Nr.: 18 09

Datum: 19.02.2018

Anlage Nr.: 3.2b



Kurve Nr.:

Bodenart:

Tiefe:

Entnahmestelle:

$U = d_{60} / d_{10}$: