



Immengarten 15 31134 Hildesheim		Telefon: 05121-99985-0 Telefax: 05121-99985-11		www.roehrs-herrmann.de mail@roehrs-herrmann.de	
Projekt: Buswendeschleife Marienburg		Projekt-Nr.: 0982-008			
<p>Neubau einer Buszufahrt und -wendeschleife</p> <p>Geotechnischer Bericht nach DIN 4020</p>					
Auftraggeber: Stadt Hildesheim Stadtplanung und Stadtentwicklung Markt 3 31134 Hildesheim			über:		
Projektleiter: Markus Herrmann			Datum: 2022-01-31		
Berichtsverfasser: Markus Herrmann Dipl.-Geologe			Bericht geprüft: Yamin Rouhollahi M. Sc. Geotechnik und Infrastruktur		
Ausfertigung:	Seiten:	Abbildungen:	Tabellen:	Anlagen:	
1	28	3	3	8	

Inhaltsverzeichnis

1.	Wichtige Punkte	4
2.	Vorbemerkungen	5
3.	Geotechnischer Untersuchungsbericht	5
3.1.	Vorgang und Anlass	5
3.2.	Durchgeführte Untersuchungen.....	7
3.3.	Allgemeine Angaben zum Baufeld.....	8
3.4.	Baugrundverhältnisse	9
3.4.1.	Gebundene Tragschichten von Verkehrsflächen	9
3.4.2.	Tragschichten Beusterstraße / Einfahrt.....	9
3.4.3.	Asphaltschotter des Wirtschaftsweg (Zufahrt)	10
3.4.4.	Tragschicht Wirtschaftsweg (Zufahrt).....	11
3.4.5.	Oberflächenbefestigung Remise (neue Haltestelle)	11
3.4.6.	Sandige Geländeauffüllung	12
3.4.7.	Auelehm.....	13
3.4.8.	Fluviatile Sande und Kiese	14
3.5.	Schadstoffkonzentrationen	14
3.5.1.	Gebundene Tragschichten von Verkehrsflächen	14
3.5.2.	Tragschichten ohne Bindemittel.....	16
3.5.3.	Boden / Auffüllung	18
3.6.	Homogenbereiche	20
3.6.1.	Homogenbereiche Erdarbeiten nach DIN 18 300.....	20
3.7.	Grundwasserverhältnisse	22
4.	Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse	22
5.	Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise	23
5.1.	Gründungsempfehlung Verkehrsflächen	23
5.1.1.	Straßenoberbau	23
5.1.2.	Gründung der Verkehrsflächen	23
5.2.	Umgang mit Grundwasser	25
5.2.1.	Trockenhaltung der Baugrube	25
5.2.2.	Bauwerksabdichtung	25
5.3.	Umgang mit Niederschlagswasser.....	25



5.4.	Umgang mit Aushubmassen	27
5.5.	Hinweise zur Bauausführung.....	27
6.	Schriftenverzeichnis	28

Abbildungen

Abbildung 1	Übersichtskarte
Abbildung 2	Geologische Karte
Abbildung 3	Lageplan
Abbildung 4	Schadstoffverteilung

Tabellen

Tabelle A-1	Analyseergebnisse Asphalt
Tabelle A-2	Analyseergebnisse Tragschichten
Tabelle A-3	Analyseergebnisse Auffüllungen / Boden

Anlagen

Anlage 1	Probenverzeichnis
Anlage 2	Schichtenverzeichnisse tabellarisch
Anlage 3	Schichtenverzeichnisse graphisch
Anlage 4	Prüfberichte geotechnische Feldversuche
Anlage 5	Prüfbericht Asphalt
Anlage 6	Prüfbericht Tragschicht / Auffüllung
Anlage 7	Prüfbericht Boden
Anlage 8	Messprotokoll

1. Wichtige Punkte

Was beachtet werden sollte:

Baugrundbeschreibung:

- Der vorhandene Straßenoberbau besteht aus Asphalt (Beusterstraße und Einmündung) oder Asphalttschotter (Wirtschaftsweg) auf ungebundenen Tragschichten. Darunter folgen zunächst überwiegend sandige Geländeauffüllungen, dann oft sandiger Auelehm und schließlich sandig-kiesige Niederterrassenablagerungen der Innerste (Abschnitt 3.4).

Umgang mit Aushubmaterial:

- Der Asphalt der Beusterstraße und der Einfahrt ist teerfrei und fällt in die Verwertungsklasse A. Der Asphalttschotter des Wirtschaftswegs gilt als teerbelastet (Verwertungsklasse B, Abschnitt 3.5.1).
- Die Tragschichten der Beusterstraße und der Einmündung (Bankette) fallen in die Zuordnungsklasse Z0/Z0*. Die Tragschicht des Wirtschaftswegs in die Zuordnungsklasse Z 1.1 (Abschnitt 3.5.2).
- Die Geländeauffüllungen im Bereich der Remise (neue Haltestelle) fallen in die Zuordnungsklasse >Z2 (Abschnitt 3.5.3)
- Der Oberboden der Bankette der Beusterstraße fällt in die Zuordnungsklasse Z 2, die sonstigen Böden in die Zuordnungsklasse >Z2 (Abschnitt 3.5.3)
- Für die Böden im Bereich des Wirtschaftswegs (neue Zufahrt) und der Remise (neue Haltestelle) kann eine Wiederverwertung im Bereich des Bodenplanungsgebiets geprüft werden.
- Es wurden 4 Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18 300 definiert (Abschnitt 3.6.1).

Wasserverhältnisse:

- Das Bauvorhaben liegt im Überschwemmungsgebiet der Innerste (Abschnitt 3.3).
- Wir empfehlen, den Bemessungswasserstand dem HQ_{100} der Innerste gleichzusetzen (Abschnitt 3.7).
- Die oberflächennahen Bodenschichten (Auffüllungen, Auelehm) zeigen für eine Versickerung zu geringe Durchlässigkeiten (siehe Abschnitt 3.7). Eine Versickerung in den besser wasserdurchlässigen Niederterrassenkiesen ist aufgrund des Grundwasserstands nicht möglich (Abschnitt 5.3).

Gründungsempfehlung:

- Im Planum der geplanten Zufahrt und der Buswendeschleife steht weicher Auelehm geringer Tragfähigkeit an. Bereichsweise liegt in dieser Tiefe auch eine besser tragfähige sandige Auffüllung. Wir empfehlen, im Planum einen Bodenaustausch mit 45 cm Mineralgemisch durchzuführen.

2. Vorbemerkungen

Der vorliegende geotechnische Bericht umfasst den geotechnischen Untersuchungsbericht nach EC 7 (Abschnitt 3), die Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse (Abschnitt 4) und die Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise (Abschnitt 5). Er entspricht damit gemäß EC 7 einem Geotechnischen Bericht nach DIN 4020.

Im Schriftenverzeichnis (Abschnitt 6) sind die dem Gutachten zugrundeliegenden Informationsquellen und Bewertungsgrundlagen aufgeführt.

Aufschlüsse in Boden und Fels sind als Stichproben zu bewerten. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu, so dass ein Baugrundrisiko verbleibt.

Das Gutachten gilt nur für die beschriebene Baumaßnahme, es darf nicht auf andere Objekte übertragen werden.

Sobald der Aushub abgeschlossen ist, ist der Gutachter zu einer abschließenden Maßnahme aufzufordern, damit ein Vergleich der angetroffenen Baugrundverhältnisse mit den Ergebnissen der punktuellen Sondierungen erfolgen kann.

Der Gutachter ist zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern, wenn sich aus der angetroffenen Geologie Fragen ergeben, die im Gutachten nicht oder abweichend erörtert wurden. Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

3. Geotechnischer Untersuchungsbericht

3.1. Vorgang und Anlass

Baumaßnahme	<p>Die Stadt Hildesheim plant, im Bereich der Domäne Marienburg eine neue Bushaltestelle einzurichten. Zu diesem Zweck soll ein vorhandener Wirtschaftsweg als Straße ausgebaut und mit einer Wendeschleife versehen werden.</p> <p>Wir wurden beauftragt, für das Bauvorhaben eine Baugrunduntersuchung durchzuführen und einen geotechnischen Bericht nach DIN 4020 zu erstellen.</p> <p>Die Lage des Baufeldes ist in Abb. 1 dargestellt.</p>
Auftraggeber	<p>Stadtplanung und Stadtentwicklung Markt 3 31134 Hildesheim</p>
Planung	<p>Ingenieurbüro Richter GmbH Mittelallee 11 31139 Hildesheim</p>

Aufgabe	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse • Definition von Homogenbereichen für die im Gewerk vorgesehenen Erdarbeiten • Bestimmung der Schadstoffkonzentration der Ausbaumassen und Empfehlung zur Verwertung / Entsorgung • Empfehlung zur Gründung der Bauwerke • Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit der oberflächennahen Bodenschichten • Empfehlung zur Bauausführung und zur Trockenhaltung der Baugrube
Geotechnische Kategorie	GK 1 nach DIN EN 1997
Untersuchungskonzept	Der Umfang der Untersuchungen wurde vom Planungsbüro/Auftraggeber vorgegeben und umfasste folgende Punkte: <ul style="list-style-type: none"> • Niederbringung von 7 Kleinrammbohrungen nach DIN 22475-1 mit einer Erkundungstiefe von 3 m, • Niederbringung von 7 schweren Rammsondierungen (DPH-15) nach DIN EN ISO 22476-2 mit einer Erkundungstiefe von 3 m, • Durchführung von 2 Bohrloch-Versickerungsversuchen zur Bestimmung des k_f-Werts der oberflächennahen Bodenschichten, • Aufnahme und Beprobung von 2 bauseits erstellten Baggerschürfen • Durchführungen von 4 Plattendruckversuchen mit der leichten Fallplatte in den Erkundungsschürfen • Untersuchung des gebundenen Oberbaus vorhandener Verkehrsflächen in insgesamt 3 Proben nach RuVA-StB 01 /5/ und Asbest nach TRGS 517 /1/ (BIA-Verfahren 7487), • Untersuchung der angetroffenen Bodenschichten in insgesamt 9 Mischproben nach LAGA /9/, • Geotechnischer Bericht nach DIN 4020 mit Beschreibung der örtlichen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse, Angaben zur Entsorgung der Ausbaumassen, Gründungsempfehlung und Hinweisen zur Bauausführung und zum Trockenhalten der Baugrube.
Angebot	Schriftliches Angebot vom 8. Nov. 2021.
Auftrag	Schriftliche Beauftragung der angebotenen Leistungen durch den Auftraggeber am 16. Nov. 2021.
Vorhandene Pläne und Unterlagen	<ul style="list-style-type: none"> • Topografische Karte Blatt 3825 Hildesheim, Maßstab 1:25.000 • Geologische Karte Blatt 3825 Hildesheim, Maßstab 1:25.000 • Digitale Geologische Karte /7/ • Lageplan des geplanten Bauvorhabens, Stand 3/2020 • Lagepläne der im Planungsbereich vorliegenden Ver- und Entsorgungsleitungen

Lastannahmen / Bauklasse	Genaue Lastannahmen sind noch nicht bekannt. Für die Gründungsempfehlung wurde von folgenden Lasten ausgegangen: <ul style="list-style-type: none"> • Busverkehrsfläche, Belastungsklasse 3,2 nach RStO 12 /6/. Sollten diese Lastannahmen im weiteren Planungsverlauf verändert werden, sind wir zu einer Stellungnahme aufzufordern, damit die getroffene Gründungsempfehlung dem geänderten Planungsstand ggf. angepasst werden kann.
3.2. Durchgeführte Untersuchungen	
Datum der Geländearbeiten	5. Jan. 2022 (Bohrungen) 6. Jan. 2022 (Bohrungen, Versickerungsversuche) 11. Jan. 2022 (Beprobung der Bankette)
Bodenaufschlüsse	7 Kleinrammbohrungen Durchmesser 60/50 mm nach DIN 22475-1 (KRB-01 bis KRB-07), geplante Erkundungstiefe 3 m. Alle Bohrungen erreichten die geplante Tiefe. 2 Kleinrammbohrungen Durchmesser 60 mm, geplante Tiefe 2 m, temporärer Messstellen-Ausbau der Bohrungen mit PVC-Rohr DN 35, Durchführung je eines Bohrloch-Versickerungsversuchs. Die Beprobung der Bankette der Beusterstraße erfolgte durch Handbohrungen, da in diesem Bereich aufgrund erdverlegter Leitungen keine maschinellen Bohrungen abgeteuft werden konnten. Auf die Durchführung von Baggerschürfen wurde auftraggeberseits im ersten, vorliegenden Untersuchungsschritt verzichtet. Dadurch entfielen auch die Plattendruckversuche. Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist in Abb. 3 dargestellt.
Geotechnische Prüfungen (Feld)	7 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde DPH-15 nach DIN 22476-2 (RS-01 bis RS-07) neben den o. a. Kleinrammbohrungen, geplante Erkundungstiefe 3 m. Alle Rammsondierungen erreichten die geplante Tiefe.
Geotechnische Prüfungen (Labor)	Die Festlegung der bodenmechanischen Kenngrößen erfolgte qualitativ auf Grundlage der durchgeführten Geländeuntersuchungen.
Chemische Analysen	<ul style="list-style-type: none"> • 3 Asphaltproben auf PAK / Phenole gemäß /5/ und auf Asbest gem. TRGS 517 /1/ • 9 Proben der angetroffenen Bodenschichten auf die Parameter der LAGA Tab. II.1-2.1 (Originalsubstanz und Eluat) Mit den Schadstoffanalysen der Asphalt- und Bodenproben wurde die GBA - Gesellschaft für Bioanalytik mbH beauftragt. Die eingesetzten Analyseverfahren und Bestimmungsgrenzen können den Prüfberichten in Anlage 5 entnommen werden. Die nicht zur Analyse verwendeten Proben (siehe Probenverzeichnis, Anlage 1) werden für einen Zeitraum von 12 Monaten nach Probenahme als Rückstellproben aufbewahrt.

Vermessung	<p>Die Vermessung der Ansatzpunkte wurde mittels eines GPS-Empfängers der Marke Trimble GeoXR 6000 durchgeführt. Der Empfänger arbeitet mit 220 Kanälen als Echtzeit-Differential-GPS unter Nutzung eines örtlichen Korrekturdiensts (VRS Now der Trimble Europe B. V.). Die Kalibrierung erfolgte mittels des Quasigeoids der Bundesrepublik Deutschland GCG 2016 herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder.</p> <p>Die vom Empfänger gemessenen Koordinaten (Rechtswert, Hochwert und Höhe) sind im Messprotokoll (Anlage 8) dokumentiert. Als Bezugssystem wurde das UTM-Koordinatensystem (Zone 32U) gewählt. Im Messprotokoll sind die erreichten horizontalen und vertikalen Genauigkeiten aufgeführt.</p>
3.3. Allgemeine Angaben zum Baufeld	
Topographie	Das Gelände befindet sich in der Innerste-Aue in unmittelbarer Gewässernähe, ist relativ eben und liegt auf einer Höhe von ca. 80 – 80,50 m NHN.
Bisherige Nutzung / Bebauung	Wirtschaftsweg, Wohnweg
Umgebungsnutzung / Bebauung	Westlich des Bearbeitungsgebiets verläuft die Beusterstraße von Süd nach Nord. Nördlich und südlich grenzen Weideflächen an das Bearbeitungsgebiet. Im Südosten befinden sich zwei kleine Wohnhäuser, im Osten ein landwirtschaftliches Gebäude (Garagen und Remise).
Geologie	<p>Die Geologische Karte (siehe Abb. 2) zeigt im Bereich des Untersuchungsgebiets holozänen Auelehm.</p> <p>In den Kleinrammbohrungen wurden folgende Bodenschichten angetroffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Asphalt (gebundener Oberbau der Beusterstraße) ● Ungebundene Tragschichten (ungebundener Oberbau der Beusterstraße und Befestigung des Wirtschaftswegs) ● Sandige Geländeauffüllungen ● Auelehm ● Niederterrassenkies
Frosteinwirkung	Zone II gemäß /6/
Erdbebengefährdung	Zone 0
Erdfallgefährdung	Das Bauvorhaben liegt gem. /8/ nicht in einem erdfallgefährdeten Gebiet.
Kategorie der Erdfallgefährdung	<p>Gipskarst, Kategorie 0:</p> <p>Im Untergrund sind keine wasserlöslichen Gesteine bekannt. Erdfälle sind auch theoretisch unmöglich.</p> <p>Karbonatkarst, Kategorie 0:</p> <p>Im Untergrund sind keine wasserlöslichen Gesteine bekannt. Erdfälle sind auch theoretisch unmöglich oder lösliche Gesteine im Untergrund liegen in so großer Tiefe, dass bisher kein Schadensfall bekannt</p>

	geworden ist, der auf Verkarstung in dieser Tiefe zurückgeführt wird. Es besteht praktisch keine Erdfallgefahr.
Lage in Wasserschutzgebieten	Das Bauvorhaben liegt nicht in einem Wasserschutz-, Wassereinzugs- oder Heilquellenschutzgebiet.
Lage zu Überschwemmungsgebieten	Das Gelände liegt innerhalb des Überschwemmungsgebiets „Innerste und Kupferstrang“.

3.4. Baugrundverhältnisse

3.4.1. Gebundene Tragschichten von Verkehrsflächen

Beschreibung	<p>Asphalt der Beusterstraße und Asphaltbefestigung der Einmündung des Wirtschaftswegs</p>  <p>Foto 1: Asphaltbefestigungen der Beusterstraße (links) und der Einmündung (rechts)</p>
Angetroffen in:	<p>KRB-01: 0,00-0,12 m Asphalt Beusterstraße: 0,5 cm Asphaltdeckschicht über 8 cm erster Asphalttragschicht und 3,5 cm zweiter Asphalttragschicht in festem Verbund</p> <p>KRB-03: 0,00-0,11 m Asphalt Beusterstraße: 0,5 cm Asphaltdeckschicht über 10 cm Asphalttragschicht</p> <p>KB-01: 0,00-0,03 m Asphalt Einmündung Wirtschaftsweg</p>
Mächtigkeit	3 bis 12 cm
3.4.2. Tragschichten Beusterstraße / Einfahrt	
Beschreibung	<p>Schottertragschicht: Sandiger, steiniger Kies (Kalksteinschotter)</p> <p>Frostschuttschicht: Kiesiger Sand</p>
Angetroffen in:	<p>KRB-01: 0,12-0,40 m Schottertragschicht Beusterstraße</p> <p>KRB-01: 0,40-0,80 m Frostschuttschicht Beusterstraße</p> <p>KRB-02: 0,10-0,25 m Schottertragschicht Einfahrt</p>

	KRB-02: 0,25-0,60 m	Frostschuttschicht Einfahrt				
	KRB-03: 0,11-0,30 m	Schottertragschicht Beusterstraße				
	KRB-03: 0,30-0,70 m	Frostschuttschicht Beusterstraße				
Mächtigkeit	Schottertragschicht:	15 bis 28 cm				
	Frostschuttschicht:	35 bis 40 cm				
Benennung und Einteilung	Benennung nach DIN 14 688-1	sacoGr, grcoSa				
	Bodengruppe nach DIN 18 196	[GW], [SW]				
	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)	3				
	Rohrvortriebsklasse DIN 18 319 (2012)	Nicht relevant				
	Homogenbereich nach DIN 18 300	EA-01, siehe Abschnitt 3.6				
	Konsistenz / Lagerungsdichte	Mitteldicht bis dicht gelagert				
	Frostsicherheit nach ZTV E-StB 09	F1 nicht frostempfindlich				
Bodenkennwerte	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion drainiert	Kohäsion undrainiert	Steifemodul
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
	21	12	37,5-40,0	0	0	80-100
3.4.3. Asphalttschotter des Wirtschaftsweg (Zufahrt)						
Beschreibung	Oberflächenbefestigung aus gebrochenem Asphaltmaterial (sandiger Kies)					
Angetroffen in:	Wirtschaftsweg: KRB-02: 0,00-0,10 m KRB-04: 0,00-0,20 m KRB-05: 0,00-0,15 m KRB-07: 0,00-0,05 m					
Mächtigkeit	5 bis 20 cm					
Benennung und Einteilung	Benennung nach DIN 14 688-1	saGr				
	Bodengruppe nach DIN 18 196	[GW]				
	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)	3				
	Rohrvortriebsklasse DIN 18 319 (2012)	Nicht relevant				
	Homogenbereich nach DIN 18 300	EA-02, siehe Abschnitt 3.6				
	Konsistenz / Lagerungsdichte	Dicht gelagert				

Bodenkennwerte	Frostsicherheit nach ZTV E-StB 09			F3 sehr frostempfindlich		
	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion drainiert	Kohäsion undrainiert	Steifemodul
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
	21	12	37,5-40,0	0	0	80-100

3.4.4. Tragschicht Wirtschaftsweg (Zufahrt)

Beschreibung	Schwach schluffiger Sand und Kies mit bodenfremden Bestandteilen (Ziegelreste, Sandstein)					
Angetroffen in:	KRB-02: 0,10-0,25 m KRB-04: 0,20-0,70 m KRB-05: 0,15-0,35 m					
Mächtigkeit	15 bis 50 cm					
Benennung und Einteilung	Benennung nach DIN 14 688-1			sacoGr, grcoSa, saGr, sisaGr		
	Bodengruppe nach DIN 18 196			[GW], [GU]		
	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)			3		
	Rohrvortriebsklasse DIN 18 319 (2012)			Nicht relevant		
	Homogenbereich nach DIN 18 300			EA-02, siehe Abschnitt 3.6		
	Konsistenz / Lagerungsdichte			Mitteldicht gelagert		
	Frostsicherheit nach ZTV E-StB 09			F3 sehr frostempfindlich		
Bodenkennwerte	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion drainiert	Kohäsion undrainiert	Steifemodul
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
	21	12	35	0	5	80

3.4.5. Oberflächenbefestigung Remise (neue Haltestelle)

Beschreibung	Mehrlagige Geländeauffüllung aus sandig-kiesigem Schluff mit Bauschutt- und Schlackenanteilen, grobsandigem Kies mit Asphalt-, Schlacke- und Ziegelresten sowie sandig, schluffigem Kies.					
Angetroffen in:	KRB-06: 0,00-0,45 m					
Mächtigkeit	45 cm					
Benennung und Einteilung	Benennung nach DIN 14 688-1			sagrSi, saGr, sisaGr		
	Bodengruppe nach DIN 18 196			[SU]-[UL], [SW], [GU]-[GW]		

	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)			3		
	Rohrvortriebsklasse DIN 18 319 (2012)			Nicht relevant		
	Homogenbereich nach DIN 18 300			EA-03, siehe Abschnitt 3.6		
	Konsistenz / Lagerungsdichte			Mitteldicht gelagert		
	Frostsicherheit nach ZTV E-StB 09			F1 nicht frostempfindlich bis F3 sehr frostempfindlich		
Bodenkennwerte	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion drainiert	Kohäsion undrainiert	Steifemodul
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
	20	11	32,5	0	5	40

3.4.6. Sandige Geländeauffüllung

Beschreibung	Stark schluffiger, schwach kiesiger Feinsand mit bodenfremden Bestandteilen (Schlackereste)					
Angetroffen in:	KRB-02: 0,60-0,80 m KRB-03: 0,70-0,90 m KRB-05: 0,35-0,50 m KRB-07: 0,05-1,50 m VV-01: 0,00-2,00 m VV-02: 0,00-0,60 m					
Mächtigkeit	15 bis >200 cm					
Benennung und Einteilung	Benennung nach DIN 14 688-1			sigrSa		
	Bodengruppe nach DIN 18 196			[SW], [SU], [SU*]		
	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)			3		
	Rohrvortriebsklasse DIN 18 319 (2012)			Nicht relevant		
	Homogenbereich nach DIN 18 300			EA-03, siehe Abschnitt 3.6		
	Konsistenz / Lagerungsdichte			Locker bis mitteldicht gelagert		
	Frostsicherheit nach ZTV E-StB 09			F1 nicht frostempfindlich bis		

			F3 sehr frostempfindlich			
Bodenkennwerte	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion drainiert	Kohäsion undrainiert	Steifemodul
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
	19	10	30	0	0-5	20
3.4.7. Auelehm						
Beschreibung	Schwach fein-, mittel- und grobsandiger, schwach kiesiger Schluff, organische Lagen (Pflanzenreste, anmoorig), schluffiger bis stark schluffiger, schwach kiesiger Sand					
Angetroffen in:	KRB-01: 0,80-3,00 m KRB-02: 0,80-3,00 m KRB-03: 0,90-3,00 m KRB-04: 0,70-2,70 m KRB-05: 0,50-2,20 m KRB-06: 0,70-2,90 m KRB-07: 1,50-2,70 m VV-02: 0,60-2,00 m					
Mächtigkeit	120 bis >220 cm					
Benennung und Einteilung	Benennung nach DIN 14 688-1			sagrSi, sigrSa		
	Bodengruppe nach DIN 18 196			UL, SU*		
	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)			3 - 4		
	Rohrvortriebsklasse DIN 18 319 (2012)			Nicht relevant		
	Homogenbereich nach DIN 18 300			EA-04, siehe Abschnitt 3.6		
	Konsistenz / Lagerungsdichte			Breiig bis weich, sehr locker bis locker gelagert		
	Frostsicherheit nach ZTV E-StB 09			F2 gering bis mittel frostempfindlich bis F3 sehr frostempfindlich		
Bodenkennwerte	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion drainiert	Kohäsion undrainiert	Steifemodul
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
	18	8	27,5	0-5	0-15	2-5

3.4.8. Fluviale Sande und Kiese						
Beschreibung	Schwach schluffiger Sand und Kies					
Angetroffen in:	KRB-04: 2,70-3,00 m KRB-05: 2,20-3,00 m KRB-06: 2,90-3,00 m KRB-07: 2,70-3,00 m					
Mächtigkeit	Unbekannt, da die Unterkante der Schicht mit den Bohrungen nicht erreicht wurde.					
Benennung und Einteilung	Benennung nach DIN 14 688-1			sisaGr, sigrSa		
	Bodengruppe nach DIN 18 196			SU, SW, GU, GW		
	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)			3		
	Rohrvortriebsklasse DIN 18 319 (2012)			Nicht relevant		
	Homogenbereich nach DIN 18 300			EA-05, siehe Abschnitt 3.6		
	Konsistenz / Lagerungsdichte			Mitteldicht gelagert		
	Frostsicherheit nach ZTV E-StB 09			F1 nicht frostempfindlich		
Bodenkennwerte	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion drainiert	Kohäsion undrainiert	Steifemodul
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
	20-21	11-12	32,5-35,0	0	0-5	40-80
3.5. Schadstoffkonzentrationen						
3.5.1. Gebundene Tragschichten von Verkehrsflächen						
Analysierte Proben	Aus den im Baufeld vorgefundenen Asphaltsschichten wurden folgende Mischproben erstellt (siehe auch Anlage 1): MP-01 Asphalt Beusterstraße: KRB-01: 0,00-0,12 m KRB-03: 0,00-0,11 m MP-04 Asphalt Bankette (Asphalt der Einmündung / Zufahrt): KB-01: 0,00-0,3 m MP-08 Asphaltsschotter Zufahrt: KRB-02: 0,00-0,10 m KRB-04: 0,00-0,20 m KRB-05: 0,00-0,15 m					

	<p>KRB-07: 0,00-0,05 m</p> <p>Die Analyse der Asphaltproben erfolgte gemäß RuVA-StB (PAK¹, Phenolindex) und Asbest gemäß BIA-Verfahren 7487.</p>
<p>Schadstoffe</p>	<p>Die Asphaltproben MP-01 Asphalt Beusterstraße und „MP-04 Asphalt Bankette“ zeigten PAK-Konzentration von 15,9 bzw. 10,9 mg/kg, Phenole waren nicht nachweisbar.</p> <p>In der Asphaltprobe „MP-08 Asphalt Schotter Zufahrt“ wurde eine PAK-Konzentration von 35,6 mg/kg ermittelt.</p> <p>In den Asphaltproben wurde kein Asbestgehalt (WHO-Fasern) über der Nachweisgrenze von 0,008 Massen-% festgestellt.</p>
<p>Asphalt Beusterstraße und Einmündung / Zufahrt</p>	<p>Asphalt Beusterstraße und Einmündung / Zufahrt:</p> <p>Die Asphaltproben sind der</p> <p style="text-align: center;">Verwertungsklasse A</p> <p>der RuVA-StB 01 zuzuordnen (Tabelle A-1).</p> <p>Das Material ist Ausbauasphalt und kann als Asphaltgranulat im Heißmischverfahren wieder eingesetzt werden.</p> <p>In den Asphaltproben wurde keine lungengängige Asbestfaser (WHO-Fasern) festgestellt. Entsprechend muss die TRGS 517 nicht angewendet werden.</p> <p>Soll das Material entsorgt werden, ist es dem</p> <p style="text-align: center;">Abfallschlüssel 17 03 02</p> <p>(Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen) zuzuordnen.</p>
<p>Asphaltschotter Zufahrt</p>	<p>Die Asphaltprobe ist der</p> <p style="text-align: center;">Verwertungsklasse B</p> <p>der RuVA-StB 01 zuzuordnen (Tabelle A-1).</p> <p>Das Material ist ein Ausbaustoff mit teer- / pechtypischen Bestandteilen, vorwiegend steinkohlenteertypisch. Das Material kann im Kaltmischverfahren mit Bindemitteln verwertet werden, wenn im Rahmen der Eignungsprüfung nachgewiesen wird, dass durch die Bindung mit Bindemittel im Eluat die Grenzwerte gemäß Tabelle 2 RuVA-StB 01 eingehalten werden.</p> <p>In der entnommenen Asphaltprobe wurde keine lungengängige Asbestfaser (WHO-Fasern) festgestellt. Entsprechend muss die TRGS 517 nicht angewendet werden.</p> <p>Soll das Material nicht verwertet werden, ist es als</p> <p style="text-align: center;">gefährlicher Abfall</p> <p>mit dem</p> <p style="text-align: center;">Abfallschlüssel 17 03 01*</p>

¹ PAK = Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

	(kohlenteeerhaltige Bitumengemische) einer geeigneten Entsorgungsanlage zuzuführen.
3.5.2. Tragschichten ohne Bindemittel	
Analyisierte Proben	<p>Aus den in den Bohrungen angetroffenen Tragschichten bzw. Tragschichtähnlichen Geländeauffüllungen wurden folgende Mischproben zusammengestellt:</p> <p>MP-02 Tragschicht Beusterstraße: Tragschichten der Bohrungen KRB-01 und KRB-03</p> <p>MP-05 Tragschicht Bankette: Tragschichten der Bohrung KRB-02</p> <p>MP-09 Tragschicht / Auffüllung Zufahrt: Tragschichten der Bohrungen KRB-04 und KRB-05</p> <p>MP-11 Auffüllung Haltestelle (Remise) Tragschichten bzw. tragschichtähnliche Auffüllungen der Bohrung KRB-06.</p> <p>Die in den Mischproben enthaltenen Einzelproben können dem Probenverzeichnis (Anlage 1) entnommen werden.</p>
Schadstoffe	<p>Die Tragschichten der Beusterstraße, der Bankette sowie der Zufahrt wiesen nur geringe Schadstoffkonzentrationen auf. In der Mischprobe MP-09 (Tragschicht Zufahrt) liegt eine leicht erhöhte TOC-Konzentration vor (siehe Prüfbericht in Anlage 5).</p> <p>Die tragschichtähnliche Auffüllung im Bereich der neuen Haltestelle vor der Remise zeigt einen sehr hohen Bleigehalt sowie eine erhöhte Zinkkonzentration.</p>
Tragschicht Beusterstraße	<p>Die Mischprobe „MP-02 Tragschicht Beusterstraße“ kann aufgrund ihrer unauffälligen Schadstoff-Konzentrationen in die</p> <p style="text-align: center;">Zuordnungsklasse Z 0</p> <p>der LAGA eingestuft werden (siehe Tabelle A-2).</p> <p>Das Material kann uneingeschränkt in bodenähnlichen Anwendungen verwertet werden.</p> <p>Soll das Material nicht verwertet werden, kann es mit dem Abfallschlüssel</p> <p style="text-align: center;">17 05 04</p> <p style="text-align: center;">(Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen)</p> <p>einer geeigneten Entsorgungsanlage zugeführt werden.</p>

	<p>Eine Analyse der Parameter der Deponieverordnung erfolgte nicht, da das Material verwertet werden kann.</p>
<p>Tragschicht Einfahrt / Bankette</p>	<p>Die Mischprobe „MP-05 Tragschicht Bankette“ kann aufgrund ihrer nur geringen Schwermetall-Konzentrationen in die</p> <p style="text-align: center;">Zuordnungsklasse Z 0*</p> <p>der LAGA eingestuft werden (siehe Tabelle A-2).</p> <p>Das Material darf zur Verfüllung von Abgrabungen unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht verwendet werden, sofern die Verfüllung außerhalb wasserwirtschaftlicher Schutzgebiete erfolgt.</p> <p>Soll das Material nicht verwertet werden, kann es mit dem Abfallschlüssel</p> <p style="text-align: center;">17 05 04 (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen)</p> <p>einer geeigneten Entsorgungsanlage zugeführt werden.</p> <p>Eine Analyse der Parameter der Deponieverordnung erfolgte nicht, da das Material verwertet werden kann.</p>
<p>Tragschicht Zufahrt / Wirtschaftsweg</p>	<p>Die Mischprobe „MP-11 Tragschicht / Auffüllung“ ist aufgrund ihrer TOC-Konzentration der</p> <p style="text-align: center;">Zuordnungsklasse Z 1.1</p> <p>der LAGA zuzuordnen (siehe Tabelle A-2).</p> <p>Das Material kann im offenen Einbau in technischen Bauwerken verwertet werden.</p> <p>Soll das Material nicht verwertet werden, kann es mit dem Abfallschlüssel</p> <p style="text-align: center;">17 05 04 (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen)</p> <p>einer geeigneten Entsorgungsanlage zugeführt werden.</p> <p>Eine Analyse der Parameter der Deponieverordnung erfolgte nicht, da das Material verwertet werden kann.</p>
<p>Tragschicht / Auffüllung Haltestelle (Remise)</p>	<p>Die Mischprobe „MP-11 Auffüllung Haltestelle“ fällt aufgrund ihrer Blei-Konzentrationen in den Bereich</p> <p style="text-align: center;">größer Zuordnungsklasse Z 2 (> Z 2)</p> <p>der LAGA (siehe Tabelle A-2).</p> <p>Gemäß LAGA könnte das Material nicht mehr verwertet werden und wäre einer geordneten Entsorgung zuzuführen.</p> <p>Da es sich bei den maßgebenden Schadstoffen um harztypische Bodenbelastungen handelt und die im Bodenplanungsgebiet der Stadt Hildesheim geltenden Verwertungsobergrenzen (Blei 9.000 mg/kg, Cadmium 25 mg/kg, Zink 6.000 mg/kg) nicht überschritten werden, kann</p>

	<p>das Material im Teilgebiet 1 des Bodenplanungsgebiets unter Beachtung der entsprechenden Regelungen /11/ wieder eingebaut werden.</p> <p>Eine Analyse der Parameter der DepV war im Untersuchungskonzept nicht vorgesehen. Da das Material nur eingeschränkt verwertet werden kann, empfehlen wir eine Analyse auf die Parameter der DepV durchzuführen. Falls keine regionale Verwertungsmöglichkeit besteht, kann das Material dann auch auf eine Deponie gebracht werden.</p>
3.5.3. Boden / Auffüllung	
Analysierte Proben	<p>Aus den unter den Tragschichten anstehenden natürlichen oder aufgefüllten Bodenschichten wurden folgende Mischproben zusammengestellt:</p> <p>MP-03 Boden Beusterstraße, bestehend aus: KRB-01: 0,80-2,00 m KRB-03: 0,70-1,40 m</p> <p>MP-06 Oberboden Bankette, bestehend aus: HS-01: 0,00-0,80 m HS-02: 0,00-0,80 m</p> <p>MP-07 Boden Bankette, bestehend aus: KRB-02: 0,60-2,00 m</p> <p>MP-10 Boden Zufahrt, bestehend aus: KRB-04: 0,70-1,80 m KRB-05: 0,35-1,70 m</p> <p>MP-12 Boden Haltestelle, bestehend aus: KRB-06: 0,45-1,20 m</p> <p>Die in den Mischproben enthaltenen Einzelproben können dem Probenverzeichnis (Anlage 1) entnommen werden.</p>
Schadstoffe	<p>Generell zeigen alle Bodenmischproben die für die Innersteaue typischen Schwermetalle Blei, Cadmium und Zink in zum Teil sehr hoher Konzentration. Daneben weisen aber die tieferen Bodenmischproben aus dem Umfeld der Beusterstraße (Mischproben MP-03 und MP-07) auch eine PAK-Belastung auf (siehe Prüfbericht in Anlage 5).</p>
Oberboden der Einmündung (Bankette)	<p>Die Mischprobe MP-06 ist aufgrund ihrer Blei-, Zink- und TOC-Konzentrationen der</p> <p style="text-align: center;">Zuordnungsklasse 2</p> <p>der LAGA zuzuordnen (siehe Tabelle A-3).</p>

	<p>Das Material kann nur noch eingeschränkt in technischen Bauwerken mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen verwertet werden. Dies sind z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lärmschutzwahl mit mineralischer Oberflächenabdichtung und darüber liegender Rekultivierungsschicht • Unterbaumaterial in einem Straßendamm mit wasserundurchlässiger Fahrbahndecke und mineralischer Oberflächenabdichtung im Böschungsbereich mit darüber liegender Rekultivierungsschicht <p>Der Abstand der Schüttkörperbasis vom höchsten zu erwartenden Grundwasserstand soll mindestens 1 m betragen. Wir empfehlen, die Verwertung von Z 2 Material vorab mit den zuständigen Behörden abzustimmen.</p> <p>Stehen geeignete Verwertungsanlagen nicht zur Verfügung, ist das Material einer geordneten Entsorgung zuzuführen. Hierbei können je nach Entsorgungsanlage noch weitere Analysen zur Abfall-Deklaration erforderlich werden.</p> <p>Soll das Material nicht verwertet werden, kann es mit dem Abfallschlüssel</p> <p style="text-align: center;">17 05 04 (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen)</p> <p>einer geeigneten Entsorgungsanlage zugeführt werden.</p> <p>Eine Analyse der Parameter der DepV war im Untersuchungskonzept nicht vorgesehen. Da das Material nur eingeschränkt verwertet werden kann, empfehlen wir eine Analyse auf die Parameter der DepV durchzuführen. Falls keine regionale Verwertungsmöglichkeit besteht, kann das Material dann auch auf eine Deponie gebracht werden.</p>
Boden unter der Beusterstraße und der Einmündung (Bankette)	<p>Die Mischproben MP-03 und MP-07 fallen aufgrund ihrer Blei- und zum Teil auch PAK-Konzentrationen in den Bereich</p> <p style="text-align: center;">größer Zuordnungsklasse Z 2 (> Z 2)</p> <p>der LAGA (siehe Tabelle A-3).</p> <p>Das Material kann nicht mehr verwertet werden und ist einer geordneten Entsorgung zuzuführen.</p> <p>Das Material muss als</p> <p style="text-align: center;">gefährlicher Abfall</p> <p>mit dem Abfallschlüssel</p> <p style="text-align: center;">17 05 03 (Boden und Steine die gefährliche Stoffe enthalten)</p> <p>einer geeigneten Entsorgungsanlage zugeführt werden.</p> <p>Eine Analyse der Parameter der DepV war im Untersuchungskonzept nicht vorgesehen. Da das Material nicht verwertet werden kann, empfehlen wir eine Analyse auf die Parameter der DepV durchzuführen, damit das Material auf eine Deponie gebracht werden kann.</p>

<p>Boden im Bereich der Zufahrt und der Haltestelle (Remise)</p>	<p>Die Mischproben MP-10 und MP-12 fallen aufgrund ihrer Blei - Konzentrationen in den Bereich</p> <p style="text-align: center;">größer Zuordnungsklasse Z 2 (> Z 2)</p> <p>der LAGA (siehe Tabelle A-3).</p> <p>Da es sich bei den maßgebenden Schadstoffen um harztypische Bodenbelastungen handelt und die im Bodenplanungsgebiet der Stadt Hildesheim geltenden Verwertungsobergrenzen (Blei 9.000 mg/kg, Cadmium 25 mg/kg, Zink 6.000 mg/kg) nicht überschritten werden, kann das Material im Teilgebiet 1 des Bodenplanungsgebiets unter Beachtung der entsprechenden Regelungen /11/ wieder eingebaut werden.</p>
--	---

3.6. Homogenbereiche

Homogenbereiche wurden nur für die Bauverfahren festgelegt, die im Rahmen der beschriebenen Baumaßnahme durchgeführt werden sollen. Im vorliegenden Fall sind dies:

Erdarbeiten nach DIN 18300: Homogenbereiche EA-01 bis EA-05

Die in den Baugrundaufschlüssen angetroffenen Böden lassen sich insgesamt in 5 Homogenbereiche einteilen. Im Folgenden werden aber nur die Homogenbereiche in ihren Eigenschaften näher definiert, die auch durch das Bauverfahren betroffen sind.

Schicht	Homogenbereich Erdarbeiten	LAGA Zuordnung
Asphaltschotter des Wirtschaftsweg (Zufahrt)	EA-01	Entsorgung als Asphalt, Verwertungs-klasse B
Tragschicht Beusterstraße		Z 0
Tragschicht Bankette	EA-02	Z 0*
Tragschicht Wirtschaftsweg (Zufahrt)		Z 1.1
Oberflächenbefestigung Remise (neue Haltestelle)	EA-03	> Z 2
Sandige Geländeauffüllung		
Auelehm	EA-04	> Z 2

Die Festlegung der Homogenbereiche erfolgte unter Berücksichtigung der geotechnischen Kennwerte und der jeweiligen Schadstoffkonzentrationen.

3.6.1. Homogenbereiche Erdarbeiten nach DIN 18 300

<p>Homogenbereich EA-01 Asphaltchotter</p>	Ortsübliche Bezeichnung	Schotter, Asphalt
	Massenanteil Steine DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, Steine nicht auszuschließen
	Massenanteil Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, Blöcke auszuschließen
	Massenanteil große Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, große Blöcke auszuschließen

	Bodengruppe DIN 18 196	[GW]
	Plastizitätszahl DIN EN ISO 14 688-1	Nicht relevant, da rolliges Material
	Konsistenzzahl DIN EN ISO 14 688-1	Nicht relevant, da rolliges Material
	Lagerungsdichte	dicht gelagert
	LAGA Zuordnungsklasse	> Z 2
	Deponieklasse	Nicht bestimmt
Homogenbereich EA-02 Tragschichten	Ortsübliche Bezeichnung	Schotter, Kies-Sand
	Massenanteil Steine DIN EN ISO 14 688-1	Steine bis ca. 20 Gew.-% möglich
	Massenanteil Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, Blöcke auszuschließen
	Massenanteil große Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, große Blöcke auszuschließen
	Bodengruppe DIN 18 196	[GW], [GU]
	Plastizitätszahl DIN EN ISO 14 688-1	Nicht relevant, da rolliges Material
	Konsistenzzahl DIN EN ISO 14 688-1	Nicht relevant, da rolliges Material
	Lagerungsdichte	Mitteldicht bis dicht gelagert
	LAGA Zuordnungsklasse	Z 0, Z 0*, Z 1.1
	Deponieklasse	Nicht bestimmt
Homogenbereich EA-03 Geländeauffüllungen	Ortsübliche Bezeichnung	Sand, lehmiger Sand
	Massenanteil Steine DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, Steine nicht auszuschließen
	Massenanteil Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, Blöcke unwahrscheinlich
	Massenanteil große Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, große Blöcke unwahrscheinlich
	Bodengruppe DIN 18 196	[SW], [SU], [SU*]
	Plastizitätszahl DIN EN ISO 14 688-1	Nicht relevant, da rolliges Material
	Konsistenzzahl DIN EN ISO 14 688-1	Nicht relevant, da rolliges Material
Lagerungsdichte	Locker bis mitteldicht gelagert	

Homogenbereich EA-04 Auelehm	LAGA Zuordnungs-klasse	> Z 2
	Deponieklasse	Nicht bestimmt
	Ortsübliche Bezeichnung	Lehm, sandiger Lehm
	Massenanteil Steine DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, Steine unwahrscheinlich
	Massenanteil Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, Blöcke auszuschließen
	Massenanteil große Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, große Blöcke auszuschließen
	Bodengruppe DIN 18 196	UL, SU*, SU, SW
	Plastizitätszahl DIN EN ISO 14 688-1	Gering plastisch bis plastisch, $I_p = 5 - 15 \%$
	Konsistenzzahl DIN EN ISO 14 688-1	Breig bis weich
	Lagerungsdichte	Sehr locker bis locker gelagert
	LAGA Zuordnungs-klasse	> Z 2
Deponieklasse	Nicht bestimmt	

3.7. Grundwasserverhältnisse

Grundwasser	In den offenen Bohrlöchern konnte eine Wasseroberfläche zwischen 1,92 und 2,70 m u. GOK eingemessen werden (siehe auch Anlage 3).
Oberflächenwasser, Schichtwasser	Innerhalb der bindigen Bodenschichten kann in Zeiten erhöhter Grundwasserneubildung (Winterhalbjahr) mit dem Auftreten von Schichtwasservorkommen zu rechnen sein.
Bemessungs-wasserstand	<p>Offizielle Angaben zum höchsten anzunehmenden Grundwasserstand (HGW) liegen für das Bauvorhaben nicht vor.</p> <p>Angesichts der Lage des Bauvorhabens im Überschwemmungsgebiet der Innerste empfehlen wir, den Bemessungswasserstand der Höhe des HQ_{100} der Innerste gleichzusetzen.</p>

4. Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

Beurteilung des Untersuchungsumfangs	<p>Für den ca. 130 m langen Streckenabschnitt standen 7 Kleinrammbohrungen und 7 schwere Rammsondierungen zur Auswertung zur Verfügung (ein Aufschluss je 18 m Streckenlänge). Die Anzahl der Bodenaufschlüsse entspricht den Anforderungen des EC 7 Anhang B.3 an die Abstände von Aufschlusspunkten (20-200 m).</p> <p>Die im Konzept vorgesehene Erkundungstiefe von 3 m entspricht der Mindestforderung des EC Anhang B.3 von 2 m unter vorgesehener Aushubsohle.</p>
--------------------------------------	---

<p>Beurteilung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse</p>	<p>Die Angaben zum örtlichen Schichtaufbau wurden direkten Aufschlüssen (Kleinrammbohrungen) entnommen.</p> <p>Die Angaben zur Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der örtlichen Bodenschichten wurden nicht direkt im Labor bestimmt, sondern aus den Schlagzahlen N_{10} der durchgeführten Rammsondierungen abgeleitet.</p> <p>Die für die Gründungsempfehlung und Standsicherheitsnachweise erforderlichen Bodenkennwerte wurden auf Grundlage der jeweiligen Bodengruppe und ihrer Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der Literatur /12/ entnommen.</p> <p>Die Anforderungen des EC 7 an den Untersuchungsumfang für die geotechnische Kategorie 1 sind damit erfüllt.</p>
---	---

5. Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise

5.1. Gründungsempfehlung Verkehrsflächen

5.1.1. Straßenoberbau

<p>Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus</p>	Für die Verkehrsflächen ergibt sich die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus gemäß /6/ bei einer Belastungsklasse von Bk 3,2 wie folgt.		
	Ausgangswert Tabelle 6:	F-2 / F-3	60 cm
	Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse (Tabelle 7):		
	Frosteinwirkzone:	II	+ 5 cm
	kleinräumige Klimaunterschiede	keine besonderen	± 0 cm
	Wasserverhältnisse im Untergrund	Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum	+ 5 cm
	Lage der Gradiente	Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m	± 0 cm
	Entwässerung der Fahrbahn / Ausführung der Randbereiche	über Mulden, Gräben bzw. Böschungen	± 0 cm
	Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus beträgt somit:		<u>70 cm.</u>

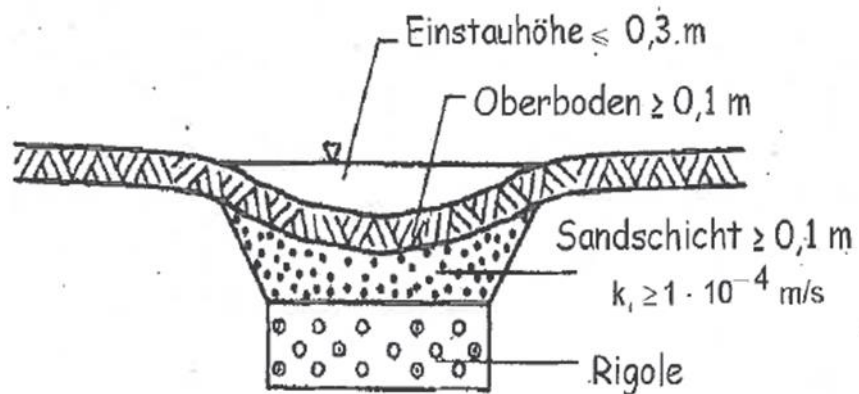
5.1.2. Gründung der Verkehrsflächen

<p>Gründung der Verkehrsflächen</p>	<p>Bei einer Gründungstiefe von 70 cm stehen, ausgehend vom jetzigen Geländeniveau, im Bereich des Planums überwiegend weiche Auelehmlagerungen an oder sie folgen unter geringer Bedeckung durch aufgefüllte Sande.</p> <p>Hierbei handelt es sich um frostempfindliches Material (F-3), so dass eine auf eine Frostschutzschicht nicht verzichtet werden kann.</p>
-------------------------------------	--

	<p>Im Bereich des Auelehms liegt der Verformungsmodul $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem hier nässeempfindlichen Planum nicht vor und kann auch über eine Nachverdichtung nicht erreicht werden.</p> <p>Hier sind daher</p> <p style="text-align: center;">baugrundverbessernde Maßnahmen erforderlich.</p>								
<p>Gründung der Verkehrsflächen auf Bodenaustausch</p>	<p>Wir empfehlen hier, den Verformungsmodul nach Freilegung des Planums durch Plattendruckversuche nach DIN 18 134-300 zu prüfen.</p> <p>Bei unzureichendem Verformungsmodul empfehlen wir, baugrundverbessernde Maßnahmen in Form eines Bodenaustausches durchzuführen, welcher in Abhängigkeit vom Verformungsmodul E_{V2} (ermittelt aus den Plattendruckversuchen) folgende Mindestmächtigkeiten aufweisen sollte:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Verformungsmodul</th> <th>Mindestmächtigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10 MN/m²</td> <td>45 cm</td> </tr> <tr> <td>20 MN/m²</td> <td>25 cm</td> </tr> <tr> <td>30 MN/m²</td> <td>15 cm</td> </tr> </tbody> </table> <p>Für die weitere Planung empfehlen wir, zunächst von einem erforderlichen</p> <p style="text-align: center;">Bodenaustausch von 45 cm</p> <p>auszugehen. Diese Empfehlung sollte nach Freilegen des Planums über Plattendruckversuche verifiziert werden.</p> <p>Der Bodenaustausch sollte mit einem kornabgestuften, verdichtungsfähigen Material erfolgen. Wir empfehlen, ein gut verdichtungsfähiges Brechkorngemisch zu verwenden. Sehr gut geeignet ist ein Schottertragschichtmaterial STS gemäß den Technischen Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden im Straßenbau (TL SOB-StB 20 /4/) in der Körnung 0/32 oder 0/45. Die Verwendung eines Recyclingmaterials aus Betonbruch ist möglich, sofern die Schadstoffkonzentrationen einen Einbau am Standort erlauben und das Material die vorab genannten Anforderungen erfüllt.</p> <p>Das Brechkorngemisch ist in Lagen von maximal 30 cm aufzubringen und fachgerecht zu verdichten.</p> <p>Erfahrungsgemäß kann die Mächtigkeit des Bodenaustauschs um 25 cm verringert werden, wenn in der ungebundenen Tragschicht und dem darunter befindlichen Bodenaustauschmaterial zwei Lagen Geogitter eingebaut werden. Die beiden Geogitterlagen sind dabei an der Unterkante und in der Mitte der ungebundenen (Trag-) Schichten anzuordnen.</p>	Verformungsmodul	Mindestmächtigkeit	10 MN/m ²	45 cm	20 MN/m ²	25 cm	30 MN/m ²	15 cm
Verformungsmodul	Mindestmächtigkeit								
10 MN/m ²	45 cm								
20 MN/m ²	25 cm								
30 MN/m ²	15 cm								
<p>Gründung der Verkehrsflächen auf Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln</p>	<p>Alternativ zum Bodenaustausch kann die erforderliche Tragfähigkeit des Planums auch durch eine Bodenverbesserung mittels hydraulischem Bindemittel erfolgen. Aufgrund der überwiegend schluffig-sandigen Zusammensetzung der anstehenden Böden und der Lage in einem Überschwemmungsgebiet empfehlen wir hier den Einsatz von Zement. Bei stark vernässtem Planum ist der Einsatz von Mischbinder zu</p>								

	<p>empfehlen. Die Zugabemenge richtet sich nach dem zum Zeitpunkt der Baumaßnahme vorliegendem Wassergehalt des Bodens.</p> <p>Wir empfehlen, für die weitere Planung zunächst von einer</p> <p style="text-align: center;">Zugabemenge von 4 Gew.-%</p> <p>auszugehen, die in die oberen 30 cm des Planums einzufräsen sind.</p>
<h2>5.2. Umgang mit Grundwasser</h2>	
<h3>5.2.1. Trockenhaltung der Baugrube</h3>	
Trockenhaltung der Baugrube	Die Grundwasseroberfläche liegt außerhalb von Hochwasserereignissen tiefer als die für die geplanten Bauwerke erforderlichen Baugruben. Eine Grundwasserhaltung ist daher nicht erforderlich. Ggf. seitlich in die Baugrube fließendes Schichtwasser kann in offener Haltung über Schmutzwasserpumpen abgeführt werden.
<h3>5.2.2. Bauwerksabdichtung</h3>	
Abdichtung erdberührender Bauteile	Erdberührende Bauwerke und Bauteile sind nach DIN 18 533 in folgende Wasserbeanspruchungsklasse einzustufen: W2.1-E (drückendes Wasser, mäßige Einwirkung) Drückendes Wasser kann durch Grundwasser, Hochwasser oder auch Stauwasser bis zu einer maximalen Einstauhöhe von 3,00 m hervorgerufen werden.
<h2>5.3. Umgang mit Niederschlagswasser</h2>	
Durchlässigkeit der ungesättigten Bodenzone ($k_{f,u}$ -Wert)	<p>Zur Bestimmung der für eine Versickerung von Niederschlägen relevanten Bodenschichten wurden im Bereich der geplanten Mulden-Rigolen-Elemente westlich der geplanten Straße zwei Versickerungsversuche durchgeführt. Auf einen Versickerungsversuch in der Wendeschleife wurde nach dem örtlichen Befund der Bohrung KRB-05 verzichtet. Hier steht toniger Auelehm an, dessen Durchlässigkeit $k_f < 10^{-7}$ m/s beträgt.</p> <p>Der Versuch VV-01 fand im Bereich einer über 2 m mächtigen künstlichen Auffüllung aus Sand statt, der Versuch VV-02 im Bereich des Auelehms bzw. der fluviatilen Sande (siehe Anlage 3).</p> <p>Sandige Geländeauffüllung (VV-01):</p> <p>Der vor Ort durchgeführte Versickerungs-Versuch ergab eine Durchlässigkeit der nicht wassergesättigten Bodenzone von</p> <p style="text-align: center;">$k_{f,u} = 8 \cdot 10^{-8}$ m/s</p> <p>(siehe Anlage 4). Da es sich um eine Versickerung in der ungesättigten Zone handelt, ist dieser Wert für die Bemessung nach DWA-A 138 mit dem Faktor 2 zu multiplizieren. Als Wert für die Bemessung nach DWA-A 138 kann daher folgender k_f-Wert angesetzt werden:</p> <p style="text-align: center;">$k_f = 1,6 \cdot 10^{-7}$ m/s</p>

	<p>Auelehm / fluviatile Sande (VV-02):</p> <p>Der vor Ort durchgeführte Versickerungs-Versuch ergab eine Durchlässigkeit der nicht wassergesättigten Bodenzone von</p> $k_{f,u} = 5,4 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ <p>(siehe Anlage 4). Da es sich um eine Versickerung in der ungesättigten Zone handelt, ist dieser Wert für die Bemessung nach DWA-A 138 mit dem Faktor 2 zu multiplizieren. Als Wert für die Bemessung nach DWA-A 138 kann daher folgender k_f-Wert angesetzt werden:</p> $k_f = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$
Beurteilung der Durchlässigkeit	<p>Die Durchlässigkeit der ungesättigten Bodenzone ist kleiner als $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$. Bei einer derart geringen Durchlässigkeit kommt es zu einer langen Einstauzeit in der Versickerungsanlage. Infolgedessen können anaerobe Verhältnisse in der ungesättigten Zone auftreten, die das Rückhalte- und Umwandlungsvermögen ungünstig beeinflussen. Um dies zu verhindern fordern die Wasserbehörden in der Regel eine Entleerungszeit von maximal 24 h für den Bemessungsregen. Eine derart kurze Entleerungszeit erfordert bei der vorhandenen geringen Durchlässigkeit eine sehr geringe Einstauhöhe und damit eine Versickerungsanlage mit einer enorm großen Fläche. Eine fachgerechte Versickerung des Bemessungsregens ist in den oberflächennahen Bodenschichten daher auf der untersuchten Fläche nicht möglich.</p> <p>Für eine Versickerung müssen daher die unzureichend durchlässigen Bodenschichten über den anstehenden Sanden und Kiesen der Niederterrasse gegen ein durchlässiges Material ausgetauscht und damit quasi ein Mulden-Rigolen-Element geschaffen werden.</p> <p>Ein Mulden-Rigolen-Element besteht aus einer begrünten Mulde mit darunter liegender Rigole. Es handelt sich damit um zwei getrennte Speicher mit jeweils eigenem Füll- und Entleerungsprozess. Die Versickerungsmulde wird möglichst oberirdisch durch offene Zuleitungsrinnen beschickt. Die Einstauzeit der Mulde muss begrenzt bleiben, damit es nicht zu Schäden an der Begrünung kommt. Daher sollte eine Einstauhöhe von 30 cm nicht überschritten werden.</p> <p>Die Muldensohle besteht aus einer mindestens 10 cm mächtigen Sohlschicht aus Oberboden mit einer Mindestdurchlässigkeit von $k_f \geq 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$. Dies entspricht etwa einem fein- bis mittelsandigem Oberbodenmaterial.</p>



Querschnitt eines Mulden-Rigolen-Elements (aus DWA A 138)

Unter der Sohlschicht folgt dann eine Sandschicht mit einer Mindeststärke 0,10 m und einer Durchlässigkeit von $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s und schließlich die mit Kies oder anderem Material großer Speicherfähigkeit gefüllte Rigole. Diese muss bis auf die anstehenden fluviatilen Sande und Kiese hinunter geführt werden. In der Mulde kann das Regenwasser dann zwischengespeichert und entsprechend der Durchlässigkeit der Muldensohle in die Rigole versickert werden.

Zwischen der Mulde und der darunter befindlichen Rigole ist eine Entlastungsmöglichkeit (z. B. Überlauf mit kiesgefüllten Rohren oder Fertigteile) empfehlenswert, aber nicht zwingend erforderlich.

Die Bemessung der Rückhalteräume richtet sich dann nach dem k_f -Wert der Muldensohle, die im System die geringste Wasserdurchlässigkeit aufweisen wird.

5.4. Umgang mit Aushubmassen

<p>Geotechnische Eignung</p>	<p>Die anfallenden Aushubmassen aus den Tragschichten sind verdichtungsfähig, entsprechen aber voraussichtlich nicht den aktuell gültigen Anforderungen an Trag- oder Frostschuttschichten im Straßenoberbau. Wir empfehlen daher, Aushub aus diesen Schichten nur für Bodenaustauschmaßnahmen im Straßenunterbau wieder zu verwenden.</p> <p>Aushub aus den anderen Bodenschichten (Geländeauffüllungen, Auelehm, ist nässeempfindlich und kaum verdichtungsfähig. Zudem weisen diese Materialien erhöhte Schadstoffkonzentrationen auf. Wir empfehlen, dieses Material im Bauvorhaben nicht wieder zu verwenden.</p>
<p>Maximale Schadstoffkonzentrationen</p>	<p>Aufgrund der Lage des Bauvorhabens in einem Gebiet mit häufigen Überschwemmungen ist eine Verwertung von Aushubmaterial zur Rückverfüllung am Standort bis zur Verwertungsklasse Z 1.1 möglich.</p>

5.5. Hinweise zur Bauausführung

<p>Schutz des Planums</p>	<p>Da die Bauarbeiten im Bereich bindiger und damit nässeempfindlicher Schichten stattfinden werden, ist das Planum in jedem Bauzustand vor Nässezutritt zu schützen.</p>
---------------------------	---

6. Schriftenverzeichnis

- /1/ Ausschuss für Gefahrstoffe, Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2015): Technische Regeln für Gefahrstoffe, TRGS 517, Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Zubereitungen und Erzeugnissen
- /2/ Bundesregierung (2013): Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV) – Deponieverordnung vom 27. April 2009, die zuletzt durch Artikel 7 der Verordnung vom 2. Mai 2013 geändert worden ist.
- /3/ Bundesverband Der Deutschen Kalkindustrie E. V. (2004): Bodenverbesserung, Bodenverfestigung mit Kalk - Köln
- /4/ FGSV (2004): Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2020 - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln
- /5/ FGSV (2005): Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau RuVA-StB 01, Ausgabe 2001, Fassung 2005 - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln
- /6/ FGSV (2012): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12, Ausgabe 2012- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln
- /7/ Kartenserver des NIBIS (2022): Geologische Karte 1:25.000 - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- /8/ Kartenserver des NIBIS (2022): Karte der Geogefahren 1:25.000 - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- /9/ Länder-Arbeitsgemeinschaft-Abfall (LAGA) (2004): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden)
- /10/ NGS (2012): Merkblatt zur Entsorgung von Straßenaufbruch, Stand 10/2012
- /11/ Stadt Hildesheim (1999): Verordnung des „Bodenplanungsgebietes Innersteaue in der Stadt Hildesheim“ (BPG-VO)
- /12/ Türke, H. (1999): Statik im Erdbau – Ernst & Sohn Verlag, Berlin