



Fritz-Voigt-Straße 4
67433 Neustadt/Weinstr.
Telefon: 06321 4996-00
Telefax: 06321 4996-29
ibes-gmbh@ibes-gmbh.de
www.ibes-gmbh.de

Geotechnischer Bericht

Bettungs- und Untergrundverhältnisse

- Geotechnik
- Umwelttechnik
- Hydrogeologie
- FEM-Berechnungen
- Beweissicherungen
- Erdbaulabor
- Geotechnische Bauüberwachung
- Erschütterungsmessungen
- Infrastrukturgeotechnik
- Bausubstanzuntersuchungen
- Gebäuderückbaukonzepte

Privatrechtlich anerkannte Prüfstelle
nach RAP Stra, Fachgebiet A3, I3

Projekt: **Oberbauerneuerung DB Strecke 2550 Aachen – Kassel**
Abschnitt Hagen Hbf – Westhofen (Westf)
km 144,000 bis km 146,000

Auftraggeber: **DB Netz AG**
Regionalbereich West
I.NP-W-M O(4)
Hansastraße 15
47058 Duisburg

Auftrag vom: **25.10.2019**

Rahmenvertrag-Nr.: **1000 / EBO / 92252096**

Bestellung: **0016 / EI4 / 28957939**

Projektnr.: **T.016078021**

IBES-Projekt-Nr.: **19.565.1**

Ort und Datum
des Berichtes: **Neustadt/Weinstr., 17.08.2022 pe/mö**

Dieser Bericht umfasst 45 Seiten einschließlich Anlagen.

Hauptsitz:
Neustadt an der Weinstraße
Zweigniederlassung Schweiz: Basel

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Rauch
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Rauch

Registergericht:
Ludwigshafen Nr. HRB 41377
Steuernummer: 31/652/0418/2





Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorgang und Veranlassung	- 4 -
2 Grundlagen der geotechnischen Untersuchungen	- 4 -
2.1 Verwendete Unterlagen	- 4 -
2.2 Regelanforderungen an den Unterbau	- 4 -
2.3 Homogenbereiche	- 6 -
2.4 Entwässerung des Gleiskörpers	- 6 -
3 Gelände- und Laborarbeiten	- 6 -
3.1 Geotechnische Erkundungen und Laborversuche	- 6 -
3.2 Aufnahme des Entwässerungssystems und der Hindernisse	- 7 -
4 Bettungs- und Untergrundverhältnisse	- 7 -
4.1 Gleislage und Instandhaltungsaufwand	- 7 -
4.2 Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen	- 7 -
4.3 Zustand des Schotterbetts	- 8 -
4.4 Schicht unter Schotter, Unterbau und Untergrund	- 9 -
5 Entwässerung des Bahnkörpers	- 10 -
5.1 Bewertung der Wasserdurchlässigkeit des Unterbaus/Untergrunds	- 10 -
5.2 Entwässerungssituation	- 11 -
6 Umbauvorschläge	- 11 -
6.1 Oberbau	- 11 -
6.2 Geotechnische Umbaumaßnahmen nach Ril 836.4101	- 12 -
6.3 Optionale Umbaumaßnahmen nach Ril 836.4101	- 14 -
6.4 Geotechnische Umbaumaßnahmen nach Ril 836.4105	- 16 -
6.5 Entwässerung	- 18 -
7 Hinweise zur Bauausführung	- 18 -
8 Schlussbemerkungen	- 20 -



Anlagenverzeichnis

- 1 Lageplan mit Erkundungspunkten, M. 1:2.000
- 2.1-2.2 Geotechnische Längsschnitte mit Darstellung der Homogenbereiche, M. 1:1.000/25
- 3 Streckenband zum Erhebungs- und Arbeitsblatt zur Planung von Gleisbaustellen, M. 1:5.000
- 4.1.1-4.1.3 Bestimmung der Kornverteilungen nach DIN EN ISO 17892-4
- 4.2.1-4.2.5 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
- 4.3 Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1
- 5.1-5.7 Fotodokumentation
- 6.1-6.2 Hindernisse/TE-Schächte
- 7.1-7.2 Querprofile, M. 1:25
- 8 Kennwerttabelle Homogenbereiche



1 Vorgang und Veranlassung

Im Zuge der Oberbauerneuerung der DB Strecke 2550 Aachen – Kassel plant die DB Netz AG den Umbau bzw. die Erneuerung des Abschnitts Hagen Hbf – Westhofen (Westf) von km 144,000 bis km 146,000. Aus diesem Grunde beauftragte die DB Netz AG, Regionalbereich West, das IBES Baugrundinstitut mit folgenden Aufgabenstellungen:

- Geotechnische Erkundung der Untergrund- und Bettungsverhältnisse mittels Handschürfen und Rammkernsondierungen
- Aufnahme des vorhandenen Entwässerungssystems und der Hindernisse
- Durchführung von Laborversuchen
- Erstellung eines geotechnischen Berichtes

Das Ziel der durchgeführten Untersuchungen besteht darin, dem Auftraggeber eine fundierte Aussage zu den Bettungs- und Untergrundverhältnissen im Bereich des untersuchten Gleisabschnitts unter geotechnischen Gesichtspunkten zu unterbreiten.

2 Grundlagen der geotechnischen Untersuchungen

2.1 Verwendete Unterlagen

Die Grundlagen der geotechnischen Umbauvorschläge bestehen neben den gegenwärtigen Vorschriften und DIN-Normen in der jeweils gültigen Fassung, in den einschlägigen Richtlinien der DB AG. Des Weiteren wurden bei der Bearbeitung des Berichtes folgende Unterlagen verwendet:

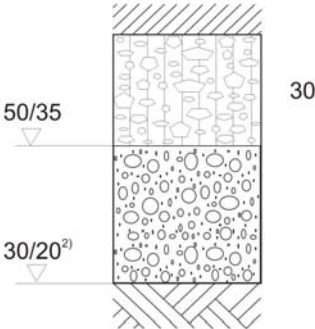
- [1] Ivl-Pläne 2550 KZ, LA und LB, DB Netz AG, M. 1:1.000
- [2] Bahntechnische Angaben und Angaben zum Instandhaltungsaufwand/Gleislage (E-Mail vom 10.09.2020, Herr Christoph Heitfeld, Bezirksleiter Oberbau Hagen, Bereich Süd, DB Netz AG)
- [3] Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt C 4710 Dortmund, M. 1:100.000
- [4] Handbuch Erdbauwerke der Bahnen, Prof. Dr.-Ing. habil. Claus Göbel, Prof. Dr.-Ing. Klaus Lieberenz, 2. komplett überarbeitete Neuauflage 2013

2.2 Regelanforderungen an den Unterbau

Für die Regelanforderungen wird Bezug genommen auf die Angaben nach [2]. Es wird für den untersuchten Abschnitt von einer maximalen Geschwindigkeit von 140 km/h (laut VZG) und Schotteroberbau ausgegangen. Die Gleisbelastung liegt bei 25.000 Lt/d. Zusage der Abbildung nach Ril 836.4101A04, Seite 1 (Frosteinwirkungsgebiete), verläuft der hier untersuchte Gleisabschnitt im Frosteinwirkungsgebiet der Zone I. Hieraus resultiert der Regelaufbau bei Verbesserung/Erneuerung gemäß der Ril 836, Modul 836.4101A02, Seite 9, Tabelle 3, Einstufung 3.1.1, Spalte 2.

Damit ergeben sich die in der nachfolgenden Abbildung 1 dargestellten Mindestanforderungen:



Geschwindigkeit - HG VzG / v_{zul} [km/h]	> 80-160		
Gleisbelastung [Lt/d]	> 30.000		
Radsatzlast [t]	≤ 22.5		
Schutzschichten			
Frosteinwirkungszone I			
Frostempfindlichkeitsklasse [-]	F1	F2	F3
Dicke frostsicherer Aufbau [cm] ⁵⁾	-	40	50
UK Schwelle Gleisschotter Schutzschicht OK Unterbau / Untergrund			
Dicke der Schutzschicht [cm] ^{1) 6)}	20	20	20

¹⁾ Die Mindestdicke der Schutzschicht nach Verformungskriterien gilt nur bei Einhaltung der Regelwerte der Verformungsmoduli auf dem Planum, ansonsten ist eine eigene Bestimmung mittels Ril 836.4101A05 Bild A 5.2 erforderlich.

²⁾ E_{vd} -Werte gelten für gemischt- und feinkörnige Böden, Werte für grobkörnige Böden sind um jeweils 5 MN/m² zu erhöhen. Entsprechen die für das Planum nachgewiesenen oder angesetzten Verformungsmoduli nicht den Regelwerten für E_{v2} bzw. E_{vd} , so kann eine gesonderte Bestimmung der Tragschichtdicke nach Ril 836.4101A05 Bild A 5.2 erfolgen. Bei Verminderung der Schutzschichtdicke ist die Regeldicke des frostsicheren Aufbaus jedoch einzuhalten.

⁵⁾ Die jeweiligen Regeldicken beziehen sich auf den frostsicheren Aufbau unter UK Schwelle.

⁶⁾ Die Mindestdicke der Schutzschicht gemäß Anhang A03 ergibt sich aus der Regeldicke des frostsicheren Aufbaus unter Berücksichtigung des Regeloberbaus (Ril 820.2010) und bei Einhaltung der Regelwerte für die Verformungsmoduli. (Die Regeldicken der Schotterdicke betragen für $v \leq 230$ km/h 30cm und bei $v > 230$ km/h 35cm.)

Abbildung 1: Regelanforderungen an den Unterbau nach Ril 836, Modul 836.4101, Seite 9, Tabelle 3, Einstufung 3.1.1, Spalte 2

Bei der in der Abbildung 1 geforderten Schutzschichtdicke von 0,20 m handelt es sich um die Regeldicke auf Grund der Zuordnung der Strecke in das Frosteinwirkungsgebiet I (Bemessung auf Frost) unter Berücksichtigung der maximalen Geschwindigkeit, Radsatzlast und Gleisbelastung. Die jeweils höchste Einstufung ist maßgebend. Ein weiteres Kriterium für die Ermittlung der erforderlichen Dicke der Schutzschicht ist die Bemessung auf Tragfähigkeit. Maßgebend ist die größere Dicke aus beiden Bemessungen. Nach Ril 836 darf die Dicke der Schutzschicht 0,20 m nicht unterschreiten (Mindestdicke).



2.3 Homogenbereiche

Die DIN 18300 (Ausgabe 2019) gilt für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden, Fels und sonstigen Stoffen. Boden und Fels sind entsprechend ihres Zustands vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist.

In diesem Bericht werden bei der Festlegung der Homogenbereiche vordergründig bodenmechanische Eigenschaften der aufgeschlossenen Böden und bautechnische Belange berücksichtigt (siehe Anlage 8). Im Zuge der weiteren Planung und Erstellung der Ausschreibungsunterlagen sind die hier definierten Homogenbereiche, in Bezug auf die zur Anwendung kommenden technischen Gerätschaften und sonstiger Randbedingungen, eventuell anzupassen.

Das Bauvorhaben wird der Geotechnischen Kategorie 1 (GK1) zugeordnet.

2.4 Entwässerung des Gleiskörpers

Grundsätzlich ist bei der Entwässerung des Gleiskörpers zu beachten, dass Maßnahmen zum Gewässer- und Bodenschutz zu treffen und auszuführen sind, wenn in Wasserschutzgebieten oder in vergleichbaren förmlich festgelegten Schutzgebieten das Eindringen von aus dem Eisenbahnverkehr stammenden Schadstoffen in den Unterbau bzw. Untergrund sicher verhindert werden muss. Hierfür sind im Vorfeld entsprechende Erkundigungen einzuholen und erforderliche Schutzmaßnahmen in Abhängigkeit von den örtlichen hydrologischen, geologischen, hygienischen und technischen Bedingungen mit der zuständigen Wasserbehörde abzustimmen.

Die einwandfreie Entwässerung des Gleiskörpers muss gewährleistet sein, damit schädliche Wasseranreicherungen im Unterbau/Untergrund verhindert werden und die Tragfähigkeit des Oberbaus (Bettung und Schutzschichten) und die Standsicherheit der Erdbauwerke/Unterbau zu jeder Jahreszeit gesichert sind. Für die Stabilität des Bahnkörpers ist es somit von entscheidender Bedeutung, dass sowohl das Oberflächen- als auch das ungebundene Bodenwasser (Grund-, Stau- und Kapillarwasser) vom Unterbau/Untergrund ferngehalten werden.

Versickerungsfähiger Unterbau/Untergrund liegt gemäß Ril 836, Modul 4601 und 4602 vor, wenn Böden mit einer Durchlässigkeit von $k_f \geq 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ anstehen.

3 Gelände- und Laborarbeiten

3.1 Geotechnische Erkundungen und Laborversuche

Um die bodenmechanischen Eigenschaften der Bettungs- und Untergrundverhältnisse bewerten zu können, wurden vom 02. bis 04.09.2020 (Nachtschichten) im untersuchten Gleisabschnitt insgesamt 21 Erkundungspunkte festgelegt. Die Auswahl der Erkundungspunkte erfolgte i. d. R. in einem Abstand von 100 m (siehe Anlagen 1 bis 3).

Die geplante geotechnische Erkundung besteht aus einem Handschurf im Schotterbett im Schwellenfach bis Unterkante Schotter und einer anschließenden Rammkernsondierung ($\varnothing$ 60-40 mm, $t_{\max} = 2,0 \text{ m}$). Damit wird bei einer planmäßigen Höhe des Schotterbetts i. d. R. eine Erkundungstiefe bis maximal ca. 2,70 m unter Schienenoberkante (SO) erzielt. Nach Ril 836, Modul 1002, Abschn. 4, Abs. (1), ist damit für die Entscheidung über Planumsverbesserungen (Plv) eine ausreichende Erkundungstiefe bei einer Streckengeschwindigkeit $v_e \leq 200 \text{ km/h}$ und



Verbesserungs- bzw. Instandhaltungsmaßnahmen zur Beurteilung der Unterbau-/Untergrundeigenschaften gewährleistet.

Das Bohr- bzw. Schurfgut wurde ausgelegt und nach geologisch-bodenmechanischen Gesichtspunkten und visuell-manuellen Verfahrensmerkmalen in Anlehnung an die DIN EN 14688 angesprochen. Aus den Schürfen und Bohrschappen wurden schichtbezogen 27 strukturgestörte Bodenproben gewonnen und repräsentative Proben hinsichtlich der Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 (13 x Siebanalyse, nass, 2 x Sieb- und Schlämmanalyse), der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 (5 x Fließ- und Ausrollgrenze) sowie des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1 (5 x) analysiert. Die Ergebnisse der Aufschlüsse und der Laborversuche sind den Anlagen 2 und 4 zu entnehmen.

3.2 Aufnahme des Entwässerungssystems und der Hindernisse

Im Rahmen der Erkundung wurden entlang des untersuchten Gleisabschnitts insgesamt 33 Kontrollschächte einer Entwässerungsanlage vorgefunden. Hindernisse bzw. Bauwerke (EÜs), die innerhalb eines Abstandes von 3,0 m von der Gleisachse entfernt liegen, wurden aufgenommen und eingemessen.

Die Ergebnisse sind den Anlagen 6 und 7 zu entnehmen.

4 Bettungs- und Untergrundverhältnisse

4.1 Gleislage und Instandhaltungsaufwand

Nach [2] ist der Instandhaltungsaufwand für den untersuchten Abschnitt erhöht. Es gibt nennenswerte Gleislagefehler.

4.2 Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen

Die Positionierung der Ansatzpunkte und die Ergebnisse der ausgeführten Schürfe/Bohrungen sind der Tabelle 1 sowie den Anlagen 1 bis 3 zu entnehmen.

Tabelle 1: Ergebnisse der geotechnischen Erkundung

Stelle [km]	Schotterbett			Schicht unter Schotter / Schutzschicht					Unterbau/Untergrund		
	Sohle [m u. SO]	Stärke [m] *)	Ver- schmutz- ungsgrad	Stärke [m]	Schutz- schicht	Boden- gruppe	Frost- empfindlich- keitsklasse	filter- stabil	Boden- gruppe	Frost- empfindlich- keitsklasse	filter- stabil
144,000	≥ 1,20	≥ 0,81	st. v., vsl.	---	---	---	---	---	---	---	---
144,100	0,82	0,43	v.	---	nein	[XY], vsl.	---	---	---	---	---
144,200	0,70	0,31	st. v., vsl.	---	nein	[XY]	---	---	---	---	---
144,300	≥ 1,20	≥ 0,81	v.	---	---	---	---	---	---	---	---
144,380	≥ 1,20	≥ 0,81	v.	---	---	---	---	---	---	---	---
144,500	0,90	0,51	v.	0,32	ja	[GI]	F1	ja	TL	F3	nein
144,600	0,90	0,51	v.	≥ 0,30	ja	[GI]	F1	ja	---	---	---
144,700	0,98	0,59	v.	0,30	ja	[GI]	F1	ja	TL	F3	nein
144,800	0,85	0,46	v.	0,25	nein	[GW]	F1	ja	TL	F3	nein
144,900	0,85	0,46	v.	0,08	nein	[GU]	F2	nein	TL	F3	nein



Fortsetzung Tabelle 1: Ergebnisse der geotechnischen Erkundung

Stelle [km]	Schotterbett			Schicht unter Schotter / Schutzschicht					Unterbau/Untergrund		
	Sohle [m u. SO]	Stärke [m] *)	Ver- schmutz- ungsgrad	Stärke [m]	Schutz- schicht	Boden- gruppe	Frost- empfindlich- keitsklasse	filter- stabil	Boden- gruppe	Frost- empfindlich- keitsklasse	filter- stabil
145,000	0,83	0,44	v.	0,22	nein	[GI]	F1	ja	TL	F3	nein
145,100	0,80	0,41	v.	0,17	nein	[GI]	F1	ja	TL	F3	nein
145,200	0,70	0,31	v.	0,20	nein	[GI]	F1	ja	TL	F3	nein
145,300	0,85	0,46	v.	0,25	tol.	[GI]	F1	ja	GU*	F3	ja
145,400	0,93	0,54	v.	≥ 0,34	tol.	[GU]	F2	ja	Z	---	---
145,480	0,85	0,46	v.	≥ 0,35	ja	[GU]	F2	ja	Z	---	---
145,600	1,00	0,61	v.	0,20	tol.	[GU]	F2	ja	Z(VE)	---	---
145,700	0,95	0,56	v.	0,15 ≥ 0,10	tol.	[GU] [GU]	F2 F2	ja	---	---	---
145,800	0,85	0,46	v.	0,15	tol.	[GU]	F2	ja	Z(VE)	---	---
145,8+100	0,65	0,26	v.	0,17	nein	[GU]	F2	ja	Z	---	---
145,8+200	0,80	0,41	v.	≥ 0,42	nein	[GU*/GX]	F3	ja	---	---	---

*) ab Unterkante Betonschwellen

(st.) v. – (stark) verschmutzt

vsl. – verschlammmt

[] – Auffüllung

[XY] – Stein-/Packlage

Z(VE) – Fels (Fels, verwittert)

tol. – tolerierbar

In den folgenden Kapiteln wird hinsichtlich der lateralen Ausdehnung der erkundeten Schichten des Ober- bzw. Unterbaus vereinfachend angenommen, dass die jeweilige (seitliche) Grenze in der Mitte zwischen zwei Erkundungspunkten liegt. Aus diesem Grund ist diese Abgrenzung mit entsprechenden Ungenauigkeiten behaftet. Eine Verschiebung der Grenzen ist somit nicht auszuschließen.

4.3 Zustand des Schotterbetts

Die Schotterbettsohle wurde an den Erkundungspunkten von der Schienenoberkante aus in einem Tiefenbereich zwischen 0,65 m (km 145,8+100) und mehr als 1,20 m (km 144,000, km 144,300 und km 144,380) gemessen. Dies entspricht bei den derzeit vorhandenen Betonschwellen und Schienen vom Typ UIC 60 einer Schottermächtigkeit bzw. Bettungsdicke ab Unterkante Schwelle von 0,26 m bis mindestens 0,81 m. Die nach Ril 820.2010 geforderte Soll-Schotterstärke von 0,30 m bis 0,60 m wird mehrheitlich eingehalten. An einem Erkundungspunkt wird diese momentan unterschritten und an vier Erkundungspunkten teilweise deutlich überschritten. Außerdem liegt die Schotterbettdicke teilweise nah an der Obergrenze (siehe Tabelle 1).

Der Schotter ist visuell (stark) mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verschmutzt. Eine mechanische Reinigung des Gleisschotters ist bis zu starken Verunreinigungen mit Betriebschmutz und Schotterabrieb noch wirksam durchführbar.

Bei km 144,000 und km 144,200 ist der Schotter zusätzlich verschlammmt. Dort ist eine mechanische Reinigung nicht mehr wirksam durchführbar.

Der Schotter wird im Folgenden als **Homogenbereich A** definiert.



4.4 Schicht unter Schotter, Unterbau und Untergrund

Schicht unter Schotter

Teilabschnitte:

km 144,000 – 144,050 km 144,250 – 144,440	In diesen Abschnitten konnte der Unterbau/Untergrund aufgrund zu hoher Schottermächtigkeiten nicht aufgeschlossen werden.
--	---

Teilabschnitte:

km 144,050 – 144,250 km 145,950 – 146,000	In diesen Gleisabschnitten wurden unter dem Schotter in Tiefen zwischen 0,70 m (km 144,200) und 0,82 m (km 144,100) unter SO Stein-/Packlagen ([X/Y]) bzw. bei km 145,8+200 Packlagenreste ([GU*/GX]) aufgeschlossen. Die Stein-/Packlagen konnten nicht durchörtet werden; die Aufschlüsse wurden abgebrochen. Die Rammkernsondierung bei km 145,8+200 (innerhalb der Packlagenreste) musste bei 1,22 m unter SO abgebrochen werden (siehe Tabelle 1). Es ist nicht auszuschließen, dass Packlagen(reste) auch in anderen Bereichen oder Tiefen angetroffen werden können. Die Stein-/Packlagen werden vorerst als Homogenbereich C ausgeschrieben.
--	---

Teilabschnitt:

km 144,440 – 145,950	In diesen Gleisabschnitten wurden unter dem Schotter aufgefüllte, feinkornarme Kiese aufgeschlossen. Diese Böden gehören den Bodengruppen [GI], [GW] und [GU] an. Diese Auffüllungen haben Mächtigkeiten zwischen 0,08 m (km 144,900) und mindestens 0,35 m (km 145,480). Bei km 144,600 musste die Rammkernsondierung innerhalb der Auffüllungen bei 1,20 m unter SO abgebrochen werden. Hinsichtlich der Bodenansprache und labortechnisch ermittelten Kornverteilung entsprechen die Kiese zwar überwiegend einem Schutzschichtmaterial im Sinne des DBS 918062. Lokal sind die Auffüllungen (bezogen auf den wenig tragfähigen Untergrund) allerdings nicht mächtig genug bzw. erreichen punktuell nicht die nach Ril 836 geforderte Minstdicke von 0,20 m. Die Filterstabilität gegenüber dem Gleisschotter ist bei den Kiesen mit ausreichender Mächtigkeit (≥ 10 cm) gewährleistet. Nach ZTV E-StB 17 sind die aufgeschlossenen Böden der Bodengruppen [GI] und [GW] nicht frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F1). Die [GU]-Böden sind gering bis mittel frostempfindlich (F2). Die aufgefüllten Kiese werden als Homogenbereich B definiert.
-----------------------------	---



Unterbau/Untergrund

Teilabschnitte:

km 144,000 – 144,440	In diesen Abschnitten wurde der Unterbau/Untergrund aufgrund zu hoher Schottermächtigkeiten bzw. wegen zu großer Eindringwiderstände nicht aufgeschlossen.
km 144,550 – 144,650	
km 145,650 – 145,750	
km 145,950 – 146,000	

Teilabschnitte:

km 144,440 – 144,550	In diesen Gleisabschnitten wird der Untergrund von feinkörnigen Böden gebildet, die nach DIN 18196 in die Bodengruppe TL eingestuft werden. Die feinkörnigen Böden hatten zum Zeitpunkt der Erkundung eine steife bis weiche Konsistenz. Punktuell wurden bei km 145,300 schluffige Kiese (GU*-Böden) aufgeschlossen.
km 144,650 – 145,350	
	Nach ZTV E-StB 17 sind die aufgeschlossenen Böden des Untergrunds sehr frostempfindlich (F3).
	Bei km 145,100 musste die Rammkernsondierung bei 1,38 m unter SO aufgrund zu hoher Eindringwiderstände abgebrochen werden.
	Die natürlich gewachsenen Böden werden als Homogenbereich D zusammengefasst.

Teilabschnitte:

km 145,350 – 145,650	Im diesen beiden Gleisabschnitten wurde unterhalb der aufgefüllten Kiese (entfestigtes) Festgestein aufgeschlossen, das in Tiefen zwischen 0,82 m (km 145,8+100) und 1,27 m (km 145,400) unter SO angetroffen wurde. Dabei handelt es sich nach [3] um Gesteine der Ziegelschieferfolge des Oberkarbon (Ton- bis Schluffstein, grau bis schwarz mit dünnen Sandsteinlagen).
km 145,750 – 175,950	
	Es ist nicht auszuschließen, dass kompakter Fels auch noch in anderen Bereichen und Tiefen ansteht. Der Fels wird als Homogenbereich E definiert.

5 Entwässerung des Bahnkörpers

5.1 Bewertung der Wasserdurchlässigkeit des Unterbaus/Untergrunds

Die im untersuchten Gleisabschnitt anstehenden Bodenarten bzw. Baugrundverhältnisse sind in den vorhergehenden Abschnitten eingehend beschrieben und in der Anlage 2 als Schichtenprofile dargestellt worden. Die Durchlässigkeitsbeiwerte für die im Abschnitt aufgeschlossenen Böden wurden mit Hilfe von Näherungsformeln bzw. von Erfahrungswerten abgeschätzt.

Es ist zu beachten, dass die tatsächlichen Durchlässigkeitsbeiwerte von den abgeschätzten mehr oder weniger stark abweichen können. In der nachfolgenden Tabelle 2 erfolgt eine Bewertung der Durchlässigkeit der maßgebenden Böden nach DIN 18130.



Tabelle 2: Bewertung der Wasserdurchlässigkeit des relevanten Unterbaus/ Untergrundes

Bodengruppe nach DIN 18196	Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s]	Durchlässigkeit nach DIN 18130
GU*	1×10^{-8} bis 1×10^{-6}	schwach durchlässig
UL, TL	$< 1 \times 10^{-7}$	sehr schwach durchlässig
Fels (Z)	abhängig vom Kluft- und Porensystem	---

Der Gleiskörper soll bis in eine Tiefe von mindestens 1,50 m unter SO frei von ständigem Grund-, Stau- und Kapillarwasser sein. Die Böden im Untergrund erfüllen nicht die Anforderungen an die Durchlässigkeit von $k_f \geq 1 \times 10^{-5}$ m/s nach Ril 836. Die für die Entwässerung relevanten Böden des Untergrundes sind (sehr) schwach durchlässig.

Der angetroffene Fels (Ton-, Schluffstein, geschiefert) wird als undurchlässig abgeschätzt. Eine genaue Aussage kann nicht getroffen werden, da die Durchlässigkeit bei Festgesteinen hauptsächlich vom Kluft- bzw. Porensystem abhängt, welches im Rahmen der Erkundung verfahrensbedingt nicht aufgenommen werden konnte.

Eine linienhafte Versickerung des anfallenden Oberflächenwassers bis in ausreichende Tiefe kann im untersuchten Abschnitt nicht gewährleistet werden.

5.2 Entwässerungssituation

Im untersuchten Gleisabschnitt wurden von km 144,380 bis km 146,000 insgesamt 33 Schächte einer technischen Entwässerungsanlage vorgefunden. Lediglich von km 144,000 bis km 144,380 ist keine Entwässerungsanlage vorgefunden worden. Die Trasse verläuft durchgängig geländegleich.

Eine kontrollierte Entwässerung des Gleiskörpers ist augenscheinlich momentan nur im vordersten Gleisabschnitt auf ~400 m nicht gewährleistet.

6 Umbauvorschläge

6.1 Oberbau

Im untersuchten Gleisabschnitt ist der Wiedereinbau von UIC 60 Schienen und Betonschwellen vorgesehen. Für diesen Fall kommt die Bettungsunterkante unter Berücksichtigung der erforderlichen Soll-Schottermächtigkeit von 0,30 m (Innenschiene) bei ca. 0,70 m unter SO zu liegen (s. Anlagen 2 und 3).

Teilabschnitte:

km 144,000 – 144,050 km 144,150 – 144,250	Aufgrund der in Kap. 4.3 beschriebenen Verschlämmungen wird der Gleisschotter als nicht mehr mechanisch reinigbar eingestuft. Daher wird die Durchführung einer vollständigen Bettungserneuerung (VBE) notwendig. Bei km 144,000 ist der Schotter allerdings erst ab ca. 0,90 m unter SO als verschlammt zu bezeichnen.
--	--



Teilabschnitte:

km 144,050 – 144,150 km 144,250 – 146,000	Aufgrund des in Kap. 4.3 beschriebenen Verschmutzungsgrades wird der Gleisschotter als noch mechanisch reinigbar eingestuft. Daher wird die Durchführung einer Bettungsreinigung (BR) als ausreichend angesehen. Bei einem konventionellen Umbau wird eine vollständige Bettungs-erneuerung (VBE) empfohlen.
--	--

6.2 Geotechnische Umbaumaßnahmen nach Ril 836.4101

Teilabschnitt:

km 144,000 – 144,440	Es ist keine bezüglich den Unterbau- bzw. Untergrundverhältnissen angepasste Schutzschicht vorhanden. Um eine einheitlich ausreichende Tragfähigkeit sowie die Herstellung eines frostsicheren Regelaufbaus mit einer entsprechenden Querneigung der Tragschicht/des Planums von 5 % (1:20) nach dem Umbau sicherzustellen, wird unter Berücksichtigung der Unterbau- und Untergrundverhältnisse der Einbau einer Schutzschicht erforderlich. Der Bereich der zukünftigen Tragschicht liegt innerhalb des Schotters. Der Schotter ist in diesem Bereich nach Ril 836 vollständig auszuräumen und der dabei entstehende Hohlraum mit geeignetem Schutzschichtmaterial auszugleichen. Alternativ kann der Schotter im Bereich des Planums belassen werden. In diesem Fall ist es nach Ril 836.0503 (Stand 1999) erforderlich, die verbleibende Schotterbettung (Restschotter) mit einem Geokunststoff (Trenn- und Filtervlies) gemäß TM 4-2017-10657 I.NPF 2 zu Ril 836 (Ausgabe vom September 2017) abzudecken und darauf eine Schutzschicht mit $d_T = 0,20$ m (Mindestdicke) aufzubringen. Als Trenn- und Filterelement kann ein Geokunststoff der GRK 4 mit einer Masse pro Flächeneinheit von ≥ 250 g/m² verwendet werden. An der Innenschiene ist somit prinzipiell ein Aushub bis ca. 0,90 m unter SO erforderlich. Aufgrund der nicht ausreichend versickerungsfähigen Böden im Untergrund muss nach Ril 836.4101A03, Seite 1, das Korngemisch 1 (KG 1) nach DBS 918062 verwendet werden. Das Abnahmekriterium bei der Bauausführung liegt für das Planum bei $E_{vd} \geq 35$ MN/m². An zwei Erkundungspunkten befinden sich unterhalb des Schotters bei 0,82 m bzw. 0,70 m unter SO Stein-/Packlagen. Diese müssen bis mindestens 0,90 m unter SO ausgebaut werden. Falls bautechnisch notwendig, müssen diese komplett ausgebaut werden. Packlagen dürfen im Bereich des Planums (ab 0,90 m unter SO) im Untergrund verbleiben; allerdings sollten sie nach Ril 836.0503, Abschnitt 2, Absatz 6 und 7, zur Gewährleistung der Filterstabilität generell mit einem Geokunststoff (Trenn- und Filterelement unter Tragschichten) gemäß Ril 836.4101,
-----------------------------	--



	Seite 8, Abschnitt 4 (7), abgedeckt werden. Anschließend sind sie mit einer Schutzschicht aus KG 1-Material abzudecken. Stein-/Packlagen können zu Behinderungen und Erschwernissen während der Baumaßnahmen führen. Es ist nicht auszuschließen, dass Stein-/Packlagen auch in anderen Bereichen und/oder Tiefen vorkommen können.
--	---

Teilabschnitte:

km 144,440 – 144,750 km 145,250 – 145,850	Die erkundeten Böden in diesen Gleisabschnitten sind filterstabil, nicht frostempfindlich (F1) bzw. gering bis mittel frostempfindlich (F2), erfahrungsgemäß bei entsprechender Nachverdichtung ausreichend tragfähig und entsprechen aufgrund ihrer Kornzusammensetzung weitestgehend einem Schutzschichtmaterial. Die Mächtigkeit dieser Böden nach dem Umbau ist ausreichend, so dass in diesen Abschnitten keine neue Schutzschicht eingebaut werden muss. Es wird darauf hingewiesen, dass bei km 145,600 der Schotter bis 1,00 m unter SO reicht und somit die geforderte Soll-Schotterstärke von max. 0,60 m knapp überschritten wird. Hohe Schotterbettdicken weisen auf Stopfvorgänge und einen damit verbundenen erhöhten IH-Aufwand hin.
--	---

Teilabschnitt:

km 144,750 – 145,050	Es ist keine bezüglich den Unterbau- bzw. Untergrundverhältnissen angepasste Schutzschicht vorhanden. Um eine einheitlich ausreichende Tragfähigkeit sowie die Herstellung eines frostsicheren Regelaufbaus mit einer entsprechenden Querneigung der Tragschicht/des Planums von 5 % (1:20) nach dem Umbau sicherzustellen, wird unter Berücksichtigung der Unterbau- und Untergrundverhältnisse der Einbau einer Schutzschicht erforderlich. Ausgehend vom hydrologischen Fall 3 (labortechnisch wurden I_C-Werte von 0,61 bis 0,70 ermittelt) wird für die bemessungsrelevanten TL-Böden nach Ril 836, Modul 836.4101A05, Bild A5.1, ein Bemessungswert der Tragfähigkeit von $E_H = 10 \text{ MN/m}^2$ angesetzt. Daraus ergibt sich nach Modul 836.4101A05, Bild A5.2 mit einem Ansatz der Verlaufskurve $E_{OFTS} = 50 \text{ MN/m}^2$ entsprechend den Anforderungen der Abbildung 1 eine Schutzschichtstärke von $d_T = 0,50 \text{ m}$. Es wird darauf hingewiesen, dass nach Ril 836 ab einer Schutzschichtstärke von $> 0,30 \text{ m}$ der Einbau lagenweise erfolgen soll. An der Innenschiene ist somit prinzipiell ein Aushub bis ca. 1,20 m unter SO erforderlich. Es ist ein Gleislängsverbau einzuplanen. Aufgrund der nicht ausreichend versickerungsfähigen Böden im Untergrund ist nach Ril 836.4101A03, Seite 1, das Korngemisch 1 (KG 1) nach DBS 918062 zu verwenden. Das Abnahmekriterium bei der Bauausführung liegt für das Planum bei
------------------------------------	---



	$E_{vd} \geq 10 \text{ MN/m}^2$.
Teilabschnitt:	
km 145,050 – 145,250	Es ist keine bezüglich den Unterbau- bzw. Untergrundverhältnissen angepasste Schutzschicht vorhanden. Um eine einheitlich ausreichende Tragfähigkeit sowie die Herstellung eines frostsicheren Regelaufbaus mit einer entsprechenden Querneigung der Tragschicht/des Planums von 5 % (1:20) nach dem Umbau sicherzustellen, wird unter Berücksichtigung der Unterbau- und Untergrundverhältnisse der Einbau einer Schutzschicht erforderlich. Ausgehend vom hydrologischen Fall 2 (labortechnisch wurde ein I_C-Wert von 0,97 ermittelt) wird für die bemessungsrelevanten TL-Böden nach Ril 836, Modul 836.4101A05, Bild A5.1, ein Bemessungswert der Tragfähigkeit von $E_H = 15 \text{ MN/m}^2$ angesetzt. Daraus ergibt sich nach Modul 836.4101A05, Bild A5.2 mit einem Ansatz der Verlaufskurve $E_{OFTS} = 50 \text{ MN/m}^2$ entsprechend den Anforderungen der Abbildung 1 eine Schutzschichtstärke von $d_T = 0,40 \text{ m}$. Es wird darauf hingewiesen, dass nach Ril 836 ab einer Schutzschichtstärke von $> 0,30 \text{ m}$ der Einbau lagenweise erfolgen soll. An der Innenschiene ist somit prinzipiell ein Aushub bis ca. 1,10 m unter SO erforderlich. Aufgrund der nicht ausreichend versickerungsfähigen Böden im Untergrund ist nach Ril 836.4101A03, Seite 1, das Korngemisch 1 (KG 1) nach DBS 918062 zu verwenden. Das Abnahmekriterium bei der Bauausführung liegt für das Planum bei $E_{vd} \geq 15 \text{ MN/m}^2$.
Teilabschnitt:	
km 145,850 – 146,000	Bei km 145,8+100 wurde in einer Tiefe von 0,82 m unter SO bereits der Fels angetroffen. Bei km 145,8+200 stehen unterhalb des Schotters bis mindestens 1,22 m unter SO schluffige Kiese mit Steineinlagerungen (umgelagerter, aufgefüllter Felsersatz?) an. Zur Herstellung der Regelschotterdicke und nach Ril 836 wird der Einbau einer Schutz- bzw. Ausgleichsschicht erforderlich. Nach der Ril 836.4103, Seite 4, Kapitel 4, Absatz 2, sollen, wenn in Höhe des Planums nicht verwitterungsbeständiger Fels (hier: vermutlich Ton- bis Schluffstein, geschiefert; untergeordnet Sandstein) ansteht, zur Gewährleistung von Ebenflächigkeit und Querneigung die Unebenheiten mit einer schwach durchlässigen Schutzschicht gemäß Ril 836.4101 4 (4) ausgeglichen werden. Bei verwitterungsbeständigem Fels wäre zusätzlich auch Asphalt oder Magerbeton einsetzbar. Daher muss der Felshorizont sowie die Kiese bis ca. 0,90 m unter SO abgetragen bzw. ausgeräumt werden, um darauf eine Ausgleichs-/Schutzschicht mit $d_T \geq 0,20 \text{ m}$ aufbringen zu können. Dafür ist nach derzeitigem Kenntnisstand ein Abtrag von bis zu 8 cm erforderlich.



Es kann über den Einbau besohlter Schwellen geprüft werden. Dann könnte nach Ril 820.2010 die Schotterbettung auf 25 cm reduziert werden. Danach ist ein Felsabtrag von nur wenigen Zentimetern erforderlich.

Alternativ könnte auch die Gradienten erhöht werden. Die Erhöhung wäre bis mindestens 8 cm notwendig, was meist aufgrund von Zwangspunkten nicht durchführbar ist.

Prinzipiell kann der Felshorizont auch in anderen Bereichen und Tiefen anstehen.

6.3 Optionale Umbaumaßnahmen nach Ril 836.4101

Zur Reduzierung der Tragschichtdicke (nur Verformungseigenschaften) kann optional der Einbau von bewehrten Geokunststoffen erfolgen. Dabei darf die Dicke der Schutzschicht um 25 % reduziert werden, soweit für das Planum $E_{v2} = 10 - 30 \text{ MN/m}^2$ ($E_{vd} = 5 - 25 \text{ MN/m}^2$) angesetzt werden kann und die verbleibende Tragschichtdicke mindestens 25 cm beträgt. Es wird darauf hingewiesen, dass Geokunststoffe bei späteren Umbaumaßnahmen zu Behinderungen und Erschwernissen führen können.

Teilabschnitt:

km 144,750 – 145,050

Für diese Teilabschnitte wird nach Ril 836.4101 eine Schutzschichtstärke von $d_T = 0,50 \text{ m}$ erforderlich (vgl. Abschnitt 6.2).

Optional ergibt sich nach Ril 836, Modul 836.4101A02, Seite 11, Tabelle 3, Einstufung 3.3.1, Spalte 2, dass eine Schutzschichtdicke von $d_T = 0,40 \text{ m}$ (Reduzierung um max. 25 % und Aufrundung auf volle 5 cm) aus KG 1- Material über einem Geoverbundstoff, bestehend aus einem Bewehrungs-element mit zusätzlichem Filter- und Trennelement, eingebaut werden kann.

Hierfür dürfen nur Geokunststoffe eingebaut werden, die dem DBS 918036 für Geokunststoffe (Inkraftsetzung am 10.11.2015) sowie den Prüfungsbedingungen für Geokunststoffe nach TM 4-2016-10012 I.NP 2 (Inkraftsetzung am 07.03.2016) entsprechen und für die eine herstellerbezogene Produktqualifizierung (HPQ) der DB AG vorliegt.

An der Innenschiene ist dann ein Aushub bis ca. 1,10 m unter SO erforderlich.

Das Abnahmekriterium für die Bauausführung liegt für das Planum ebenfalls bei $E_{vd} \geq 10 \text{ MN/m}^2$.

Teilabschnitt:

km 145,050 – 145,250

Für diesen Teilabschnitt wird nach Ril 836.4101 eine Schutzschichtstärke von $d_T = 0,40 \text{ m}$ erforderlich (vgl. Abschnitt 6.2).

Optional ergibt sich nach Ril 836, Modul 836.4101A02, Seite 11, Tabelle 3, Einstufung 3.3.1, Spalte 2, dass eine Schutzschichtdicke von $d_T = 0,30 \text{ m}$ (Reduzierung um max. 25 % und Aufrundung auf volle 5 cm)



aus KG 1- Material über einem Geoverbundstoff, bestehend aus einem Bewehrungselement mit zusätzlichem Filter- und Trennelement, eingebaut werden kann.

Hierfür dürfen nur Geokunststoffe eingebaut werden, die dem DBS 918036 für Geokunststoffe (Inkraftsetzung am 10.11.2015) sowie den Prüfungsbedingungen für Geokunststoffe nach TM 4-2016-10012 I.NP 2 (Inkraftsetzung am 07.03.2016) entsprechen und für die eine herstellerbezogene Produktqualifizierung (HPQ) der DB AG vorliegt.

An der Innenschiene ist dann ein Aushub bis ca. 1,00 m unter SO erforderlich.

Das Abnahmekriterium für die Bauausführung liegt für das Planum ebenfalls bei $E_{vd} \geq 15 \text{ MN/m}^2$.

6.4 Geotechnische Umbaumaßnahmen nach Ril 836.4105

Als weitere Entscheidungsgrundlage über die Notwendigkeit des Einbaus einer Schutzschicht ist die Ril 836, Modul 836.4105 zu beachten. Diese fachtechnische Stellungnahme regelt den Einbau von Schutzschichten auf Strecken des Bestandsnetzes unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und bodenphysikalischer Aspekte. Als maßgebliche Beurteilungsparameter sind der Instandhaltungsaufwand sowie die Gleislage des untersuchten Gleisabschnitts zu berücksichtigen.

In der Ril 836.4105A03 wird der Geokunststoffeinsatz für die Planumsverbesserung als Alternative zu mineralischen Tragschichten unter bestimmten Rahmenbedingungen abgehandelt. Die Entscheidung für eine Planumsverbesserung mit dem Einsatz von Geotextilien erfolgt nach dem Entscheidungsdiagramm für Planumsverbesserungen (mit Vliesstoffen) nach Anlage 1 bzw. 2 der Ril 836.4105A03.

Es wird nochmal darauf hingewiesen, dass Geokunststoffe bei späteren Umbaumaßnahmen zu Behinderungen und Erschwernissen führen können.

Die Anwendung des o.g. Moduls 836.4105 ist mit bahnbetrieblichen Rahmenbedingungen verknüpft, die im Vorfeld der Umbaumaßnahme zu überprüfen sind. Der Instandhaltungsaufwand ist nach [2] im untersuchten Gleisabschnitt erhöht. Es treten nennenswerte Gleislagefehler auf.

Aufgrund der nach [2] genannten max. Geschwindigkeit von 140 km/h und einer Gleisbelastung von 25.000 Lt/d kann der Gleisabschnitt in die Streckenkategorie „Aa“ eingestuft werden.



Teilabschnitte:

km 144,000 – 144,050 km 144,250 – 144,440	In diesen Bereichen muss unter Berücksichtigung der mächtigen Schotterbettdicken die Abfrage 4 verneint und die Abfrage 5 bejaht werden. Daraus ergibt sich, dass eine Plv spätestens im Zusammenhang mit dem nächsten Gleisumbau eingebaut werden soll (Ergebnis 2). Nach Ril 836.4105A03 ist der Einbau eines Vliesstoffes nicht ausreichend. Eine Plv mit Geokunststoffen ist als alleinige Maßnahme nicht möglich.
--	--

Teilabschnitt:

km 144,050 – 144,250	Aufgrund der unter dem Schotter angetroffenen Stein-/Packlagen wird auf die Anwendung der Ril 836.4105 verzichtet, da ein solcher Fall im Entscheidungsdiagramm für Planumsverbesserungen nicht abgehandelt wird.
-----------------------------	--

Teilabschnitte:

km 144,440 – 144,850 km 144,950 – 145,950	Unter Berücksichtigung der angetroffenen [GI]-, [GW] und [GU]-Böden im Bereich des Planums können die Abfragen 10 und 12 bzw. 11, 13 (Frostkriterium ist nach Ril 836.4105 bei F1-Böden eingehalten und wird daher teilweise nur toleriert) und 14 bejaht werden. Unter Zugrundelegung der Ril 836, Modul 836.4105A01, Seite 1, ergibt sich, dass eine Plv nicht notwendig ist (Ergebnis 5X). Die durch die Abfragen 1 und 2 herzuleitenden Schäden können nicht durch eine Plv behoben werden. Nach Ril 836.4105A03 ist der Einbau eines Vliesstoffes als eingeschränkte Anwendung möglich. Eine Plv mit Geokunststoffen entspricht einer teilwertigen Plv unter Inkaufnahme eines ggf. erhöhten Instandhaltungsaufwandes.
--	--

Teilabschnitte:

km 144,850 – 144,950 km 145,950 – 146,000	Unter Berücksichtigung der angetroffenen TL- bzw. [GU*/GX]-Böden im Bereich des Planums müssen die Abfragen 15 und 18 bejaht werden. Unter Zugrundelegung der Ril 836, Modul 836.4105A01, Seite 1, ergibt sich, dass eine Plv kurzfristig (unabhängig vom nächsten Gleisumbau) eingebaut werden soll (Ergebnis 1XX). Es ist auf jeden Fall zusätzlich zu überprüfen, ob die aus den Abfragen 1 und 2 herzuleitenden Schäden nicht aus dem Untergrund oder Erdbauwerk stammen können, so dass zusätzlich zur Plv noch weitere Sanierungsmaßnahmen am Erdbauwerk erforderlich sein können. Auf die Steineinlagerungen bei km 145,8+200 wird nochmals hingewiesen. Nach Ril 836.4105A03, Seite 5, Anlage 1 ist der Einbau eines Vlies-
--	---



stoffes nicht ausreichend. Der Einbau eines Geokunststoffes ist als alleinige Maßnahmen nicht zulässig.

6.5 Entwässerung

Beim Neueinbau von Schutzschichten aus KG 1-Material im Rahmen einer Planumsverbesserung, müssen diese an eine entsprechende Entwässerungsanlage rückstaufrei angeschlossen werden. Die Entwässerungsanlagen sollten im zeitlichen Verlauf vor der Umbaumaßnahme instandgesetzt bzw. neu hergestellt werden.

Teilabschnitt:

km 144,000 – 144,380

In diesem Gleisabschnitt wurden keine technischen Entwässerungsanlagen vorgefunden. Die Trasse verläuft geländegleich und die Böden des Untergrunds sind vermutlich nicht ausreichend durchlässig.

Daher wird der Neubau einer Entwässerungsanlage notwendig, um das anfallende Oberflächenwasser kontrolliert aus dem Gleiskörper ableiten zu können.

Teilabschnitt:

km 144,380 – 146,000

In diesem Gleisabschnitt wurden insgesamt 33 Kontrollschächte einer technischen Entwässerungsanlage vorgefunden.

Die Entwässerungsanlage ist auf ihre Gebrauchstauglichkeit und Funktionstüchtigkeit zu prüfen und gegebenenfalls in Stand zu setzen bzw. zu erneuern.

7 Hinweise zur Bauausführung

- Bei wasserempfindlichen Böden (GU*, TL) sollten Erdarbeiten bei nasser Witterung unterbleiben. Bei längerer Unterbrechung des Aushubes ist witterungsbeständiges Abdeckmaterial aufzubringen.
- An neun Erkundungspunkten wurden in unterschiedlichen Tiefen Stein-/Packlagen sowie Kiese mit Steinanteilen (Packlagenreste) bzw. der Felshorizont aufgeschlossen. Packlagen(reste) und Festgestein können auch in anderen Bereichen und/oder Tiefen angetroffen werden. Diese können zu Behinderungen und Erschwernissen während der Baumaßnahme – vor allem bei einem gleisgebundenen Umbau – führen. Es wird daher eine Nacherkundung der Packlagen sowie die Ermittlung des Felshorizontes notwendig.
- Die Arbeitsgeräte und Baufahrzeuge sind den jeweiligen Verhältnissen anzupassen, insbesondere ist das Befahren des Planums mit Baufahrzeugen zu vermeiden bzw. kann ein Befahren bei nasser Witterung unmöglich werden.
- Um beim Aushub eine Auflockerung der Aushubsohle zu vermeiden, wird der Einsatz zahnloser Baggerlöffel empfohlen.
- Der Aushub darf eine Tagesleistung nicht überschreiten, um durch Witterungseinfluss bedingte ungünstige Wassergehaltsänderungen zu vermeiden. Insbesondere bei schlechten Witterungsverhältnissen sollte der Aushub für die Herstellung des Planums ggf. in rückschreitender Arbeitsrichtung (Arbeitsgeräte stehen auf der alten



Schotterbettung) erfolgen.

- Nach Abtragen des alten Schotterbettes soll die OF Tragschicht mit einem Gefälle von 5 % (1:20) zur Entwässerungsanlage hin hergestellt werden. Dies gilt auch für Teilbereiche, in denen nur ein Austausch des Schotterbettes vorgeschlagen wird. Anschließend ist die OF Tragschicht auf die geforderten Werte zu verdichten. In Bereichen, in denen eine Schutzschicht infolge fehlender Tragfähigkeit maßgebend wurde, entspricht der geforderte Wert auf dem Planum dem Bemessungswert der Ausgangstragfähigkeit.
- Bei bindigen Böden ist eine Verdichtung mittels Vibrationen zu vermeiden, da dadurch Porenwasserüberdrücke erzeugt werden, die das Tragverhalten des Bodens verringern. Es empfiehlt sich ein Glatziehen der neuen Planumsoberfläche und allenfalls ein statisches Abwalzen.
- Schottersäcke im Bereich der OF Tragschicht sind generell zu beseitigen. Die dadurch entstehenden Unebenheiten der OF Tragschicht sind durch den Einbau von Schutzschichtmaterial (KG 1 oder KG 2 nach DBS 918062) auszugleichen.
- Schottersäcke sowie Packlagenreste im Bereich des Planums dürfen im Untergrund verbleiben; allerdings sollten sie nach Ril 836.0503, Abschnitt 2, Absatz 6 und 7, zur Gewährleistung der Filterstabilität generell mit einem Geokunststoff (Trenn- und Filterelement unter Tragschichten) gemäß Ril 836.4101, Seite 8, Abschnitt 4 (7), abgedeckt werden. Anschließend sind sie mit der vorgeschlagenen Schutzschicht abzudecken.
- Beim Einbau von Geokunststoffen ist darauf zu achten, dass ein direktes Befahren der Geokunststoffe mit Radlader- oder Kettenfahrzeugen ohne Vorhandensein einer Überdeckung von mindestens 0,20 m unzulässig ist. Beim Verteilen und Verdichten der herzustellenden Schutzschicht ist darauf zu achten, dass eine unmittelbare Berührung des Geokunststoffes mit den Einbaugeräten zu vermeiden ist. Weiterhin ist der Einsatz schwerer Schubgeräte zu vermeiden.
- Beim Einbau bzw. Verlegen von Geokunststoffen sind die Anforderungen und Vorgaben gemäß Ril 836.4103, Abschnitt 3 zu beachten.
- Wenn in Wasserschutzgebieten oder in vergleichbaren förmlich festgelegten Schutzgebieten das Eindringen von aus dem Eisenbahnverkehr stammenden Schadstoffen in den Unterbau bzw. den Untergrund sicher verhindert werden muss, sind Maßnahmen zum Gewässer- und Bodenschutz auszuführen. Die Schutzmaßnahmen sind mit der zuständigen Wasserbehörde abzustimmen.
- Bei Durchführung der Arbeiten sind u.a. die Anforderungen der Ril 836, der Ril 820.2010, der ZTV E-StB 17, der ZTV SoB-StB sowie die jeweils gültigen Normen, Vorschriften, Richtlinien zu beachten.



8 Schlussbemerkungen

Das IBES Baugrundinstitut führte im Auftrag der DB Netz AG auf der DB Strecke 2550 im Abschnitt Hagen Hbf – Westhofen (Westf), von km 144,000 bis km 146,000, eine geotechnische Untersuchung der Bettungs- und Untergrundverhältnisse durch.

In diesem Bericht wurden geotechnische Umbauvorschläge erarbeitet, deren Umfang sich aus den Regelanforderungen der Ril 836 und der Ril 820.2010 ableiten lassen.

Sämtliche geotechnischen Empfehlungen sind in Zusammenhang mit den bahn- als auch baubetrieblichen Erfordernissen zu sehen bzw. untereinander in Einklang zu bringen.

Bei der Berücksichtigung der momentan erforderlichen Instandhaltungsarbeiten ist im Hinblick auf die zukünftige Aus- bzw. Belastung der Strecke zu beachten, dass bei einer Erhöhung der Streckengeschwindigkeit und/oder der Streckenbelastung die Unterhaltungsarbeiten überproportional ansteigen können (dynamische Effekte).

Sollten beim großflächigen Aufschluss während der Bauarbeiten andere Untergrundverhältnisse als diesem Bericht zugrunde liegende festgestellt werden, ist das IBES Baugrundinstitut sofort zu verständigen, um die Ursache und die Auswirkung auf die genannten Empfehlungen überprüfen und ggf. ergänzen zu können.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass aus gutachterlicher Sicht als tolerierbar bezeichnete Verhältnisse sowie alternative Umbauvorschläge u.U. nicht den Richtlinien der DB entsprechen. Es ist bauherrnseits durch Abwägen der gesamten Umstände (z. B. erzielte Kostenersparnis gegenüber den zusätzlichen Risiken wie erhöhter Unterhaltungsaufwand, bahnbetriebliche Auffälligkeiten, usw.) eine Entscheidung zu treffen.

Während der Bauausführung wird eine geotechnische Bauüberwachung durch einen Baugrund-sachverständigen empfohlen. Bei neu auftretenden Fragen bitten wir um Benachrichtigung.

Dieser geotechnische Bericht besitzt nur in seiner Gesamtheit Verbindlichkeit.

Neustadt/Weinstr., 17.08.2022 pe/mö

Fritz-Voigt-Straße 4

Telefon: 06321 4996-00

Telefax: 06321 4996-29

E-Mail: ibes-gmbh@ibes-gmbh.de

IBES Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Bauwesen

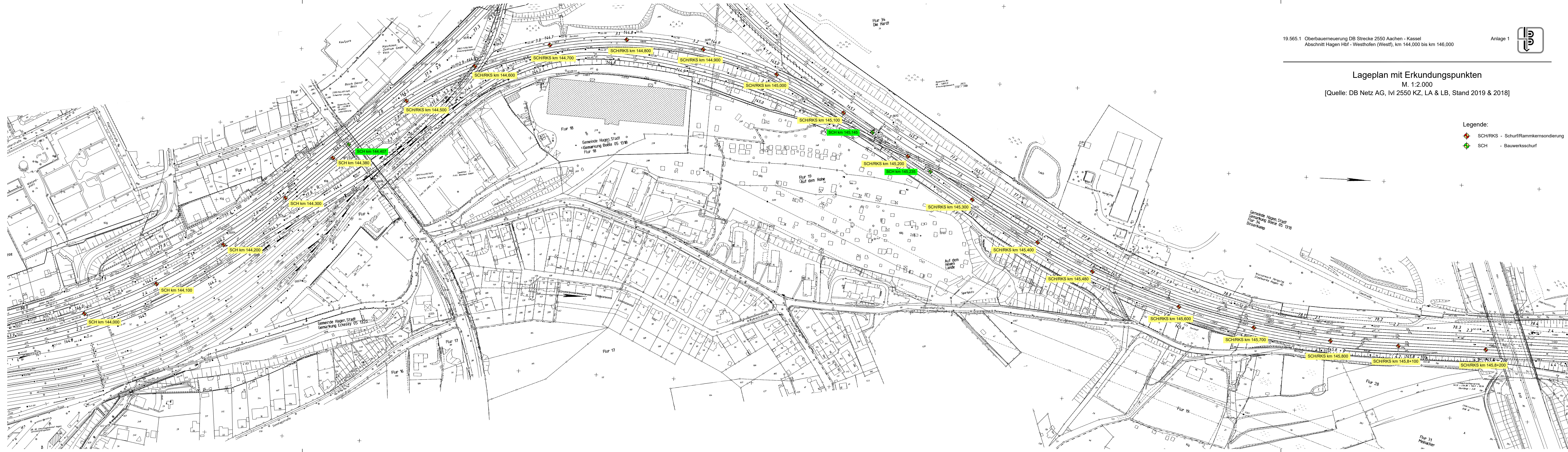
Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Rauch
Geschäftsführer

Dipl.-Geol. Denise Pektor
Projektbearbeiterin

Lageplan mit Erkundungspunkten

M. 1:2.000
[Quelle: DB Netz AG, IVI 2550 KZ, LA & LB, Stand 2019 & 2018]

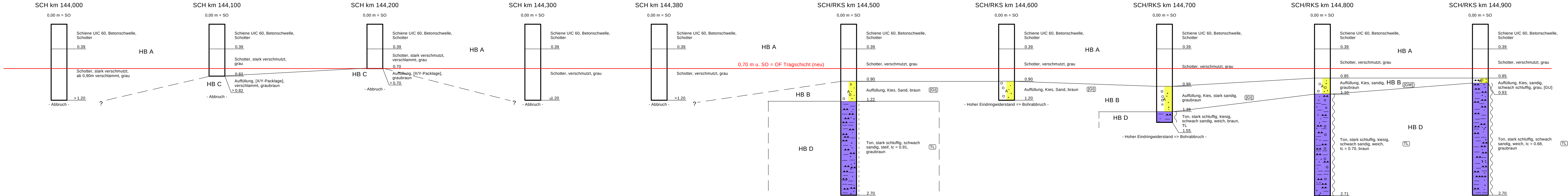
- Legende:
-  SCH/RKS - Schurf/Rammkernsondierung
 -  SCH - Bauwerksschurf





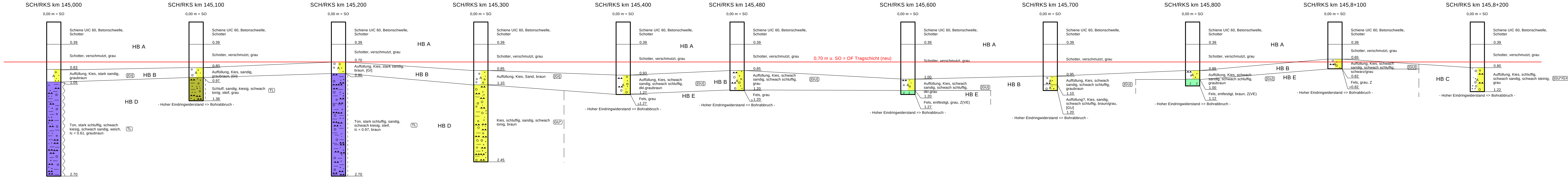
Geotechnischer Längsschnitt
mit Darstellung der Homogenbereiche

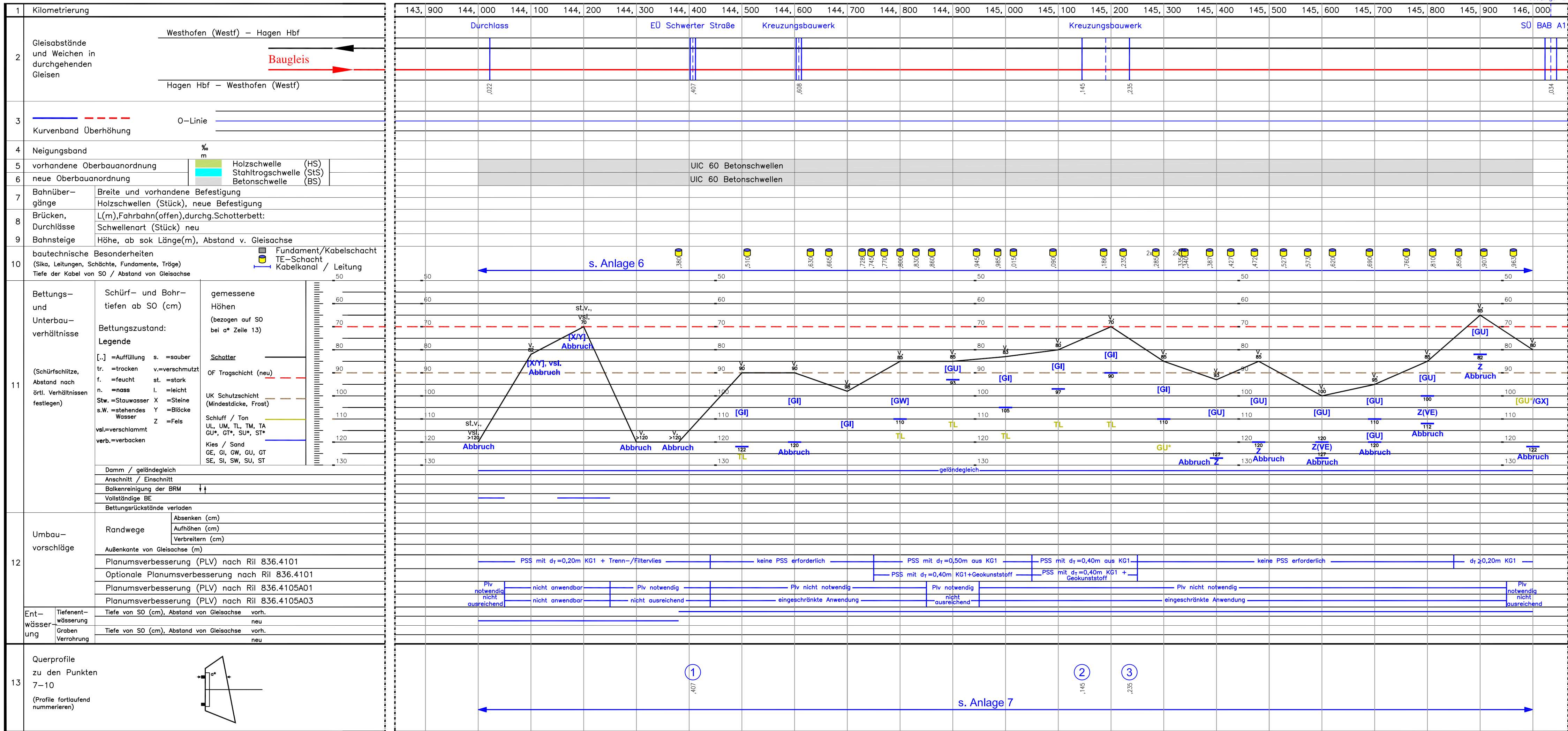
M. 1:1.000/25



Geotechnischer Längsschnitt
mit Darstellung der Homogenbereiche

M. 1:1.000/25





19.565.1

Anlage 3

Streckenband zum Erhebungs- und Arbeitsblatt zur Planung von Gleisbaustellen

Strecke: Aachen - Kassel

Vermessungstechnische Streckennummer: 2550

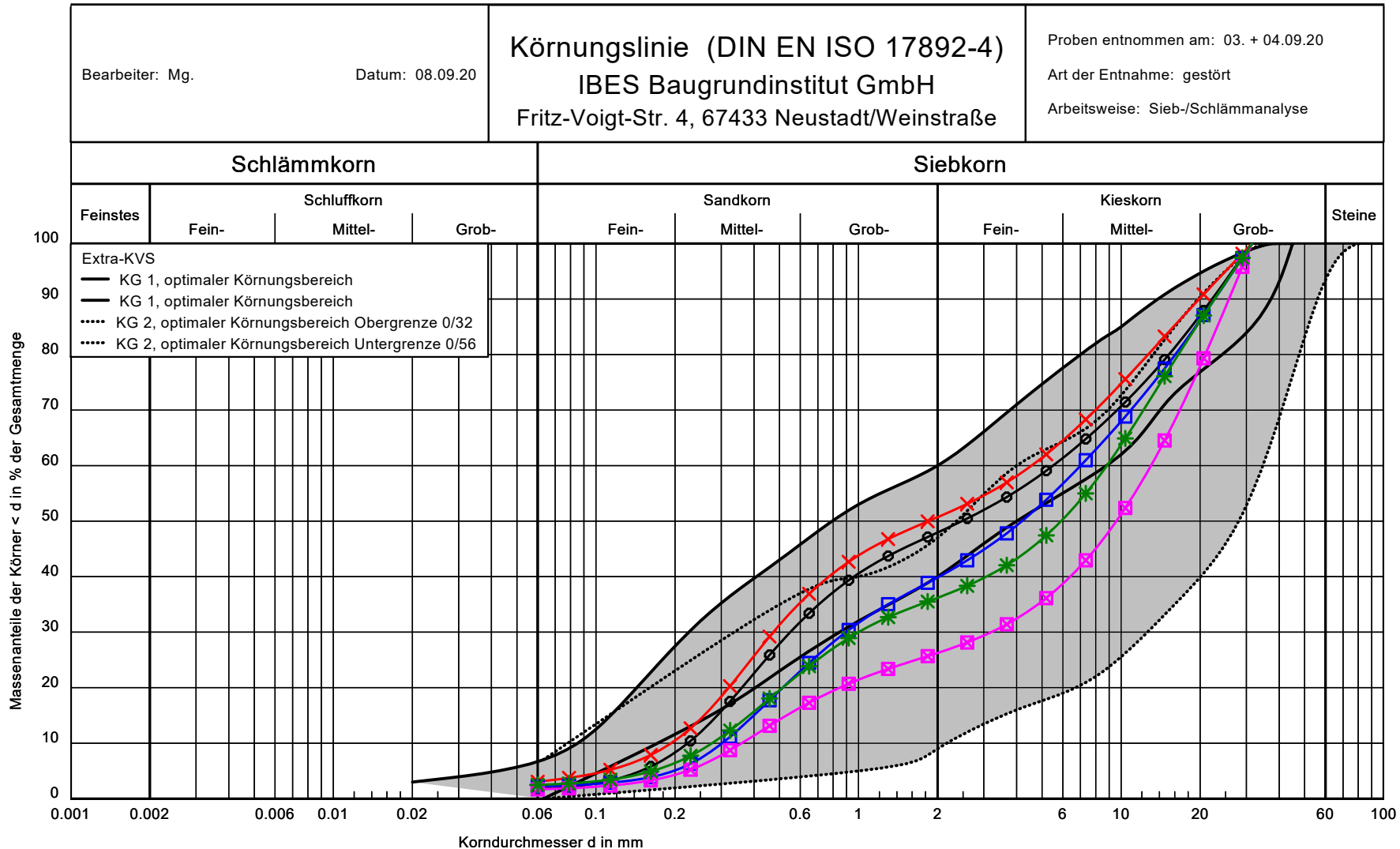
Gleis: Hagen Hbf - Westhofen (Westf)

Abschnitt: von km 144,000 km 146,000

Umbaulänge: 2.000 m

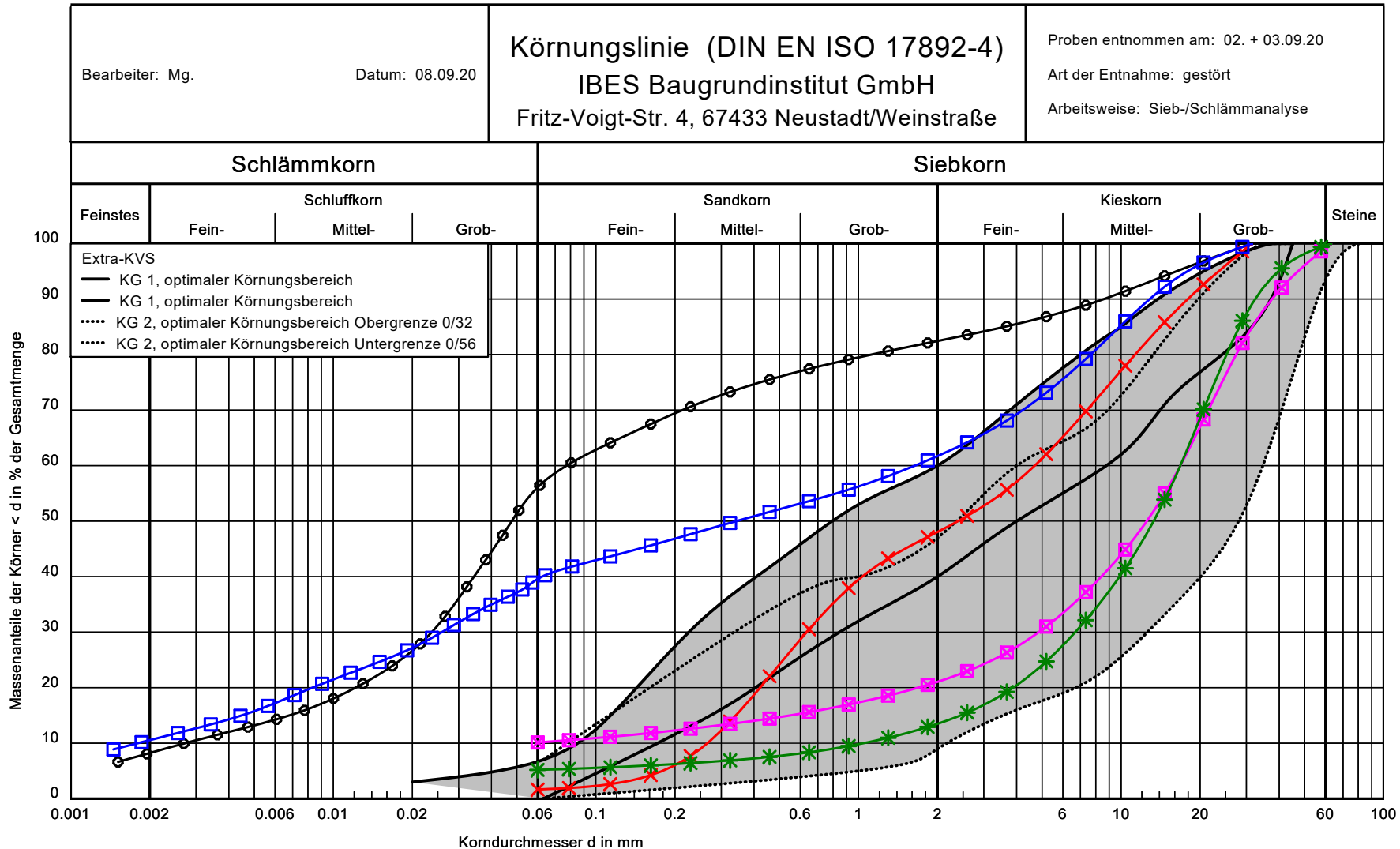
Ergänzungen und Berichtigungen			Tag	Name	Aufgestellt: IBES GmbH Neustadt, den 30.09.2020 Unterschrift	
zu Pkt.	Tag	Name	bearb.	30.09.20		ot
zu Pkt.	Tag	Name	gez.	15.09.20		eh
zu Pkt.	Tag	Name	gepr.	30.09.20		pe
zu Pkt.	Tag	Name	Maßstab	1:1.000 (Datei)		
zu Pkt.	Tag	Name		1:5.000 (Ausdr.A4)		
zu Pkt.	Tag	Name		(Zoom:0.5xp)		
NL N : Baustellen-Nr.: vorgeslagene Maßnahmen geprüft: den..... Unterschrift 1.Begehung: den..... Unterschrift bearbeitet: den..... Unterschrift						

DB



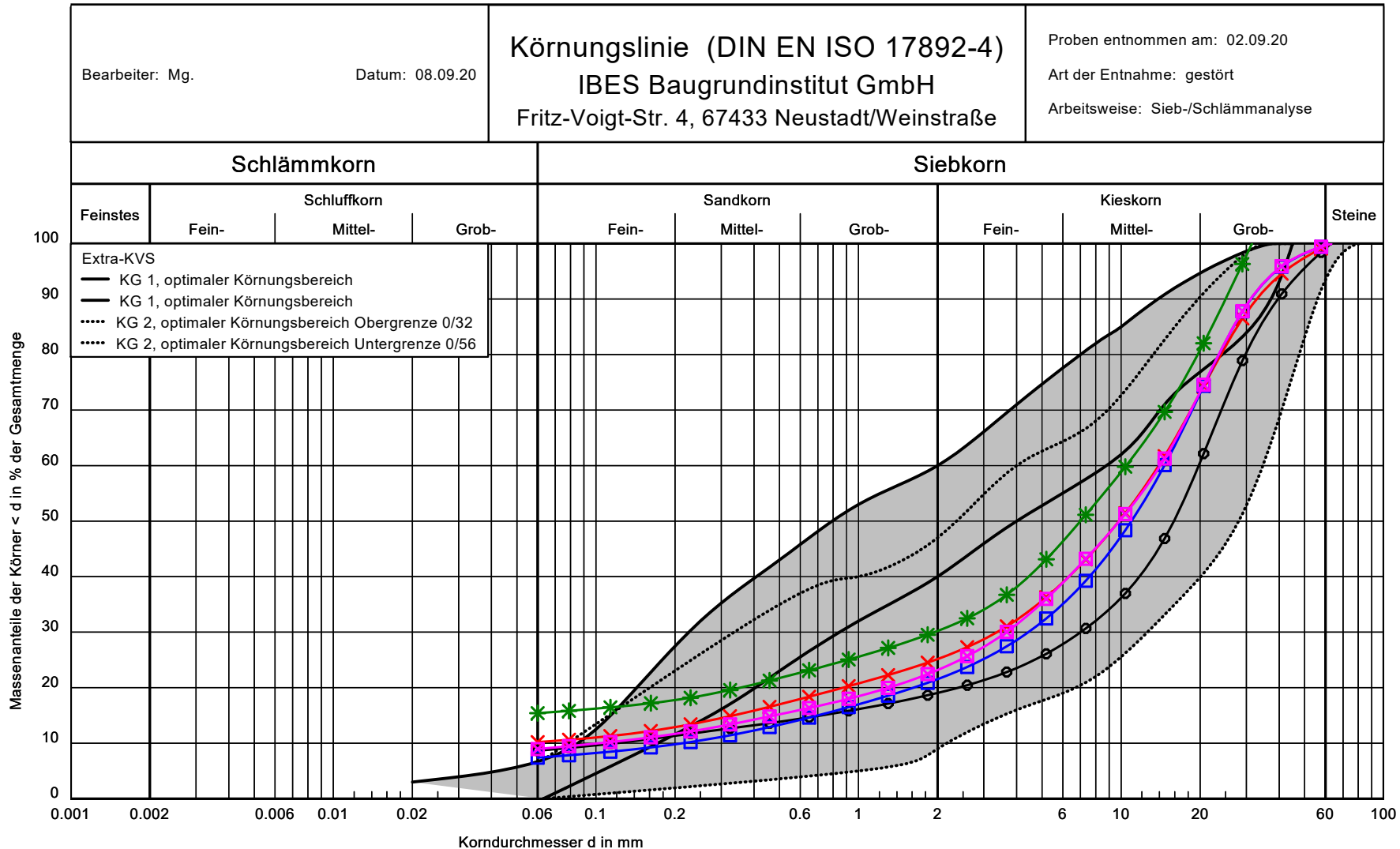
Labornummer:	9547	9549	9550	9552	9556
Bodenart:	G, S	G, S	G, s	G, s	G, s
Tiefe:	0,90 m - 1,22 m	0,90 m - 1,20 m	0,98 m - 1,38 m	0,85 m - 1,10 m	0,83 m - 1,05 m
k [m/s] (Beyer):	$3.1 \cdot 10^{-4}$	$2.3 \cdot 10^{-4}$	$5.7 \cdot 10^{-4}$	$8.1 \cdot 10^{-4}$	$4.8 \cdot 10^{-4}$
Entnahmestelle:	km 144,500	km 144,600	km 144,700	km 144,800	km 145,000
U/Cc	24.6/0.2	23.6/0.3	23.2/0.4	36.2/2.2	31.9/0.4
T/U/S/G [%]:	- /1.8/46.2/52.1	- /3.2/47.5/49.3	- /2.2/37.6/60.2	- /1.7/24.5/73.7	- /2.5/33.7/63.8
Bodengruppe:	GI	GI	GI	GW	GI
Signatur:	○—○	✕—✕	□—□	✕—✕	*—*





Labornummer:	9561	9562	9563	9564	9565
Bodenart:	U, s, g, t'	G, S	G, u, s, t'	G, s', u'	G, s', u'
Tiefe:	0,97 m - 1,38 m	0,85 m - 1,10 m	1,10 m - 2,45 m	0,93 m - 1,27 m	0,85 m - 1,20 m
k [m/s] (Beyer):	-	$4,9 \cdot 10^{-4}$	-	-	-
Entnahmestelle:	km 145,100	km 145,300	km 145,300	km 145,400	km 145,480
U/Cc	28,4/2,7	17,7/0,3	911,9/0,2	-/-	16,1/2,5
T/U/S/G [%]:	8,2/48,7/25,5/17,6	-/1,7/46,4/51,9	10,6/29,5/21,6/38,3	-/10,2/10,9/78,1	-/5,2/8,3/86,1
Bodengruppe:	TL	GI	GU*	GU	GU
Signatur:	○—○	×—×	□—□	⊠—⊠	*—*





Labornummer:	9566	9568	9570	9572	9573
Bodenart:	G, s', u'	G, s', u'	G, s', u'	G, s', u'	G, u, s'
Tiefe:	1,00 m - 1,20 m	0,95 m - 1,10 m	0,85 m - 1,00 m	0,65 m - 0,82 m	0,80 m - 1,22 m
k [m/s] (Beyer):	$8.9 \cdot 10^{-5}$	-	$2.9 \cdot 10^{-4}$	$6.6 \cdot 10^{-5}$	-
Entnahmestelle:	km 145,600	km 145,700	km 145,800	km 145,8+100	km 145,8+200
U/Cc	165.6/20.9	-/-	68.1/6.3	136.8/9.2	-/-
T/U/S/G [%]:	- /8.7/10.3/80.0	- /10.3/14.9/74.3	- /7.5/14.1/78.1	- /9.0/14.1/76.5	- /15.5/14.7/69.8
Bodengruppe:	GU	GU	GU	GU	GU*
Signatur:	○—○	✕—✕	□—□	✕—✕	*—*





Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Labornummer: 9548

Entnahmestelle: km 144,500

Tiefe: 1,22 m - 2,70 m

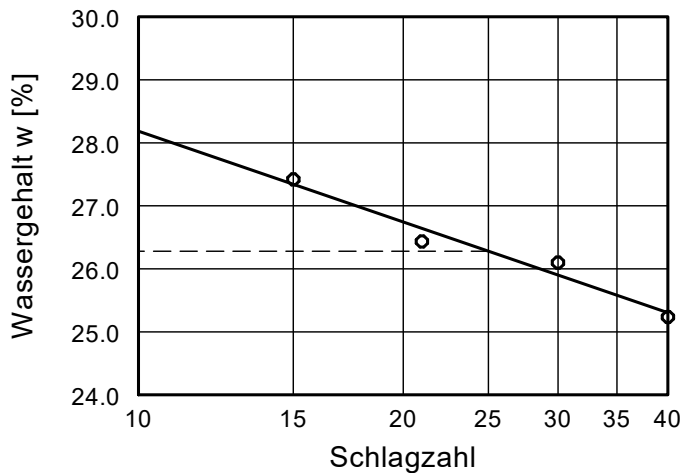
Bodengruppe: TL

Art der Entnahme: gestört

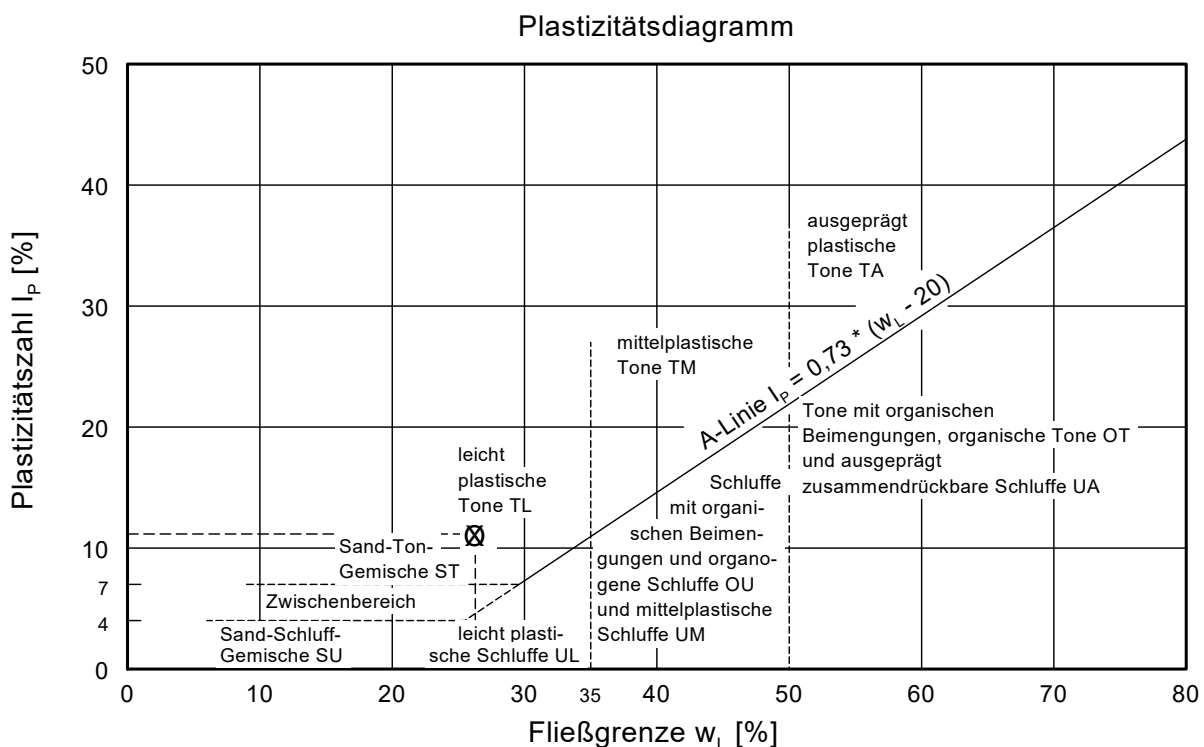
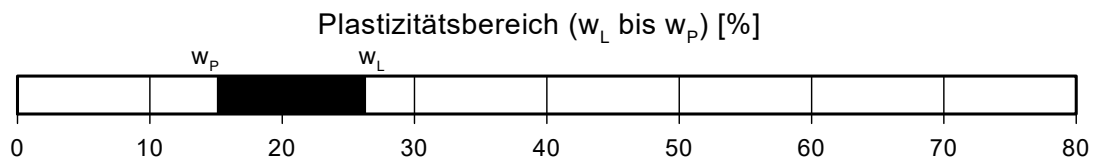
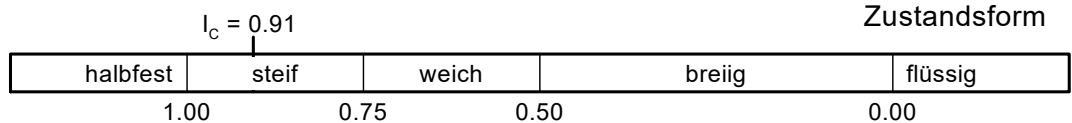
Probe entnommen am: 04.09.20

Bearbeiter: Mo

Datum: 08.09.20



Wassergehalt $w = 16.2 \%$
 Fließgrenze $w_L = 26.3 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 15.1 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 11.2 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.91$





Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Labornummer: 9553

Entnahmestelle: km 144,800

Tiefe: 1,10 m - 2,71 m

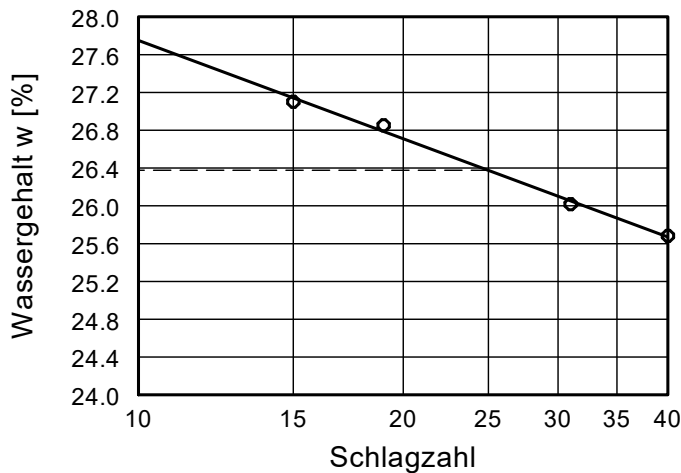
Bodengruppe: TL

Art der Entnahme: gestört

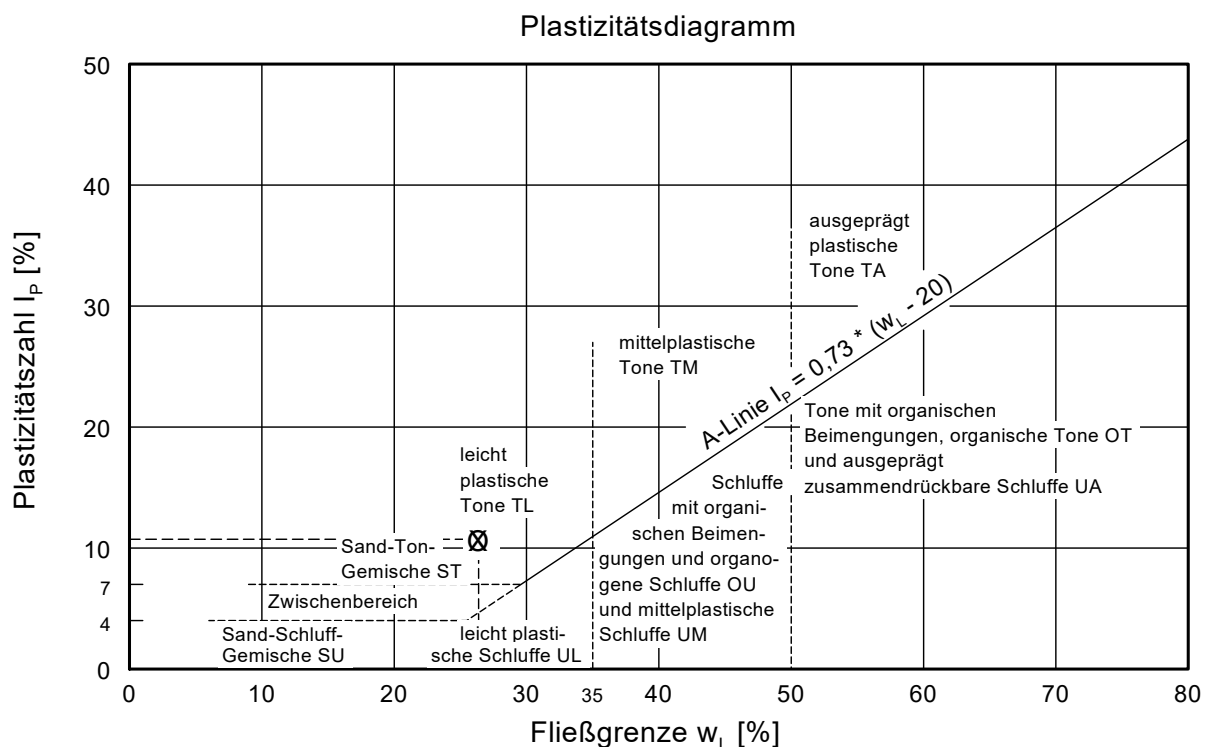
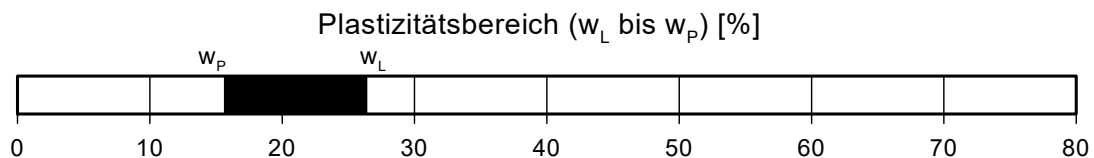
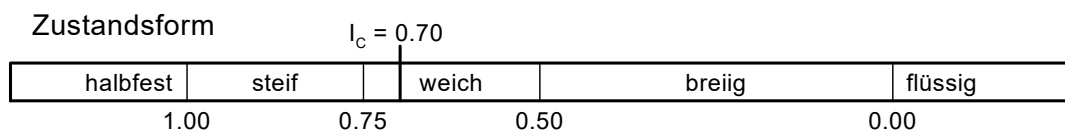
Probe entnommen am: 03.09.20

Bearbeiter: Mo

Datum: 08.09.20



Wassergehalt $w = 18.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 26.4 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 15.7 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 10.7 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.70$





Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Labornummer: 9555

Entnahmestelle: km 144,900

Tiefe: 0,93 m - 2,70 m

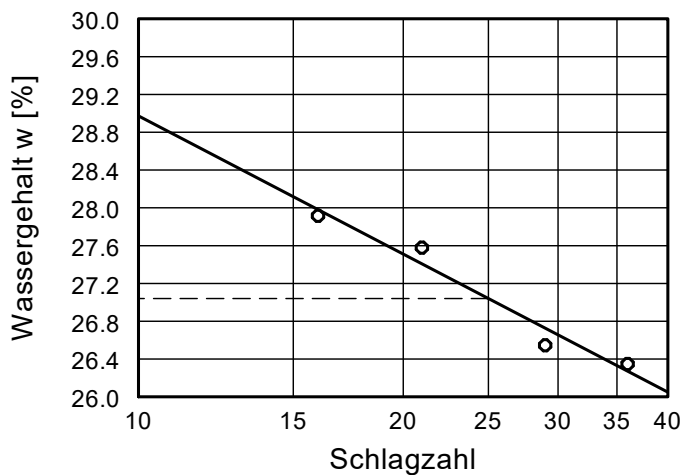
Bodengruppe: TL

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 03.09.20

Bearbeiter: Mo

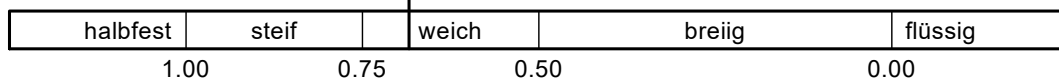
Datum: 08.09.20



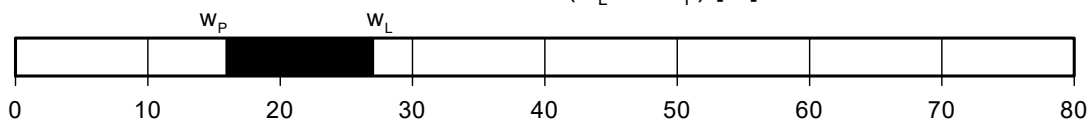
Wassergehalt $w = 19.4 \%$
 Fließgrenze $w_L = 27.0 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 15.9 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 11.1 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.68$

Zustandsform

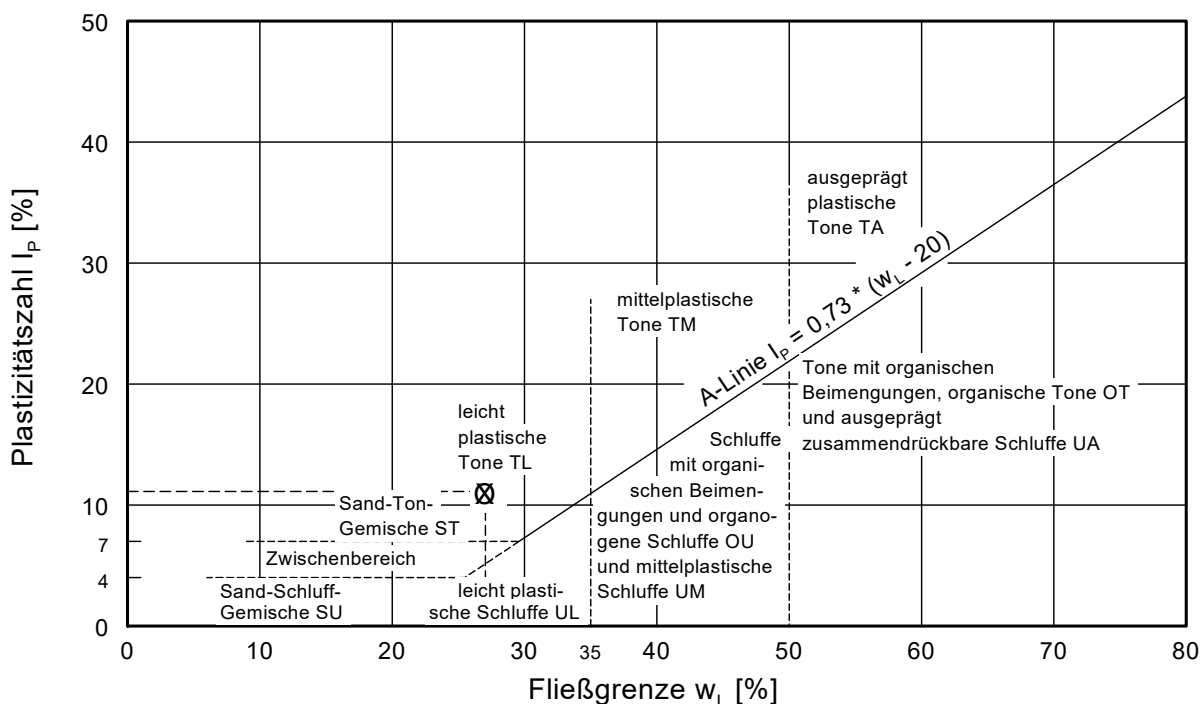
$I_C = 0.68$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm





Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Labornummer: 9557

Entnahmestelle: km 145,000

Tiefe: 1,05 m - 2,70 m

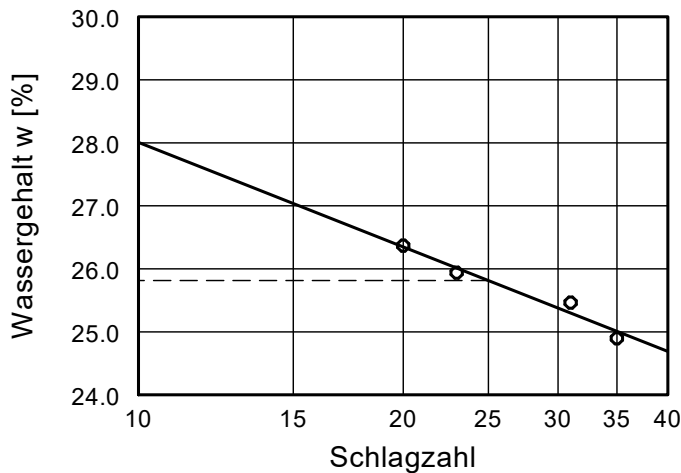
Bodengruppe: TL

Art der Entnahme: gestört

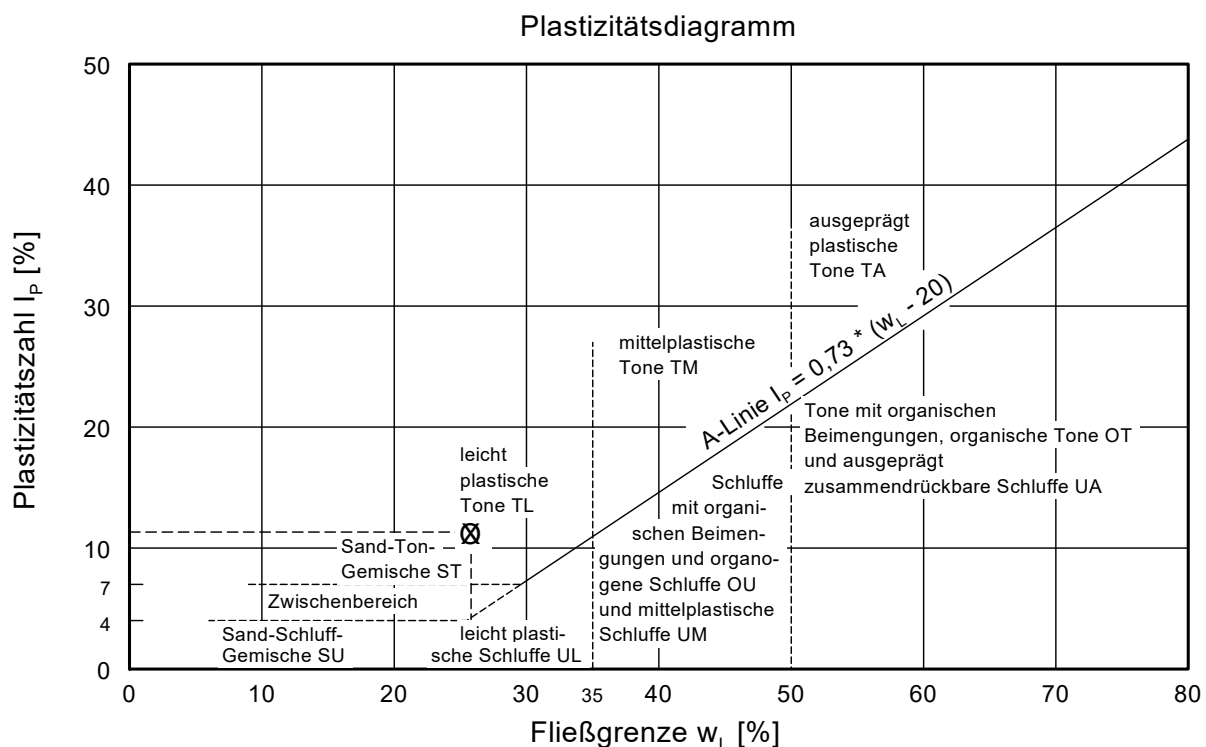
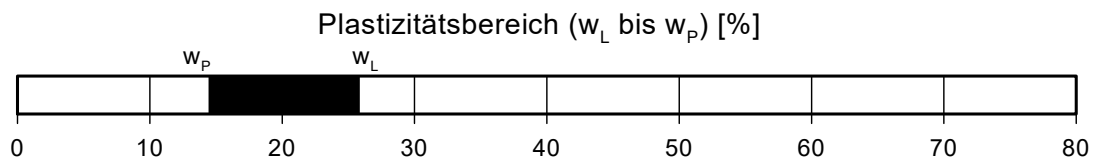
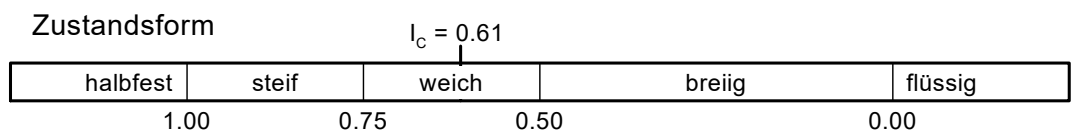
Probe entnommen am: 03.09.20

Bearbeiter: Mo

Datum: 08.09.20



Wassergehalt $w = 18.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 25.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 14.5 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 11.3 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.61$





Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Labornummer: 9559

Entnahmestelle: km 145,200

Tiefe: 0,90 m - 2,70 m

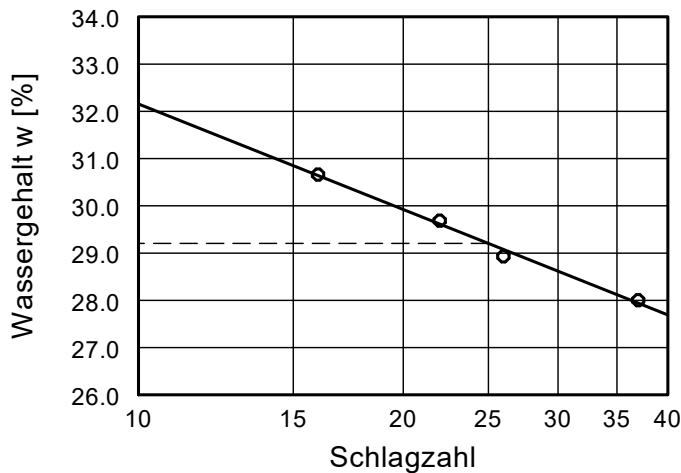
Bodengruppe: TL

Art der Entnahme: gestört

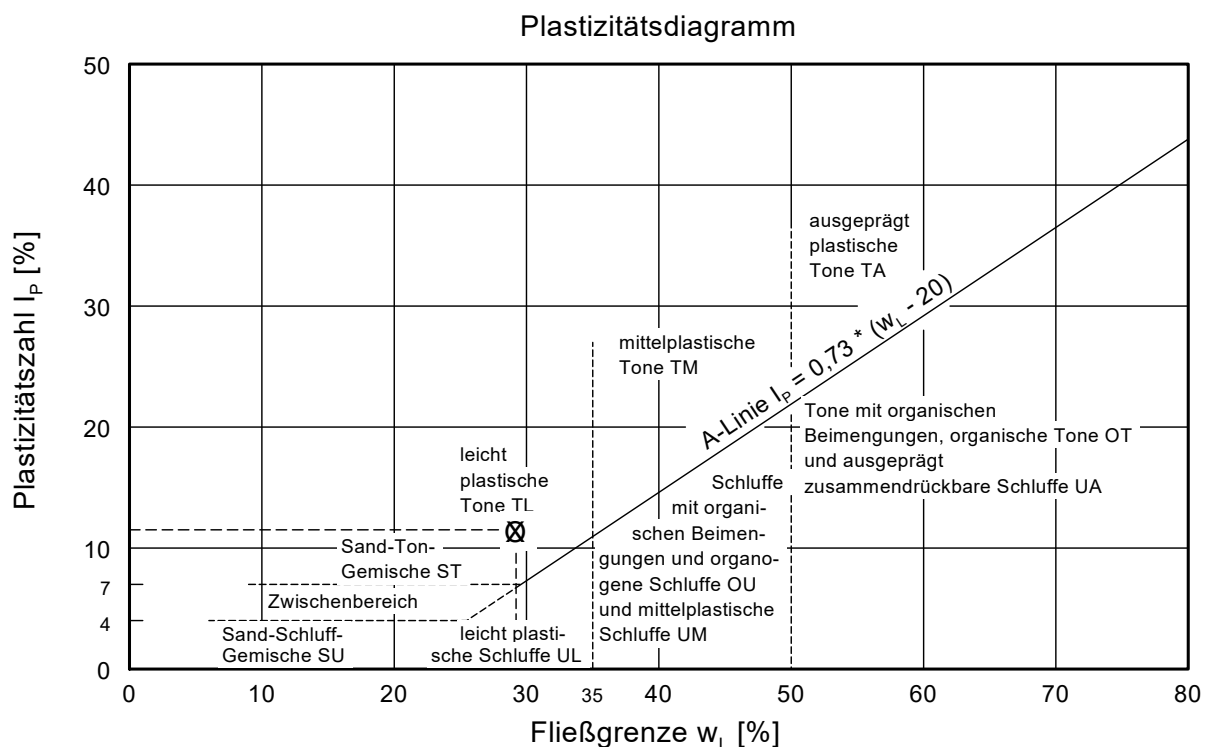
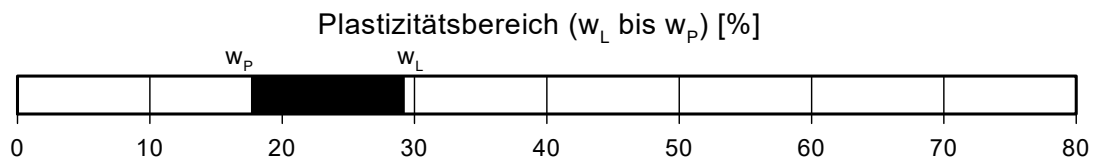
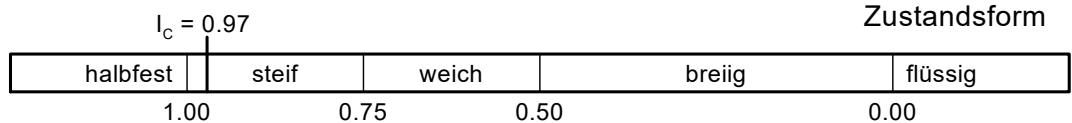
Probe entnommen am: 03.09.20

Bearbeiter: Mo

Datum: 08.09.20



Wassergehalt $w = 18.0 \%$
 Fließgrenze $w_L = 29.2 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 17.7 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 11.5 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.97$





Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung nach DIN EN ISO 17892-1							
Projekt - Nr: 19.565.1				Entnahmeart: gestört			
Projekt:				Entnahme am: 03. + 04.09.20			
Ausgf. durch: Mo		Datum: 07.09.20		durch:			
Labornummer:	9548	9553	9555	9557	9559		
Entnahmestelle (km):	144,500	144,800	144,900	145,000	145,200		
Entnahmetiefe [m]:	1,22-1,7	1,1-2,7	0,93-2,7	1,05-2,7	0,9-2,7		
Behälter Nr.	149	119	4376	91	1111		
Feuchte Probe + Behälter $m+m_b$ [g]	221,12	240,72	253,10	271,52	274,72		
Trock. Probe + Behälter $m_d + m_b$ [g]	203,11	217,40	228,54	240,82	247,07		
Behälter m_b [g]	91,71	93,98	102,15	78,25	93,63		
Wasser $(m_a+m_b)-(m_d+m_b)=m_w$ [g]	18,01	23,32	24,56	30,7	27,65		
Trockene Probe m_d [g]	111,4	123,42	126,39	162,57	153,44		
Wassergehalt $w=(m_w/m_d).100$ [%]	16,17	18,89	19,43	18,88	18,02		



Bild 1: km 144,000, Schurf im Schwellenfach (stark verschmutzter, ab 0,90 m u. SO, verschlammter Schotter)



Bild 2: km 144,100, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter, Stein-/Packlage ab 0,82 m u. SO)



Bild 3: km 144,200, Schurf im Schwellenfach (verschlammter Schotter. Stein-/Packlage ab 0,70 m u. SO)



Bild 4: km 144,300, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 5: km 144,380, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 6: km 144,380, TE-Schacht links der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 7: km 144,407, Überdeckungsschurf auf EÜ (siehe Anlage 7, QP 1)



Bild 8: km 144,500, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 9: km 144,600, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 10: km 144,630, TE-Schacht links der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 11: km 144,665, TE-Schacht links der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 12: km 144,700, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 13: km 144,770, TE-Schacht links der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 14: km 144,800, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 15: km 144,860, TE-Schacht links der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 16: km 144,900, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 17: km 144,985, TE-Schacht links der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 18: km 145,000, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 19: km 145,015, TE-Schacht links der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 20: km 145,090, TE-Schacht links der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 21: km 145,100, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 22: km 145,145, Bauwerksschurf an Portal/Mauer (siehe Anlage 7, QP 2)



Bild 23: km 145,200, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 24: km 145,235, Bauwerksschurf an Portal/Mauer (siehe Anlage 7, QP 3)



Bild 25: km 145,235, TE-Schacht rechts der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 26: km 145,300, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 27: km 145,335, TE-Schacht rechts der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 28: km 145,400, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 29: km 145,427, TE-Schacht rechts der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 30: km 145,480, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 31: km 145,573, TE-Schacht rechts der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 32: km 145,600, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 33: km 145,620, TE-Schacht rechts der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 34: km 145,700, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 35: km 145,760, TE-Schacht rechts der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 36: km 145,800, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Bild 37: km 145,8+100, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)

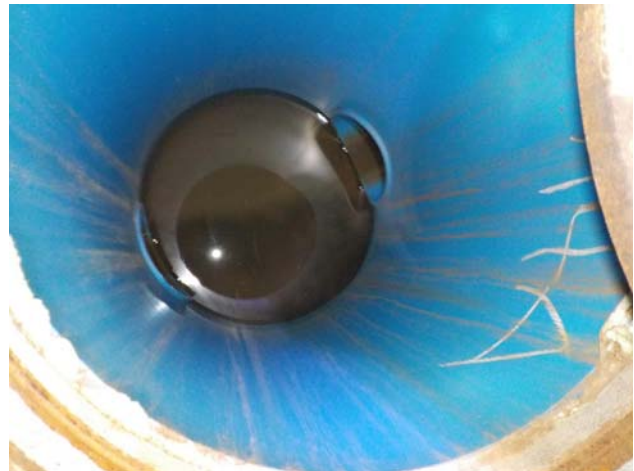


Bild 38: km 145,907, TE-Schacht rechts der Bahn (siehe Anlage 6)



Bild 39: km 145,8+200, Schurf im Schwellenfach (verschmutzter Schotter)



Hindernisse

Bauwerk	ca. km	Lage	Abstand (AS min.) [m]	Abst. ab Gleismitte [m]	Lage ab SO [m] - = ↓ und + = ↑	Lage UK ab SO [m]	Bemerkung
Durchlass	144,022	-	-	-	-	-	zu tief
Kabelschacht	144,193	rdB ¹	1,53	2,25	-0,14	-	-
Durchlass	144,728	-	-	-	-2,00	-	Betonrohr
Durchlass	145,335	-	-	-	-2,00	-	TE-Schacht
Kabelschacht	145,335	rdB ¹	1,28	2,00	-0,21	-	-
Signal	145,370	rdB ¹	1,57	2,29	-	-	-

TE - Schächte

Sch.	Ort	Lage	Abstand	Sch. Lage	Sch. Maße	Sch. Tiefe	Längs 1 ↑ km	Querung	Längs 2 ↓ km	Bemerkung
Nr.	ca. km	rdB ¹ ldB ² Quer	AS zu Schacht [m]	SO bis OK Schacht [m] - = ↓ und + = ↑	Abmes- sungen [cm]	OK Sch. bis Boden/ Rinne [m]	Höhe OK Sch. bis UK Rohr [m]	Höhe OK Sch. bis UK Rohr [m]	Höhe OK Sch. bis UK Rohr [m]	Zustand
33	144,380	ldB ²	0,70	-0,33	60	1,70	1,70	-	1,70	Schotter
32	144,510	ldB ²	0,70	-0,20	60	1,53	1,53	-	1,53	Schotter
31	144,630	ldB ²	0,72	-0,19	60	-	-	-	-	Schotter
30	144,665	ldB ²	0,74	-0,18	60	2,20	2,20	-	2,20	sauber
29	144,728	ldB ²	0,75	-0,21	60	2,20	2,20	2,20	2,20	sauber
28	144,745	ldB ²	0,77	-0,19	60	2,00	2,00	-	2,00	sauber
27	144,770	ldB ²	0,76	-0,28	60	-	-	-	-	-
26	144,800	ldB ²	0,77	-0,38	60	-	-	-	-	Schotter
25	144,830	ldB ²	0,71	-0,17	60	1,38	1,38	-	-	sauber
24	144,860	ldB ²	0,74	-0,24	60	1,20	1,10	-	1,10	Schotter
23	144,945	ldB ²	0,70	-0,23	60	-	-	-	-	Schotter
22	144,985	ldB ²	0,74	-0,17	60	2,00	2,00	-	2,00	sauber

¹ rdB = rechts der Bahn mit Blick in Rtg. aufsteigender km

² ldB = links der Bahn mit Blick in Rtg. aufsteigender km



TE - Schächte

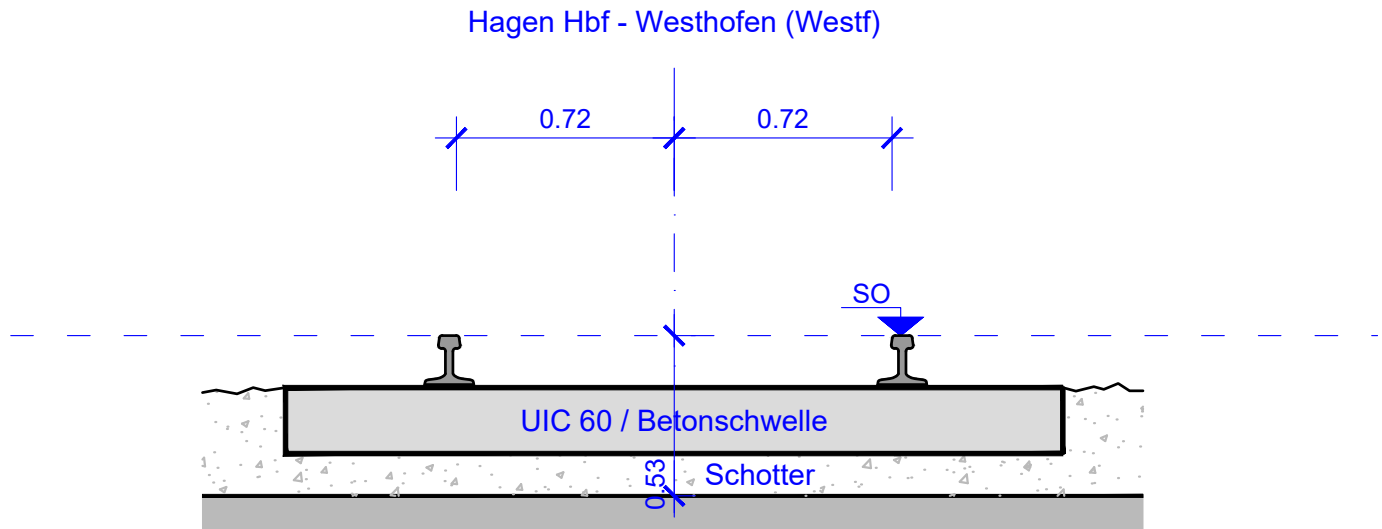
Sch.	Ort	Lage	Abstand	Sch. Lage	Sch. Maße	Sch. Tiefe	Längs 1 ↑ km	Querung	Längs 2 ↓ km	Bemerkung
Nr.	ca.km	rdB ¹ ldB ² Quer	AS zu Schacht [m]	SO bis OK Schacht [m] - = ↓ und + = ↑	Abmes- sungen [cm]	OK Sch. bis Boden/ Rinne [m]	Höhe OK Sch. bis UK Rohr [m]	Höhe OK Sch. bis UK Rohr [m]	Höhe OK Sch. bis UK Rohr [m]	Zustand
21	145,015	ldB ²	0,80	-0,34	60	-	-	-	-	-
20	145,090	ldB ²	0,55	+0,10	60	1,55	1,40	1,40	1,40	-
19	145,186	ldB ²	0,75	-0,18	60	1,70	1,70	-	1,70	sauber
18	145,235	rdB ¹	2,20	+0,49	60	2,30	0,80	2,30	2,30	sauber
17	145,285	ldB ²	0,60	-0,18	60	2,00	-	-	1,30	Schotter
16	145,285	rdB ¹	1,70	+0,27	60	1,00	0,90	-	0,87	sauber
15	145,335	ldB ²	0,57	-0,10	60	4,00	-	-	2,00	Durchlass, sauber
14	145,335	rdB ¹	0,78	±0,00	60	4,00	1,00	-	-	Durchlass, sauber
13	145,340	rdB ¹	1,06	±0,00	60	0,55	0,55	-	-	sauber
12	145,387	rdB ¹	1,28	-0,18	60	0,80	0,75	-	0,70	sauber
11	145,427	rdB ¹	1,27	-0,18	60	1,10	1,20	-	1,18	sauber
10	145,472	rdB ¹	1,05	-0,17	60	1,10	1,20	-	1,22	sauber
9	145,527	rdB ¹	0,98	-0,10	60	1,60	1,55	-	1,55	sauber
8	145,573	rdB ¹	0,80	-0,18	60	1,65	1,57	-	1,55	sauber
7	145,620	rdB ¹	0,70	-0,14	60	1,30	1,30	2,35	2,35	Durchlass, eingebrochen?
6	145,690	rdB ¹	0,92	-0,21	60	1,15	1,00	-	1,05	sauber
5	145,760	rdB ¹	0,80	-0,16	60	1,60	1,20	1,60/1,60	1,25	sauber
4	145,810	rdB ¹	0,92	-0,20	60	1,30	1,20	-	1,20	sauber
3	145,859	rdB ¹	0,97	-0,22	60	1,35	1,20	-	1,20	sauber
2	145,907	rdB ¹	0,96	-0,22	60	1,35	1,20	-	1,20	sauber
1	145,963	rdB ¹	0,95	-0,20	60	1,35	1,20	-	1,20	sauber

¹ rdB = rechts der Bahn mit Blick in Rtg. aufsteigender km

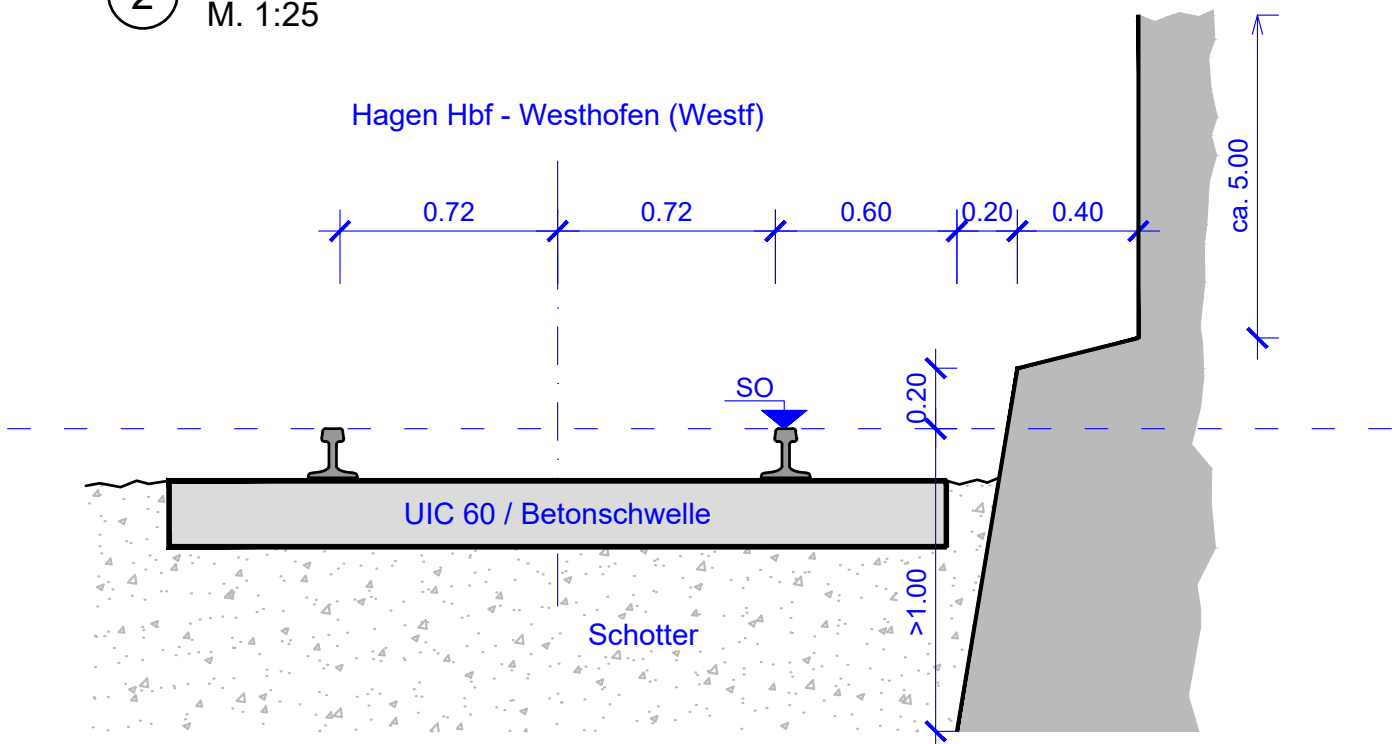
² ldB = links der Bahn mit Blick in Rtg. aufsteigender km



① EÜ Schwerter Str.; Schurf bei km 144,407
M. 1:25

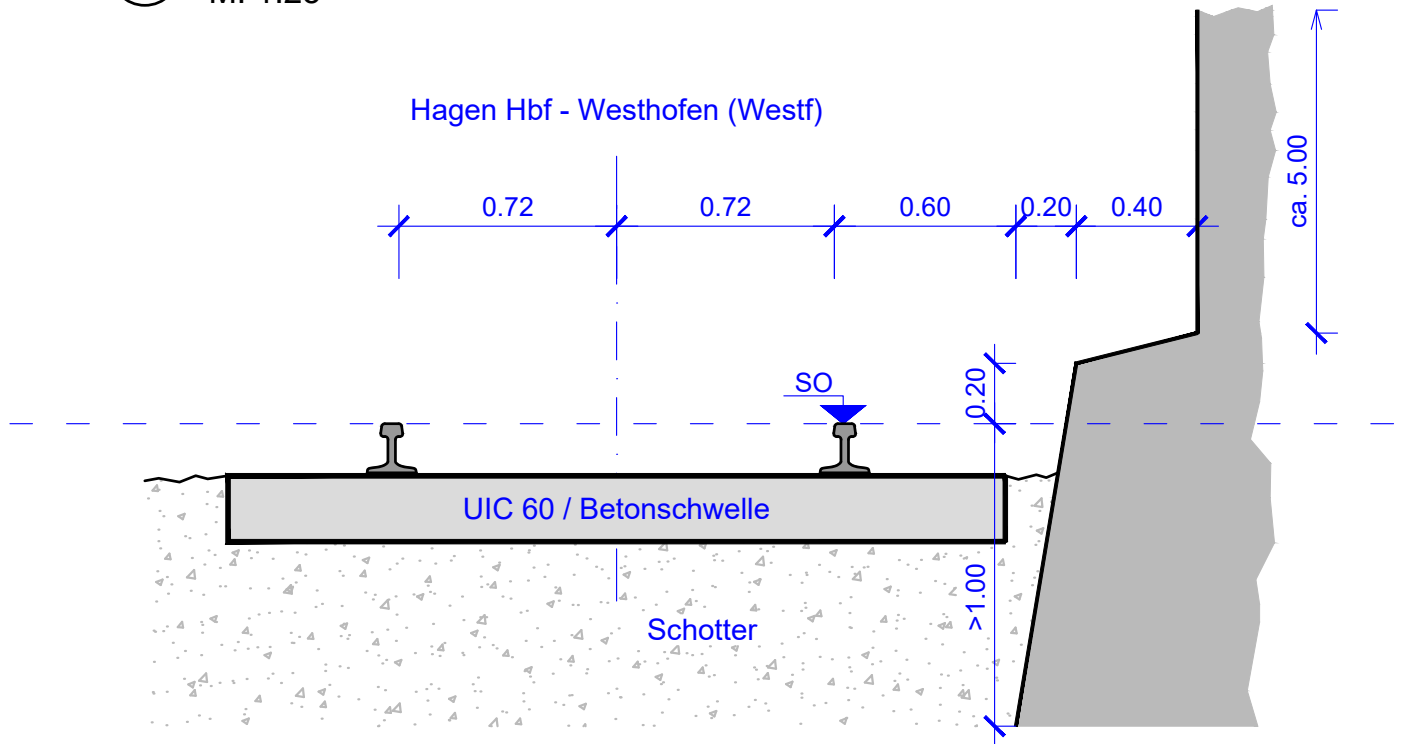


② Kreuzungsbauwerk/Portal; Schurf bei km 145,145
M. 1:25





3 Kreuzungsbauwerk/Portal; Schurf bei km 145,235
M. 1:25





HOMOGENBEREICHE / BODENSCHICHTEN									
Eigenschaften	Anmerkung	Kürzel [Einheit]	HB A (Schotter)	HB B (Aufüllungen)	HB C (Stein-/ Packlagen, Packlagenreste)	HB D (gewachsener Baugrund)		HB E (Fels)	
Schichtnummer / Schichtkomplex	-	-	1	2	3	4	4	5	
Bodengruppe nach DIN 18196	-	-	[GW], [GE], [GU]	[G], [GW], [GU]	[XY], [GU*/GX]	GU*	TL	Z (VE)	
Massenanteil Steine, Blöcke, und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688- 1 ¹⁾	Steine (63 - 200 mm) Blöcke (200 - 630 mm) große Blöcke (> 630 mm)	[M.-%]	< 10 k. A. k. A.		> 40 k. A. k. A.	< 10 k. A. k. A.		k. A. k. A. k. A.	
Konsistenz DIN EN ISO 14688-1	in Worten	-	n. b.			weich bis steif		n. b.	
Plastizitätszahl nach DIN EN ISO 14688-1	in Worten	-	n. b.			gering		n. b.	
bezogene Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2	-	I _D [%]	locker bis md. 15 - 65		-	locker bis md. 15 - 65	n. b.	n. b.	
Benennung Fels nach DIN EN ISO 14689-1	genetische Einheit, geologische Struktur etc.	-	-			metamorph, Ziegel- schieferschichten (Oberkarbon), geschiefert, Tonminerale, Quarz			
Verwitterung und Veränderung, Veränderlichkeit nach DIN ISO 14689-1	-	-	-			k. A.		k. A.	
Trennflächenrichtung, -abstand und Gesteinskörperform nach DIN EN ISO 14689-1	Fallrichtung, Fallwinkel, Schicht- /Kluftflächenabstand	-	-			k. A.		k. A.	

k. A. - keine Angabe

n. b. - nicht bestimmbar

md. - mitteldicht

¹⁾ mit Rammkernsondierungen nicht aufschließbar