



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 2843
Abzw Hohensyburg – Schwerte (Ruhr) Ost, W 26, G-Bahn
Abschnitt Westhofen – Abzw Hohensyburg
km 150,938 bis km 149,340

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

Auftrag vom: 25.04.2019

Rahmenvertrag-Nr.: 1000 / EBO / 92252096

Bestellung: 0016 / EI4 / 28559456

DB Projekt-Nr.: T.016081043

IBES-Projekt-Nr.: 19.268.1

**Ort und Datum
des Berichtes:** Neustadt/Weinstr., 19.02.2020 pe/mö

Dieser Bericht umfasst 32 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	- 10 -
6 Umbauvorschläge	- 11 -
6.1 Oberbau	- 11 -
6.2 Geotechnische Umbaumaßnahmen nach Ril 836.4101	- 11 -
6.3 Geotechnische Umbaumaßnahmen nach Ril 836.4105	- 12 -
6.4 Entwässerung	- 14 -
7 Hinweise zur Bauausführung	- 14 -
8 Schlussbemerkungen	- 15 -



Anlagenverzeichnis

- 1 Lageplan mit Erkundungspunkten, M. 1:2.000
- 2.1-2.2 Geotechnische Längsschnitte, M. 1:1.000/25
- 3 Streckenband zum Erhebungs- und Arbeitsblatt zur Planung von Gleisbaustellen, M. 1:5.000
- 4.1-4.3 Bestimmung der Kornverteilungen nach DIN EN ISO 17892-4
- 5.1-5.6 Fotodokumentation
- 6 Hindernisse
- 7 Querprofile, M. 1:25
- 8 Kennwerttabelle Homogenbereiche



1 Vorgang und Veranlassung

Im Zuge der Oberbauerneuerung der DB Strecke 2843 Abzw Hohensyburg – Schwerte (Ruhr) Ost, W 26, G-Bahn plant die DB Netz AG den Umbau bzw. die Erneuerung des Abschnitts Westhofen – Abzw Hohensyburg von km 150,938 bis km 149,340. 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 Gleises 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:

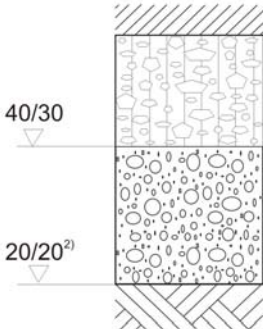
- [1] Ivi-Pläne 2550 LG, LH und LI, DB Netz AG, M. 1:1.000
- [2] Bahntechnische Angaben und Angaben zum Instandhaltungsaufwand/Gleislage (E-Mail vom 29.01.2020, Herr Hassan Cinar, Produktionsdurchführung Hagen, DB Netz AG)
- [3] Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt C 4710 Dortmund, M. 1:100.000
- [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 den untersuchten Abschnitt von einer maximalen Geschwindigkeit von 80 km/h (laut VZG) und Schotteroberbau ausgegangen. Die Gleisbelastung liegt bei < 30.000 Lt/d. Zuzufolge 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 1.

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



Geschwindigkeit - HG VzG / v_{zul} [km/h]	≤ 80		
Gleisbelastung [Lt/d]	≤ 30.000		
Radsatzlast [t]	≤ 22.5		
Schutzschichten			
Frosteinwirkungszone I			
Frostempfindlichkeitsklasse [-]	F1	F2	F3
Dicke frostsicherer Aufbau [cm] ⁵⁾	-	30	40
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.)

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

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 2015) 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 (GK 1) 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 20. bis 22.01.2020 im Abschnitt Westhofen – Abzw Hohensyburg insgesamt 15 Erkundungspunkte festgelegt. Die Auswahl der Erkundungspunkte erfolgte i. d. R. in einem Abstand von 100 m. Zwischen ca. km 149,550 bis km 149,4+035 verläuft eine Stahlbrücke über die Ruhr, in deren Bereich keine Erkundungspunkte positioniert wurden (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 $v_e \leq 200$ 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 ISO 14688 angesprochen. Aus den Schürfen und Bohrschappen wurden schichtbezogen 22 strukturgestörte Bodenproben gewonnen und repräsentative Proben hinsichtlich der Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 (16 x Siebanalyse, nass) 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 über den untersuchten Gleisabschnitt keine Entwässerungssysteme (Bahngräben, (TE-)Schächte etc.) vorgefunden. Hindernisse (Signale, Kabelkanäle etc.), die innerhalb eines Abstandes von 3,0 m von der Gleisachse entfernt liegen, wurden eingemessen.

An Bauwerken wurden Schürfe zur Ermittlung der Bauwerksumrisse durchgeführt. Dabei wird auf die sehr geringe Überdeckung im Bereich der EÜ bei km 150,746 im Besonderen hingewiesen.

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 Gleisabschnitt mittel. Es gibt nennenswerte Gleislagefehler. Zusätzlich wird darauf hingewiesen, dass an manchen Stellen die Bettung mit Vegetation bedeckt ist.

4.2 Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen

Die Positionierung der Ansatzpunkte und die Ergebnisse der ausgeführten Schürfe/Bohrungen sind der Tabelle 1 und 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]	Mächt- igkeit [m] *)	Ver- schmutz- ungsgrad	Stärke [m]	Schutz- schicht	Boden- gruppe	Frost- empfindlich- keitsklasse	filter- stabil	Boden- gruppe	Frost- empfindlich- keitsklasse	filter- stabil
150,900	0,70	0,33	st. v.	0,30	ja	[GI]	F1	ja	[GU*] GU*	F3 F3	ja ja
150,800	0,70	0,37	st. v.	---	---	---	---	---	[GU] GU*	F2 F3	ja ja
150,700	0,90	0,53	st. v.	--	---	---	---	---	[GU] UL	F2 F3	ja ja
150,600	0,70	0,33	st. v.	---	---	---	---	---	[GU]	F2	ja
150,500	0,75	0,38	st. v.	0,25	nein	[GU]	F2	ja	[XY]	---	---
150,400	0,85	0,48	st. v., vsl.	---	---	---	---	---	GU*	F3	nein
150,300	0,85	0,48	st. v., vsl.	---	---	---	---	---	GU*	F3	nein
150,200	0,80	0,43	st. v., vsl., s. W.	---	---	---	---	---	GU*	F3	nein
150,100	1,05	0,68	st. v., vsl.	---	---	---	---	---	GU*	F3	nein
150,000	0,85	0,48	st. v., vsl.	---	---	---	---	---	GU*	F3	nein
149,900	0,90	0,53	st. v., vsl.	---	---	---	---	---	GU*	F3	nein
149,800	0,90	0,53	st. v., vsl.	---	---	---	---	---	GU*	F3	nein
149,700	0,75	0,38	st. v.	0,35	tol.	[GU]	F2	ja	GU	F2	ja
149,600	0,75	0,38	st. v.	0,50	ja	[GU]	F2	ja	GU	F2	ja
149,500	---	---	---	Stahlbrücke		---	---	---	---	---	---
149,4+1**	---	---	---	Stahlbrücke		---	---	---	---	---	---
149,4+0**	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
149,350	0,65	0,28	st. v.	0,80	ja	[GU]	F2	ja	[GU*]	F3	ja

*) ab Unterkante Schwellen
st. v. – stark verschmutzt
s. W. – stehendes Wasser

**) Kilometrierung aus Überlänge ~ 100 m
vsl. – verschlammte
tol. – tolerierbar
[] – Auffüllung
[XY] – Stein-/Packlage

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 149,350) und mehr als 1,05 m (km 150,100) gemessen. Dies entspricht bei den derzeit vorhandenen Beton- bzw. Holzschwellen (km 150,800) und Schienen vom Typ S 54 einer Schottermächtigkeit bzw. Bettungsdicke ab Unterkante Schwelle von 0,28 m bis 0,68 m. Die nach Ril 820.2010 geforderte Soll-Schotterstärke von



0,30 m bis 0,60 m wird überwiegend eingehalten und lediglich an den beiden oben erwähnten Punkten unter- bzw. überschritten (siehe Tabelle 1).

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

Von ca. km 150,450 bis km 149,750 war der Schotter zusätzlich verschlammmt und im Bereich von km 150,200 auch mit Moos bewachsen. Bei Verschlammungen 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 150,938 – 150,850 km 150,550 – 150,450 km 149,750 – 149,550 km 149,4+0 – 149,340	In diesen Gleisabschnitten wurden unter dem Schotter aufgefüllte Kiese mit unterschiedlichen Feinkornanteilen aufgeschlossen. Diese Böden gehören nach DIN 18196 den Bodengruppen [GI] bzw. [GU] an. Diese Auffüllungen haben Mächtigkeiten von 0,25 m bis 0,80 m. Hinsichtlich der labortechnisch ermittelten Kornverteilung entsprechen die Kiese überwiegend einem Schutzschichtmaterial im Sinne des DBS 918062. Die Filterstabilität gegenüber dem Gleisschotter ist bei den Kiesen gewährleistet. Nach ZTV E-StB 17 sind die aufgeschlossenen Böden der Bodengruppe [GI] nicht frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F1). Die [GU]-Böden sind gering bis mittel frostempfindlich (F2). Die aufgefüllten Kiese werden als Homogenbereich B zusammengefasst.
--	---

Teilabschnitte:

km 150,850 – 150,550 km 150,450 – 149,750	In diesen Abschnitten liegt der Schotter direkt auf dem Unterbau/Untergrund, der im Weiteren näher beschrieben wird.
--	---

Unterbau/Untergrund

gesamter Abschnitt:

km 150,938 – 149,340	Im gesamten Untersuchungsabschnitt wird der Unterbau/Untergrund überwiegend von Kiesen, punktuell (km 150,700) von feinkörnigen Böden, gebildet. Diese Böden werden nach DIN 18196 in die Bodengruppen GU, GU* und UL eingestuft. Die feinkörnigen Böden hatten zum Zeitpunkt der Erkundung eine steife Konsistenz. Teilweise (Dammbereiche) sind die Kiese aufgefüllt. Die GU-Böden sind nach ZTV E-StB 17 gering bis mittel frostempfindlich
-----------------------------	--



(F2); die GU*- und UL-Böden sind sehr frostempfindlich (F3).

Bei km 150,500 wurden unterhalb der Kiese bei 1,00 m unter SO eine Stein-/Packlage angetroffen, die händisch nicht durchörtert werden konnte. Es ist nicht auszuschließen, dass Packlagen auch in anderen Bereichen oder Tiefen vorkommen.

Die als Auffüllungen angesprochenen Kiese ([GU]/[GU*]) werden dem Homogenbereich B zugeschrieben. Die Böden des Untergrunds werden als Homogenbereich C zusammengefasst. Die Stein-/Packlage wird als Homogenbereich D 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^{-6} bis 1×10^{-4}	durchlässig
GU*	1×10^{-8} bis 1×10^{-6}	schwach durchlässig
UL	1×10^{-7}	sehr schwach durchlässig

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 Unterbau/Untergrund (GU*) können mehrheitlich als schwach durchlässig bezeichnet werden, so dass die Anforderung an die Durchlässigkeit von $k_f \geq 1 \times 10^{-5}$ m/s nach Ril 836 überwiegend nicht erfüllt ist. Die GU-Böden sind i. d. R. ausreichend durchlässig. Bei km 150,500 konnte aufgrund der Stein-/Packlage der Untergrund nicht aufgeschlossen werden.

Eine linienhafte Versickerung des anfallenden Oberflächenwassers bis in ausreichende Tiefe kann nicht über den gesamten Abschnitt gewährleistet werden.

5.2 Entwässerungssituation

Im untersuchten Gleisabschnitt wurden keine technischen Entwässerungsanlagen vorgefunden. Die Trasse verläuft überwiegend geländegleich bzw. im Anschnitt. Lediglich von ca. km 149,1+0 bis km 149,340 befindet sich das Gleis in Dammlage. Die Böden des Unterbaus/Untergrundes sind für eine Versickerung des anfallenden Oberflächenwassers nur abschnittsweise (ca.



km 150,850 bis km 150,550 und km 149,750 bis 149,340) ausreichend durchlässig. Eine kontrollierte Entwässerung ist augenscheinlich momentan mehrheitlich nicht möglich. Darauf weisen die Verschlämmungen von km 150,450 bis km 149,750 hin. Zusätzlich stand bei km 150,200 zum Zeitpunkt der Erkundung im Schwellenfach Wasser.

6 Umbauvorschläge

6.1 Oberbau

Im untersuchten Gleisabschnitt ist der Wiedereinbau von S 54 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 150,938 – 150,450 km 149,750 – 149,340	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.
--	--

Teilabschnitt:

km 150,450 – 149,750	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.
----------------------	---

6.2 Geotechnische Umbaumaßnahmen nach Ril 836.4101

Teilabschnitte:

km 150,938 – 150,450 km 149,750 – 149,340	Die erkundeten Böden in diesen Gleisabschnitten sind filterstabil, nicht bzw. gering bis mittel frostemfindlich (F1 bzw. F2), 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 Gleisabschnitten keine neue Schutzschicht eingebaut werden muss. Die leicht erhöhten Feinkornanteile ($d_{<0,06 \text{ mm}}$ max. 11,5 %) können aus Sicht des Unterzeichners toleriert werden. Die angetroffene Packlage bei km 150,500 kann im Untergrund verbleiben.
--	--

Teilabschnitt:

km 150,450 – 149,750	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 für die bemessungsrelevanten GU*-Böden mit $d_{<0,1\text{mm}} = 20\text{-}30 \text{ M.-%}$ nach Ril 836, Modul 836.4101A05, Bild A5.1, ein Bemessungswert der Tragfähigkeit von $E_H = 20 \text{ MN/m}^2$ angesetzt. Daraus ergibt sich nach Modul 836.4101A05, Bild A5.2 mit einem Ansatz der Verlaufskurve $E_{\text{OFTS}} = 40 \text{ MN/m}^2$ entsprechend den Anforderungen der Abbildung 1 eine Schutzschichtstärke von $d_T = 0,20 \text{ m}$.

An der Innenschiene ist somit prinzipiell ein Aushub bis ca. 0,90 m unter SO erforderlich.

Die etwas besseren Verhältnisse bei km 149,800 (GU*-Böden mit $d_{<0,1\text{mm}} = 10\text{-}20 \text{ M.-%}$) werden nicht gesondert betrachtet. Diese würden ebenfalls die Mindestdicke von $d_T = 0,20 \text{ m}$ ergeben.

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 $E_{vd} \geq 20 \text{ MN/m}^2$.

Bei km 150,100 reicht der Schotter bis 1,05 m unter SO. Der Schotter ist in diesem Bereich nach Ril 836 vollständig auszuräumen und der dabei entstehende Hohlraum mit geeignetem Schutzschichtmaterial (KG 1) auszugleichen. Dafür ist eine Schutzschichtstärke von $d_T = 0,35 \text{ m}$ einzuplanen.

Alternativ zum Komplettausbau 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 $d_T = 0,20 \text{ m}$ (Mindestdicke) aufzubringen. Als Trenn- und Filterelement kann ein Geokunststoff der GRK 4 mit einer Masse pro Flächeneinheit von $\geq 250 \text{ g/m}^2$ verwendet werden.

6.3 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 der untersuchten Gleisabschnitte zu berücksichtigen.

In der Ril 836.4105A03 wird der Geokunststoffeinbau 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 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 mittel. Es treten nennenswerte Gleislagefehler auf.

Aufgrund der nach [2] genannten max. Geschwindigkeit von 80 km/h und einer Gleisbelastung von < 30.000 Lt/d kann der Gleisabschnitt in die Streckenkategorie „Ac“ eingestuft werden.

Teilabschnitte:

km 150,938 – 150,450 km 149,750 – 149,340	Unter Berücksichtigung der angetroffenen [GI]- bzw. [GU]-Böden im Bereich des Planums müssen die Abfragen 10 und 12 bzw. die Abfragen 11, 13 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 aus den Abfragen 1 und 2 herzuleitenden Schäden können nicht durch eine Plv behoben werden.
--	---

Teilabschnitt:

km 150,450 – 149,750	Unter Berücksichtigung der angetroffenen GU*-Böden im Bereich des Planums müssen die Abfragen 15 und 18 (Entwässerung zum Einbau vorgesehen) bejaht werden. Unter Zugrundelegung der Ril 836, Modul 836.4105A01, Seite 1, ergibt sich, dass eine Plv spätestens im Zusammenhang mit dem nächsten Gleisumbau eingebaut werden soll (Ergebnis 2XX). 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. Nach Ril 836.4105A03, Anlage 1 ist der Einbau eines Vliesstoffes als eingeschränkte Anwendung möglich. Eine Plv mit Geokunststoffen entspricht eine teilwertige Planumsverbesserung unter Inkaufnahme eines erhöhten Instandhaltungsaufwandes.
-----------------------------	--



6.4 Entwässerung

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

Teilabschnitte:

km 150,938 – 150,850 km 150,550 – 149,750	In diesen Streckenabschnitten wurden keine technischen Entwässerungsanlagen vorgefunden. Die Abschnitte verlaufen geländegleich bzw. im Anschnitt. Die Böden des Untergrunds sind hinsichtlich der Forderung nach Ril 836 (siehe Kapitel 2.4) nicht ausreichend durchlässig. Daher wird der Neubau einer Entwässerungsanlage notwendig, um das anfallende Oberflächenwasser kontrolliert aus dem Gleiskörper ableiten zu können. Abhängig von den Platzverhältnissen kann diese als Bahngraben oder als TE-Anlage ausgeführt werden.
--	---

Teilabschnitte:

km 150,850 – 150,550 km 149,750 – 149,340	In diesen Streckenabschnitten wurden keine technischen Entwässerungsanlagen vorgefunden. Die Abschnitte verlaufen geländegleich bzw. im Anschnitt sowie in Dammlage (km 149,350). Die Böden des Unterbaus/Untergrunds sind hinsichtlich der Forderung nach Ril 836 (siehe Kapitel 2.4) ausreichend durchlässig. Die Versickerung des anfallenden Oberflächenwassers in den Unterbau/Untergrund kann gewährleistet werden.
--	---

7 Hinweise zur Bauausführung

- Bei wasserempfindlichen Böden (GU*) sollten Erdarbeiten bei nasser Witterung unterbleiben. Bei längerer Unterbrechung des Aushubes ist witterungsbeständiges Abdeckmaterial aufzubringen.
- Bei km 150,500 wurden bei 1,00 m unter SO eine Stein-/ Packlage aufgeschlossen. Es ist nicht auszuschließen, dass Packlagen auch in anderen Bereichen und/oder Tiefen angetroffen werden können. Packlagen können zu Behinderungen und Erschwernissen während der Baumaßnahme führen.
- 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 2843 im Abschnitt Westhofen – Abzw Hohensyburg (km 150,938 bis km 149,340) 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 oder einer Erhöhung 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., 19.02.2020 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

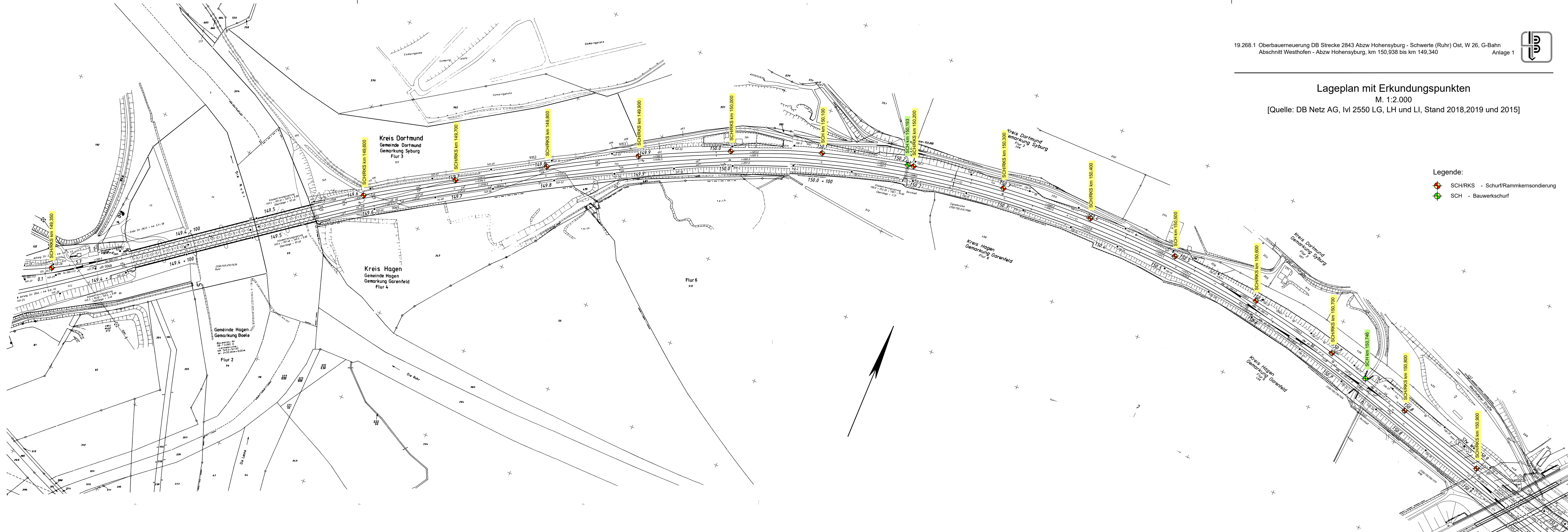
Dipl.-Geol. Denise Pektor
Projektbearbeiterin



Lageplan mit Erkundungspunkten

M. 1:2.000

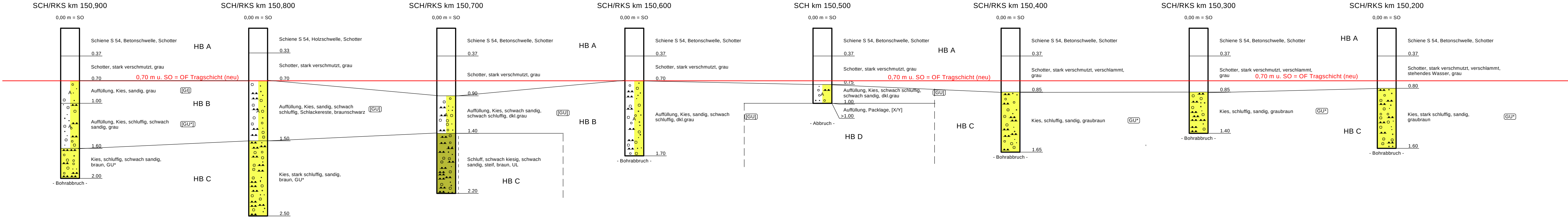
[Quelle: DB Netz AG, lvi 2550 LG, LH und LI, Stand 2018,2019 und 2015]





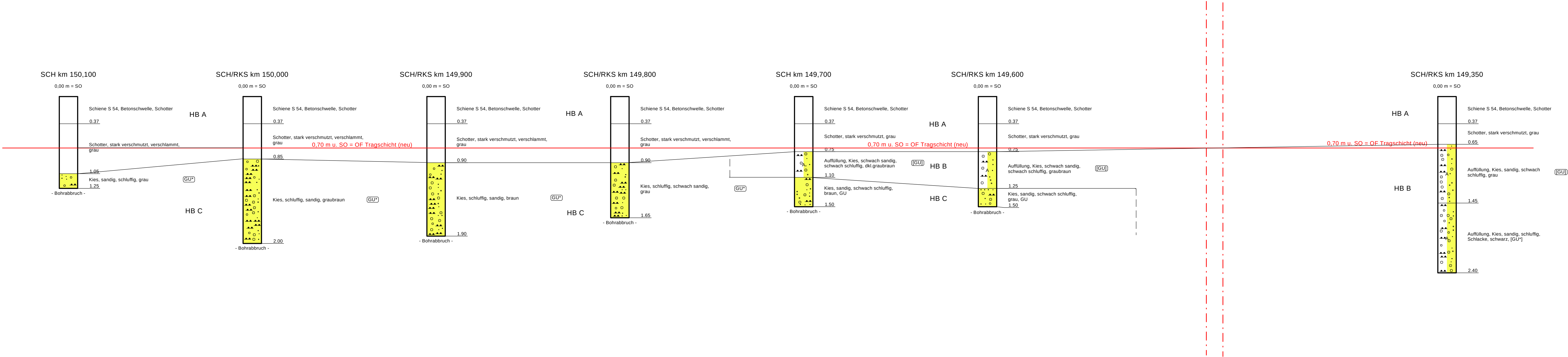
Geotechnischer Längsschnitt

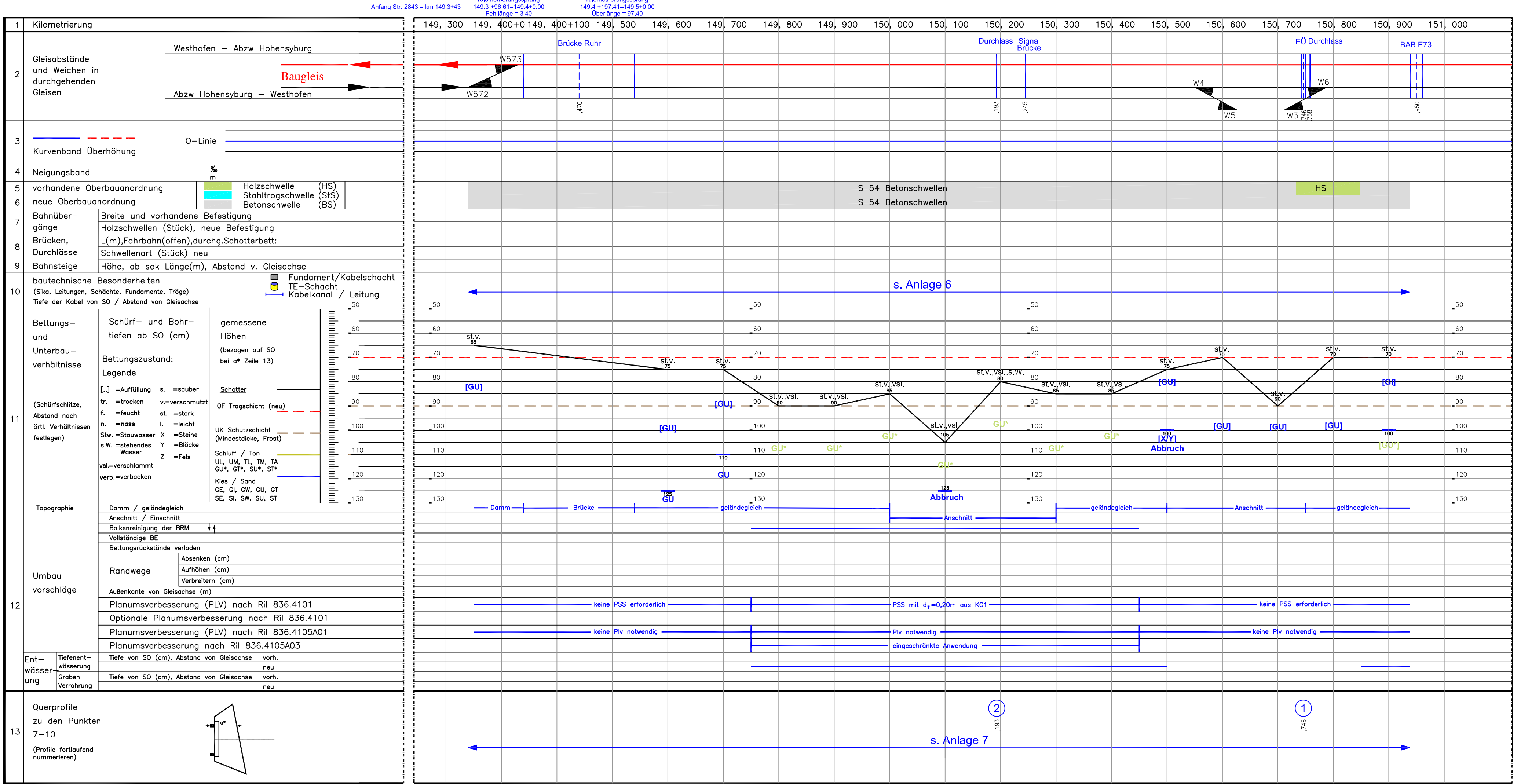
M. 1:1000/25

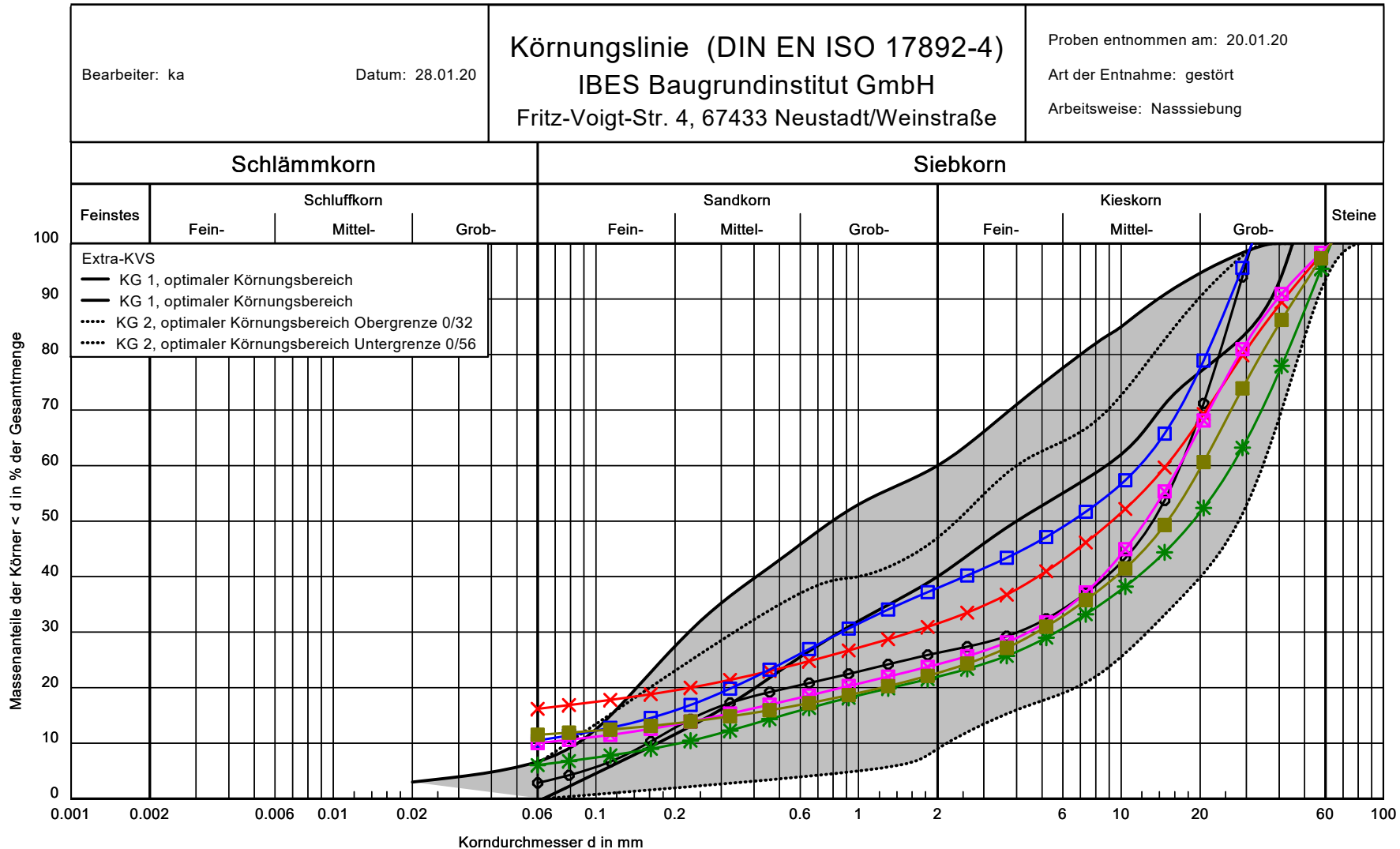


Geotechnischer Längsschnitt

M. 1:1000/25

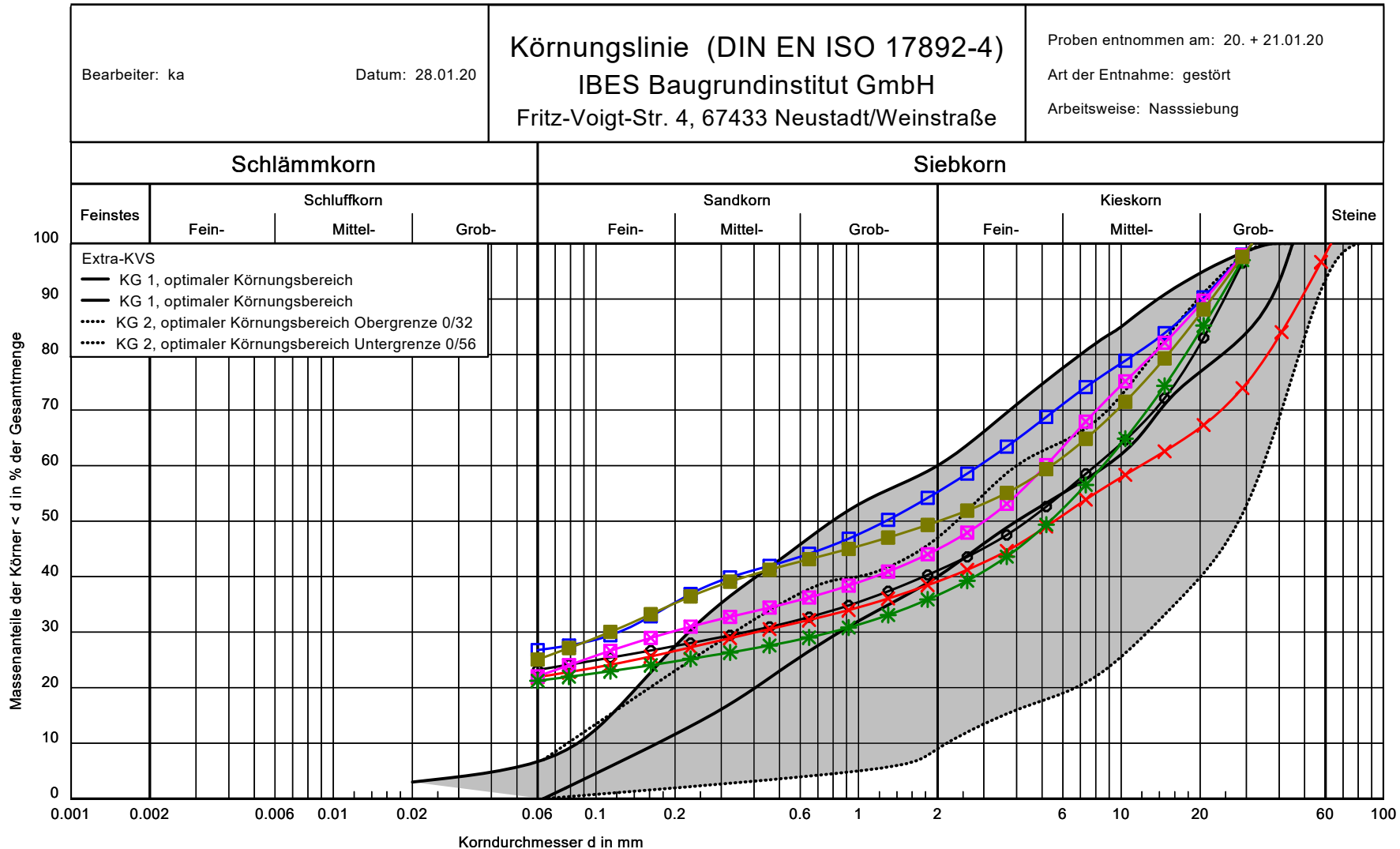


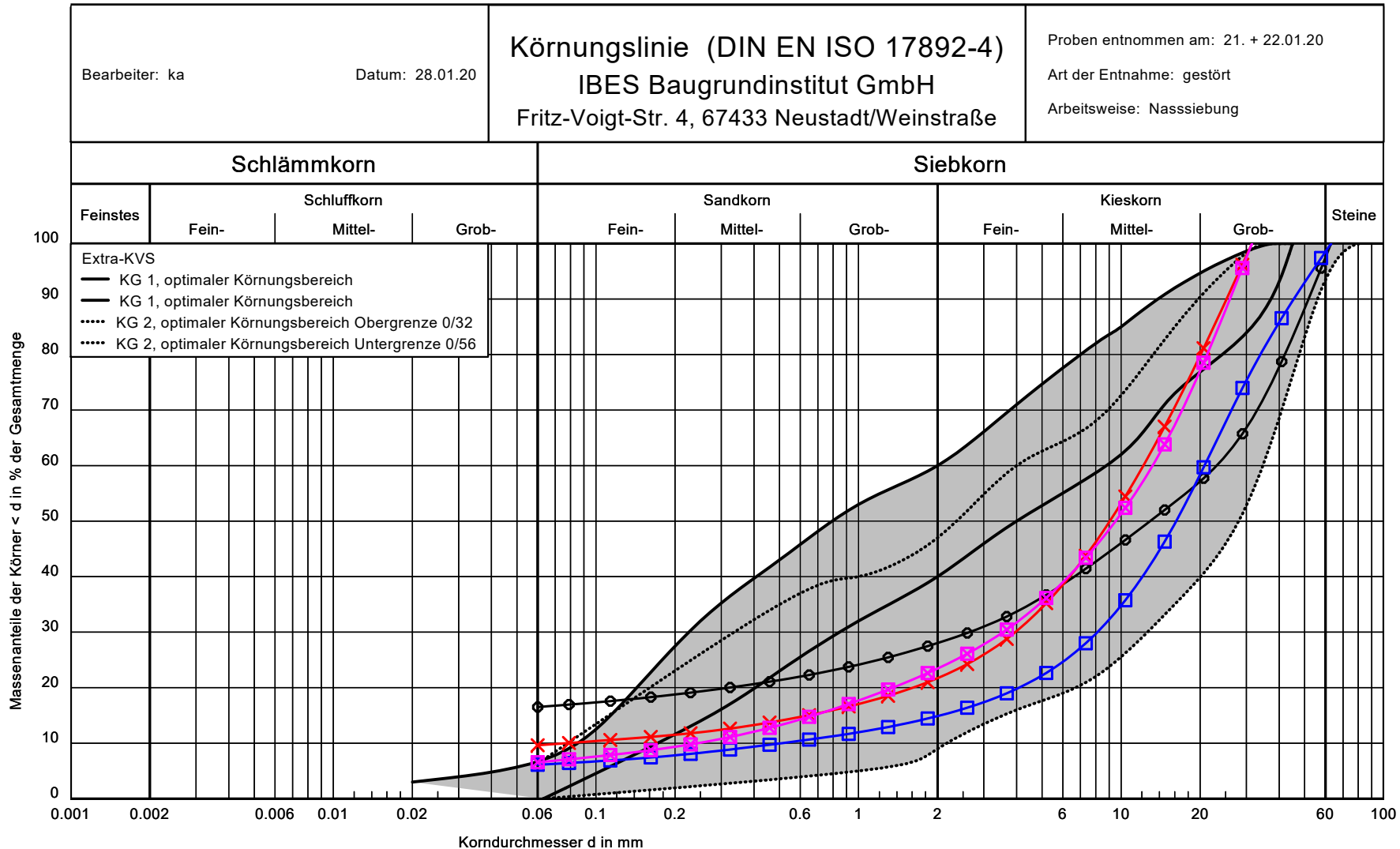




Labornummer:	895	896	898	900	902	903
Bodenart:	G, s	G, u, s	G, s, u'	G, s', u'	G, s, u'	G, u', s'
Tiefe:	0,70 m - 1,00 m	1,00 m - 1,60 m	0,70 m - 1,50 m	0,90 m - 1,40 m	0,70 m - 1,70 m	0,75 m - 1,00 m
k [m/s] (Beyer):	$1.6 \cdot 10^{-4}$	-	-	-	$2.7 \cdot 10^{-4}$	-
Entnahmestelle:	km 150,900	km 150,900	km 150,800	km 150,700	km 150,600	km 150,500
U/Cc	107.0/6.2	-/-	-/-	-/-	127.1/5.8	-/-
T/U/S/G [%]:	- /3.1/23.2/73.7	- /16.3/15.2/67.3	- /10.7/27.3/62.0	- /10.1/14.1/74.8	- /6.2/15.8/75.4	- /11.6/11.1/75.8
Bodengruppe:	GI	GU*	GU	GU	GU	GU
Signatur:	○—○	✕—✕	□—□	⊠—⊠	*—*	■—■







Labornummer:	910	911	913	915
Bodenart:	G, u, s'	G, s', u'	G, s', u'	G, s, u'
Tiefe:	0,90 m - 1,65 m	0,75 m - 1,10 m	0,75 m - 1,25 m	0,65 m - 1,45 m
k [m/s] (Beyer):	-	$3.7 \cdot 10^{-5}$	$1.6 \cdot 10^{-3}$	$3.7 \cdot 10^{-4}$
Entnahmestelle:	km 149,800	km 149,700	km 149,600	km 149,350
U/Cc	-/-	158.0/16.7	40.8/6.2	54.1/3.9
T/U/S/G [%]:	- /16.6/11.5/69.4	- /9.7/12.0/78.3	- /6.2/8.7/83.6	- /6.7/16.8/76.6
Bodengruppe:	GU*	GU	GU	GU
Signatur:	○—○	✕—✕	□—□	⊠—⊠





Bild 1: Blick bei km 150,900 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 2: km 150,900, Schurf im Schwellenfach (stark verschmutzter Schotter)



Bild 3: Blick bei km 150,800 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 4: km 150,800, Schurf im Schwellenfach (stark verschmutzter Schotter)



Bild 5: km 150,746, Bauwerks- und Überdeckungsschurf auf EÜ (siehe Anlage 7. QP 1)



Bild 6: Blick bei km 150,700 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 7: km 150,700, Schurf im Schwellenfach (stark verschmutzter Schotter)



Bild 8: Blick bei km 150,600 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 9: km 150,600, Schurf im Schwellenfach (stark verschmutzter Schotter)



Bild 10: Blick bei km 150,500 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 11: km 150,500, Schurf im Schwellenfach (stark verschmutzter Schotter)



Bild 12: Blick bei km 150,400 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 13: km 150,400, Schurf im Schwellenfach (verschlammter Schotter)



Bild 14: Blick bei km 150,300 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 15: km 150,300, Schurf im Schwellenfach (verschlammter Schotter)



Bild 16: Blick bei km 150,200 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 17: km 150,200, Schurf im Schwellenfach (verschlammter Schotter, stehendes Wasser)



Bild 18: Blick bei km 150,200 in Richtung absteigender Kilometrierung



Bild 19: km 150,193, Überdeckungsschurf auf Durchlass (siehe Anlage 7, QP 2)



Bild 20: km 150,193, Überdeckungsschurf auf Durchlass (verschlammter Schotter)



Bild 21: Blick bei km 150,100 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 22: km 150,100, Schurf im Schwellenfach (verschlammter Schotter)



Bild 23: Blick bei km 150,000 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 24: km 150,000, Schurf im Schwellenfach (verschlammter Schotter)



Bild 25: Blick bei km 149,900 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 26: km 149,900, Schurf im Schwellenfach (verschlammter Schotter)

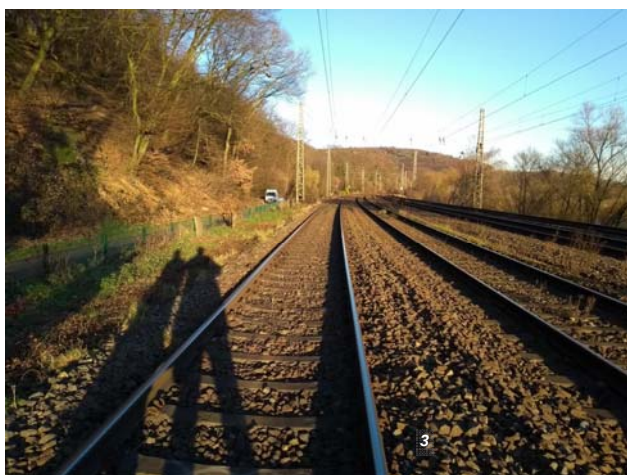


Bild 27: Blick bei km 149,800 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 28: km 149,800, Schurf im Schwellenfach (verschlammter Schotter)



Bild 29: ab km 149,720 Stützmauer links der Bahn Blick in Richtung absteigender Kilometrierung)



Bild 30: Blick bei km 149,700 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 31: km 149,700, Schurf im Schwellenfach (stark verschmutzter Schotter)



Bild 32: Blick bei km 149,600 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 33: km 149,600, Schurf im Schwellenfach (stark verschmutzter Schotter)



Bild 34: Blick bei km 149,350 in Richtung aufsteigender Kilometrierung



Bild 35: km 149,350, Schurf im Schwellenfach (stark 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
Kabelkanal	150,900	ldB ²	1,80	2,52	-0,15	-	-
Kabelkanal	150,800	ldB ²	1,50	2,22	-0,16	-	-
Kabelschacht	150,788	ldB ²	1,36	2,08	-0,12	-	-
Schacht	150,750	rdB ¹	1,40	2,12	-0,05	-	Ø 0,80
Signal Fundament	150,588	ldB ²	1,60	2,32	-0,08	-	-
Kabelschacht	150,277	ldB ²	2,50	3,22	-0,35	-	Querung
Stützwand	149,720	ldB ²	1,60	2,32	+0,93	-	-
Kabelschacht	149,562	ldB ²	1,75	2,47	-0,08	-	-

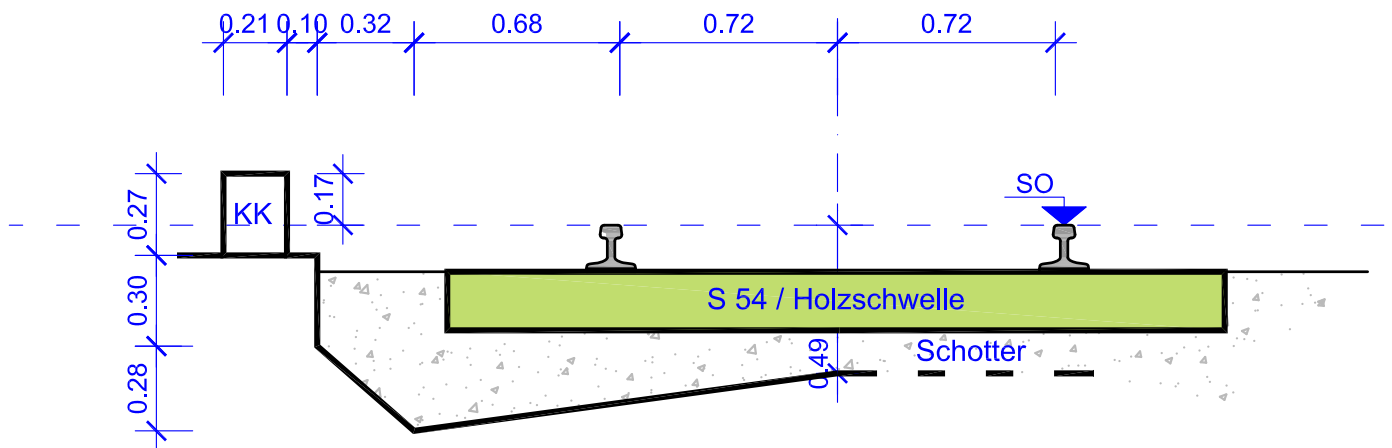
¹ rdB = rechts der Bahn mit Blick in Rtg. aufsteigender km

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



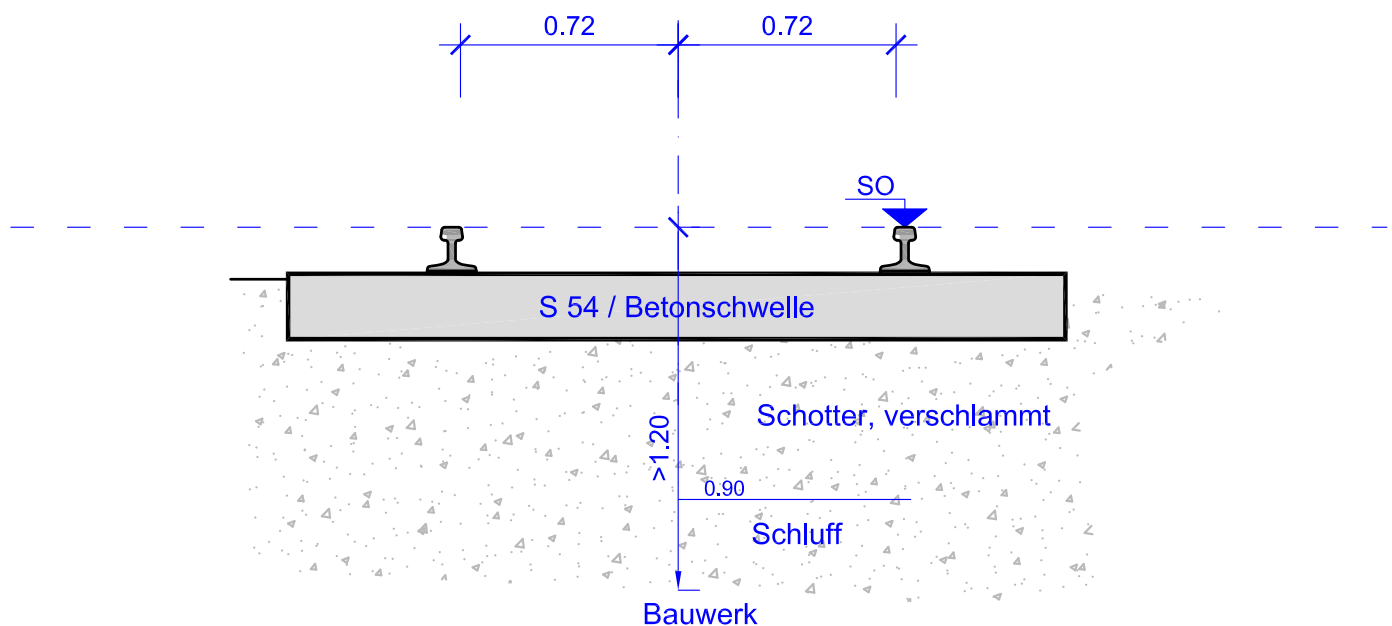
1 EÜ; Schurf bei km 150,746
M. 1:25

Gleis: Westhofen - Abzw Hohensyburg



2 Durchlass; Schurf bei km 150,193
M. 1:25

Gleis: Westhofen - Abzw Hohensyburg





Eigenschaften	Anmerkung	Kürzel [Einheit]	HOMOGENBEREICHE						
			HB A (Schotter)	HB B (Auffüllungen)		HB C (gewachsener Baugrund)			HB D (Stein- Packlagen)
Schichtnummer / Schichtkomplex	-	-	1	2	2	3	3	3	4
Bodengruppe nach DIN 18196	-	-	[GW], [GE], [GU]	[G], [GU]	[GU*]	GU	GU*	UL	[XY]
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.					> 60 k. A. k. A.	
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	in Worten	-	n. b.					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					n. b.	-

k. A. - keine Angabe

n. b. - nicht bestimmbar

md. - mitteldicht

¹⁾ mit Rammkernsondierungen nicht aufschließbar