



**Bericht zur geotechnischen
Untersuchung des Untergrundes,
Strecke Kiel – Schönberger Strand
Linienverbesserung km 12,4 – km 12,7
Trensahl**

Auftraggeber :

AKN Eisenbahn AG
Rudolf-Diesel-Straße 2
24568 Kaltenkirchen

Gutachtenersteller :

epe GmbH
Flagentwiet 59
22457 Hamburg
Tel.: 0 40 / 500 34 895 2
Fax: 0 40 / 50 34 895 9

Projektbearbeitung :

T. Boche, Dipl.-Geol.

Projektnummer :

160025 (epe GmbH)

Hamburg, 20. Juni 2017

INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung und Aufgabenstellung.....	3
2	Untersuchungsumfang und -methoden.....	3
2.1	Probenahme.....	3
2.2	Laboruntersuchungen.....	3
3	Geotechnische Ergebnisse.....	4
4	Bewertungskriterien.....	4
5	Empfehlungen	5
6	Ergebnis der umweltgeologischen Untersuchung.....	6
6.1	Chemische Analyse.....	6
6.2	Einstufung des Bodens.....	6

Anlagen:

Anlage 1:	Übersicht / Lageskizze der Ansatzpunkte	[1 Seite]
Anlage 2	Bohrprofile RKS 1 und RKS 2	[2 Seiten]
Anlage 3	Prüfberichte der epe, Kornverteilung	[4 Seiten]
Anlage 4	Laborbericht der Dr. Döring GmbH	[5 Seiten]

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Zuge der geplanten Reaktivierung der Strecke Kiel – Schönberger Strand ist im Abschnitt km 12,4 bis km 12,7 eine Verbesserung der Linienführung im Bogenbereich erforderlich. Zur Erkundung der Untergrundsituation wurde die epe von der AKN Eisenbahn AG als planender Stelle mit den geotechnischen Untersuchungen im Bereich des Verschwenkungsbereiches beauftragt.

Die geotechnischen Erkundungen wurden mit folgenden Zielsetzungen durchgeführt:

- Erkundung des Gleisoberbaus und Beurteilung gemäß dem Regelaufbau der Richtlinie 836 der DB Netz AG „Erdbauwerke planen, bauen und instand halten“ (Ril 836, Stand 01.08.2008) unter Berücksichtigung der „Oberbau-Richtlinien für nichtbundeseigene Eisenbahnen“ (Obri-NE, Stand 1984).
- Maßnahmen zur Verbesserung des Erdplanums.

2 Untersuchungsumfang und -methoden

Für die geotechnischen Untersuchungen wurden 2 Rammkernsondierungen (RKS 1 und RKS 2) bis in eine Tiefe von 3,0 m u. GOK durchgeführt. Die Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe zu Schienenoberkante (Innenschiene) eingemessen. Die Lage der Ansatzpunkte und das Aufmaß sind in der Anlage 1 dargestellt.

2.1 Probenahme

Die Entnahme der gestörten Bodenproben erfolgte nach den geotechnischen Erfordernissen. Das Sondiergut wurde vor Ort geologisch angesprochen, klassifiziert und in die Schichtenverzeichnisse gemäß DIN 4022 aufgenommen.

Die Beprobung der aufgeschlossenen Horizonte erfolgte, sofern Materialwechsel vorlag, schichtbezogen. Bei einheitlichen Schichten sind Proben in größeren Intervallen entnommen worden. Die Proben wurden in 500 ml PE-Becher abgefüllt und mit einem entsprechenden PE-Deckel verschlossen.

Die Entnahmetiefe der gestört entnommenen Bodenproben ist höhengerecht neben den dazugehörigen Sondierprofilen in der Anlage 2 aufgetragen. Die Aufbewahrung und Entsorgung der Bodenproben erfolgt gemäß den Vorgaben der DIN EN ISO 17025.

2.2 Laboruntersuchungen

Zur genaueren Bestimmung der bodenspezifischen Kenngrößen sind an ausgewählten Bodenproben Laboruntersuchungen durchgeführt worden. Nachfolgend genannte Einzel- und Mischproben wurden im hauseigenen Prüflabor der epe GmbH geotechnisch untersucht.

Die Zusammensetzung der Mischprobe und die Bodenart der untersuchten Probe sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Mischproben für bodenmechanische Versuche

Mischprobe	Bez. Einzelprobe	Entnahmetiefe [m]	Bodenart / Beimengungen
-	RKS 2/1	0,00 - 0,80	Auffüllung, Sand/Kies, schwach schluffig, Ziegel- und Betonbruch, Schlackereste
MP 1	RKS 1/2	0,30 - 1,40	Geschiebemergel Sand, schluffig, schwach kiesig, schwach tonig
	RKS 2/2	0,80 - 1,70	

3 Geotechnische Ergebnisse

Die in den RKS aufgeschlossenen Schichten wurden in Schichtenverzeichnisse gemäß DIN 4022 aufgenommen und in Bohrprofilen gemäß DIN 4022/23 dargestellt. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die Baugrundverhältnisse gegeben.

Unterhalb einer sandigen, schwach humosen Auffüllung mit variierender Mächtigkeit, abhängig vom Geländeprofil, folgt in beiden Ansatzpunkten bindiger Boden (Geschiebemergel). Der Geschiebemergel weist eine steife Konsistenz auf.

Der Geschiebemergel wird in einer Tiefe von 1,40 m - 2,00 m von einem schluffigen Sand unterbrochen.

Die sandig humose Auffüllung ist aufgrund ihrer Zusammensetzung und Beschaffenheit zur direkten Ablage des Gleisschotter aus unserer Sicht eingeschränkt geeignet, weist jedoch keine einheitliche Mächtigkeit auf.

4 Bewertungskriterien

Das maßgebliche Regelwerk für die Bewertung der Untergrunderkundung und der daraus resultierenden Maßnahmen für die Instandhaltung und den Neubau von Erdbauwerken im Gleisbau ist die DB-Richtlinie 836 (Ril 836). Im Besonderen deren Modul 41XX „Erdbauwerke“ ist hierbei zu beachten. Da es sich bei der vorliegenden Strecke um eine Nebenbahn handelt, kann aus unserer Sicht von der strikten Linie der Ril 836 abgewichen werden, wobei grundlegende Kriterien eingehalten werden sollten. Diese sind u. E. eine ausreichende Tragfähigkeit, Frostsicherheit und Entwässerung.

5 Empfehlungen

Auf der Strecke Kiel - Schönberger Strand im Abschnitt zwischen km 12,4 und km 12,7 sind von der epe geotechnische Untersuchungen durchgeführt worden. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Rammkernsondierungen werden folgende Empfehlungen für die weitere Vorgehensweise bei den geplanten Maßnahmen im Zuge der geplanten Reaktivierung bezüglich des Einbaus einer Schutzschicht und der Notwendigkeit zur Verbesserung des Planums gegeben.

Bei der geplanten Linienverbesserung im o.g. Abschnitt handelt es sich vom Grunde her um einen Neubau im Sinne der Ril 836, für den ein anderer Regelaufbau gilt als für Instandhaltungsmaßnahmen. Gemäß der Ril darf jedoch bei Erweiterung bestehender Anlagen auch auf die Verbesserungskriterien der Instandhaltung zurückgegriffen werden.

Somit gelten für die genannten Erweiterungen grundsätzlich die Empfehlungen hinsichtlich eines erforderlichen Bodenaustauschs aus unserem Gutachten für die Streckeninstandsetzung vom 01.06.2017 für den Abschnitt Abzw. Oppendorf - Schönberg:

- Wenn geeigneter Boden in ausreichender Mächtigkeit unter OK-Planum (neu) vorhanden ist, sollte dieser verbleiben,
- anderenfalls ist ein Bodenaustausch vorzunehmen; Empfehlung 0,3 m FSS + min. 0,2 m PSS,
- ergänzend kann unterhalb der FSS ein Geotextil (Vlies) verlegt werden, um eine dauerhafte Durchmischung zwischen bindigem Planum und der FSS zu vermeiden.

Zur Herstellung einheitlicher Untergrundverhältnisse empfehlen wir aufgrund der Erkenntnisse aus den Baugrunduntersuchungen für diesen Abschnitt den Einbau einer 30 cm mächtigen FSS und einer min. 20 cm mächtigen PSS, Korngemisch 1 (KG 1).

Hinweis:

Beim Einbau einer PSS KG 1 ist darauf zu achten, dass die PSS mit einem entsprechenden Gefälle eingebaut wird und für den Abfluss von auf der PSS anfallendem Niederschlagswasser entsprechende Entwässerungseinrichtungen vorhanden sein sollten.

Als Anforderungen an den dyn. Verformungsmodul E_{vd} empfehlen wir folgende Werte gem. Ril. 836 (2014) für $v \leq 80$ km/h anzusetzen:

- OK (Erd-)Planum 25 MN/m²
- OK Planum (Schutzschicht) 40 MN/m²

6 Ergebnis der umweltgeologischen Untersuchung

6.1 Chemische Analyse

Die entnommene Bodenprobe aus dem Auffüllungshorizont wurde an ein akkreditiertes Labor übergeben und gemäß Parameterumfang der LAGA-Boden (M20), 2003/2004, chemisch untersucht.

6.2 Einstufung des Bodens

Die Auswertung der chemischen Analyseergebnisse und somit die Einstufung des Bodens erfolgt gemäß LAGA-Boden (M20), Stand 2003/2004, ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Der Prüfbericht der Laboratorien Dr. Döring GmbH vom 02.06.2017 ist der Anlage 4 zu entnehmen.

Probenbezeichnung	Einstufung*		maßgeblicher Parameter
	Feststoff	Eluat	
MP Boden	Z 1	Z 0	TOC

*die für die Deklaration maßgebliche Einstufung ist „fett“ markiert

Die Einstufung in die Abfallschlüsselnummern und somit in die Kategorien gefährlicher und nicht gefährlicher Abfall erfolgt gemäß dem Abfallwirtschaftsplan für Bau- und Abbruchabfälle von Hamburg und Schleswig-Holstein vom 30.05.2006.

Die Einstufung ist der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Probenbezeichnung	Abfallschlüsselnummer (AVV)	Einstufung	Entsorgungsverfahren
MP Boden	17 05 04 ¹	nicht gefährlicher Abfall	Lieferschein

¹ 17 05 04: Boden, mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen.

Das vorliegende geotechnische Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

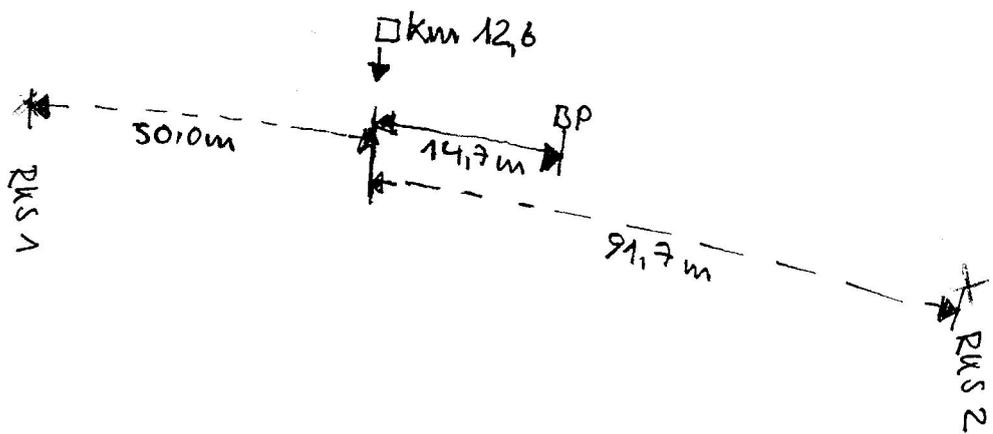
Die epe ist gerne bereit, beim weiteren Vorgehen beratend zur Seite zu stehen und fachliche Entscheidungshilfen zu geben.

epe GmbH

ppa. T. Böche
Dipl.-Geol.



Verteiler: AKN Eisenbahn AG, Herr Grebe

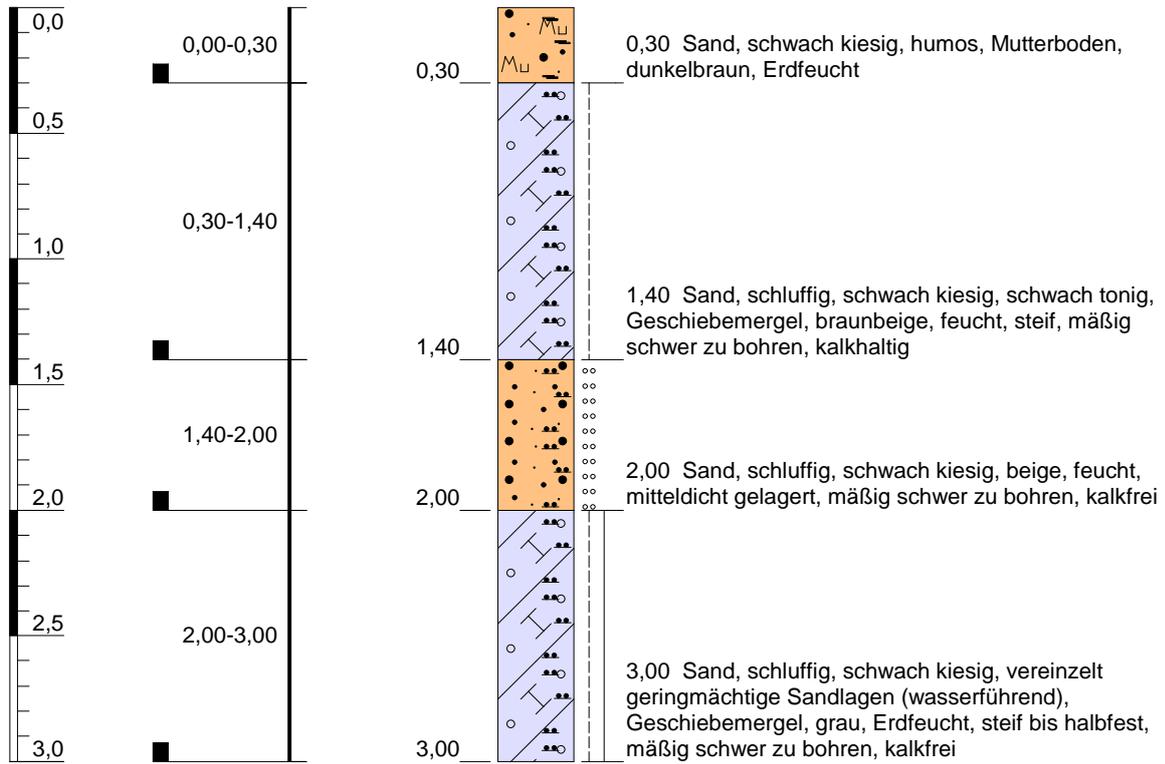


Nivellement

	R	V
BP	1,365	
RUS 1		1,985
RUS 2		1,340

m u. GOK

RKS 1



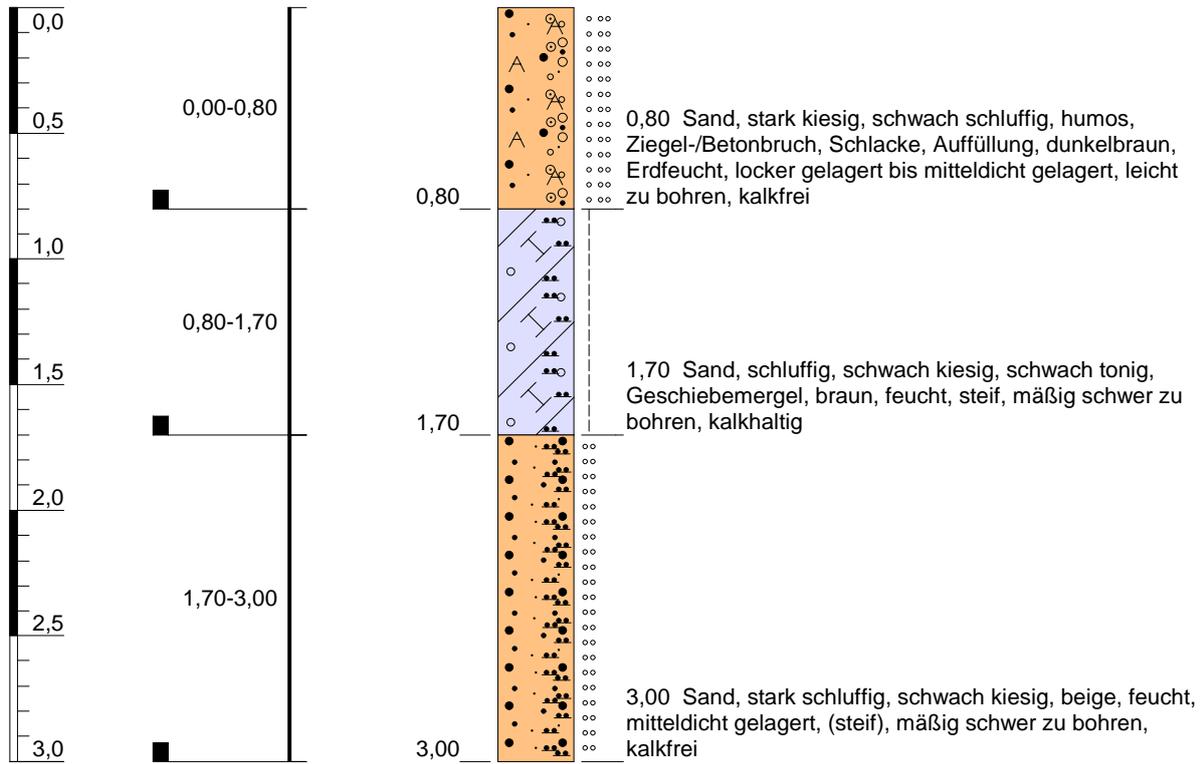
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: Strecke Kiel - Schönberger Strand			
Bohrung: RKS 1			
Auftraggeber: AKN Eisenbahn AG	Rechtswert: keine Angabe		
Bohrfirma: terra V GbR	Hochwert: keine Angabe		
Bearbeiter: T. Boche	Ansatzhöhe: 0,62 m u. SO		
Datum: 01.06.2017	Anlage 2	Endtiefe: 3,00m	

m u. GOK

RKS 2



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: Strecke Kiel - Schönberger Strand		
Bohrung: RKS 2		
Auftraggeber: AKN Eisenbahn AG	Rechtswert: keine Angabe	
Bohrfirma: terra V GbR	Hochwert: keine Angabe	
Bearbeiter: T. Boche	Ansatzhöhe: -0,02 m u. SO	
Datum: 01.06.2017	Anlage 2	Endtiefe: 3,00m

Kornverteilung

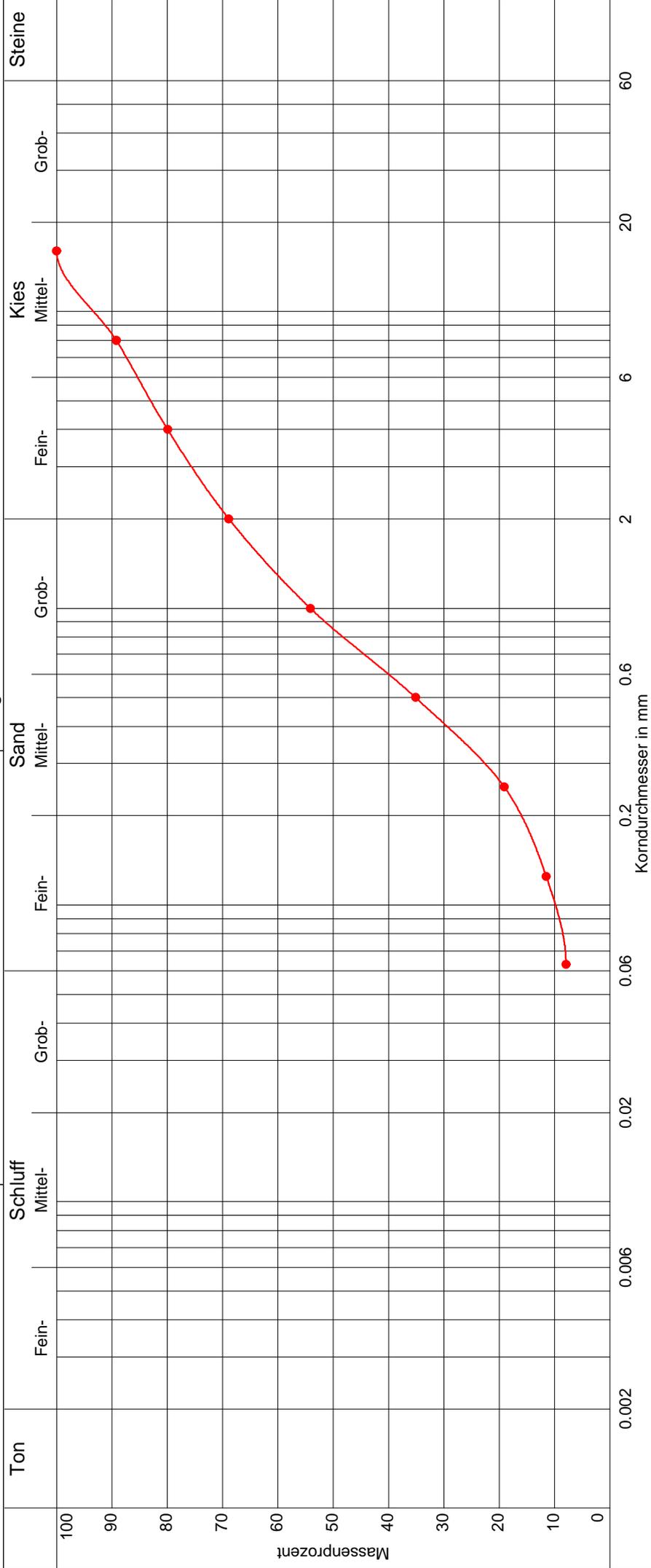
DIN EN 933-1

Projekt : Strecke Kiel - Schönberger Strand, Linienverbesserungen

Projektnr.: 160025

Datum : 07.06.2017

Anlage : 3



Labornummer	17/0205
Entnahmestelle	RKS 2
Probenbezeichnung	Abschnitt Trennsahl
Ungleichförm. U	12.6
Krümmungszahl Cc	1.3
Bodengruppe	SU
Frostpfindl.klasse	F2
kf nach Beyer	1.1E-004 m/s
Wassergehalt	8.7 %
	DC

epe GmbH	Projekt : Strecke Kiel - Schönberger Strand, Linienverbesserungen
Flagentwiet 37	Projektnr.: 160025
22457 Hamburg	Datum : 07.06.2017
Tel.: 040 - 370 877 87	Anlage : 3

KORNVERTEILUNG

17/0205

Entnahmestelle: RKS 2
Probenbezeichnung: Abschnitt Trensahl

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	35.90	0.0	1.000	66.70	54.1
0.063	16.30	7.9	2.000	50.20	68.9
0.125	34.30	11.5	4.000	42.10	79.9
0.250	72.60	19.1	8.000	48.80	89.2
0.500	86.10	35.1			

Gesamtgewicht: 453.00 g

epe GmbH

Flagentwiet 37

22457 Hamburg

Tel.: 040 - 370 877 87

Kornverteilung

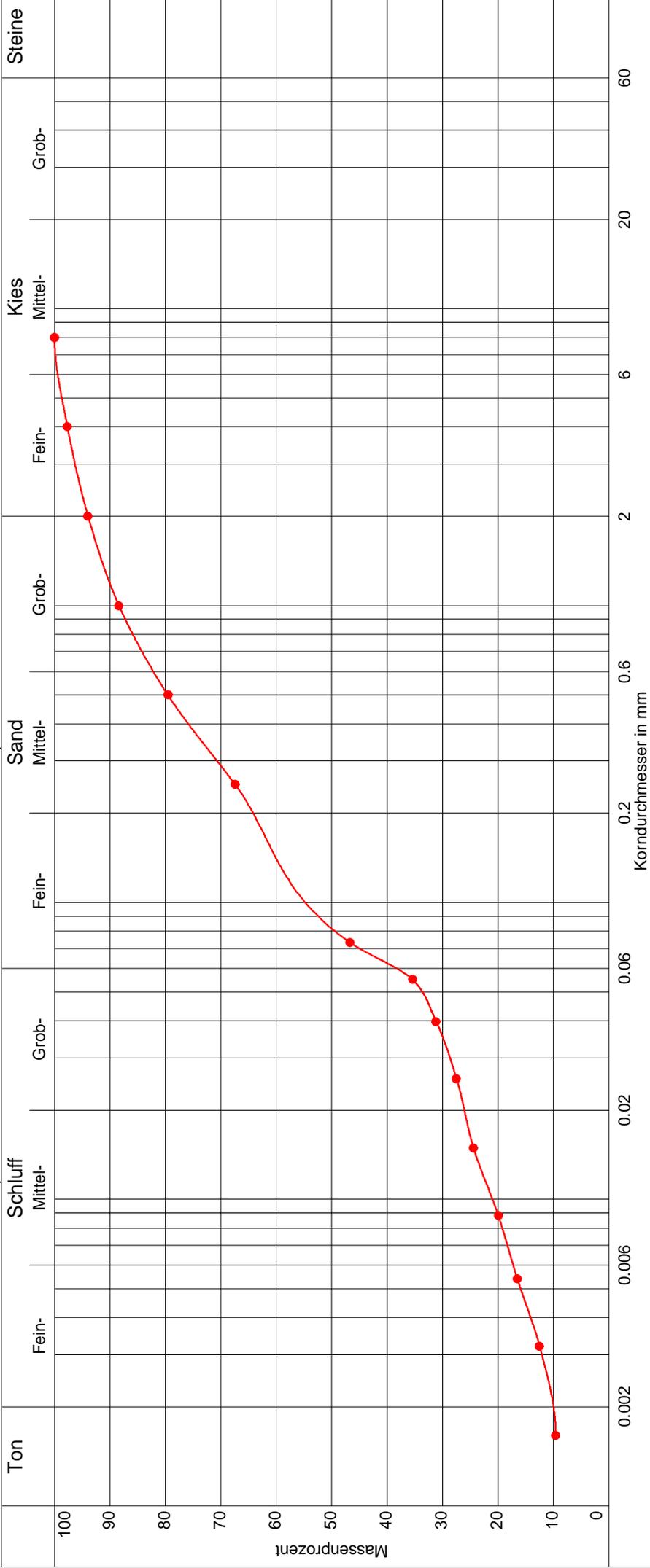
DIN EN 933-1

Projekt : Strecke Kiel - Schönberger Strand, Linienverbesserungen

Projektnr.: 160025

Datum : 08.06.2017

Anlage : 3



Labornummer	17/0204
Entnahmestelle	RKS 1, RKS 2
Probenbezeichnung	Trensahl
Ungleichförm. U	69.5
Krümmungszahl Cc	4.4
Bodengruppe	U
Frostempfindl.klasse	F3
kf nach Kaubisch	2.4E-008 m/s
Wassergehalt	18.3 %

epe GmbH	Projekt : Strecke Kiel - Schönberger Strand, Linienverbesserungen
Flagentwiet 37	Projektnr.: 160025
22457 Hamburg	Datum : 08.06.2017
Tel.: 040 - 370 877 87	Anlage : 3

KORNVERTEILUNG

17/0204

Entnahmestelle: RKS 1, RKS 2
Probenbezeichnung: Trensahl

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	34.70	0.0	1.000	3.60	88.4
0.125	8.80	53.8	2.000	2.40	94.0
0.250	7.80	67.4	4.000	1.50	97.7
0.500	5.70	79.5			

Gesamtgewicht: 64.50 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	9.6	0.0255	27.5
0.0032	12.5	0.0397	31.2
0.0054	16.5	0.0550	35.4
0.0088	19.9	0.0734	46.7
0.0149	24.4		

Probengewicht: 31.41 g

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 12 28357 Bremen

epe GmbH
Flagentwiet 59

22457 HAMBURG

2. Juni 2017

PRÜFBERICHT 30051709

Auftragsnr. Auftraggeber: -
Projektbezeichnung: Linienverbesserung Trensahl
Probenahme: durch Auftraggeber am 12.04.2017
Probentransport: durch Laboratorien Dr. Döring GmbH am 29.05.2017
Probeneingang: 30.05.2017
Prüfzeitraum: 30.05.2017 – 02.06.2017
Probennummer: 32417 / 17
Probenmaterial: Boden
Verpackung: PE-Dose
Bemerkungen: -
Sonstiges: Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.

Analysenbefunde: Seite 3 – 5
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

M.Sc. Malte Haak
(Projektleiter)

Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)

Probenvorbereitung:

DIN 19747

Messverfahren:

Trockenmasse	DIN EN 14346
TOC	DIN EN 13137
Kohlenwasserstoffe (GC;F)	DIN EN 14039
Phenol-Index	DIN 38409-16
Cyanide (F)	DIN ISO 11262
Cyanide (E)	DIN 38405-13
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1
Arsen (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Blei (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Cadmium (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Chrom (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Kupfer (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Nickel (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Quecksilber (F; E)	DIN EN ISO 12846 (E12)
Thallium (F; E)	DIN EN ISO 17294-2
Zink (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
PAK	DIN ISO 18287
PCB	DIN EN 15308
BTEX	DIN 38407-9
LHKW	DIN EN ISO 10301 (F4,HS-GC/MS)
EOX	DIN 38414-17
pH-Wert (W,E)	DIN EN ISO 10523
el. Leitfähigkeit	DIN EN 27888
Eluat	DIN EN 12457-4
Aufschluss	DIN EN 13657

Labornummer		32417	
Probenbezeichnung		MP Boden	
Dimension		[mg/kg TS]	
Trockenmasse [%]		82,0	
TOC [%]		0,84	
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₂₂		< 5	
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₄₀		21	
Cyanid, gesamt		0,06	
EOX		0,2	
Arsen		4,3	
Blei		13	
Cadmium		0,3	
Chrom		9,1	
Kupfer		13	
Nickel		10	
Quecksilber		< 0,1	
Thallium		< 0,1	
Zink		29	
PCB 28		< 0,001	
PCB 52		< 0,001	
PCB 101		< 0,001	
PCB 138		< 0,001	
PCB 153		< 0,001	
PCB 180		< 0,001	
Summe PCB (6 Kong.)		n.n.	
Naphthalin		0,003	
Acenaphthylen		0,013	
Acenaphthen		0,004	
Fluoren		0,006	
Phenanthren		0,040	
Anthracen		0,034	
Fluoranthren		0,137	
Pyren		0,123	
Benzo(a)anthracen		0,096	
Chrysen		0,073	
Benzo(b)fluoranthren		0,207	
Benzo(k)fluoranthren		0,062	
Benzo(a)pyren		0,101	
Indeno(1,2,3-cd)pyren		0,070	
Dibenzo(a,h)anthracen		0,027	
Benzo(g,h,i)perylen		0,084	
Summe PAK (EPA)		1,080	

Labornummer		32417	
Probenbezeichnung		MP Boden	
Dimension		[mg/kg TS]	
Benzol		< 0,01	
Toluol		< 0,01	
Ethylbenzol		< 0,01	
Xylol		< 0,01	
Trimethylbenzole		< 0,01	
Summe BTEX		n.n.	
Vinylchlorid		< 0,01	
1,1-Dichlorethen		< 0,01	
Dichlormethan		< 0,01	
1,2-trans-Dichlorethen		< 0,01	
1,1-Dichlorethan		< 0,01	
1,2-cis-Dichlorethen		< 0,01	
Tetrachlormethan		< 0,01	
1,1,1-Trichlorethan		< 0,01	
Chloroform		< 0,01	
1,2-Dichlorethan		< 0,01	
Trichlorethen		< 0,01	
Dibrommethan		< 0,01	
Bromdichlormethan		< 0,01	
Tetrachlorethen		< 0,01	
1,1,2-Trichlorethan		< 0,01	
Dibromchlormethan		< 0,01	
Tribrommethan		< 0,01	
Summe LHKW		n.n.	

Labornummer		32417	
Probenbezeichnung		MP Boden	
Dimension		ELUAT [µg/L]	
pH-Wert bei 20 °C		8,1	
el. Leitfähigkeit [µS/cm] bei 25 °C		115	
Phenol-Index		< 10	
Cyanid, gesamt		< 5	
Chlorid		1.700	
Sulfat		1.500	
Arsen		< 2,0	
Blei		< 0,2	
Cadmium		< 0,2	
Chrom		< 0,3	
Kupfer		2,8	
Nickel		1,2	
Quecksilber		< 0,1	
Zink		3,5	