

Linie: 720
Bezeichnung: ZH Langstrasse – Thalwil - Ziegelbrücke
Km: 1.213 – 57.146
Kanton(e): Zürich
Gemeinde(n): Horgen, Wädenswil
Projekt: **Fahrbahnerneuerung Horgen – Au ZH**
Gleise 94, 118, 119

10.05.01.02

ISP-Nr.: 1168481

Phase: **Auflageprojekt**

Datum: 20.03.2026

Unterschriften:

Bauherrenvertretung SBB

Projektverfasser

Abteilung: I-AEP-ENG-FB-ROT-PL2

Firma: Rubi Bahntechnik Schweiz AG

Name: Michael Hoffmann

Name: Kristine Diethelm



**Geotechnische Untersuchung
von Schotterbett und Unterbau
Bericht Nr. 2021-114**

Dok.-Nr.

1168481_03_Geot.Bericht_2021-114

Index: Erstellt: Geprüft: Freigabe:

--- 20.03.26 kd 20.03.26 jb 20.03.26 mh


a

b

c

SBB AG
Infrastruktur Ausbau- und Erneuerungsprojekte
Engineering Fahrbahn Region Ost
Vulkanplatz 11, 8048 Zürich
Mobil +41 79 172 33 84
hoffmann.michael@sbb.ch

Infrastruktur
Unterbau und Geotechnik

Auflage Edition		1	Bericht Nr. Rapport No		2021-114	BT Nr BT No	
						vom 07.12.2022 du	
Veranlasst durch Demandé par			Betrifft Concerne			Berichtersteller Auteur	
I-VU-UEW-ROT-FW-FB I-NAT-FW-TAFB-UGT			2021-114		Linie: 720	Daniel Völlmin ☎ 079 468 12 73 💻 U228251	
			Horgen – Au ZH Gleis 118, km 19.400 – 19.992 Gleis 218, km 19.439 – 20.003				
			Geotechnische Untersuchung von Schotterbett und Unterbau			Unterbau und Geotechnik 	
			Ausführung geplant: 2025 / 2026			Matthias Niklaus ☎ 079 751 77 02 💻 U164404	
Vorakten Actes ant.			- geotechnischer Bericht 86205, 95043 - geotechnischer Bericht 2005-005, 2010-243 - geotechnischer Bericht 2016-077			Verteiler Distribution	
Inhalt Contenu			1 Einleitung 2 Übersicht 3 Untersuchungsergebnisse und Folgerungen 4 Fazit 5 Umbaumassnahmen			Infrastruktur AEP-ENG-FB-ROT AEP-PJM-ROT VU-ROT VU-UEW-ROT NAT-FW-TAFB-UGT	
Beilagen Annexes			Vgl. Seite 2				

Dieser Bericht wird für die besonderen Bedürfnisse der SBB abgefasst; er ist Eigentum der SBB und wird Dritten (Einzelpersonen, Firmen, Behörden u.a.) nur ausnahmsweise zur Orientierung abgegeben. Es ist daher ohne ausdrückliche schriftliche Bewilligung nicht gestattet, diesen Bericht durch irgendwelche Verfahren zu kopieren oder zu vervielfältigen, weiteren Dritten zur Verfügung zu stellen oder zu Werbezwecken zu verwenden.

Bei Widerhandlungen lehnen die SBB jede Haftung ab und behalten sich zudem die Verfolgung der Fehlbaren vor.

Ce rapport est établi pour les besoins particuliers des CFF; il est la propriété des CFF et ne peut être remis à des tiers (personnes, firmes, autorités, etc.) qu'exceptionnellement à titre d'information. Il est par conséquent interdit, sans autorisation écrite expresse, de copier ou de reproduire ce rapport d'une manière quelconque, de le mettre à la disposition de tiers ou de l'utiliser dans un but lucratif.

En cas d'infraction, les CFF déclinent toute responsabilité et se réservent de poursuivre les fautifs.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	3
2	Übersicht	4
2.1	Grundlagen	4
2.2	Übergeordnete Fragestellungen	5
3	Untersuchungsergebnisse und Folgerungen	5
3.1	Zusammengefasste Untersuchungsergebnisse aus den Sondierungen	5
3.2	Schotter	7
3.3	Planie	7
3.4	Unterbau	7
3.5	Untergrund	8
3.6	Frost	11
3.7	Entwässerung	11
3.8	Schadstoffbelastung	12
4	Fazit	12
5	Umbaumassnahmen	13
5.1	Hinweise	15

ANHANGVERZEICHNIS

Fahrbahnerhaltungskonzept Gleis 118	1
Fahrbahnerhaltungskonzept Gleis 218	2
Profile des Schichtaufbaus Gleis 118	3.1 – 3.4
Profile des Schichtaufbaus Gleis 118	4.1 – 4.3
IST-Höhe der Gleise	5
Fotoanhang	6.1 – 6.9
Situation mit den Versuchsstellen	7.1 – 7.2
Graphische Darstellung des Oberbaus (GOB)	8.1 – 8.2
swissTAMP (Track Analysis and Maintenance Planning)	9.1 – 9.2
Georadarmessung	10.1 – 10.2

ABKÜRZUNGEN

Bl.	Blöcke	sb.	sauber
BS	Brechsand	silt.	siltig
feink.	feinkörnig	st.	stark
grobk.	grobkörnig	St.	Steine
l.	leicht	ton.	tonig
ND	Nutzungsdauer	w.	wenig
PSS	l. silt. Kies mit v. Sand	v.	viel
RK	Rundkies		

1 Einleitung

Ursprünglich sollten zwischen Horgen und Au (Situation vgl. Anhang 9) die Gleise 118 und 218 in den Abschnitten km 19.400 – 19.992 bzw. km 19.439 – 20.003 im Zuge der FbE 2020 erneuert werden. Im Jahr 2016 wurde die Fahrbahnerneuerung vom 2020 ins 2022 verschoben. Später wurde der Umbau weiter in die Jahre 2025 (Gleis 118) bzw. 2026 (Gleis 218) geschoben.

Die damals ausgeführten Sondagen deckten nicht den ganzen bestellten Bereich ab (vgl. geot. Bericht 2016-077), sodass im Jahr 2021 die restlichen Aufnahmen gemacht wurden. Die Sondagen aus dem Jahr 2021 im vorliegenden Bericht komplettieren somit den geot. Bericht 2016-077.

I-NAT-FW-TAFB-UGT nahm die vorliegende geotechnische Untersuchung am 19.10.2021 auf. UEW hat im betroffenen Abschnitt jährlichen Kleinunterhalt und vermehrt Senkstellen sowie weisse Schotterstellen festgestellt. Dies sind Gründe für die Bestellung. Die Tabelle 1 enthält die Gleisdaten.

Tab. 1: Projektdaten des Gleises 118 (Angaben gemäss OE-Programm)

Gleis km	Erneuerung		Projekt		Gl.- Bel.-Gr.	Belastung [GBRT/d]	v _{max} [km/h]	Unter- halt ¹
	letzte	nächste	best.	neu				
118 19.400 – 19.988	1978	2025	Beton, 60 E1/E2	Beton, 60 E1/E2	E1	59'000	100	0.11- 0.21 ²
118 19.988 – 19.992	2007							

Tab. 2: Projektdaten des Gleises 18 (Angaben gemäss OE-Programm)

Gleis km	Erneuerung		Projekt		Gl.- Bel.-Gr.	Belastung [GBRT/d]	v _{max} [km/h]	Unter- halt ³
	letzte	nächste	best.	neu				
218 19.439 – 20.003	1979	2026	Beton, 60 E1/E2	Beton, 60 E1/E2	E1	60'000	100	0.16- 0.21 ⁴

Gemäss des Zielbildes Schienennetz sind Betonschwellen mit Schienenprofil 60 E1/E2 zu verwenden.

Die Gleise wurden vorgängig mit Georadar untersucht (vgl. Anhang 10). Die Messungen mit Georadar erlauben die Sanierungsmassnahmen genauer einzugrenzen. Die Messungen flossen in die Planung der Feldaufnahmen ein und wurden durch die Schlitzte von I-NAT-FW-TAFB-UGT kalibriert.

Gemäss Graphischer Darstellung des Oberbaus wurde im Gleis 118 im Jahr 2007 im Abschnitt km 19.988 – 19.996 eine Unterbausanierung mit 30 cm Kiessand PSS sowie im Gleis 218 im Jahr 1979 im Abschnitt km 19.907 – 19.930 eine Unterbausanierung mit 20 cm Kiessand PSS durchgeführt worden.

¹ maschineller Unterhalt gemäss „graphische Darstellung des Oberbaus“, Beurteilungsperiode: 2003 – 2021; Abschnitt km 19.400 – 19.992; allfälliger Kleinunterhalt ist nicht berücksichtigt

² Unterhalt 0.21: ca. km 19.450 – 19.530 sowie ca. km 19.880 – 19.920

³ maschineller Unterhalt gemäss „graphische Darstellung des Oberbaus“, Beurteilungsperiode: 2004 – 2021; Abschnitt km 19.439 – 20.003; allfälliger Kleinunterhalt ist nicht berücksichtigt

⁴ Unterhalt 0.21: ca. km 19.750 – 19.820 sowie ca. km 19.870 – 20.003

Gemäss Av Fb sind viele gerissene Betonschwellen vorhanden. Die Schwellen mit den ausgeprägtesten Schäden wurden im Kleinunterhalt gewechselt (siehe Anhang 6.2). Zudem gibt es regelmässig Squats (Schienen-Rissbildungen und örtliche Einsenkungen der Lauffläche), welche einen entsprechenden Schienenwechsel erforderlich machen. Dank jährlichem Schleifen oder Fräsen können die Schienen in gutem Zustand gehalten werden.

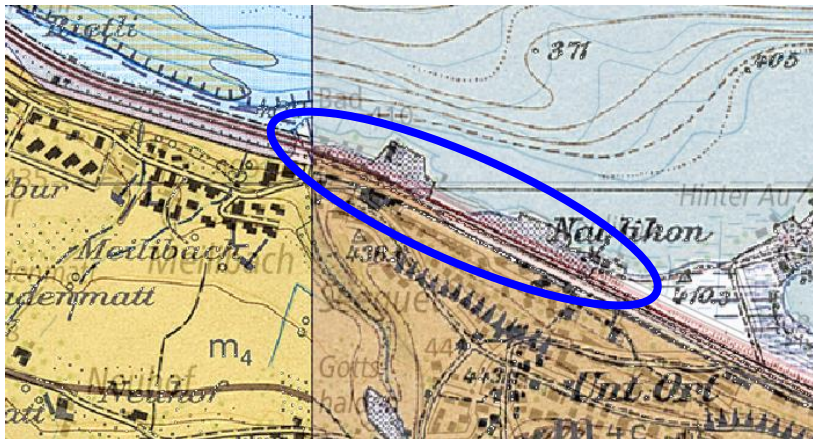
Es sind folgende Fragen zu beantworten:

- Wie ist der Zustand von Schotterbett und Unterbau?
- Welches sind die zweckmässigen Sanierungsmassnahmen?

2 Übersicht

2.1 Grundlagen

Geologie/Geotechnik:



Geologie: Alluvialböden, obere Süsswassermolasse, künstliche Aufschüttung (vgl. Abb. 2)

Geotechnik: Kiese und Sande, meist sb., mit dünnen ton. oder silt. Überdeckungen oder Einlagerungen (Geotechnische Karte der Schweiz 1963/64)

Abb. 1: Übersicht geologischer Atlas 1:25'000; map.geo.admin.ch; Horgen - Au

Frost: Nach der Frostdatenbank der SBB von 1956 – 2022 sind keine Frostschäden aufgetreten.

Hydrologie: Keine Grundwasserschutzzonen oder –areale vorhanden. Das Gleis befindet sich im Gewässerschutzbereich Ao⁵. Die Grundwasservorkommen sind in Lage und Mächtigkeit unbekannt. Aufgrund der Nähe zum See korrespondiert vermutlich der Grundwasserspiegel mit dem Seespiegel. Der Seespiegel liegt bei 406.40 (HW)⁶, d. h. in rund 2.5 m unter SOK ggf. hoch liegender GWSp.⁷

Witterung: Die Niederschlagsdaten vor und während den Sondagen können der Tabelle 2 entnommen werden.

⁵ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/karten/karten-und-abgeleitete-daten/kantonale-gewaesserschutzkarten.html>, Stand, 26.08.2022

⁶ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/karten/karten-und-abgeleitete-daten/kantonale-gewaesserschutzkarten.html>, HHW 407 m ü. M., Stand, 26.08.2022

⁷ DfA 720, Gl.118, km 19.700, SOK 408.907 m ü. M.

Tab. 3: Niederschlagsdaten der Messstation Wädenswil (Quelle MeteoSchweiz)

Zeitraum	Niederschlag [mm]	Qualitativer Beschrieb
16. – 19.10.2021	0.0	trocken

Topografie: Beim Gleis 118 wechselt die Topografie zwischen Einschnitt, anschnitt, Ebene und Damm. Das Gleis 218 befindet sich in der Ebene (vgl. Anhang 2).

2.2 Übergeordnete Fragestellungen

Weichschichten: Geologisch sind Weichschichten nicht auszuschliessen. Gemäss aktuellem Kenntnisstand sind sie primär in den folgenden Abschnitten zu erwarten.⁸

Horgen – Au ZH: km 17.850 – 18.400 (L = 550 m)

Horgen – Au ZH: km 19.600 – 21.300 (L = 1`700 m)

Erdbauwerke: Es sind keine Erdbauwerke vorhanden. Die vorhandenen Dämme weisen alle Höhen kleiner 2m auf, weshalb es sich per Definition um keine Erdbauwerke handelt.

3 Untersuchungsergebnisse und Folgerungen

Insgesamt wurden 7 Sondierschlitze im Schwellenfach am 19.10.2021 erstellt.

3.1 Zusammengefasste Untersuchungsergebnisse aus den Sondierungen

Tab. 4: zusammengefasste Untersuchungsergebnisse aus den Sondierungen des Gleises 118

km Anhang	Schotterbettdicke ⁹ [cm]		Schotterqualität	Planie Quer- gefälle	Unterbau [cm]	Untergrund [cm]	E _{vd} /M _E [MN/m ²] Planie	Filter- stabilität	Entwässerung
	min ₁₀	max							
19.450 3.2	39	45	S1-2; S2-3; S4 (10 - 15cm)	< 5%	23; RK mit v. Sand und St, teilweise verlehmt ; mitteldicht; gut erdfeucht	> 40; st. ton. Sand - silt. Ton. mit w. RK; mitteldicht / steif; erdfeucht	40/50	ungenügend	verzöger- tes Versickern
19.750 3.3	48	52	S1-2; S2; S4 (20 - 25 cm)	< 5% Konter- gefälle	23; l. silt. Sand mit FK (grobk. Brechsand), verlehmt ; mitteldicht - dicht; gut erdfeucht	Block	30/34	ungenügend	verzöger- tes Ab- fliessen in falsche Richtung

⁸ Liste Übersicht weiche Böden, I-NAT-FW-TAFB-UGT, Stand 04.10.2022

⁹ Die Höhe der Betonschwellen wird mit 210 mm angenommen.

¹⁰ Die minimale Schotterbettdicke entspricht dem kleineren der beiden unter den Schienen gemessenen Werte zwischen Unterkante Schwelle und Planie.

km <i>Anhang</i>	Schotterbett- dicke ⁹ [cm]		Schotter- qualität	Planie Quer- gefälle	Unterbau [cm]	Untergrund [cm]	E _{vd} /M _E [MN/m ²] Planie	Filter- stabili- tät	Entwäs- serung
	min 10	max							
19.900 3.4	47	50	S1-2; S2; S4 (10 – 16 cm)	< 5% Kon- ter- gefälle	> 25; St. und Bl. mit Kies; verlehmt ; dicht – sehr dicht; gut erdfeucht	> 30; silt. Ton mit Sand; weich – mittelsteif; gut erdfeucht	65/92	unge- nü- gend	verzöger- tes Versi- ckern

Tab. 5: zusammengefasste Untersuchungsergebnisse aus den Sondierungen des Gleises 218

km <i>Anhang</i>	Schotterbett- dicke [cm]		Schotter- qualität	Planie Quer- gefälle	Unterbau [cm]	Untergrund [cm]	E _{vd} /M _E [MN/m ²] Planie	Filter- stabili- tät	Entwäs- serung
	min	max							
19.540 4.1	48	52	S1-2; S2-3; S4 (25 - 28cm)	< 5%	15; St. mit Kies; ver- lehmt ; d; gut erd- feucht - nass 20; RK mit v. Sand und St.; teilweise verlehmt ; mittel- dicht - dicht; gut erdfeucht	> 20; ton. Silt mit Sand; steif; erdfeucht	62/88	unge- nü- gend	verzöger- tes Versi- ckern
19.750 4.2	59	62	S1-2; S2; S4 (26 - 28 cm)	< 5%	16; sb. RK mit Sand; locker - mittel- dicht; gut erd- feucht - nass 15; St. und Bl. mit Kies; verlehmt ; dicht; nass	> 15; silt. Ton mit Sand; mittelsteif; erdfeucht	40/50	unge- nü- gend	verzöger- tes Versi- ckern
19.960 4.3	30	31	S1-2	< 5%	15; sb. Kies mit w. Sand und St. (Schroppen); mit- teldicht; gut erdfeucht 14; silt. RK mit v. Sand; mitteldicht; gut erdfeucht	> 35; silt. Sand mit w. Kies; mitteldicht; gut erdfeucht Bankett: >100; ton. Silt mit Feinsand und organ. Beimengungen ; weich; gut erdfeucht	56/77	i.O.	Versi- ckern

Tab. 6: Gesamtdicke auf starrem Unterbau

km <i>Anhang</i>	Gleis Schwelle	Bauwerk	Schotterbett- dicke [cm]		Schotter- qualität	Übergangsschicht [cm]	Gesamtdi- cke ¹¹ (fehlend) [cm]
			min	max			
19.397 3.1	118 Beton	Meilibach- Brücke	40	40	S1-2	3; sb. grobk. Sand	42

¹¹ Erneuerungsfall, E1: Gesamtdicke: 40 cm ab UK Betonschwellen.

3.2 Schotter

Gemäss geot. Bericht 2016-077 entspricht der Schotter im Gleis 118 **nicht** den Anforderungen an Schotter der Klasse 1 bezüglich Festigkeit. Im Gleis 218 sind die Anforderungen des Schotters erfüllt.

Die Regeldicke des Schotterbettes sind bei beiden Gleisen eingehalten.

Auf der gesamten freien Strecke und in beiden Gleisen ist das Schotterbett, mit Ausnahme von km 19.960 (Gl.218), mit Feinanteilen aus dem Untergrund **verlehmt / verschlammt (S4)**.

Oberhalb des verlehnten Schotters (S4) ist mehrheitlich jeweils eine mittelmässig bis stark verschmutzte Schotter-Schicht (S2-3) bestehend aus mittelmässig mit Betriebschmutz, Schotterabrieb und viel Schotterbruch vorhanden. Vermutlich handelt es sich um Rückstände des letzten Schotterersatzes / Schotterreinigung resp. Oberbauwechsels.

Das in den obersten ca. 40 – 45 cm vorhandene Schotterbett (S1-2) ist gering bis mittelmässig mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verschmutzt. Die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen.

Die Schotterbettdicke sowie die Verlehmungen der Georadarmessungen korrelieren mit den aufgeschlossenen Sondagen.

Allgemein ist nur der obere Teil des Schotterbetts stopf- und reinigbar.

3.3 Planie

Das Quergefälle der Planie ist durchgehend **ungenügend** resp. in den Bereichen von km 19.750 und km 19.900 ist die Planie von Gleis 118 **in Richtung Doppelspurachse** orientiert.

Grösstenteils ist sie regelmässig, **verschmiert** sowie mitteldicht gelagert und **nass**.

Im Bereich von km 19.900 in Gleis 118 ist die Planie unregelmässig aufgrund von **hochragenden Steinen und Blöcken**.

Bei km 19.960 in Gleis 218 ist sie regelmässig, sauber sowie mitteldicht und erdfeucht.

3.4 Unterbau

Der Unterbau besteht zum einen aus einem Rundkies mit viel Sand und Steinen, zum anderen aus leicht siltigem Sand mit Feinkies (grobkörniger Brechsand) sowie aus Steinen und Blöcken mit Kies (Steinbett). Der Unterbau ist zum Teil mehrschichtig aufgebaut.

Die Verformbarkeit auf der Planie ist mehrheitlich genügend. Im Bereich von **km 19.750** in Gleis 118 ist sie **ungenügend**.

Die aufgeschlossenen **Verlehmungen** sind auf eine Kombination aus der **nicht** filterstabilen Kornverteilung, dem

ungenügenden Quergefälle von Planie / Planum und auf das Wasser im Unterbau sowie die **fehlende** bzw. **zu weit vom Gleis entfernte** Entwässerung zurückzuführen.

3.5 Untergrund

Im Untergrund wurden primär st. ton. Sand, silt. Ton mit Sand sowie ton. Silt mit Feinsand aufgeschlossen (Seeablagerungen). Dies in Übereinstimmung mit den Vorakten 1995-043 und 2005-005. Dabei handelt es sich vermutlich um die geologischen Schichten «Alluvialböden» (vgl. Kap. 2.1).

Die Tabelle 7 zeigt die entnommenen Untergrundproben des geot. Berichts 1995-043.

Tab. 8: Bodenkennwerte und abgeschätzte Kennziffern (SN 670 010)

Kennwerte	Probe P2	Probe P3
Gleis	118	218
Kilometrierung [km]	19.880	19.788
Tiefe ab OK Schwelle [m]	0.90 – 1.10	0.80 – 0.90
Wassergehalt w [%]	16.6	22.4
Fließsgrenze w _L [%]	22	31
Ausrollgrenze w _P [%]	14	15
Plastizitätszahl I _P [%]	8.0	16.0
Ton [%]	16	41
Silt [%]	43	34
Sand [%]	39	23
Kies [%]	2	2
Steine [%]	0	0
Klassifikation nach USCS	CL (ton. Silt mit v. Sand; niedriger Plastizität)	CL (ton. Silt. mit v. Sand; mittlerer Plastizität)

Anhand der vorliegenden Untersuchung sowie der vorhandenen Vorakten und geologischen Verhältnissen ergibt sich folgende (nicht lückenlose) Beurteilung:

km 19.400 – 20.003:

feinkörnige Böden in Form von ton. Silten

Dies ergibt folgende Einschätzung der Wasserempfindlichkeit (vgl. Tab. 10).

Tab. 9: Wasserempfindlichkeit des Untergrundes

km	Wasserempfindlichkeit des Untergrundes
km 19.400 – 20.003	stark

Im Untersuchungsperimeter sind folgende Aufschlüsse vorhanden:

Tab. 10: Übersicht der vorhandenen Aufschlüsse im Untersuchungsbereich

km	Sw-Typ	Aufbau	Bericht
19.500 (18.000 - 19.990)	Beton; Gl.118	* 33 - 53 cm Schotter UK Sw (S2; Basis 5 - 15 cm S4) * 6 cm ton. RK mit w. Sand * 16 cm silt. Kies mit v. Sand und v. St. und Bl. * > 20 cm ton. Silt	1995-043 (A6.8)
19.670 (18.000 - 19.990)	Beton; Gl.118	* 58 - 63 cm Schotter UK Sw (S1-2; S2; S1-2) * 20 cm Steinbett * >60 cm st. ton. Sand mit w. Kies	1995-043 (A6.9)
19.880 (18.000 - 19.990)	Beton; Gl.118	* 40 - 46 cm Schotter UK Sw (S1-2; Basis 4 - 18 cm S4) * 27 cm Steinbett * >60 cm ton. Silt mit v. Sand (Labor: CL)	1995-043 (A6.10)
19.550 (18.000 - 19.990)	Beton; Gl.218	* 38 - 41 cm Schotter UK Sw (S2; 10 - 30 cm S4) * >30 cm st. ton Kies mit v. Sand, St. und Ziegelsteinresten (unterhalb seeseitige Schiene: Steinbett) Bankett: * 50 cm st. ton. Sand mit v. Kies und Ziegelsteinresten * 100 silt. Sand mit w. Kies	1995-043 (A6.12)
19.788 (18.000 - 19.990)	Beton; Gl.218	* 39 - 43 cm Schotter UK Sw (S2; ~30 cm S4) * >20 cm Steinbett * 55 cm ton. Silt mit v. Sand (Labor: CL)	1995-043 (A6.11)
20.003 (19.600 - 20.003)	Holz; W.1	* 37 - 34 cm Schotter (S1-2; S2; Basis 3 cm S4) * 25 cm l. silt. RK mit v. Sand (PSS) * >10 cm sb. St.	2005-005 (A1.1)

Die Aufschlüsse zeigen auf, dass bei den Sondagen nebst den feinkörnigen Böden in den Gleisachsen auch organische Beimengungen im Bankett-Bereich aufgeschlossen wurden (vgl. Anhang 4.3).

Anhand der aufgeschlossenen Bodenverhältnisse (silt. Ton mit Sand; weich bis mittelsteif), kann von einer Tragfähigkeit (CBR-Wert) von 3 – 4% auf dem Planum ausgegangen werden, was einem M_{E1} -Wert von ca. 6 – 8 MN/m² entspricht.

Aufgrund der Weichschichten im Untergrund ist die Gesamtstabilität des gesamten Bauwerkes entscheidend – nicht mehr die Verformbarkeit der einzelnen Niveaus (vgl. Abb.2). Entsprechend wurde nebst den Auflandungen (Schüttungen

mit Ziegelsteinresten) in der Vergangenheit auch Steinlagen zur Verbesserung der Tragfähigkeit eingebaut.

Im Abschnitt km 19.400 – 20.003 sind keine Baugrunduntersuchungen vorhanden. Für den vorliegenden Fall wurde das Bohrprofil «B12» bei km 19.308 als Annahme verwendet (geot. Bericht 1986-205).

- Geschwindigkeit: 100 km/h
- Überdeckung: ca. 0.25 m (Unterbaudicke) bis 3 m (vgl. 1986-205) bzw. 2.72 m¹²
- Weichschichtdicke ca. 5.50 m

Die Aufschüttung beträgt bei km 19.300 ca. 3 m (vgl. 1986-205). Gemäss den vorliegenden Sondagen dürfte es sich dabei aber nicht nur um qualifiziertes Überdeckungsmaterial handeln, sondern beinhaltet auch weiche Lagen. Die maximale Weichschichtdicke nimmt zudem von Gleis 118 zu Gleis 218 ab (abfallende Molasse über überlagerter Moräne) – die angegebenen 5.5 m dürften dabei kaum erreicht werden. Zudem sind auch hier nicht alle Schichten weich. Daraus können «möglicherweise dynamisch kritische Verhältnisse» abgeleitet werden.

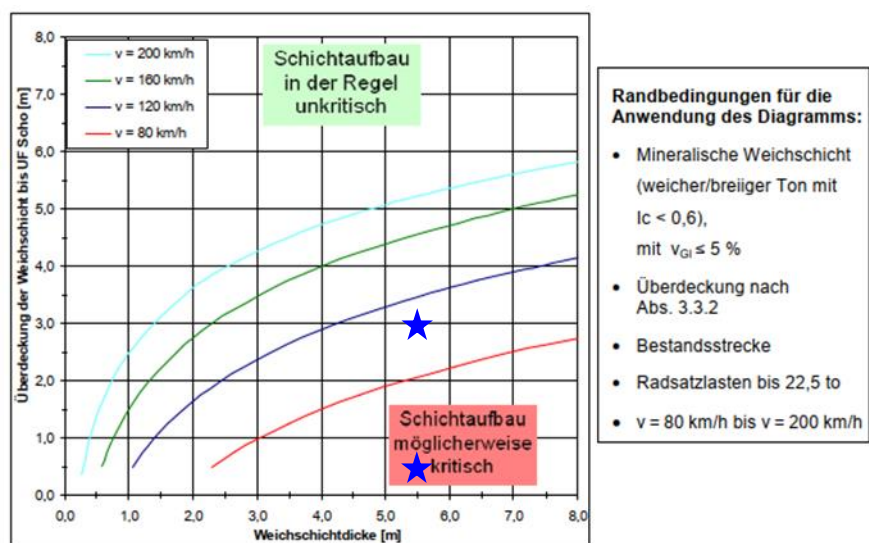


Abb. 2: mineralische Weichschicht – Abgrenzung von dynamisch möglicherweise kritischem Schichtaufbau zu i. d. R. dynamisch unkritischem Schichtaufbau¹³

Der Untergrund ist **sehr schwach wasserdurchlässig** ($< 10^{-8}$ m/s).

Die Böden sind **mittel bis stark frostempfindlich** (G3 – G4; SN 670 140).

¹² Sondagen 2021-114 Anhang 3.2 – 3.4 und 4.1 – 4.3, Schichtdicke Unterbau sowie DfA: Gleisdaten, km 19.308, Gl.118 SOK = 408.426 m ü. M., $\Delta h = (408.426 - 1.14\text{m}) - 404.570 = 2.72\text{m}$, Stand 03.10.2022

¹³ DB Netz AG (2018): Planungshilfe «Eisenbahnstrecken mit Schotteroberbau auf Weichschichten», Untersuchungen zur dynamischen Stabilität, Vereinfachte Bewertung der dynamischen Stabilität von bestehenden Strecken, 2. Ausgabe

3.6 Frost

Es sind frostempfindliche Böden mit Vernässungen vorhanden. Allerdings sind bisher keine Frostprobleme aufgetreten. Die notwendige Unterbausanierung in Kombination mit einer funktionierenden Entwässerung erhöht den Frostschutz bereits, sodass keine zusätzlichen Massnahmen bezüglich Frost notwendig sind.

3.7 Entwässerung

Zwischen km 19.400 und km 20.003 sind Entwässerungsleitungen, Querungen von Entwässerungsleitungen sowie diverse Haltungen vorhanden (vgl. Tab. 11).

Das Meteorwasser versickert mehrheitlich verzögert.

Im Abschnitt km 19.625 – 19.713 (Gl.118) ist ein Damm bzw. Naturstein-Mauerwerk vorhanden. Das Meteorwasser versickert vermutlich mehrheitlich verzögert in Gleisachse sowie im Bankettbereich.

Im Abschnitt km 19.899 – 20.080 (Gl.118) sowie im Abschnitt km 19.443 – 19.925 (Gl.218) versickert das Wasser mehrheitlich verzögert in der Ebene.

Tab. 11: Ausdehnung und Zustand der Entwässerungsleitung

Lage	Zustand	Beurteilung
ca. km 19.400 – 19.625 links des Gleises 118 Fliessrichtung: Horgen / Au	Betonrohr im Bankettbereich; DN200 (vgl. Anhang 3.2). Sohle sauber, nass (gem. DfA: HPE DN160 / Beton DN200, Regenabwasser, Sickerleitung, Teilsickerrohr)	Anhang 3.2: zu weit vom Gleis entfernt
ca. km 19.713 – 19.899 links des Gleises 118 Fliessrichtung: Horgen	Betonrohr / orange im Bankettbereich; DN200 (vgl. Anhang 3.3 / 3.4). Sohle verschlammt, nass / Sohle sauber, trocken (gem. DfA: Beton DN200 / PVC DN200, Regenabwasser, Sickerleitung, Teilsickerrohr)	Anhang 3.3 / 3.4: zu weit vom Gleis entfernt
ca. km 19.382 – 19.443 rechts des Gleises 218 Fliessrichtung: Horgen / Au	nicht aufgeschlossen (gem. DfA: PVC DN250 / Beton DN300, Regenabwasser, Sickerleitung, Teilsickerrohr)	- keine Angaben
ca. km 19.925 – 20.058 rechts des Gleises 218 KDu km 20.001 Fliessrichtung: Horgen / Au	Kunststoffrohr, schwarz DN150 im Bankettbereich (vgl. Anhänge 4.3). Sohle verschmutzt, nass (gem. DfA: PVC DN150 / HPE DN150 u. DN400 / offenes Profil, Regenabwasser, Freispiegellei- tung)	Anhang 4.3: zu weit vom Gleis entfernt

3.8 Schadstoffbelastung

Die Gleise 118 und 218 sind jeweils Streckengleise. Im Abschnitt km 19.400 – 20.003 liegen seit 1978 und 2007 Betonschwellen. Der Schotter wurde in den gleichen Umbaujahren erneuert. Gemäss Kapitel 8.2 der Gleisaushubrichtlinie vom BAV ist der Ausfallschotter als schwach verschmutztes Material zu entsorgen. Eine chemische Analyse wurde nicht erstellt.

Der Gleisaushub ist gemäss Arbeitsanweisung «Umgang mit Gleisaushub» vom 16.05.2019 zu behandeln. Ein Entsorgungskonzept ist dem Projekt beizufügen. Weitere Angaben über die Behandlung des Gleisaushubs sind unter folgender Adresse erhältlich: <https://sbb.sharepoint.com/sites/infrastruktur-nachhaltigkeit-durabilite/SitePages/Gleisaushub.aspx>

4 Fazit

Anhand der mittleren täglichen Belastung der Hauptgleise von 2002¹⁴ wurde festgestellt, dass im Zeitraum von 2002 – 2022 eine Zunahme der Belastung von 23'500 GBRT/d auf 60'000 GBRT/d stattgefunden hat. Anhand der Prognosen für 2040 ist mit einer Erhöhung der Belastung von ca. 18% zu rechnen.¹⁵

Ohne zusätzliche Baugrunduntersuchungen mit dem Ziel die vermuteten dynamischen **unkritischen Verhältnisse zu bestätigen, darf die Nutzung** (Achslast, Geschwindigkeit) **nicht erhöht werden**. Aufgrund der bisherigen Erfahrung bezüglich Gleislage und Unterhalt ist **nicht** mit einem eigentlichen **Problem bezüglich dynamischer Gleisstabilität** zu rechnen, weshalb auf weitere Baugrundabklärungen verzichtet wird. Da jedoch eine Unterbausanierung aufgrund Verformbarkeit und Filterstabilität unumgänglich ist, empfiehlt sich im Hinblick auf die steigende Gleisbelastung eine Dimensionierung für dynamische Gleisstabilitätsprobleme mit zwei lagen dehnsteifen Geogittern.

Seit der letzten Oberbauerneuerung musste normal bis häufig systematischer Unterhalt pro Jahr geleistet werden. Auch im Abschnitt km 19.907 – 19.930 in Gleis 118 mit einer Unterbausanierung vom Jahr 1979 mit 20 cm Kiessand PSS musste im Zeitraum von 2003 – 2021 häufig systematischer Unterhalt pro Jahr geleistet werden.

Das 44 Jahre alte Schotterbett ist in schlechtem Zustand (mehrheitlich **verlehmt S4**). Die **Schotterverlehungen** sind in beiden Gleisen auf dem ganzen Abschnitt relativ stark fortgeschritten.

Die Foundation aus einem ca. 16 – 23 cm dicken Rundkies mit viel Sand und Steinen oder l. silt. Sand mit Feinkies, teilweise auch mehrschichtiger Aufbau mit Steinbett (vgl. Anhang 4.1 und 4.2) sowie ungenügendem Quergefälle auf der Planie ist **verlehmt**. Lediglich ein Steinbett als Foundation, welches im Bereich km 19.900 aufgeschlossen wurde, hat sich ebenfalls **nicht** bewährt (vgl. Anhang 3.4).

Die Empfehlungen (Abschnitte mit Unterbausanierung und Schotterersatz) des geot. Berichts 1995-043 wurden noch nicht umgesetzt.

¹⁴ MTB2002: mittlere tägliche Belastung der Hauptgleise 2002; 10. Oktober 2003; D. Lottaz

¹⁵ Belastungsprognose I-FN, Stand 2021: Ab- / Zunahme von 2021-2040

Da der Schotter die Anforderungen an einen Schotter der Klasse 1 nicht erfüllt (geot. Bericht 2016-077, Tab.7), ist der Schotter zu ersetzen bzw. bei Reinigung maximal für die Vorschotterung zu verwenden.

Die **Verlehmungen** mit Feinmaterial aus dem Untergrund in Unterbau und ins Schotterbett ist auf die **nicht** genügend filterstabile Kornverteilung und das Fehlen wirksamer Entwässerungsanlagen zurückzuführen. Es muss vermehrt und weiterhin mit Feinmaterialaufstieg gerechnet werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im Abschnitt km 19.400 – 20.003 zwingend eine Unterbausanierung durchzuführen ist.

5 Umbaumassnahmen

Die in der Tabelle abgeschätzten Nutzungsdauern sind unterbaubedingt – sofern nicht anders angegeben.

Tab. 12: Umbaumassnahmen für das Gleis 118

Gleis 118	Empfehlung für Betonschwellen 60E1
km 19.400 - 19.992 (l = 592m)	<p>(40 bzw. 80 Jahre): Unterbausanierung (Schotter ist zu ersetzen oder bei Schotterreinigung maximal zur Vorschotterung zu verwenden) * auf dem Planum muss ein Geokunststoff mit Funktion «Trennen» unter einem Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» verlegt werden. * 25 cm ungebundenes Gemisch 0/45 (VSS 70 119) * Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» * 25 cm ungebundenes Gemisch 0/45 * für Planie: $\geq 4\text{cm}$ ungebundenes Gemisch 0/16 oder $\geq 6\text{cm}$ ungebundenes Gemisch 0/22 (VSS 70 119) anstatt Asphaltgranulat * 7 cm AC Rail 22 oder Unterbausanierung (Schotter ist zu ersetzen oder bei Schotterreinigung maximal zur Vorschotterung zu verwenden) * auf dem Planum muss ein Geokunststoff mit Funktion «Trennen» unter einem Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» verlegt werden. * 20 cm Kiessand PSS * Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» * 20 cm Kiessand PSS Dimensionierungsgrundlage¹⁶: $M_{E1} \geq 6 \text{ MN/m}^2$</p> <p>dynamische Stabilität: Es wird angenommen, dass die dynamische Stabilität möglicherweise kritisch ist (vgl. Kap.4). Anhand einer mit zwei Geogitter bewehrten Foundationsschicht wird im Zielzustand die Gesamtsteifigkeit des Unterbaus und Untergrundes erhöht. Die hohe Eigensteifigkeit der bewehrten Schicht führt zu einer lastverteilenden Wirkung und damit zu einer deutlichen Reduzierung der dynamischen Beanspruchung bzw. zur Verhinderung von bleibenden Verformungen.</p>

¹⁶ Für die Unterbausanierung werden in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Bauzeit jeweils zwei Umbauvarianten vorgeschlagen. Dabei wird für die Streckensperrung i. d. R. von einem längerem Offenliegen des Planums ausgegangen, was die Berücksichtigung des geringeren Tragfähigkeitswertes auf dem Planum gemäss Kap. 3.5 voraussetzt (v. a. aufgrund Wasserempfindlichkeit). Im Schichtintervall hingegen wird von einem kurzen Offenliegen des Planums ausgegangen, sodass der höhere Wert angenommen werden darf. Bei entsprechender Verkürzung oder Vergrösserung des Witterungseinflusses, muss der Wert entsprechend angepasst werden.

Gleis 118	Empfehlung für Betonschwellen 60E1
	<p>Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» (gem. FB 400-0201):</p> <ul style="list-style-type: none"> * minimale Kurzzeitzugfestigkeit längs / quer: 60 kN/m / 60 kN/m * minimale Dehnsteifigkeit: 1100 kN/m <p>Für die Entwässerung steht Typ 4a aus Anhang 8b des R RTE 21110 im Vordergrund.</p> <p>Bei hohem GWSp ist zusätzlich ein Geokunststoff Funktion «Filtern» (Filtergewebe) im Entwässerungsgraben auszukleiden (gem. FB 400-0201).</p>

Tab. 13: Umbaumaassnahmen für das Gleis 218

Gleis 218	Empfehlung für Betonschwellen 60E1
<p>km 19.439 - 20.003 (l = 564m)</p>	<p>(40 bzw. 80 Jahre):</p> <p>Unterbausanierung (Schotter ist zu ersetzen oder bei Schotterreinigung maximal zur Vorschotterung zu verwenden)</p> <ul style="list-style-type: none"> * auf dem Planum muss ein Geokunststoff mit Funktion «Trennen» unter einem Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» verlegt werden. * 25 cm ungebundenes Gemisch 0/45 (VSS 70 119) * Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» * 25 cm ungebundenes Gemisch 0/45 * für Planie: $\geq 4\text{cm}$ ungebundenes Gemisch 0/16 oder $\geq 6\text{cm}$ ungebundenes Gemisch 0/22 (VSS 70 119) anstatt Asphaltgranulat * 7 cm AC Rail 22 <p>oder</p> <p>Unterbausanierung (Schotter ist zu ersetzen oder bei Schotterreinigung maximal zur Vorschotterung zu verwenden)</p> <ul style="list-style-type: none"> * auf dem Planum muss ein Geokunststoff mit Funktion «Trennen» unter einem Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» verlegt werden. * 20 cm Kiessand PSS * Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» * 20 cm Kiessand PSS <p>Dimensionierungsgrundlage: $M_{E1} \geq 6 \text{ MN/m}^2$</p> <p>dynamische Stabilität:</p> <p>Es wird angenommen, dass die dynamische Stabilität möglicherweise kritisch ist (vgl. Kap.4). Anhand einer mit zwei Geogitter bewehrten Fundamentalschicht wird im Zielzustand die Gesamtsteifigkeit des Unterbaus und Untergrundes erhöht. Die hohe Eigensteifigkeit der bewehrten Schicht führt zu einer lastverteilenden Wirkung und damit zu einer deutlichen Reduzierung der dynamischen Beanspruchung bzw. zur Verhinderung von bleibenden Verformungen.</p> <p>Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» (gem. FB 400-0201):</p> <ul style="list-style-type: none"> * minimale Kurzzeitzugfestigkeit längs / quer: 60 kN/m / 60 kN/m * minimale Dehnsteifigkeit: 1100 kN/m <p>Für die Entwässerung steht Typ 4a aus Anhang 8b des R RTE 21110 im Vordergrund.</p> <p>Bei hohem GWSp ist zusätzlich ein Geokunststoff Funktion «Filtern» (Filtergewebe) im Entwässerungsgraben auszukleiden (gem. FB 400-0201).</p>

Bei der Unterbausanierung muss die Planie mit genügend Quergefälle in Richtung Bankett abgezogen und verdichtet werden: 5% bei Kiessand PSS und 3% bei der bitumenhaltigen Sperrschicht. Das Planum ist bei beiden Varianten mit 5% Quergefälle einzubauen.

5.1 Hinweise

Mittlere bis hohe Wasserempfindlichkeit des Untergrundes:

Die Dimensionierung des Unterbaus ist für «normale» Umbaubedingungen genügend. Bei sehr nassen Verhältnissen (intensiven Niederschlägen) kurz vor und während dem Umbau kann der feinkörnige Untergrund eine geringere Tragfähigkeit aufweisen (vgl. «Entscheidungshilfe bei nasser Witterung»). Ist eine Schlecht-Wetter-Periode angekündigt, so kann der Materialersatz erhöht werden (tieferer Aushub und Einbau von mehr Kiessand PSS bzw. Kiesgemisch). Da dies im Voraus selten bekannt ist, bieten sich als Alternative das Einwalzen von Schotter. Entsprechend sollten die allenfalls benötigten Materialien vor Ort vorhanden sein.

Dimensionierung der Foundationsschicht

Je nach Umbaumethode muss aufgrund der temporären Lasten der Baumaschinen (Befahren von Planum/Planie) ein zusätzlicher Materialersatz des Untergrundes erfolgen.

Insbesondere bei Grossbaustellen muss stets darauf geachtet werden, dass bestehende, intakte Foundationsschichten bauzeitig nicht überbeansprucht werden (Nutzung als Baupiste). Für die Maschinenwahl sind die entsprechend gemäss R RTE 21110 Unterbau und Schotter zugelassenen Bodenpressungen bzw. Achslasten zu berücksichtigen. Andernfalls oder zusätzlich sind die Foundationsschichten entsprechend vor Überbeanspruchung zu schützen.

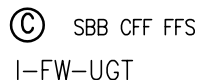
Bei hohem Grundwasserspiegel muss die Wasserhaltung entsprechend berücksichtigt werden.

Weitere Vorschriften des R RTE 21110:

Tab. 14: Umbaudetails

Anforderungen	Dokumente	Oberbaukatalog, Artikelnummer ¹⁷
Normalprofil	R RTE Anhang A7	
Erneuerungsmethode	R RTE Abschnitte 5.2.2 und 5.2.3 bzw. 4.2.2 und 4.2.3	
Entwässerung	R RTE Abschnitt 5.4 und Anhang A8, AQV Fahrbahntwässerung sowie Richtlinie Entwässerung von Bahnanlagen (BAV / BAFU, 2014)	
Qualität Kiessand PSS	R RTE Anhang A2	100-17-1
Einbau Kiessand PSS	R RTE Abschnitt 7.4.3, Anhänge A2 und A3, sowie AQV Unterbau Schichtintervall	
Geokunststoff mit Funktion «Trennen»	R RTE Abschnitt 7.5 sowie AQV Geokunststoffe	vgl. Produkteliste Geokunststoffe
Geokunststoff mit Funktion «Bewehren»	R RTE Abschnitt 7.5 sowie AQV Geokunststoffe	vgl. Produkteliste Geokunststoffe
Einbau Geokunststoffe	R RTE Abschnitt 7.5 sowie AQV Geokunststoffe	
Qualität Schotter	R RTE Anhänge A4 und A5 sowie SN 670 110	100-15-1
Bankettmaterial	R RTE Abschnitt 5.8.2 sowie technische Spezifikation	100-18-0816, 100-18-1122, 100-18-1632 und unverschmutzter, gewaschener Altschotter

¹⁷ Link Intranet: http://filer.sbb.ch/i/OFB.S4987/PDF/Deutsch/10/10_1-3d_Produkteliste%20der%20Warengruppe%2002010601%20Massensch%C3%BCttg%C3%BCter.pdf

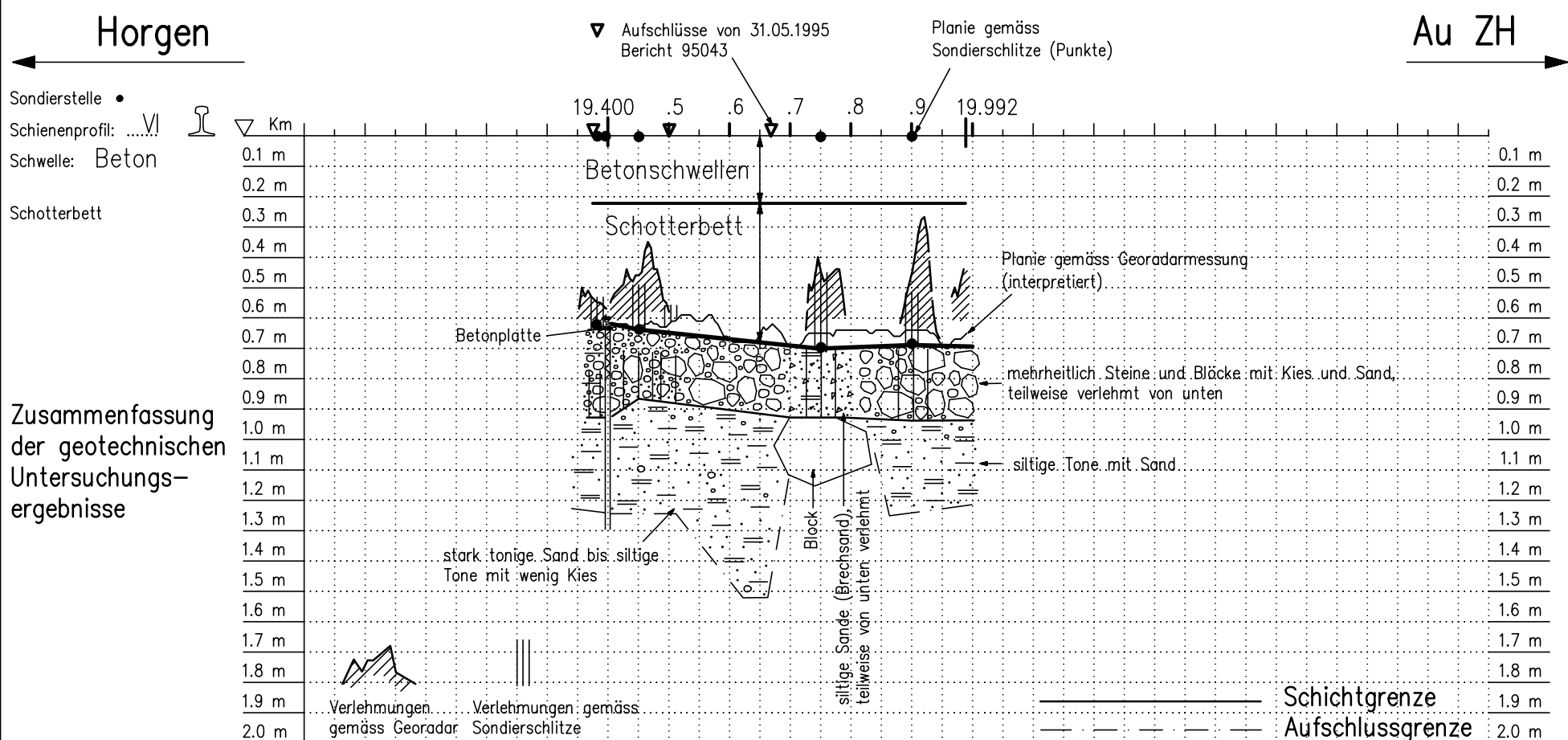
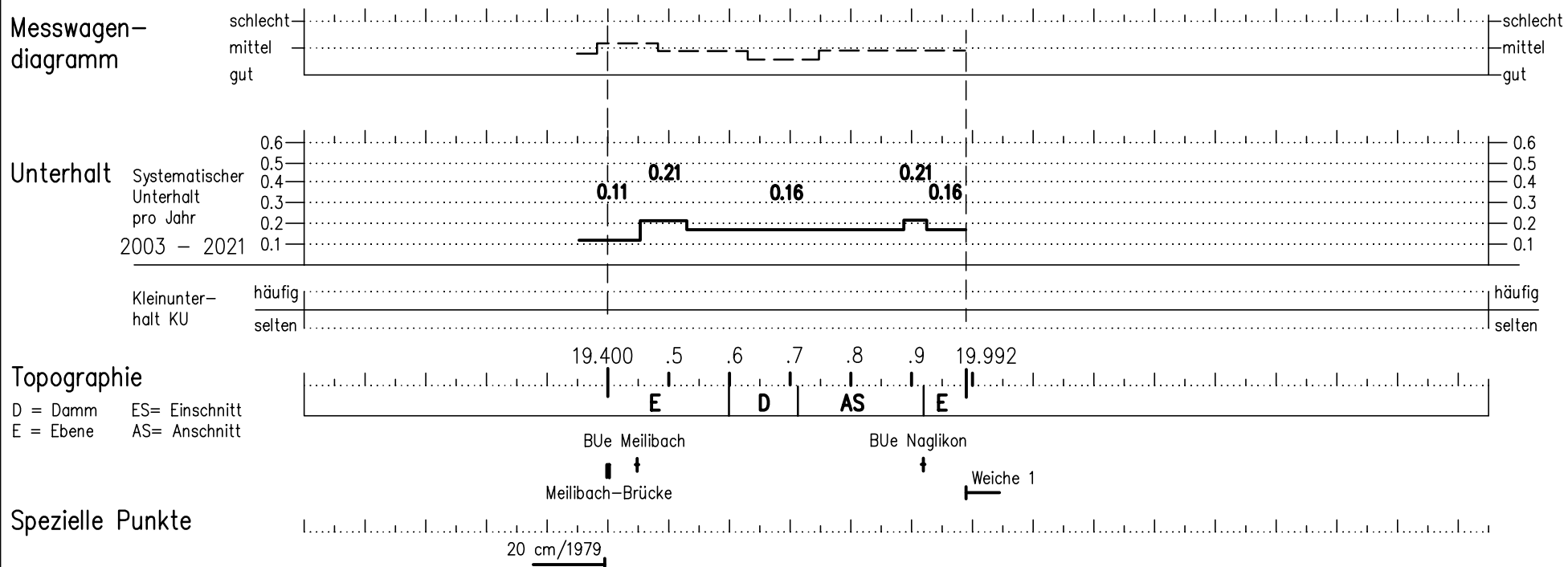


Zustand, geotechnische Umbaumaßnahmen und Konzept der PJ Filiale

Auftrag: 2021-114

Datum: 19.10.2021

Gez.:	Wü	Strecke: Horgen – Au ZH, Gleis 118	km 19.400 – 19.992	Belastung: 59'000 GBRT/Tag Gleiskategorie: HG 1
am:				



Umbaumassnahmen

(Detailmassnahmen
siehe Bericht)

Variante Beton

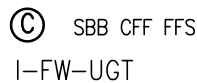
a)

- a) Unterbausanierung mit Geokunststoff «Bewehren, steif + Trennen» auf Planum, 50 cm ungebundenem Gemisch 0/45 (VSS 70 119) und Geokunststoff «Bewehren, steif» in Fundations-Schichtmitte unter 7 cm AC Rail 22 und ≥ 4 cm ungebundenes Gemisch 0/16 oder
Unterbausanierung mit Geokunststoff «Bewehren, steif + Trennen» auf Planum, 40 cm Kiessand PSS und Geokunststoff «Bewehren, steif» in PSS-Schichtmitte

Gleishebungen, Bankette und Entwässerungen siehe Empfehlungen.

	Km	
Konzept PJ Filiale	Schiene	
	Schwelle	
	Schotter	
	Fundation	
	Drainage	
	Gleishebung	
	Bankettsanierung	

Anhang: 1

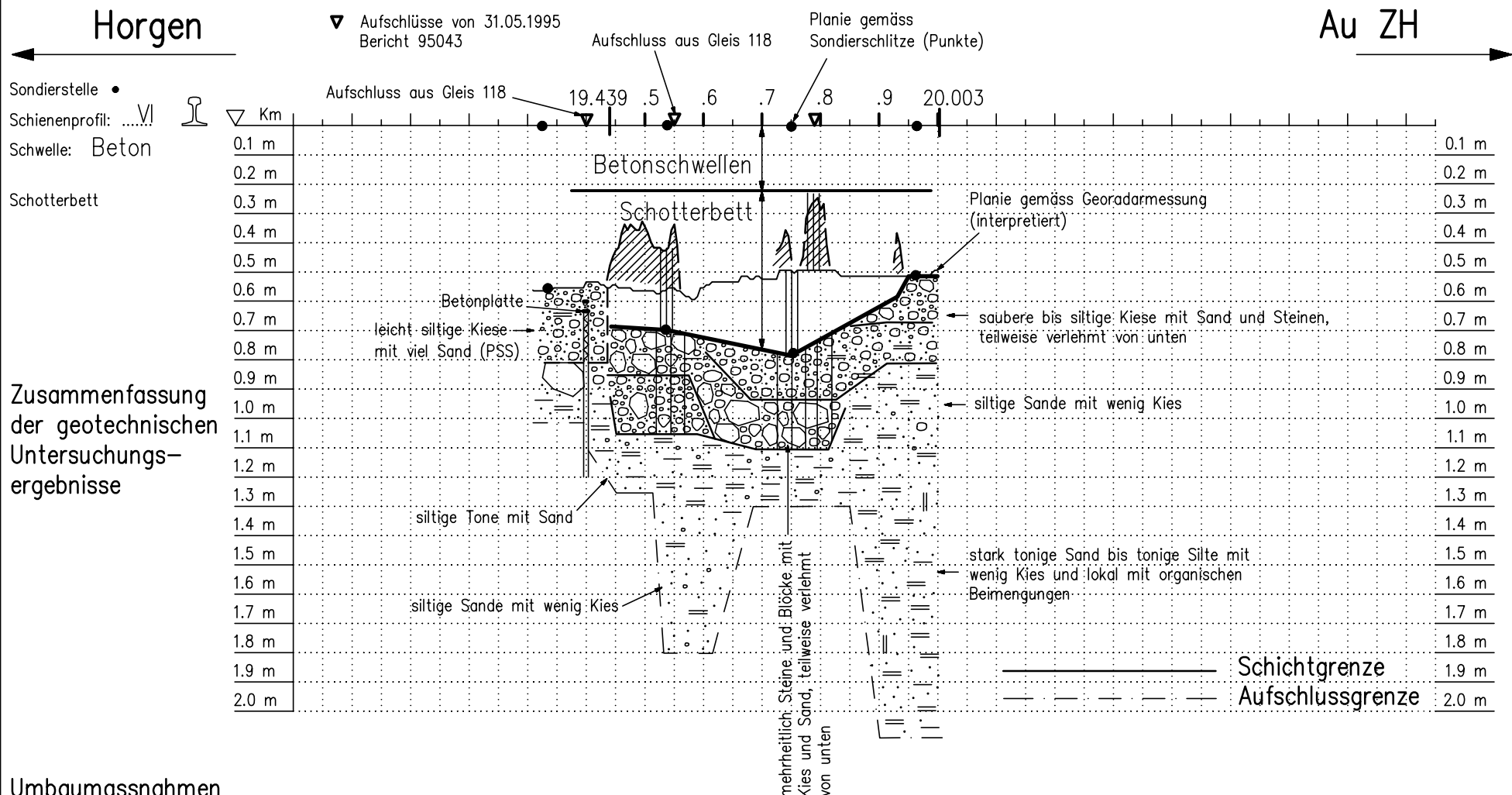
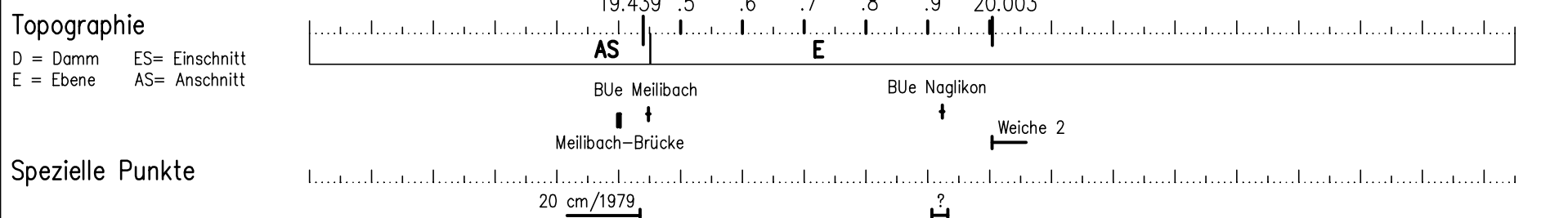
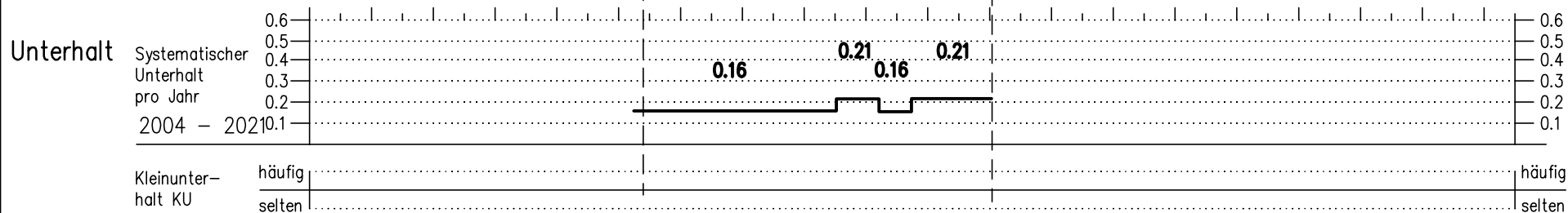


Zustand, geotechnische Umbaumassnahmen und Konzept der PJ Filiale

Auftrag: 2021-114

Datum: 19.10.2021

Gez.:	Wü	Strecke:	Horgen – Au ZH, Gleis 218	km 19.439 – 20.003	Belastung: 60'000 GBRT/Tag Gleiskategorie: HG 1
am:					



Umbaumassnahmen

(Detailmassnahmen
siehe Bericht)

Variante Beton

a)

- a) Unterbausanierung mit Geokunststoff «Bewehren, steif + Trennen» auf Planum, 50 cm ungebundenem Gemisch 0/45 (VSS 70 119) und Geokunststoff «Bewehren, steif» in Fundations-Schichtmitte unter 7 cm AC Rail 22 und ≥ 4 cm ungebundenes Gemisch 0/16 oder
Unterbausanierung mit Geokunststoff «Bewehren, steif + Trennen» auf Planum, 40 cm Kiessand PSS und Geokunststoff «Bewehren, steif» in PSS-Schichtmitte

Gleishebungen, Bankette und Entwässerungen siehe Empfehlungen.

	Km	
Konzept PJ Filiale	Schiene	
	Schwelle	
	Schotter	
	Fundation	
	Drainage	
	Gleishebung	
	Bankettsanierung	

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum: 19.10.21

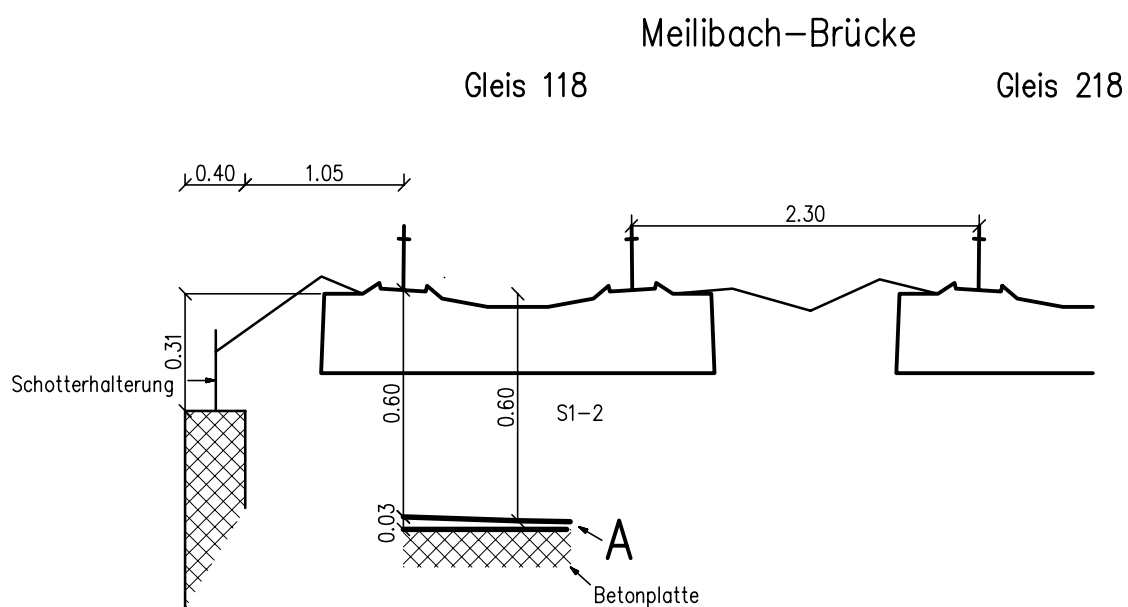
gm

01.06.2022

Horgen – Au ZH

KM: 19.397

y:	2689999.21	x:	1234062.085
----	------------	----	-------------



S1 – S2: Gering (S1) bis mittelmässig (S2) mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar.

A: Sauberer, grobkörniger Sand (Übergangsschicht).



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-NAT-FW-TAFB-UGT

Handschlitzze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

3.2

Auftrag Nr. 2021-114

Gez.: E. Würsch

Strecke:

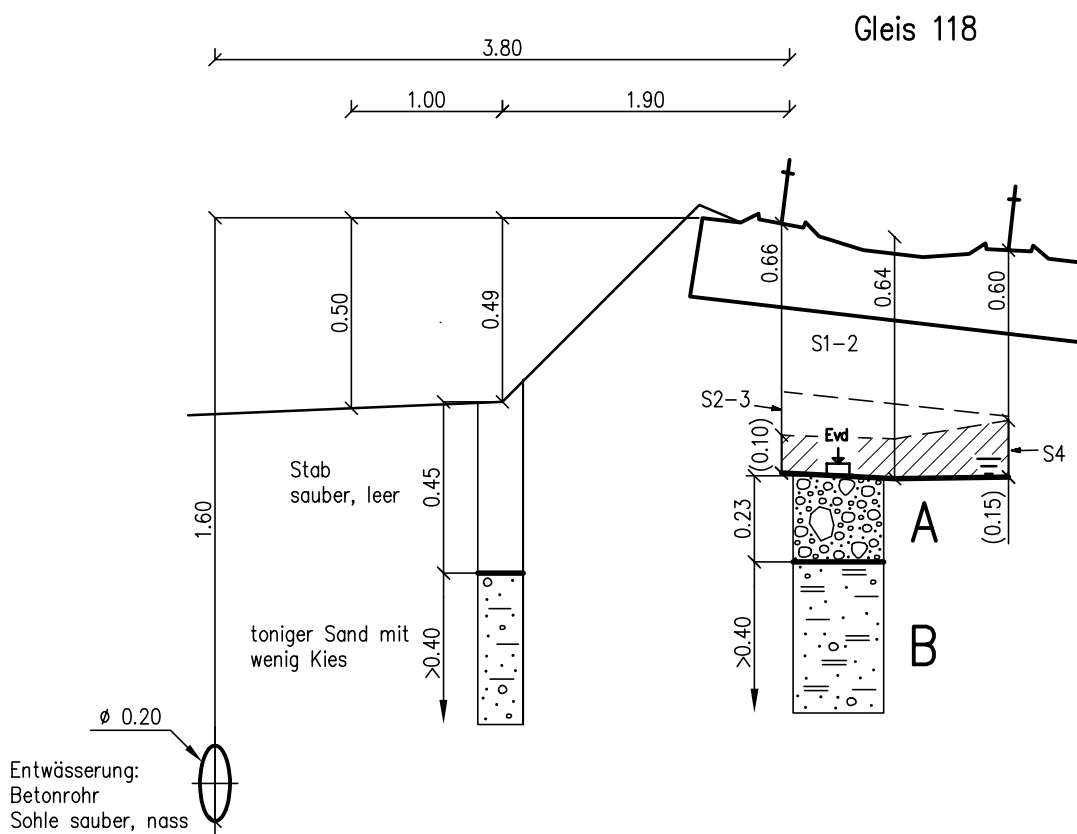
Datum: 19.10.21

am 01.06.2022

Horgen – Au ZH

KM: 19.450

y: 2690049.545 x: 1234046.591



S1 – S2: In den obersten ca. 45 cm gering (S1) bis mittelmässig (S2) mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar.

S2 – 3: Tiefer mittelmässig (S2) bis stark (S3) mit Betriebsschmutz, Schotterabrieb und viel Schotterbruch verschmutzt (Rückstände der letzten Schotterreinigung bzw. Schotterersatzes).

S4: Verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund.

Planie: Regelmässig, verschmiert, mitteldicht, nass.

A: Rundkies mit viel Sand und Steinen, teilweise verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, mitteldicht, gut erdfeucht, in den obersten ca. 3 – 5 cm nass.

B: Stark toniger Sand bis siltiger Ton mit wenig Rundkies, mitteldicht / steif, erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Tragfähigkeit sind die Verhältnisse genügend, bezüglich Filterstabilität sind die Verhältnisse ungenügend.

Mit dem leichten Fallgewicht wurde auf der Planie folgendes Verformungsmodul Evd von 40 MN/m² gemessen. Dies entspricht einem ME1-Wert von ca. 50 MN/m².



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-NAT-FW-TAFB-UGT

Handschlitzze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

3.3

Auftrag Nr. 2021-114

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum: 19.10.21

am

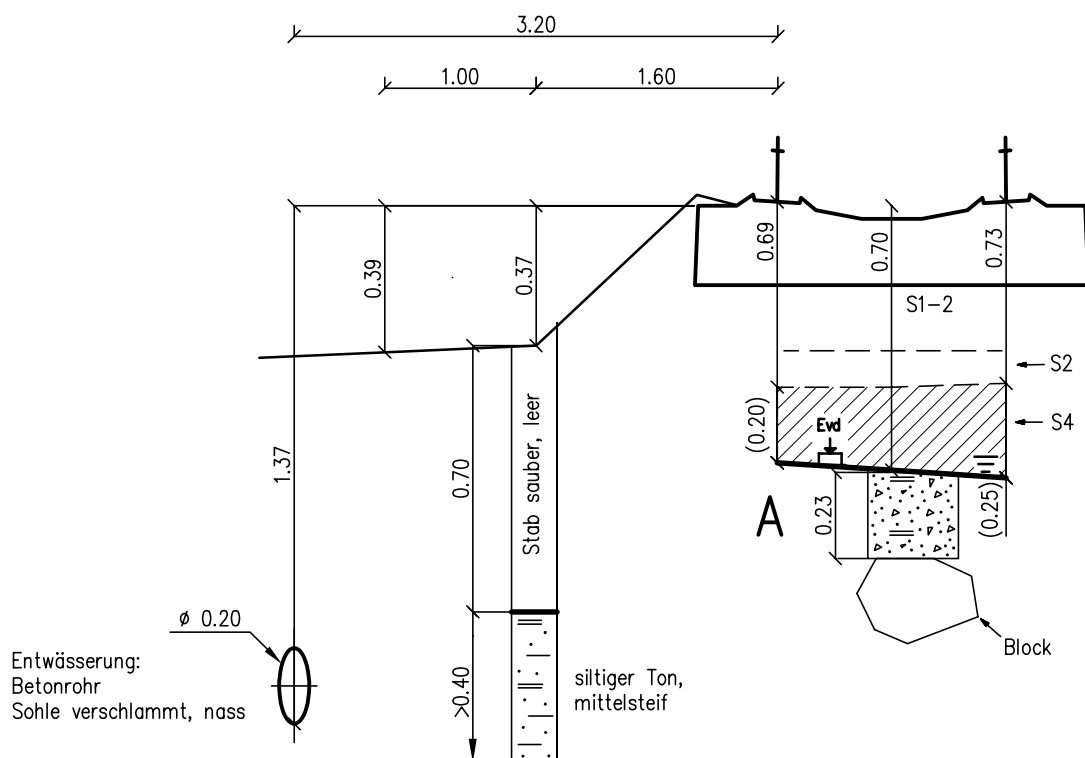
01.06.2022

Horgen – Au ZH

KM: 19.750

y. 2690323.129 x. 1233922.247

Gleis 118



S1 – S2: In den obersten ca. 45 cm gering (S1) bis mittelmässig (S2) mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar.

S2: Tiefer mittelmässig mit Betriebsschmutz, Schotterabrieb und viel Schotterbruch verschmutzt (Rückstände der letzten Schotterreinigung bzw. Schotterersatzes).

S4: Verlehmt / verschlammte mit Feinmaterial aus dem Untergrund.

Planie: Regelmässig, verschmiert, mitteldicht bis dicht, nass.

A: Leicht siltiger Sand mit Feinkies (grobkörniger Brechsand), tiefer grosser Block, nach unten zunehmend verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, mitteldicht bis dicht, gut erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Tragfähigkeit sind die Verhältnisse genügend, bezüglich Filterstabilität sind die Verhältnisse ungenügend.

Mit dem leichten Fallgewicht wurde auf der Planie folgendes Verformungsmodul E_{vd} von 30 MN/m² gemessen. Dies entspricht einem ME1-Wert von ca. 34 MN/m².



SBB CFF FFS

Handschlitzze

Anhang Nr.

3.4

Eigentum SBB AG

I-NAT-FW-TAFB-UGT

Massstab 1:50 / 1:20

Auftrag Nr. 2021-114

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum: 19.10.21

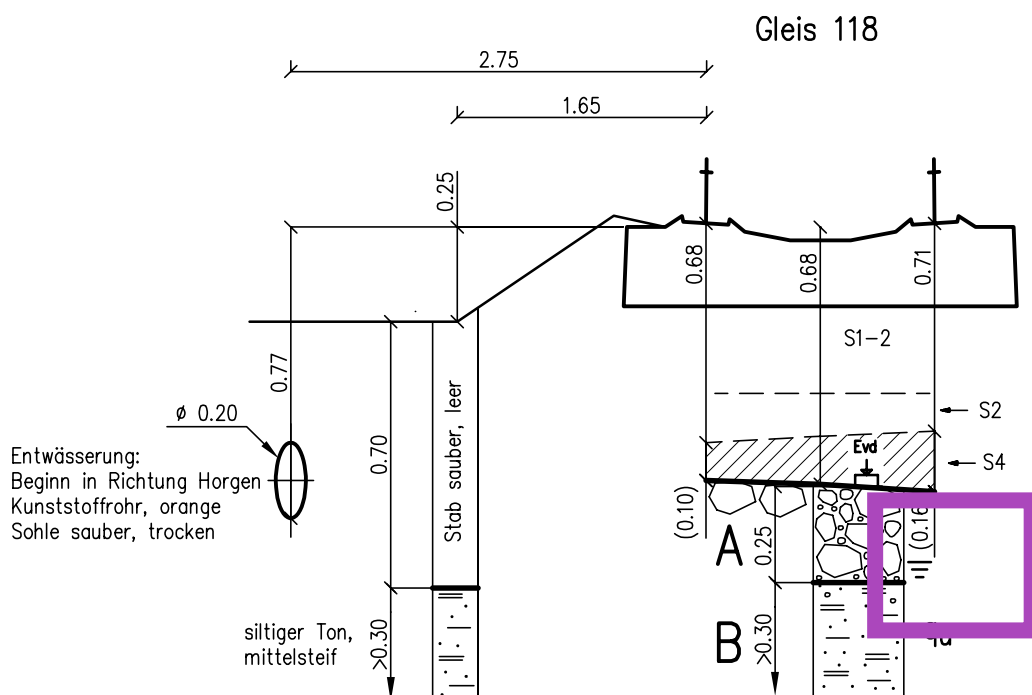
am

01.06.2022

Horgen – Au ZH

KM: 19.900

y: 2690457.275 x: 1233856.02



S1 – S2: In den obersten ca. 45 cm gering (S1) bis mittelmässig (S2) mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar.

S2: Tiefer mittelmässig mit Betriebsschmutz, Schotterabrieb und viel Schotterbruch verschmutzt (Rückstände der letzten Schotterreinigung bzw. Schotterersatzes).

S4: Verlehmt / verschlammt mit Feinmaterial aus dem Untergrund.

Planie: Unregelmässig (hochragende Steine / Blöcke), verschmiert, dicht, nass.

A: Mehrheitlich Steine und Blöcke mit Kies, Mehrheitlich verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, dicht bis sehr dicht, gut erdfeucht, in den untersten ca. 5 cm nass bis durchnässt.

B: Siltiger Ton mit Sand, im Übergang zur Schicht A aufgeweicht (breiig), tiefer weich bis mittelsteif (Konsistenz nach unten zunehmend), gut erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Filterstabilität und Tragfähigkeit sind die Verhältnisse ungenügend. Mit dem leichten Fallgewicht wurde auf der Planie folgendes Verformungsmodul Evd von 65 MN/m² gemessen. Dies entspricht einem ME1-Wert von ca. 92 MN/m².

einaxiale Druckfestigkeit (q_u)

die Messung wurde ab einer Tiefe von 1.00 m ab OK-Schwelle durchgeführt

Eindringung (cm)	5	10	15	20	25	30	35	40
Messung (kN/m ²)	40	50	60	75	75	80		

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum: 19.10.21

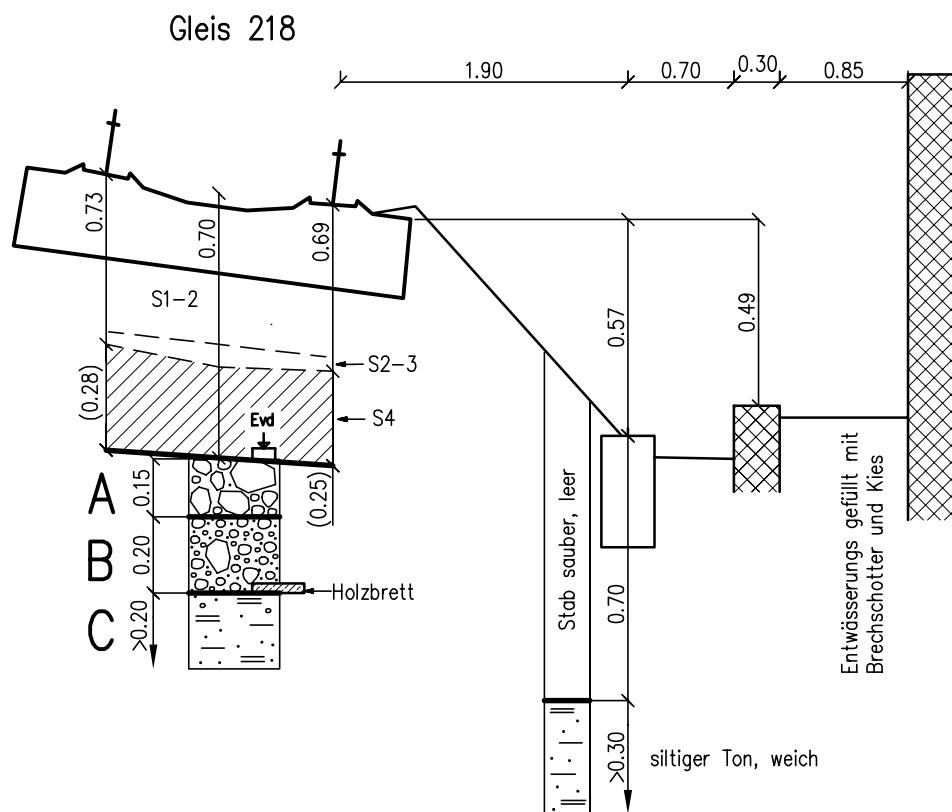
am

01.06.2022

Horgen – Au ZH

KM: 19.540

y:	2690131.981	x:	1234010.972
----	-------------	----	-------------



- S1 – S2: In den obersten ca. 40 cm gering (S1) bis mittelmässig (S2) mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar.
- S2 – 3: Tiefer mittelmässig (S2) bis stark (S3) mit Betriebsschmutz, Schotterabrieb und viel Schotterbruch verschmutzt (Rückstände der letzten Schotterreinigung bzw. Schotterersatzes).
- S4: Verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund.
- Planie: Regelmässig, verschmiert, mitteldicht, nass.
- A: Mehrheitlich Steine mit Kies, mehrheitlich verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, dicht, gut erdfeucht bis nass.
- B: Rundkies mit viel Sand und Steinen, teilweise verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, mitteldicht bis dicht, gut erdfeucht.
- C: Siltiger Ton mit Sand, steif, erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Tragfähigkeit sind die Verhältnisse genügend, bezüglich Filterstabilität sind die Verhältnisse ungenügend.

Mit dem leichten Fallgewicht wurde auf der Planie folgendes Verformungsmodul E_{vd} von 62 MN/m^2 gemessen. Dies entspricht einem ME1-Wert von ca. 88 MN/m^2 .



SBB CFF FFS

Handschlitz

Anhang Nr.

4.2

Eigentum SBB AG

I-NAT-FW-TAFB-UGT

Massstab 1:50 / 1:20

Auftrag Nr. 2021-114

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum: 19.10.21

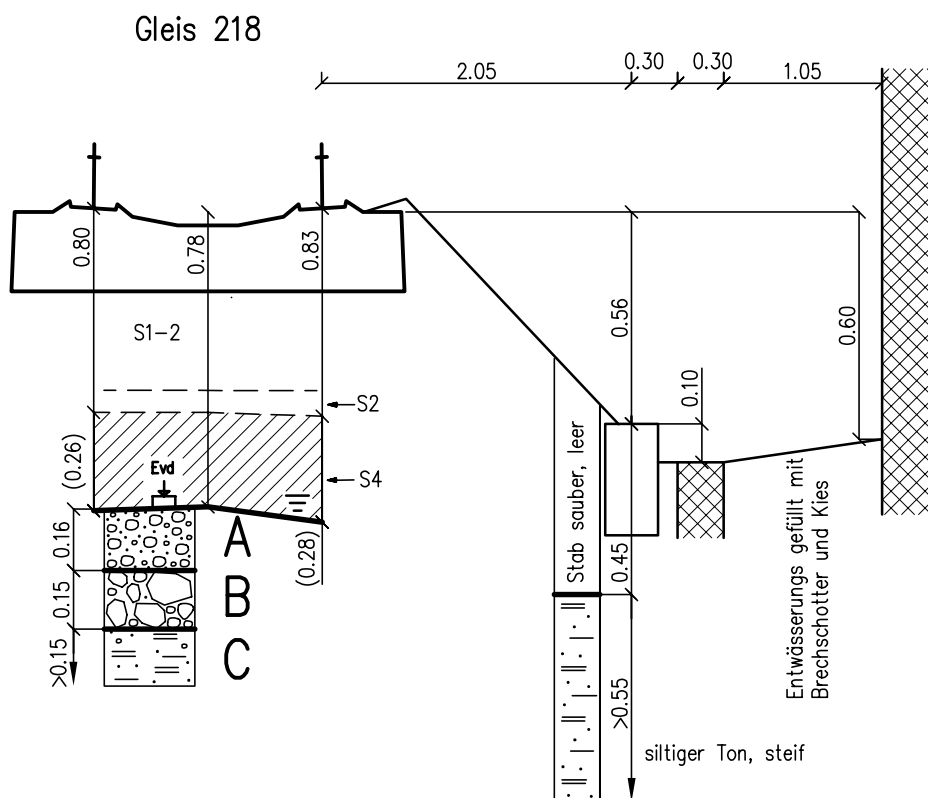
am

01.06.2022

Horgen – Au ZH

KM: 19.750

y: 2690321.22 x: 1233918.952



S1 – S2: In den obersten ca. 40 cm gering (S1) bis mittelmässig (S2) mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar.

S2: Tiefer mittelmässig mit Betriebsschmutz, Schotterabrieb und viel Schotterbruch verschmutzt (Rückstände der letzten Schotterreinigung bzw. Schotterersatzes).

S4: Verlehmt / verschlammt mit Feinmaterial aus dem Untergrund.

Planie: Unregelmässig (deformiert), verschmiert, mitteldicht, nass.

A: Sauberer Rundkies mit Sand (teilweise sauber ausgewaschen), locker bis mitteldicht, gut erdfeucht bis nass.

B: Mehrheitlich Steine und Blöcke mit Kies, mehrheitlich verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, dicht, nass.

C: Siltiger Ton mit Sand, mittelsteif, erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Tragfähigkeit sind die Verhältnisse genügend, bezüglich Filterstabilität sind die Verhältnisse ungenügend.

Mit dem leichten Fallgewicht wurde auf der Planie folgendes Verformungsmodul Ewd von 40 MN/m² gemessen. Dies entspricht einem ME1-Wert von ca. 50 MN/m².



SBB CFF FFS

Handschlitzte

Anhang Nr.

4.3

Eigentum SBB AG

I-NAT-FW-TAFB-UGT

Massstab 1:50 / 1:20

Auftrag Nr. 2021-114

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum: 19.10.21

am

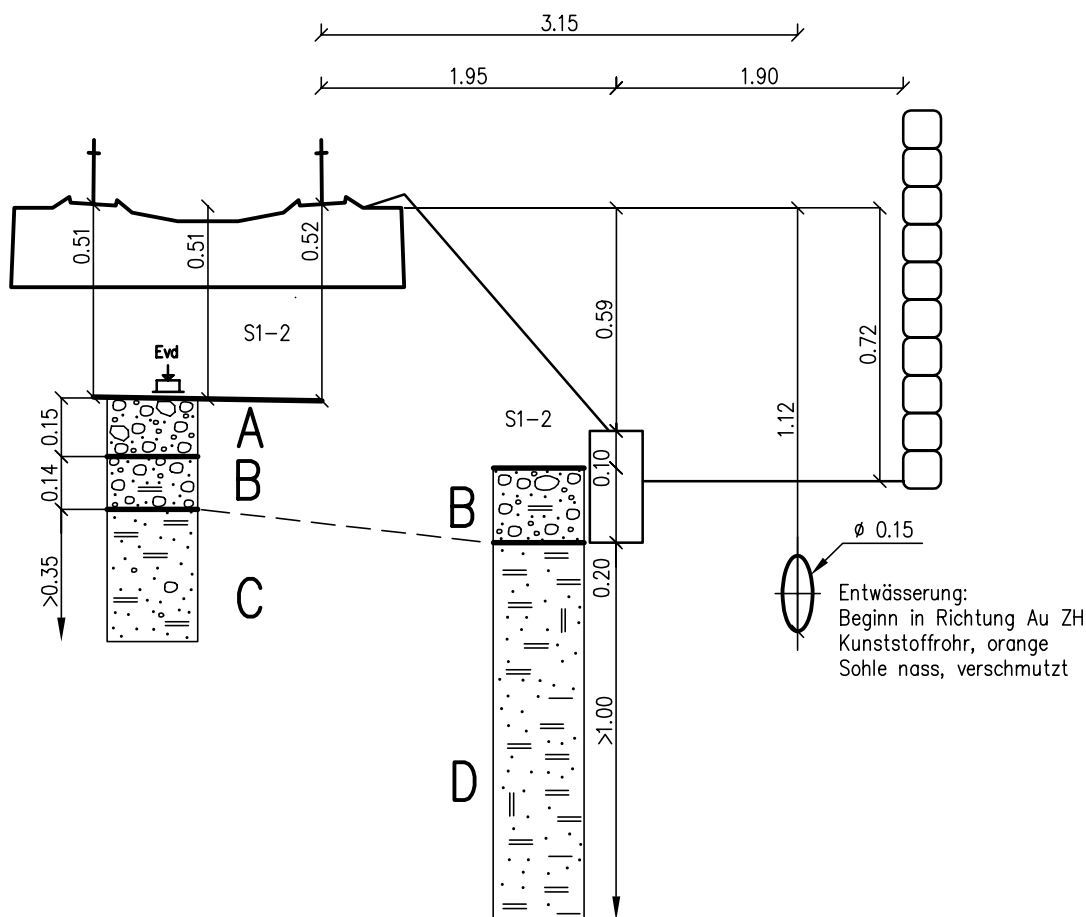
01.06.2022

Horgen – Au ZH

KM: 19.960

y: 2690509.029 x: 1233826.23

Gleis 218



S1 – S2: Gering (S1) bis mittelmässig (S2) mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar.

Planie: Regelmässig, sauber, mitteldicht, erdfeucht.

A: Sauberer Kies mit wenig Sand und Steinen (Schroppen), mitteldicht, gut erdeucht.

B: Siltiger Rundkies mit viel Sand, mitteldicht, gut erdfeucht.

C: Siltiger Sand mit wenig Kies, mitteldicht, gut erdfeucht.

D: Toniger Silt mit Feinsand und organischen Beimengungen, weich, gut erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Filterstabilität und Tragfähigkeit Profil i.O.

Mit dem leichten Fallgewicht wurde auf der Planie folgendes Verformungsmodul E_{vd} von 56 MN/m² gemessen. Dies entspricht einem ME1-Wert von ca. 77 MN/m².

2021-114

IST-Höhe der Gleise aufgenommen am 19.10.2021

Horgen - Au ZH, Gleis 118

Bei ca. km	Gleis	Ab Fahrleitungsmast oder Versicherungspunkt (Nr.)	Abstand Stift (VP) bis Mitte nähere Si. [m]	Höhe ab Mitte Stift bis OK-Si. [m]	Anschrift auf Mast bei Versicherungsstift
19.450	118	Mast 93	2.70	0.29	
19.750	118	Mast 103	2.65	0.06	
19.900	118	Mast 7	2.65	0.10	

Horgen - Au ZH, Gleis 218

Bei ca. km	Gleis	Ab Fahrleitungsmast oder Versicherungspunkt (Nr.)	Abstand Stift (VP) bis Mitte nähere Si. [m]	Höhe ab Mitte Stift bis OK-Si. [m]	Anschrift auf Mast bei Versicherungsstift
19.540	218	Mast 96	2.40	0.35	
19.750	218	Mast 104	2.65	0.08	
19.960	218	Mast 10	2.65	0.08	

FOTODOKUMENTATION

Anhang 6.1



Abb. 1 – Gleis 118, km 19.397:
starrer Unterbau «Meilibach-Brücke»
Blick in Richtung Horgen



Abb. 2 – Gleis 118, km 19.397:
starrer Unterbau «Meilibach-Brücke»
Blick in Richtung Au ZH



Abb. 3 – Gleis 118, km 19.397:
starrer Unterbau «Meilibach-Brücke»
Blick unterhalb Bauwerk



Abb. 4 – Gleis 118, km 19.397:
starrer Unterbau «Meilibach-Brücke»
Profil durchs Schotterbett:
S1-2 – gering bis mittelmässig mit Betriebsschmutz und
Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren
Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar

FOTODOKUMENTATION

Anhang 6.2



Abb. 5 – Gleis 118, km 19.450:

Blick in Richtung Horgen



Abb. 6 – Gleis 118, km 19.450:

Blick in Richtung Au ZH



Abb. 7 – Gleis 118, km 19.450:

gerissene Betonschwelle (Stützpunkt-Versagen)



Abb. 8 – Gleis 118, km 19.450:

Kontrollschacht: Entwässerung

FOTODOKUMENTATION**Anhang 6.3****Abb. 9 – Gleis 118, km 19.450:**

Profil durchs Schotterbett:
S4 – verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund

**Abb. 10 – Gleis 118, km 19.450:**

Untergrund:
st. ton. Sand – silt. Ton mit w. RK, mitteldicht / steif, erdfeucht

**Abb. 11 – Gleis 118, km 19.450:**

Profil durchs Schotterbett:
S1-2 – obersten ca. 45 cm gering bis mittelmässig mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar

S2-3 – mittelmässig bis stark mit Betriebsschmutz, Schotterabrieb und viel Schotterbruch verschmutzt

Planie:
regelmässig, verschmiert, mitteldicht, nass

**Abb. 12 – Gleis 118, km 19.450:**

Profil durch Unterbau mit Blick in Untergrund:
RK mit v. Sand und St., teilweise verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, mitteldicht, gut erdfeucht, in den obersten ca. 3 – 5 cm nass

FOTODOKUMENTATION

Anhang 6.4

**Abb. 13 – Gleis 118, km 19.750:**

Blick in Richtung Horgen

**Abb. 14 – Gleis 118, km 19.750:**

Blick in Richtung Au ZH

**Abb. 15 – Gleis 118, km 19.750:**

Kontrollschacht: Entwässerung

Profil durchs Schotterbett:

S1-2 – obersten ca. 45 cm gering bis mittelmässig mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar

S2 – mittelmässig mit Betriebsschmutz, Schotterabrieb und viel Schotterbruch verschmutzt (Rückstände der letzten Schotterreinigung bzw. Schotterersatz)

S4 – verlehmt / verschlammt mit Feinmaterial

**Abb. 16 – Gleis 118, km 19.750:**

Planie:

regelmässig, verschmiert, mitteldicht – dicht, nass

Profil durch Unterbau / Untergrund:

l. silt. Sand mit Feinkies (grobk. Brechsand), nach unten zunehmend verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, mitteldicht – dicht, gut erdfeucht

grosser Block (Gleisachse) /
silt. Ton, mittelsteif (Bankett)

FOTODOKUMENTATION

Anhang 6.5



Abb. 17 – Gleis 118, km 19.900:

Blick in Richtung Horgen



Abb. 18 – Gleis 118, km 19.900:

Blick in Richtung Au ZH



Abb. 19 – Gleis 118, km 19.900:

Profil durchs Schotterbett:

S1-2 – obersten ca. 45 cm gering bis mittelmässig mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar

S2 – mittelmässig mit Betriebsschmutz, Schotterabrieb und viel Schotterbruch verschmutzt (Rückstände der letzten Schotterreinigung bzw. Schotterersatz)

S4 – verlehmt / verschlammt mit Feinmaterial aus dem Untergrund



Abb. 20 – Gleis 118, km 19.900:

Planie:

unregelmässig (hochragende St. / Bl.), verschmiert, dicht, nass

Profil durch Unterbau / Untergrund:

mehrheitlich St. und Bl. mit Kies, mehrheitlich verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, dicht – sehr dicht, gut erdfeucht, in den untersten ca. 5 cm nass - durchnässt

silt. Ton mit Sand, im Übergang zum Unterbau aufgeweicht (breiig), tiefer weich – mittelsteif (Konsistenz nach unten zunehmend), gut erdfeucht

FOTODOKUMENTATION

Anhang 6.6



Abb. 21 – Gleis 218, km 19.540:

Blick in Richtung Horgen



Abb. 22 – Gleis 218, km 19.540:

Blick in Richtung Au ZH



Abb. 23 – Gleis 218, km 19.540:

Ortbeton-Bauteil im Bereich des Banketts



Abb. 24 – Gleis 218, km 19.540:

Bankett / Entwässerung:
gefüllt mit Brechschotter und Kies

FOTODOKUMENTATION

Anhang 6.7

**Abb. 25 – Gleis 218, km 19.540:**

Planum:
Holzbrett

**Abb. 26 – Gleis 218, km 19.540:**

Unterbau:
St. und Bl.

**Abb. 27 – Gleis 218, km 19.540:**

Profil durchs Schotterbett:

S1-2 – obersten ca. 40 cm gering bis mittelmässig mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar

S2-3 – mittelmässig - stark mit Betriebsschmutz, Schotterabrieb und viel Schotterbruch verschmutzt

S4 – verlehmt / verschlammt mit Feinmaterial aus dem Untergrund

**Abb. 28 – Gleis 218, km 19.540:**

Planie: regelmässig, verschmiert, mitteldicht, nass

Profil durch Unterbau / Untergrund:

mehrheitlich St. mit Kies, mehrheitlich verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, dicht, gut erdfeucht – nass

RK mit v. Sand und St., teilweise verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, mitteldicht – dicht, gut erdfeucht

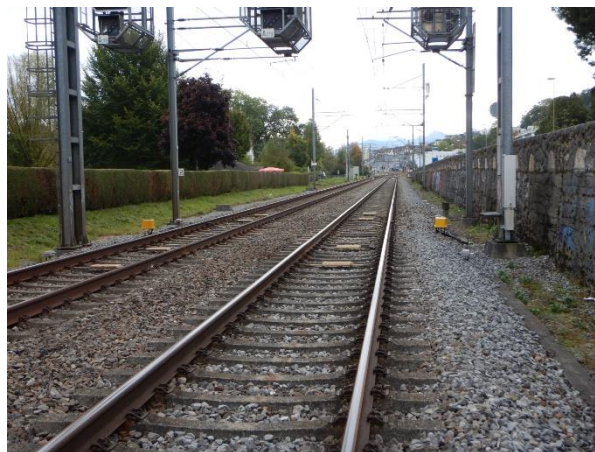
silt. Ton mit Sand, steif, erdfeucht

FOTODOKUMENTATION

Anhang 6.8

**Abb. 29 – Gleis 218, km 19.750:**

Blick in Richtung Horgen

**Abb. 30 – Gleis 218, km 19.750:**

Blick in Richtung Au ZH

**Abb. 31 – Gleis 218, km 19.750:**Bankett / Entwässerung:
gefüllt mit Brechschotter und Kies

Ortbeton-Bauteil im Bereich des Banketts

Profil durchs Schotterbett:

S1-2 – obersten ca. 40 cm gering bis mittelmässig mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar

S2 – mittelmässig mit Betriebsschmutz, Schotterabrieb und viel Schotterbruch verschmutzt

**Abb. 32 – Gleis 218, km 19.750:**

Profil durchs Schotterbett:

S4 – verlehmt / verschlammt mit Feinmaterial aus dem Untergrund

Profil durch Unterbau / Untergrund:

sb. RK mit Sand (teilweise sb. ausgewaschen), locker – mitteldicht, gut erdfeucht – nass

mehrheitlich St. und Bl. mit Kies, mehrheitlich verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, dicht, nass

silt. Ton mit Sand, mittelsteif, erdfeucht

FOTODOKUMENTATION

Anhang 6.9

**Abb. 33 – Gleis 218, km 19.960:**

Blick in Richtung Horgen

**Abb. 34 – Gleis 218, km 19.960:**

Blick in Richtung Au ZH

**Abb. 35 – Gleis 218, km 19.960:**

Untergrund (Gleisachse):
silt. Sand mit w. Kies, mitteldicht, gut erdfeucht

Untergrund (Bankett):
ton. Silt mit Feinsand und organischen Beimengungen,
weich gut erdfeucht

**Abb. 36 – Gleis 218, km 19.960:**

Profil durchs Schotterbett:

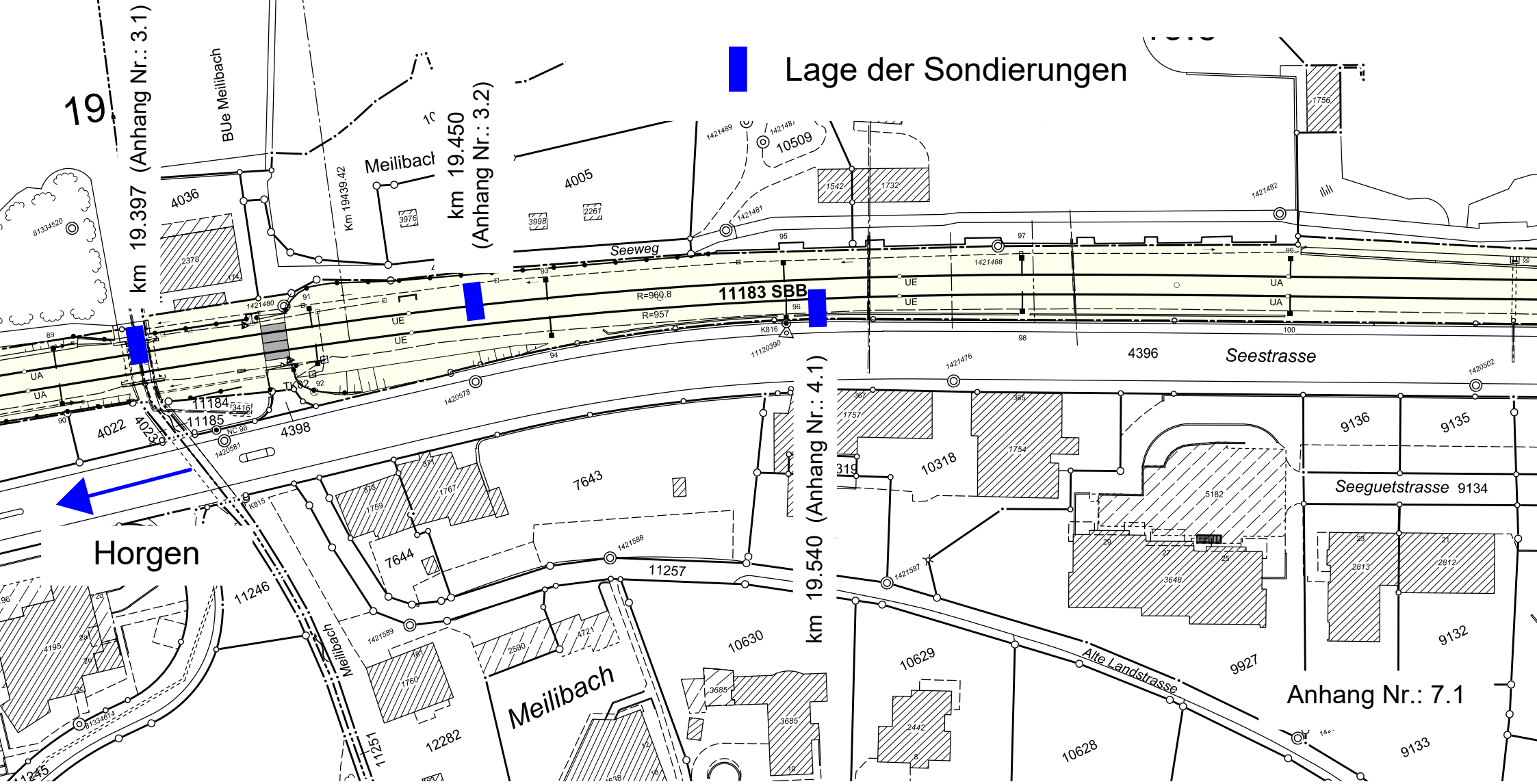
S1-2 – gering bis mittelmässig mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar

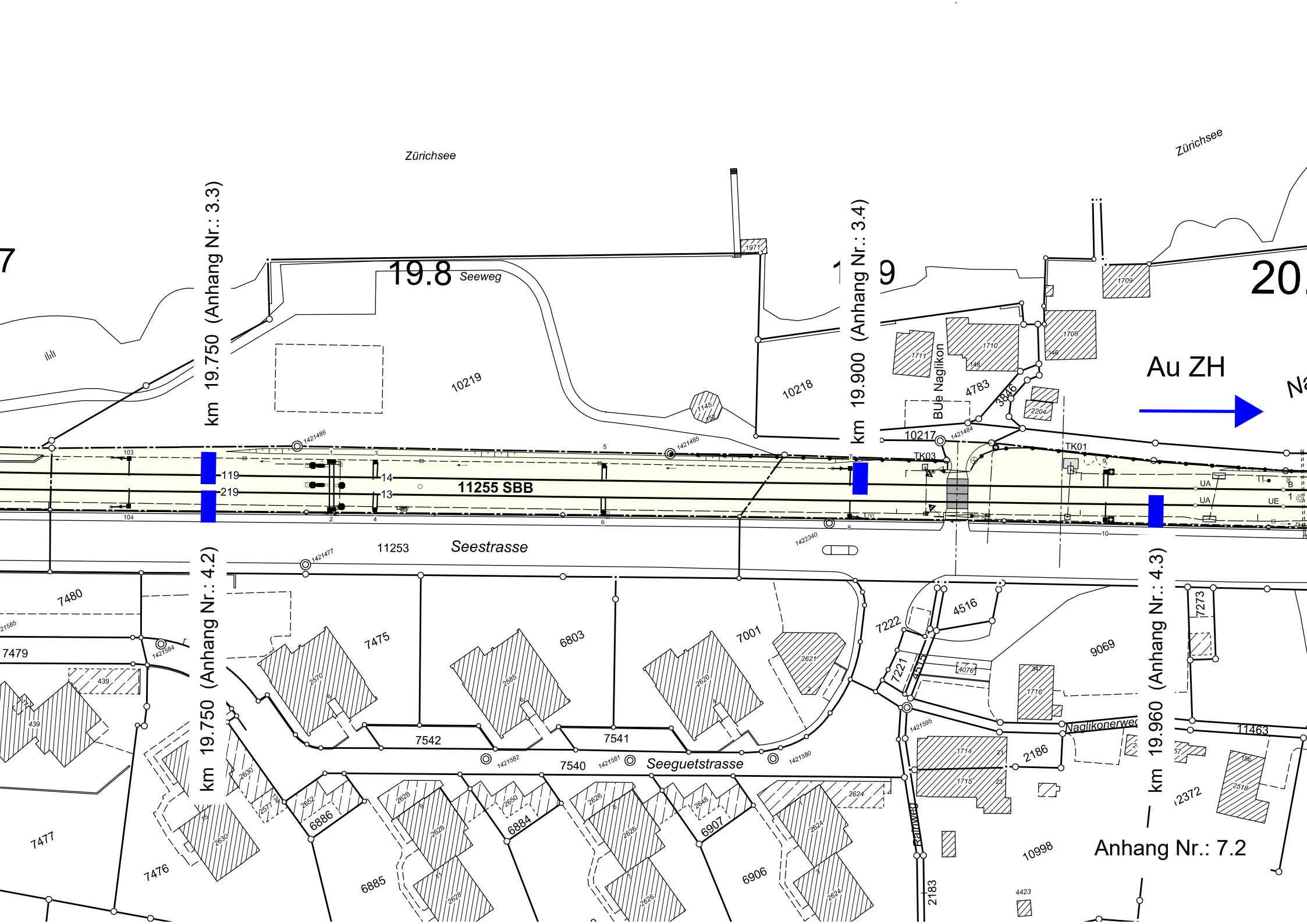
Profil durch Unterbau:

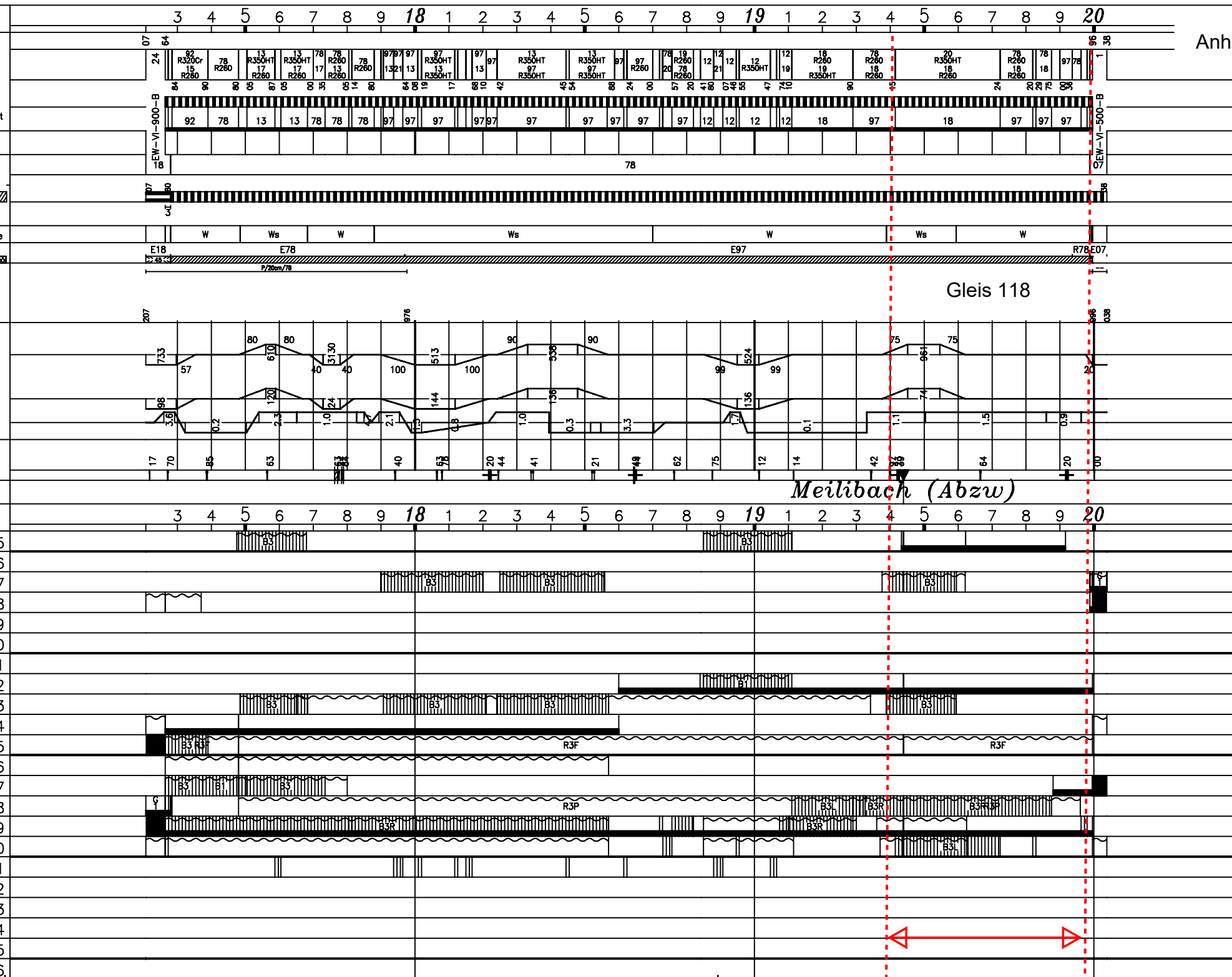
sb. Kies mit w. Sand und St. (Schroppen), mitteldicht, gut erdfeucht

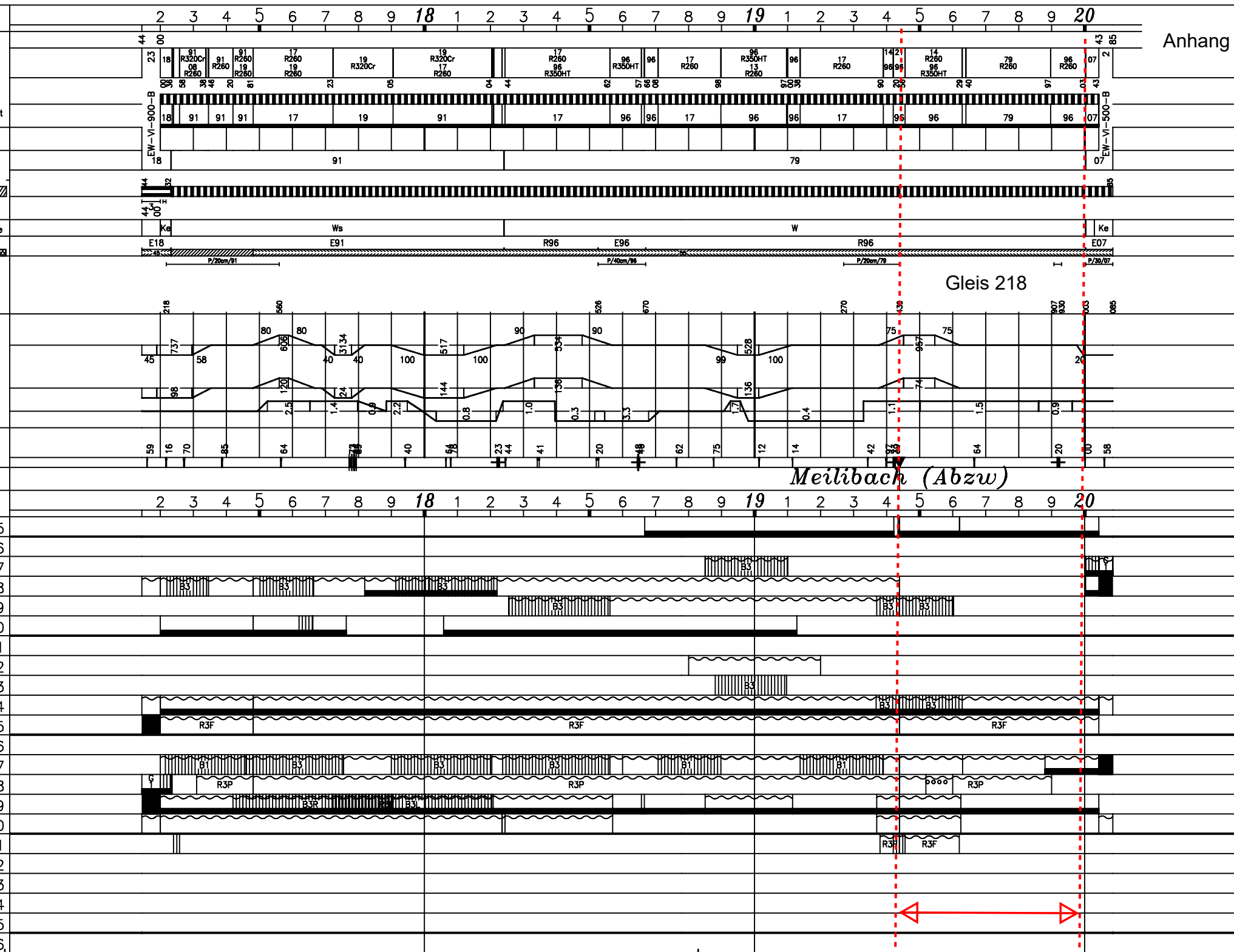
Silt. RK mit v. Sand, mitteldicht, gut erdfeucht

Horgen - Au ZH, Gleis 118 und 218





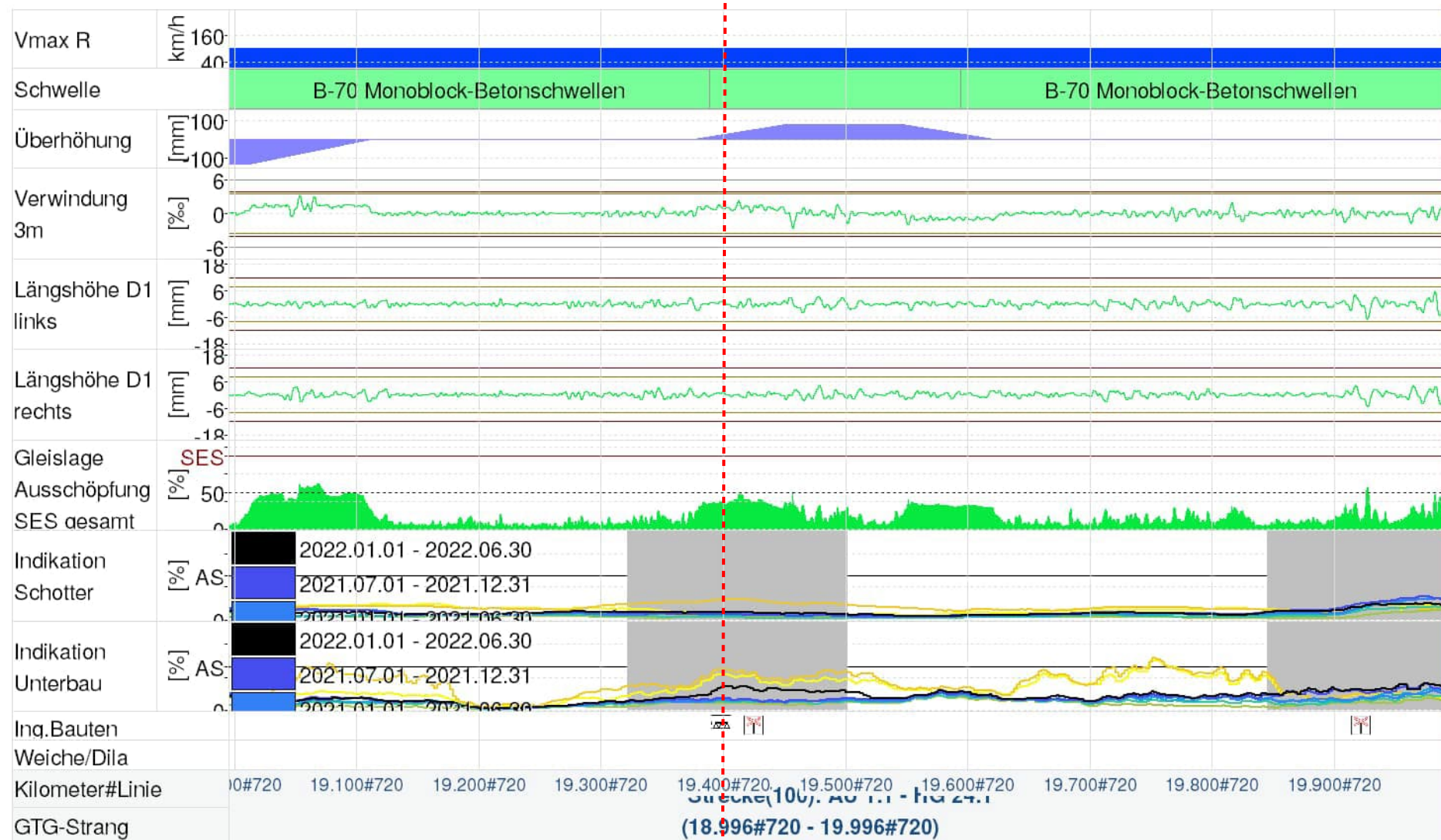




Stammdaten für geot. Untersuchungen

Gleis 118

31.05.2022



Länge 1000.000 m

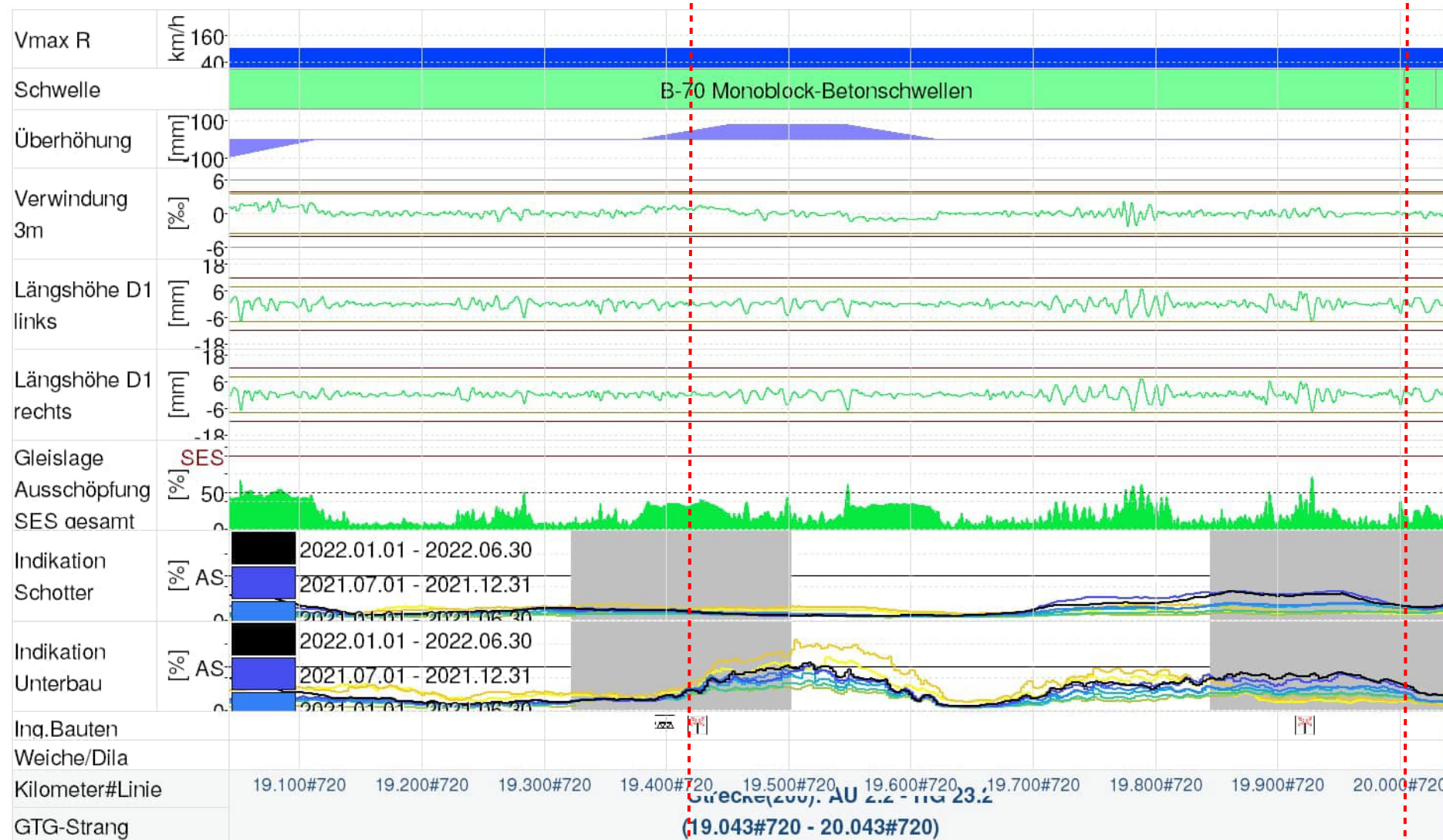
Offset: 1732.510 m

3 / 3

Stammdaten für geot. Untersuchungen

Gleis 218

31.05.2022



Länge 1000.000 m

Offset: 1843.042 m

3 / 3

Bericht Nr. Be254_2016-077_118

GEORADAR-Messung: SBB

Auftrags-Nr.:	2016-077
Strecke/Station:	Horgen – Au ZH, Gleis 118
I-IH:	ROT
Linie:	720
km Anfang:	17.276
km Ende:	19.992
Länge in km:	2.716
 Empfänger:	 Schweizerische Bundesbahnen SBB Infrastruktur, Anlagen und Technologie Fahrbahn, Unterbau und Geotechnik Herr Matthias Niklaus Hilfikerstrasse 3 3000 Bern 65
 Auftraggeber:	 Schweizerische Bundesbahnen SBB Infrastruktur, Anlagen und Technologie Fahrbahn, Unterbau und Geotechnik Herr Matthias Niklaus Hilfikerstrasse 3 3000 Bern 65
 Verfasser:	 I. Gutiérrez

Winterthur, 4. Mai 2020

1 AUFGABENSTELLUNG

Durchführung von Georadarmessungen im Gleisbereich zur Ermittlung der Planie und zur Lokalisierung von Verlehmungen im Schotterbett.

2 DARSTELLUNG DER MESSDATEN

Die Messung erfolgte am 21. Mai 2016. Eingesetzt wurde ein Georadar-System mit abgeschirmten 250/700 MHz Doppel-Antennen. Es wurde ein durchgehendes Profil in der Gleisachse aufgenommen. Nach Ansicht beider Datensätze wurde entschieden, die Daten der 250 MHz Antennen auszuwerten.

3 DARSTELLUNG DER MESSDATEN

Im Anhang zu diesem Bericht sind das Radargramm mit Interpretation (A) sowie die Tabelle mit den Tiefenangaben von Planie und Verlehmung zu finden (B).

4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

	Dicke der Schotterbettung in der Gleisachse [m]
Durchschnitt	0.61
Maximum	0.77
Minimum	0.43

Metrierung der Verlehmungen	
von [m]	bis [m]
17665	17690
17730	17730
18150	18150
18160	18160
18170	18220
18455	18455
18610	18695
18825	18945
19100	19115
19350	19500
19725	19790
19880	19945
19965	19985

Die Strecke Horgen –Au ZH, Gleis 118 weist zum Teil starke Verlehmungen auf sowie Reflektoren, die nicht der Schotteruntergrenze zuzuordnen sind (Sondagen E. Würsch, SBB, 29.04.2020). In diesen Bereichen ist die Bestimmung der Planie aufgrund der Absorption des Radarsignals sehr schwierig. Die Orientierung erfolgte hier hauptsächlich anhand der Sondagen.

Zur Position der eingezeichneten Schichten bitte ebenfalls Spalte „Bemerkungen“ im Anhang B beachten!

Edi Meier +Partner AG



Edi Meier

bearbeitet von:



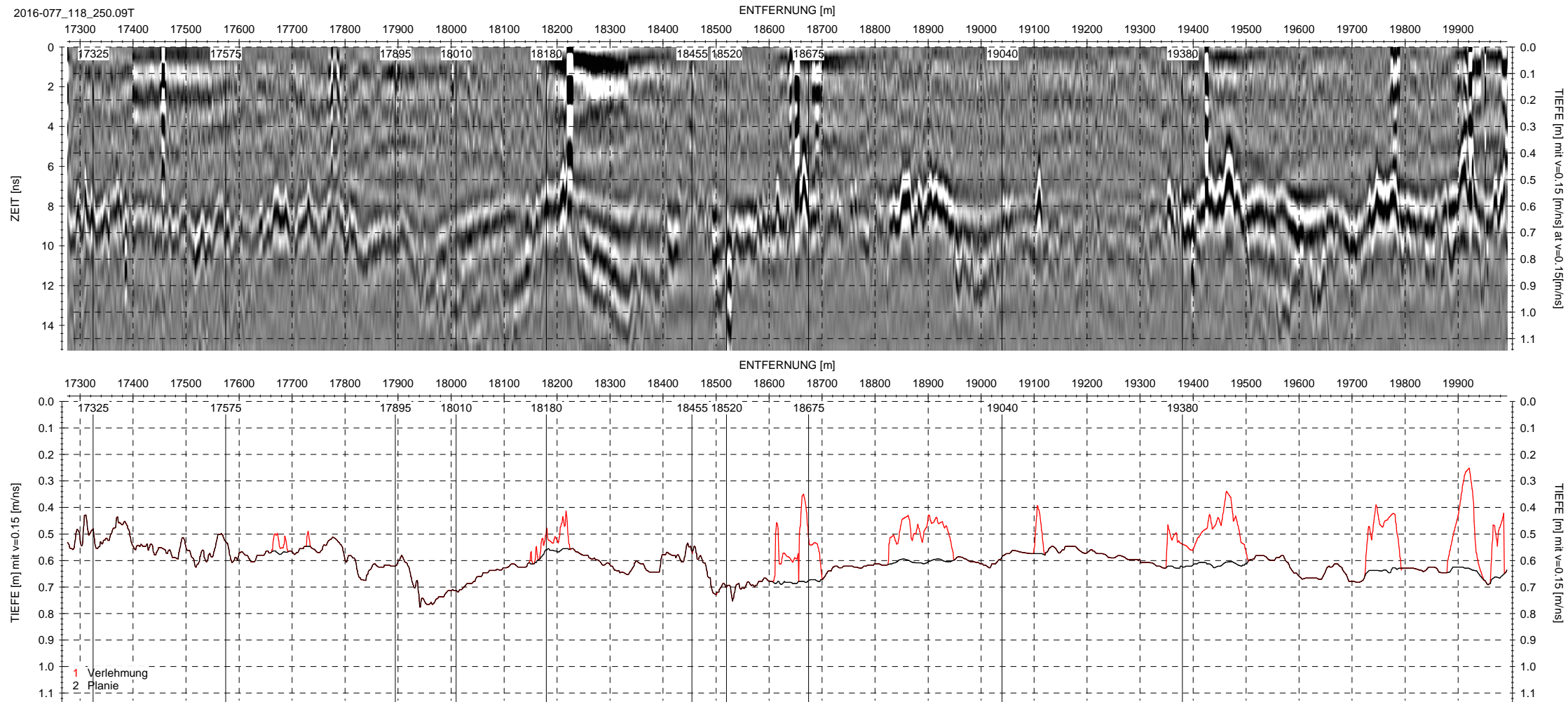
Inma Gutiérrez

Anhang A

RADARGRAMM


2016-077: Horgen - Au ZH, Gleis 118

Massstab 1:10'000 / 20



Anhang B

TABELLE

			
Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
17280		0.55	
17285		0.56	
17290		0.53	
17295		0.48	
17300		0.52	
17305		0.53	
17310		0.43	
17315		0.49	
17320		0.49	
17325		0.48	
17330		0.55	
17335		0.55	
17340		0.53	
17345		0.52	
17350		0.52	
17355		0.52	
17360		0.49	
17365		0.48	
17370		0.44	
17375		0.46	
17380		0.46	
17385		0.45	
17390		0.48	
17395		0.51	
17400		0.55	
17405		0.56	
17410		0.54	
17415		0.54	
17420		0.55	
17425		0.54	
17430		0.55	
17435		0.54	
17440		0.58	
17445		0.57	
17450		0.55	
17455		0.55	
17460		0.56	
17465		0.57	
17470		0.56	
17475		0.59	
17480		0.59	
17485		0.59	
17490		0.53	
17495		0.51	
17500		0.55	
17505		0.56	
17510		0.59	
17515		0.60	
17520		0.62	
17525		0.60	
17530		0.56	
17535		0.59	
17540		0.60	
17545		0.57	
17550		0.59	
17555		0.55	
17560		0.50	
17565		0.50	
17570		0.51	
17575		0.53	
17580		0.56	
17585		0.60	
17590		0.60	
17595		0.59	
17600		0.57	
17605		0.57	
17610		0.58	
17615		0.58	
17620		0.60	
17625		0.60	
17630		0.60	
17635		0.58	
17640		0.58	
17645		0.58	

Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
17650		0.57	
17655		0.57	
17660		0.57	
17665	0.52	0.56	Verlehmung
17670	0.50	0.57	
17675	0.53	0.57	
17680	0.55	0.57	
17685	0.54	0.57	
17690	0.55	0.57	
17695		0.56	
17700		0.57	
17705		0.58	
17710		0.57	
17715		0.56	
17720		0.56	
17725		0.55	
17730	0.49	0.55	Verlehmung
17735		0.55	
17740		0.56	
17745		0.56	
17750		0.57	
17755		0.56	
17760		0.54	
17765		0.54	
17770		0.52	
17775		0.52	
17780		0.52	
17785		0.52	
17790		0.54	
17795		0.55	
17800		0.60	
17805		0.59	
17810		0.58	
17815		0.59	
17820		0.61	
17825		0.65	
17830		0.67	
17835		0.67	
17840		0.66	
17845		0.64	
17850		0.63	
17855		0.61	
17860		0.62	
17865		0.63	
17870		0.63	
17875		0.62	
17880		0.62	
17885		0.62	
17890		0.62	
17895		0.62	
17900		0.60	
17905		0.59	
17910		0.59	
17915		0.61	
17920		0.63	
17925		0.66	
17930		0.70	
17935		0.68	
17940		0.75	
17945		0.74	
17950		0.75	
17955		0.77	
17960		0.76	
17965		0.77	
17970		0.75	
17975		0.74	
17980		0.74	
17985		0.74	
17990		0.72	
17995		0.71	
18000		0.71	
18005		0.71	
18010		0.71	
18015		0.71	
18020		0.71	
18025		0.70	
18030		0.69	
18035		0.69	

Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
18040		0.68	
18045		0.68	
18050		0.66	
18055		0.66	
18060		0.65	
18065		0.65	
18070		0.64	
18075		0.64	
18080		0.64	
18085		0.64	
18090		0.64	
18095		0.64	
18100		0.63	
18105		0.63	
18110		0.62	
18115		0.61	
18120		0.61	
18125		0.62	
18130		0.63	
18135		0.63	
18140		0.63	
18145		0.61	
18150	0.57	0.61	Verlehmung
18155		0.61	
18160	0.55	0.61	Verlehmung
18165		0.60	
18170	0.53	0.59	Verlehmung
18175	0.54	0.58	
18180	0.48	0.56	
18185	0.52	0.56	
18190	0.53	0.56	
18195	0.52	0.56	
18200	0.53	0.57	
18205	0.51	0.56	
18210	0.44	0.56	
18215	0.47	0.56	
18220	0.50	0.56	
18225		0.56	
18230		0.56	
18235		0.57	
18240		0.57	
18245		0.58	
18250		0.58	
18255		0.58	
18260		0.59	
18265		0.59	
18270		0.59	
18275		0.60	
18280		0.60	
18285		0.62	
18290		0.62	
18295		0.61	
18300		0.62	
18305		0.62	
18310		0.64	
18315		0.64	
18320		0.64	
18325		0.65	
18330		0.65	
18335		0.65	
18340		0.64	
18345		0.62	
18350		0.60	
18355		0.61	
18360		0.61	
18365		0.62	
18370		0.64	
18375		0.64	
18380		0.64	
18385		0.64	
18390		0.64	
18395		0.62	
18400		0.58	
18405		0.58	
18410		0.57	
18415		0.58	
18420		0.58	
18425		0.59	

Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
18430		0.59	
18435		0.60	
18440		0.59	
18445		0.54	
18450		0.55	
18455	0.57	0.56	Verlehmung
18460		0.55	
18465		0.60	
18470		0.58	
18475		0.61	
18480		0.62	
18485		0.66	
18490		0.69	
18495		0.72	
18500		0.73	
18505		0.72	
18510		0.70	
18515		0.69	
18520		0.70	
18525		0.69	
18530		0.74	
18535		0.72	
18540		0.69	
18545		0.70	
18550		0.70	
18555		0.70	
18560		0.68	
18565		0.69	
18570		0.69	
18575		0.69	
18580		0.68	
18585		0.68	
18590		0.67	
18595		0.67	
18600		0.68	
18605		0.68	
18610	0.66	0.69	Verlehmung
18615	0.46	0.68	
18620	0.61	0.69	
18625	0.59	0.69	
18630	0.58	0.68	
18635	0.59	0.68	
18640	0.59	0.68	
18645	0.61	0.69	
18650	0.59	0.69	
18655	0.57	0.68	
18660	0.42	0.68	
18665	0.35	0.68	
18670	0.41	0.68	
18675	0.52	0.67	
18680	0.54	0.67	
18685	0.53	0.67	
18690	0.54	0.68	
18695	0.57	0.68	
18700		0.67	
18705		0.66	
18710		0.64	
18715		0.64	
18720		0.63	
18725		0.62	
18730		0.62	
18735		0.63	
18740		0.62	
18745		0.62	
18750		0.62	
18755		0.62	
18760		0.63	
18765		0.63	
18770		0.63	
18775		0.63	
18780		0.62	
18785		0.62	
18790		0.62	
18795		0.62	
18800		0.61	
18805		0.61	
18810		0.62	
18815		0.62	

Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
18820		0.62	
18825	0.60	0.62	Verlehmung
18830	0.51	0.61	
18835	0.50	0.61	
18840	0.54	0.61	
18845	0.51	0.60	
18850	0.45	0.60	
18855	0.44	0.59	
18860	0.43	0.60	
18865	0.45	0.60	
18870	0.53	0.61	
18875	0.50	0.61	
18880	0.46	0.61	
18885	0.50	0.61	
18890	0.52	0.61	
18895	0.48	0.61	
18900	0.44	0.60	
18905	0.45	0.60	
18910	0.46	0.60	
18915	0.44	0.60	
18920	0.46	0.59	
18925	0.46	0.60	
18930	0.47	0.60	
18935	0.47	0.60	
18940	0.51	0.60	
18945	0.55	0.60	
18950		0.60	
18955		0.59	
18960		0.59	
18965		0.59	
18970		0.59	
18975		0.60	
18980		0.60	
18985		0.60	
18990		0.61	
18995		0.61	
19000		0.61	
19005		0.62	
19010		0.62	
19015		0.63	
19020		0.61	
19025		0.61	
19030		0.60	
19035		0.60	
19040		0.58	
19045		0.58	
19050		0.57	
19055		0.57	
19060		0.56	
19065		0.56	
19070		0.57	
19075		0.57	
19080		0.57	
19085		0.57	
19090		0.57	
19095		0.57	
19100	0.56	0.57	Verlehmung
19105	0.43	0.57	
19110	0.42	0.57	
19115	0.50	0.57	
19120		0.58	
19125		0.57	
19130		0.55	
19135		0.55	
19140		0.55	
19145		0.57	
19150		0.57	
19155		0.56	
19160		0.55	
19165		0.55	
19170		0.55	
19175		0.55	
19180		0.55	
19185		0.56	
19190		0.57	
19195		0.57	
19200		0.57	
19205		0.56	

Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
19210		0.56	
19215		0.57	
19220		0.57	
19225		0.57	
19230		0.57	
19235		0.58	
19240		0.59	
19245		0.59	
19250		0.59	
19255		0.59	
19260		0.58	
19265		0.58	
19270		0.59	
19275		0.59	
19280		0.60	
19285		0.60	
19290		0.60	
19295		0.60	
19300		0.60	
19305		0.61	
19310		0.61	
19315		0.61	
19320		0.61	
19325		0.61	
19330		0.62	
19335		0.62	
19340		0.63	
19345		0.63	
19350	0.56	0.63	Verlehmung
19355	0.49	0.62	
19360	0.52	0.62	
19365	0.50	0.63	
19370	0.52	0.63	
19375	0.53	0.63	
19380	0.54	0.63	
19385	0.54	0.62	
19390	0.55	0.62	
19395	0.56	0.62	
19400	0.56	0.62	
19405	0.53	0.61	
19410	0.51	0.61	
19415	0.50	0.61	
19420	0.49	0.61	
19425	0.48	0.61	
19430	0.43	0.61	
19435	0.46	0.62	
19440	0.47	0.63	
19445	0.45	0.62	
19450	0.45	0.62	
19455	0.44	0.62	
19460	0.37	0.61	
19465	0.34	0.61	
19470	0.36	0.60	
19475	0.43	0.61	
19480	0.43	0.61	
19485	0.47	0.62	
19490	0.53	0.62	
19495	0.54	0.62	
19500	0.57	0.61	
19505		0.60	
19510		0.60	
19515		0.59	
19520		0.58	
19525		0.58	
19530		0.58	
19535		0.58	
19540		0.59	
19545		0.60	
19550		0.60	
19555		0.60	
19560		0.59	
19565		0.58	
19570		0.58	
19575		0.60	
19580		0.61	
19585		0.63	
19590		0.65	
19595		0.65	

Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
19600		0.66	
19605		0.67	
19610		0.67	
19615		0.67	
19620		0.67	
19625		0.67	
19630		0.67	
19635		0.67	
19640		0.67	
19645		0.66	
19650		0.64	
19655		0.62	
19660		0.63	
19665		0.62	
19670		0.61	
19675		0.62	
19680		0.63	
19685		0.64	
19690		0.66	
19695		0.68	
19700		0.68	
19705		0.68	
19710		0.68	
19715		0.68	
19720		0.67	
19725	0.63	0.65	Verlehmung
19730	0.48	0.64	
19735	0.50	0.64	
19740	0.46	0.64	
19745	0.39	0.64	
19750	0.44	0.64	
19755	0.47	0.64	
19760	0.46	0.64	
19765	0.45	0.64	
19770	0.44	0.65	
19775	0.43	0.63	
19780	0.43	0.63	
19785	0.50	0.63	
19790	0.58	0.63	
19795		0.63	
19800		0.63	
19805		0.63	
19810		0.63	
19815		0.63	
19820		0.63	
19825		0.63	
19830		0.64	
19835		0.64	
19840		0.63	
19845		0.63	
19850		0.63	
19855		0.63	
19860		0.63	
19865		0.64	
19870		0.65	
19875		0.65	
19880	0.60	0.65	Verlehmung
19885	0.56	0.64	
19890	0.51	0.63	
19895	0.47	0.63	
19900	0.43	0.63	
19905	0.37	0.63	
19910	0.30	0.63	
19915	0.26	0.63	
19920	0.25	0.63	
19925	0.31	0.63	
19930	0.45	0.64	
19935	0.57	0.64	
19940	0.63	0.65	
19945	0.65	0.67	
19950		0.68	
19955		0.69	
19960		0.69	
19965	0.52	0.67	Verlehmung
19970	0.49	0.66	
19975	0.52	0.66	
19980	0.47	0.66	
19985	0.43	0.65	

Kilometrierung	OK Verlehmung	Planie	Bemerkungen
[m]	[m]	[m]	
19990		0.64	

Bericht Nr. Be254_2016-077_218

GEORADAR-Messung: SBB

Auftrags-Nr.: 2016-077
Strecke/Station: Horgen – Au ZH, Gleis 218
I-IH: ROT
Linie: 720
km Anfang: 17.231
km Ende: 20.003
Länge in km: 2.772

Empfänger: Schweizerische Bundesbahnen SBB
Infrastruktur, Anlagen und Technologie
Fahrbahn, Unterbau und Geotechnik
Herr Matthias Niklaus
Hilfikerstrasse 3
3000 Bern 65

Auftraggeber: Schweizerische Bundesbahnen SBB
Infrastruktur, Anlagen und Technologie
Fahrbahn, Unterbau und Geotechnik
Herr Matthias Niklaus
Hilfikerstrasse 3
3000 Bern 65

Verfasser: I. Gutiérrez

Winterthur, 4. Mai 2020

1 AUFGABENSTELLUNG

Durchführung von Georadarmessungen im Gleisbereich zur Ermittlung der Planie und zur Lokalisierung von Verlehmungen im Schotterbett.

2 DARSTELLUNG DER MESSDATEN

Die Messung erfolgte am 21. Mai 2016. Eingesetzt wurde ein Georadar-System mit abgeschirmten 250/700 MHz Doppel-Antennen. Es wurde ein durchgehendes Profil in der Gleisachse aufgenommen. Nach Ansicht beider Datensätze wurde entschieden, die Daten der 250 MHz Antennen auszuwerten.

3 DARSTELLUNG DER MESSDATEN

Im Anhang zu diesem Bericht sind das Radargramm mit Interpretation (A) sowie die Tabelle mit den Tiefenangaben von Planie und Verlehmung zu finden (B).

4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

	Dicke der Schotterbettung in der Gleisachse [m]
Durchschnitt	0.63
Maximum	0.83
Minimum	0.49

Metrierung der Verlehmungen	
von [m]	bis [m]
17270	17270
17525	17530
17550	17560
17570	17575
17805	17805
18020	18035
18120	18120
18620	18620
18675	18720
18740	18745

Metrierung der Verlehmungen	
von [m]	von [m]
18755	18755
18845	18845
18890	18890
19035	19035
19105	19105
19230	19230
19255	19255
19435	19435
19725	19725
19765	19765
19925	19925

Die Strecke Horgen –Au ZH, Gleis 218 weist zum Teil starke Verlehmungen auf sowie Reflektoren, die nicht der Schotteruntergrenze zuzuordnen sind (Sondagen E. Würsch, SBB, 29.04.2020). In diesen Bereichen ist die Bestimmung der Planie aufgrund der Absorption des Radarsignals sehr schwierig. Die Orientierung erfolgte hier hauptsächlich anhand der Sondagen.

Zur Position der eingezeichneten Schichten bitte ebenfalls Spalte „Bemerkungen“ im Anhang B beachten!

Edi Meier +Partner AG



Edi Meier

bearbeitet von:



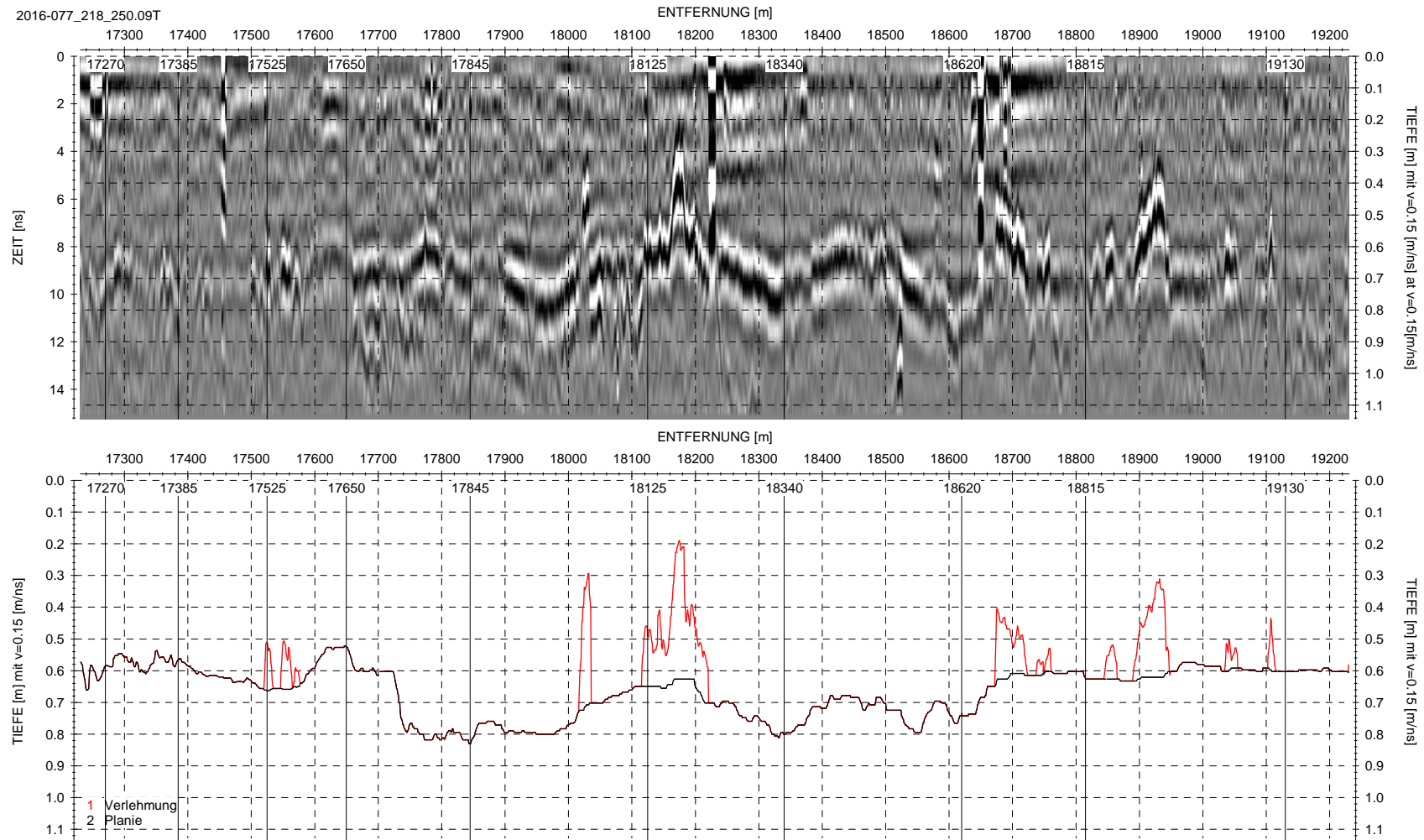
Inma Gutiérrez

Anhang A

RADARGRAMM

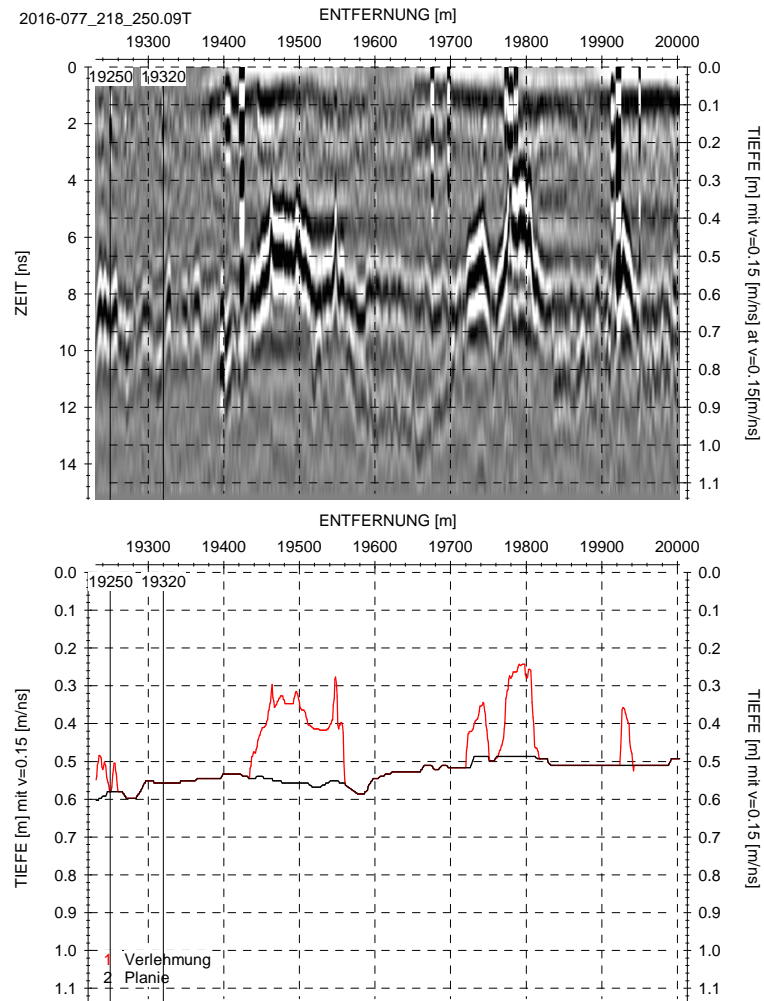
2016-077: Horgen - Au ZH, Gleis 218

Massstab 1:10'000 / 20



2016-077: Horgen - Au ZH, Gleis 218

Massstab 1:10'000 / 20



Anhang B

TABELLE

edi meier + partner			
Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
17235		0.60	
17240		0.66	
17245		0.61	
17250		0.59	
17255		0.61	
17260		0.63	
17265		0.61	
17270	0.58	0.59	Verlehmung
17275		0.59	
17280		0.59	
17285		0.55	
17290		0.55	
17295		0.55	
17300		0.56	
17305		0.57	
17310		0.57	
17315		0.58	
17320		0.57	
17325		0.60	
17330		0.60	
17335		0.60	
17340		0.59	
17345		0.58	
17350		0.54	
17355		0.56	
17360		0.56	
17365		0.57	
17370		0.57	
17375		0.56	
17380		0.59	
17385		0.57	
17390		0.57	
17395		0.58	
17400		0.58	
17405		0.59	
17410		0.60	
17415		0.61	
17420		0.60	
17425		0.61	
17430		0.62	
17435		0.61	
17440		0.61	
17445		0.62	
17450		0.62	
17455		0.62	
17460		0.62	
17465		0.62	
17470		0.63	
17475		0.64	
17480		0.63	
17485		0.63	
17490		0.63	
17495		0.63	
17500		0.63	
17505		0.64	
17510		0.65	
17515		0.66	
17520		0.66	
17525	0.51	0.66	Verlehmung
17530	0.54	0.66	
17535		0.66	
17540		0.66	
17545		0.66	
17550	0.51	0.66	Verlehmung
17555	0.55	0.66	
17560	0.53	0.66	
17565		0.65	
17570	0.59	0.65	Verlehmung
17575	0.61	0.65	
17580		0.64	
17585		0.62	
17590		0.61	

Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
17595		0.60	
17600		0.59	
17605		0.57	
17610		0.56	
17615		0.54	
17620		0.53	
17625		0.53	
17630		0.53	
17635		0.53	
17640		0.53	
17645		0.53	
17650		0.52	
17655		0.55	
17660		0.58	
17665		0.60	
17670		0.60	
17675		0.59	
17680		0.60	
17685		0.60	
17690		0.60	
17695		0.60	
17700		0.61	
17705		0.60	
17710		0.60	
17715		0.60	
17720		0.60	
17725		0.61	
17730		0.66	
17735		0.73	
17740		0.77	
17745		0.79	
17750		0.77	
17755		0.78	
17760		0.78	
17765		0.80	
17770		0.80	
17775		0.82	
17780		0.82	
17785		0.82	
17790		0.80	
17795		0.81	
17800		0.82	
17805	0.82	0.81	Verlehmung
17810		0.79	
17815		0.79	
17820		0.79	
17825		0.79	
17830		0.80	
17835		0.82	
17840		0.82	
17845		0.83	
17850		0.81	
17855		0.78	
17860		0.77	
17865		0.77	
17870		0.77	
17875		0.76	
17880		0.76	
17885		0.77	
17890		0.77	
17895		0.78	
17900		0.79	
17905		0.79	
17910		0.79	
17915		0.79	
17920		0.79	
17925		0.79	
17930		0.79	
17935		0.79	
17940		0.79	
17945		0.79	
17950		0.80	
17955		0.80	
17960		0.80	
17965		0.80	
17970		0.80	

Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
17975		0.80	
17980		0.79	
17985		0.79	
17990		0.78	
17995		0.78	
18000		0.77	
18005		0.77	
18010		0.76	
18015		0.73	
18020	0.57	0.72	Verlehmung
18025	0.34	0.72	
18030	0.31	0.71	
18035	0.40	0.70	
18040		0.70	
18045		0.70	
18050		0.70	
18055		0.70	
18060		0.69	
18065		0.68	
18070		0.68	
18075		0.68	
18080		0.68	
18085		0.67	
18090		0.67	
18095		0.66	
18100		0.66	
18105		0.65	
18110		0.65	
18115		0.65	
18120	0.49	0.65	Verlehmung
18125	0.49	0.65	
18130	0.48	0.65	
18135	0.54	0.65	
18140	0.52	0.65	
18145	0.45	0.65	
18150	0.50	0.66	
18155	0.55	0.65	
18160	0.47	0.64	
18165	0.33	0.63	
18170	0.23	0.63	
18175	0.19	0.63	
18180	0.21	0.63	
18185	0.45	0.63	
18190	0.44	0.63	
18195	0.39	0.63	
18200	0.47	0.65	
18205	0.52	0.67	
18210	0.52	0.68	
18215	0.55	0.70	
18120	0.59	0.70	
18225		0.70	
18230		0.70	
18235		0.71	
18240		0.70	
18245		0.70	
18250		0.70	
18255		0.70	
18260		0.70	
18265		0.72	
18270		0.74	
18275		0.75	
18280		0.75	
18285		0.76	
18290		0.75	
18295		0.74	
18300		0.75	
18305		0.76	
18310		0.76	
18315		0.77	
18320		0.79	
18325		0.81	
18330		0.81	
18335		0.79	
18340		0.80	
18345		0.79	
18350		0.79	

Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
18355		0.79	
18360		0.78	
18365		0.77	
18370		0.77	
18375		0.75	
18380		0.74	
18385		0.71	
18390		0.71	
18395		0.71	
18400		0.72	
18405		0.72	
18410		0.70	
18415		0.68	
18420		0.69	
18425		0.69	
18430		0.68	
18435		0.68	
18440		0.68	
18445		0.68	
18450		0.68	
18455		0.68	
18460		0.70	
18465		0.72	
18470		0.71	
18475		0.71	
18480		0.71	
18485		0.68	
18490		0.68	
18495		0.70	
18500		0.70	
18505		0.72	
18510		0.72	
18515		0.72	
18520		0.72	
18525		0.74	
18530		0.77	
18535		0.78	
18540		0.78	
18545		0.79	
18550		0.79	
18555		0.79	
18560		0.76	
18565		0.74	
18570		0.73	
18575		0.71	
18580		0.70	
18585		0.70	
18590		0.70	
18595		0.71	
18600		0.73	
18605		0.75	
18610		0.77	
18615		0.75	
18620	0.73	0.74	Verlehmung
18625		0.74	
18630		0.74	
18635		0.74	
18640		0.74	
18645		0.71	
18650		0.68	
18655		0.68	
18660		0.66	
18665		0.65	
18670		0.65	
18675	0.41	0.63	Verlehmung
18680	0.44	0.63	
18685	0.44	0.63	
18690	0.46	0.63	
18695	0.47	0.62	
18700	0.52	0.61	
18705	0.50	0.61	
18710	0.49	0.61	
18715	0.49	0.61	
18720	0.56	0.61	
18725		0.61	
18730		0.61	

Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
18735		0.61	
18740	0.57	0.61	Verlehmung
18745	0.58	0.61	
18750		0.61	
18755	0.56	0.60	Verlehmung
18755	0.56	0.60	
18765		0.61	
18770		0.61	
18775		0.61	
18780		0.61	
18785		0.61	
18790		0.60	
18795		0.60	
18800		0.60	
18805		0.60	
18810		0.60	
18815		0.62	
18820		0.63	
18825		0.63	
18830		0.63	
18835		0.63	
18840		0.63	
18845	0.61	0.63	Verlehmung
18850	0.55	0.63	
18855	0.53	0.63	
18860	0.53	0.63	
18865		0.63	
18870		0.63	
18875		0.63	
18880		0.63	
18885		0.63	
18890	0.62	0.63	Verlehmung
18895	0.55	0.63	
18900	0.48	0.63	
18905	0.46	0.62	
18910	0.44	0.62	
18915	0.39	0.62	
18920	0.41	0.62	
18925	0.34	0.62	
18930	0.32	0.62	
18935	0.34	0.62	
18940	0.39	0.61	
18945	0.53	0.60	
18950		0.60	
18955		0.60	
18960		0.60	
18965		0.58	
18970		0.57	
18975		0.57	
18980		0.57	
18985		0.57	
18990		0.58	
18995		0.58	
19000		0.58	
19005		0.59	
19010		0.59	
19015		0.59	
19020		0.59	
19025		0.59	
19030		0.60	
19035	0.59	0.60	Verlehmung
19040	0.54	0.60	
19045	0.57	0.59	
19050	0.54	0.59	
19055		0.59	
19060		0.59	
19065		0.60	
19070		0.60	
19075		0.60	
19080		0.60	
19085		0.60	
19090		0.60	
19095		0.59	
19100		0.59	
19105	0.51	0.60	Verlehmung
19110	0.50	0.60	

Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
19115		0.60	
19120		0.60	
19125		0.60	
19130		0.60	
19135		0.60	
19140		0.60	
19145		0.60	
19150		0.60	
19155		0.60	
19160		0.60	
19165		0.60	
19170		0.60	
19175		0.60	
19180		0.60	
19185		0.60	
19190		0.59	
19195		0.59	
19200		0.60	
19205		0.60	
19210		0.60	
19215		0.60	
19220		0.60	
19225		0.60	
19230	0.58	0.60	Verlehmung
19235	0.48	0.60	
19240	0.52	0.59	
19245	0.54	0.59	
19250		0.58	
19255	0.50	0.58	Verlehmung
19260		0.58	
19265		0.58	
19270		0.59	
19275		0.60	
19280		0.60	
19285		0.59	
19290		0.58	
19295		0.56	
19300		0.55	
19305		0.55	
19310		0.56	
19315		0.56	
19320		0.56	
19325		0.56	
19330		0.56	
19335		0.56	
19340		0.56	
19345		0.55	
19350		0.55	
19355		0.55	
19360		0.55	
19365		0.55	
19370		0.55	
19375		0.55	
19380		0.55	
19385		0.55	
19390		0.55	
19395		0.55	
19400		0.53	
19405		0.53	
19410		0.53	
19415		0.53	
19420		0.53	
19425		0.54	
19430		0.54	
19435	0.52	0.55	Verlehmung
19440	0.47	0.55	
19445	0.44	0.54	
19450	0.42	0.54	
19455	0.41	0.55	
19460	0.36	0.55	
19465	0.33	0.55	
19470	0.35	0.55	
19475	0.33	0.55	
19480	0.34	0.56	
19485	0.35	0.56	
19490	0.35	0.56	

Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
19495	0.32	0.56	
19500	0.34	0.56	
19505	0.36	0.56	
19510	0.39	0.56	
19515	0.41	0.56	
19520	0.41	0.57	
19525	0.41	0.57	
19530	0.42	0.56	
19535	0.42	0.56	
19540	0.41	0.55	
19545	0.35	0.55	
19550	0.33	0.55	
19555	0.40	0.56	
19560	0.55	0.56	
19565		0.57	
19570		0.58	
19575		0.58	
19580		0.59	
19585		0.59	
19590		0.58	
19595		0.55	
19600		0.55	
19605		0.54	
19610		0.54	
19615		0.53	
19620		0.53	
19625		0.53	
19630		0.53	
19635		0.53	
19640		0.53	
19645		0.53	
19650		0.53	
19655		0.53	
19660		0.53	
19665		0.51	
19670		0.51	
19675		0.51	
19680		0.52	
19685		0.52	
19690		0.51	
19695		0.51	
19700		0.52	
19705		0.52	
19710		0.52	
19715		0.52	
19720		0.52	
19725	0.42	0.52	Verlehmung
19730	0.41	0.49	
19735	0.39	0.49	
19740	0.35	0.49	
19745	0.37	0.49	
19750	0.45	0.49	
19755		0.50	
19760		0.49	
19765	0.47	0.49	Verlehmung
19770	0.44	0.49	
19775	0.31	0.49	
19780	0.28	0.49	
19785	0.26	0.49	
19790	0.25	0.49	
19795	0.24	0.49	
19800	0.28	0.49	
19805	0.26	0.49	
19810	0.40	0.49	
19815	0.47	0.49	
19820		0.49	
19825		0.49	
19830		0.50	
19835		0.51	
19840		0.51	
19845		0.51	
19850		0.51	
19855		0.51	
19860		0.51	
19865		0.51	
19870		0.51	

Kilometrierung [m]	OK Verlehmung [m]	Planie [m]	Bemerkungen
19875		0.51	
19880		0.51	
19885		0.51	
19890		0.51	
19895		0.51	
19900		0.51	
19905		0.51	
19910		0.51	
19915		0.51	
19920		0.51	
19925	0.46	0.51	Verlehmung
19930	0.36	0.51	
19935	0.40	0.51	
19940	0.48	0.51	
19945		0.51	
19950		0.51	
19955		0.51	
19960		0.51	
19965		0.51	
19970		0.51	
19975		0.51	
19980		0.51	
19985		0.51	
19990		0.50	
19995		0.49	
20000		0.49	