

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**

10.05.01.01

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. 2016-077 c**

Dok.-Nr.

1168481_03_Geot.Bericht_2016-077c

| <u>Index:</u> | <u>Erstellt:</u> | <u>Geprüft:</u> | <u>Freigabe:</u> |
|---------------|------------------|-----------------|------------------|
|---------------|------------------|-----------------|------------------|

| | | | |
|-----|-------------|-------------|-------------|
| --- | 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 2016-077 | BT Nr BT No vom 28.02.2022 du |
| Veranlasst durch Demandé par I-VU-UEW-ROT-FW-FB I-NAT-FW-TAFB-UGT | | Betrifft Concerne 2016-077 Linie: 720 Horgen – Au ZH Gleis 118, km 17.276 – 19.400 Gleis 218, km 17.231 – 19.439 Geotechnische Untersuchung von Schotterbett und Unterbau Ausführung geplant: 2025 / 2026 | Berichtersteller Auteur Daniel Völlmin ☎ 079 468 12 73 💻 U228251  Matthias Niklaus ☎ 079 751 77 02 💻 U164404 |
| Vorakten Actes ant. | | Verteiler Distribution | |
| Inhalt Contenu | | Infrastruktur | |
| 1 Einleitung | | AEP-ENG-FB-ROT AEP-PJM-ROT VU-ROT VU-UEW-ROT | |
| 2 Übersicht | | | |
| 3 Untersuchungsergebnisse und Folgerungen | | | |
| 4 Fazit | | | |
| 5 Umbaumaassnahmen | | 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 | 6 |
| 3.2 | Schotter | 8 |
| 3.3 | Planie | 9 |
| 3.4 | Unterbau | 9 |
| 3.5 | Untergrund | 10 |
| 3.6 | Frost | 16 |
| 3.7 | Entwässerung | 17 |
| 3.8 | Schadstoffbelastung | 21 |
| 4 | Fazit | 22 |
| 5 | Umbaumassnahmen | 24 |
| 5.1 | Hinweise | 29 |

ANHANGVERZEICHNIS

| | |
|---|-------------|
| Fahrbahnerhaltungskonzept Gleis 118 | 1.1 – 1.2 |
| Fahrbahnerhaltungskonzept Gleis 218 | 2.1 – 2.2 |
| Profile des Schichtaufbaus Gleis 118 | 3.1 – 3.10 |
| Profile des Schichtaufbaus Gleis 218 | 4.1 – 4.12 |
| IST-Höhe der Gleise | 5 |
| Laborergebnisse Schadstoffe | 6 |
| Fotoanhang | 7.1 – 7.3 |
| Entnahmeprotokolle | 8.1 – 8.3 |
| Situation mit den Versuchsstellen | 9.1 – 9.7 |
| Graphische Darstellung des Oberbaus (GOB) | 10.1 – 10.2 |
| Georadarmessung | 11.1 – 11.2 |

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 17.276 – 19.992 bzw. km 17.231 – 20.003 im Zuge der FbE 2020 erneuert werden.

I-NAT-FW-TAFB-UGT nahm die vorliegende geotechnische Untersuchung am 16.12.2015 auf. Gründe für die Bestellung sind vermehrte Senkstellen, weisse Schotterstellen sowie jährlicher Kleinunterhalt. Im Jahr 2016 wurde die Fahr- bahnerneuerung vom 2020 ins 2022 verschoben. Die damals ausgeführten Sondagen deckten nicht den ganzen bestellten Bereich ab, sodass der vorlie- gende Bericht entsprechend auf die Abschnitte km 17.276 – 19.400 (Gleis 118) bzw. km 17.231 – 19.439 (Gleis 218) gekürzt wurde. Später wurde der Umbau weiter in die Jahre 2025 (Gleis 118) bzw. 2026 (Gleis 218) geschoben.

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

| Gleis km | Erneuerung | | Projekt | | Gleis -kat. | Bel. [GBRT/d] | V _{max} [km/h] | Unter- halt ¹ |
|----------------------------|------------|---------|-------------------|-------------------|----------------|------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | letzte | nächste | bestehend | neu | | | | |
| 118-119 17.276 – 19.400 | 1978 | 2025 | Beton, 60E1/E2 | Beton, 60E1/E2 | HG1 | 56'000 (E1) | 105 | 0.1- 0.19 |

Tab. 2: Projektdaten des Gleises 218 (Angaben gemäss OE-Programm)

| Gleis km | Erneuerung | | Projekt | | Gleis -kat. | Belastung [GBRT/d] | V _{max} [km/h] | Unter- halt ² |
|----------------------------|------------|---------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | letzte | nächste | bestehend | neu | | | | |
| 218-219 17.231 – 18.241 | 1991 | 2026 | Beton, 60E1/E2 | Beton, 60E1/E2 | HG1 | 57'000 (E1) | 105 | 0.14- 0.23 |
| 218-219 18.241 – 19.439 | 1979 | | | | | | | |

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

Das Gleis wurde vorgängig mit Georadar untersucht (vgl. Anhang 11). Die Messungen mit Georadar erlauben die Sanierungsmassnahmen genauer ein- zugrenzen. Die Messungen flossen in die Planung der Feldaufnahmen ein und wurden durch die Schlitzte von FB-UGT kalibriert.

Nach der Graphischen Darstellung des Oberbaus wurden in den Gleisen fol- gende Foundationsschichten / Unterbausanierungen (Ubs) durchgeführt:

Gleis 118 (seeseitig):

km 17.264 – 17.976 (L = 342 m): 20 cm PSS 1978

¹ maschineller Unterhalt gemäss „graphische Darstellung des Oberbaus“, Beurteilungsperiode: 1999 – 2015; Abschnitte km 17.276 – 19.992; allfälliger Kleinunterhalt ist nicht berücksichtigt

² maschineller Unterhalt gemäss „graphische Darstellung des Oberbaus“, Beurteilungsperiode: 1999 – 2015; Abschnitte km 17.231 – 20.003; allfälliger Kleinunterhalt ist nicht berücksichtigt

Gleis 218 (hangseitig):

km 17.218 – 17.560 (L = 342 m): 20 cm PSS 1991

km 18.526 – 18.670 (L = 144 m): 40 cm PSS 1996

km 19.270 – 19.439 (L = 169 m): 20 cm PSS 1979

km 19.907 – 19.930 (L = 23 m): unbekannt cm PSS 1979

Es sind folgende Fragen zu beantworten:

- Was sind die Ursachen der gemeldeten Mängel?
- Wie ist der Zustand von Schotterbett und Unterbau?
- Welches sind die zweckmässigen Sanierungsmassnahmen?

2 Übersicht

2.1 Grundlagen

Geologie/Geotechnik:



Geologie: früh- bis hochglaziale Vorstossschotter; Feinkörnige Seesedimente im ehemaligen Schwankungsbereich des Zürichsees; künstliche Auffüllung; Bachschuttkegel, Schwemmfächer (lehmig-kiesig bis kiesig); Alluvialböden

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 – 2020 sind keine Frostschäden aufgetreten.

Hydrologie: Keine Grundwasserschutzzonen oder –areale vorhanden. Das Gleis befindet sich im Gewässerschutzbereich Ao³. Der

³ <https://map.geo.admin.ch>, Gewässerschutzbereiche, Stand, 12.11.2020.

Seespiegel liegt bei 405.800 m ü. M.⁴, d. h. rund 3.0 m tiefer als OK Terrain.⁵

Witterung:

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

| Zeitraum | Niederschlag [mm] | Qualitativer Beschrieb |
|------------------|-------------------|------------------------|
| 04. – 08.05.2016 | 0.0 | trocken |
| 09. – 10.05.2016 | 0.0 | trocken |
| 11.05.2016 | 1.7 | schwach |
| 12.05.2016 | 43.2 | intensiv |

Topografie:

Bei beiden Gleisen wechselt die Topografie zwischen Einschnitt, Anschnitt, Damm und Ebene (vgl. Anhang 1 und 2).

2.2 Übergeordnete Fragestellungen

Weichschichten:

Geologisch sind Weichschichten nicht auszuschliessen. Nach heutigem Kenntnisstand sind sie primär in den folgenden Abschnitten zu erwarten.⁶

Horgen: km 16.890 – 17.390 (L = 500 m)

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

Horgen – Au ZH: km 18.800 – 19.400 (L = 600 m)

Erdbauwerke:

Es sind keine Erdbauwerke vorhanden. Die vorhandenen Dämme weisen alle Höhen < 2m auf, weshalb sich es per Definition um keine Erdbauwerke handelt.⁷

3 Untersuchungsergebnisse und Folgerungen

Insgesamt wurden 10 Sondierschlitze im Schwellenfach des Gleises 118 und 12 Sondierschlitze im Schwellenfach des Gleises 218 zwischen dem 09. und 12.05.2016 erstellt.

⁴ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/karten/grundwasser--und-gewaesserschutzkarten/kantonale-gewaesserschutzkarten.html>, Stand, 12.11.2020

⁵ DfA: Gleisdaten, km 18.300, SOK = 408.953 m ü. M., Stand 18.01.2021

⁶ Liste Übersicht weiche Böden, I-NAT-FW-TAFB-UGT, Stand 12.02.2020

⁷ Liste der Erdbauwerke, I-AT-KBN, Stand 2020

3.1 Zusammengefasste Untersuchungsergebnisse aus den Sondierungen

Tab. 4: zusammengefasste Untersuchungsergebnisse aus den Sondierungen, Gleis 118

| km An- hang | Schotter- bettdicke ⁸ [cm] | | Schotter- qualität | Planie Quer- gefälle | Unterbau [cm] | Untergrund [cm] | E _{vd} /M _E [MN/m ²] Planie | Filter- stabili- tät | Entwäs- serung |
|-------------------|---|-----|---|----------------------------|---|--|---|-------------------------------|----------------------------------|
| | min ⁹ | max | | | | | | | |
| 17.325 3.1 | 27 | 27 | S1-2 | > 5% | 25; l. silt. RK mit v. Sand (PSS) | > 25; silt. Feinsand mit w. Kies | 44/56 | i.O. | Abfliessen |
| 17.575 3.2 | 31 | 35 | S1-2 | > 5% | ~25; l. silt. RK mit v. Sand (PSS) | > 20; silt. – ton. Feinsand mit w. Kies | -/~35 | i.O. | Abfliessen |
| 17.895 3.3 | 41 | 44 | S1-2 | < 5% | > 20; l. silt. RK mit v. Sand (PSS) | - | 51/68 | i.O. | primär Abfliessen |
| 18.010 3.4 | 47 | 53 | S1-2; S2 | > 5% | ~25; l. silt. RK mit Sand und St. | > 20; silt. Feinsand mit w. Kies | -/~35 | i.O. | Abfliessen |
| 18.180 3.5 | 34 | 37 | S4 | < 5% | ~20; St. mit Kies und Sand | tiefer (> 15); silt. – ton. Sand mit Kies | -/>30 | unge- nü- gend | verzöger- tes Ab- fliessen |
| 18.455 3.6 | 33 | 39 | S1-2 | > 5% | 40; l. silt. RK mit v. Sand und St. | > 25; ton. Silt mit v. Feinsand | 54/73 | i.O. | Abfliessen |
| 18.675 3.8 | 59 | 66 | S1-2; Basis S4 (17 cm) | ~ 5% | > 45; ton. Kies mit Sand und St. (Feinmat. aus UG) | tiefer; ton. Sand (Schlitzstab) | -/- | unge- nü- gend | verzöger- tes Ab- fliessen |
| 19.040 3.9 | 37 | 39 | S1-2 | > 5% | 15; l. silt. RK mit Sand und St. | tiefer; Blöcke | 36/43 | i.O. | Abfliessen |
| 19.380 3.10 | 41 | 44 | S1-2; Basis S4 (5 – 8 cm) | < 5% | ~30; ton. Kies mit Sand und St. (verlehmt, Fein- mat. aus UG) | > 20; st. ton. Sand bis ton. Silt mit w. Kies | -/~40 | unge- nü- gend | verzöger- tes Ab- fliessen |

⁸ Die Höhe der Betonschwellen wird mit 210 mm angenommen.

⁹ Die minimale Schotterbettdicke entspricht dem kleineren der beiden unter den Schienen gemessenen Werte zwischen Unterkante Schwelle und Planie.

Tab. 5: zusammengefasste Untersuchungsergebnisse aus den Sondierungen, Gleis 218

| km <i>Anhang</i> | Schotter- bettdicke ¹⁰ [cm] | | Schotter- qualität | Planie Quer- gefälle | Unterbau [cm] | Untergrund [cm] | E _{vd} /M _E [MN/m ²] Planie | Filter- stabili- tät | Entwäs- serung |
|---------------------|--|-----|--------------------------------------|----------------------------|--|---|---|-------------------------------|----------------------------------|
| | min 11 | max | | | | | | | |
| 17.270 4.1 | 39 | 41 | S1-2; Basis S4 (~4 cm) | < 5% | 15; l. silt. Sand (Brechsand); Feinmat. aus UG | > 30; silt. Feinsand mit Kies und St. | 38/46 | i.O. | primär Abfliessen |
| 17.525 4.3 | 61 | 64 | S1-2; Basis S4 (17 cm) | < 5% | - | > 40; silt. – ton. Feinsand mit w. Kies | 29/33 | unge- nü- gend | verzöger- tes Ab- fliessen |
| 17.650 4.4 | 33 | 33 | S1-2 | < 5% | > 30; l. silt. RK mit Sand und St. | - | -/- | i.O. | verzöger- tes Versi- ckern |
| 17.845 4.5 | 59 | 61 | S1-2 | < 5% | St. und Bl. (Steinbett) | - | -/- | i.O. | verzöger- tes Versi- ckern |
| 18.125 4.6 | 64 | 67 | S1-2; Basis S4 (17 cm) | > 5% | ~20; St. | tiefer (> 15); silt. – ton. Kies mit Sand | -/>40 | unge- nü- gend | Abfliessen |
| 18.620 4.8 | 53 | 55 | S1-2 | < 5% | > 35; l. silt. RK mit v. Sand (PSS) | - | 67/94 | i.O. | primär Abfliessen |
| 18.815 4.9 | 41 | 46 | S1-2 | < 5% | St. und Bl. (Steinbett) | - | -/- | i.O. | verzöger- tes Versi- ckern |
| 19.130 4.10 | 38 | 41 | S1-2 | < 5% | 25; Kies mit Sand und St. (z.T. verlehmt, Feinmat. aus UG) | tiefer; St. und Bl. | -/- | leicht labil | verzöger- tes Ab- fliessen |
| 19.250 4.11 | 35 | 37 | S1-2 | < 5% | > 45; Kies mit Sand und St. (verlehmt, Fein- mat. aus UG) | tiefer; ton. Silt (Schlitzstab) | -/>40 | labil | verzöger- tes Ab- fliessen |
| 19.320 4.12 | 35 | 35 | S1-2 | < 5% | ~25; l. silt. RK mit v. Sand u. St. (PSS ?) | > 20; ton. Silt mit Sand und Kies (Silt- Sandsteinbrüch- stücken) | -/>30 | i.O. | verzöger- tes Ab- fliessen |

¹⁰ Die Höhe der Betonschwellen wird mit 210 mm angenommen.

¹¹ Die minimale Schotterbettdicke entspricht dem kleineren der beiden unter den Schienen gemessenen Werte zwischen Unterkante Schwelle und Planie.

Tab. 6: Gesamtdicke auf starrem Unterbau

| km An- hang | Gleis Schwelle | Bauwerk | Schotterbett- dicke [cm] | | Schotter- qualität | Übergangsschicht [cm] | Gesamtdi- cke ¹² (fehlend) [cm] |
|-------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------|------|-----------------------|--------------------------|---|
| | | | min | max | | | |
| 17.385 4.2 | 118 Beton | PDu bei der Fähre | 31 ¹³ | k.A. | k.A. | - | 31 (9) |
| | 218 Beton | | 35 | 35 | S1-2 | - | 35 (5) |
| 18.340 4.7 | 118 Beton | U Seezugang Sägerei | 59 ¹⁴ | k.A. | k.A. | - | 59 |
| | 218 Beton | | 59 | - | S1-2; S2 | - | 59 |
| 18.520 3.7 | 118 Beton | Aabach Brücke | 50 | 52 | S1-2; S2 | - | 50 |
| | 218 Beton | | 50 ¹⁵ | k.A. | k.A. | - | 50 |

Der starre Unterbau bei km 19.397 (Meilibach-Brücke) wird im Rahmen der geot. Untersuchungen im Anschlussbereich noch sondiert.

3.2 Schotter

Tab. 7: Widerstand gegen Zertrümmerung (LA)

| Probe | Gleis | km | Los Angeles Wert ¹⁶ | Anhang |
|-------|-------|--------|--------------------------------|--------|
| P1 | 218 | 18.620 | 16 | 4.8 |
| P2 | 118 | 17.575 | 19 | 3.2 |

Der Schotter im Gleis 118 entspricht **nicht** den Anforderungen an Schotter der Klasse 1. Im Gleis 218 sind die Anforderungen des Schotters erfüllt.

Im Gleis 118 ist die Schotterbettdicke auf der offenen Strecke beim Handschlitze **km 17.325 unterschritten**. Die Regeldicke des Schotterbettes bei starrem Unterbau ist bei **km 17.385** (PDu bei der Fähre) in beiden Gleisen **unterschritten**.

In den Bereichen von **km 18.180, km 18.675 und km 19.380** des Gleises 118 ist das Schotterbett **verlehmt** mit Feinanteilen aus dem Untergrund. Im Gleis 218 sind die Bereiche **km 17.270, km 17.525 und km 18.125 verlehmt**.

¹² Erneuerungsfall E1 (HG1): Gesamtdicke: 40 cm ab UK Betonschwellen.

¹³ DfA: Gleisdaten, km 17.385, Gl.118 SOK = 408.267 m ü. M. und Gl.218 SOK = 408.310 m ü. M., Stand 18.01.2021

¹⁴ DfA: Gleisdaten, km 18.340, Gl.118 SOK = 408.993 m ü. M. und Gl.218 SOK = 408.992 m ü. M., Stand 18.01.2021

¹⁵ DfA: Gleisdaten, km 18.520, Gl.118 SOK = 409.009 m ü. M. und Gl.218 SOK = 409.009 m ü. M., Stand 18.01.2021

¹⁶ Der LA-Wert für einen Schotter in Gleisen HG1, HG2 und HG4 beträgt maximal 16.

In den Bereichen von km 18.010 und km 18.520 des Gleises 118 sowie km 18.340 des Gleises 218 sind die untersten ca. 15 cm mittelmässig mit Betriebsschmutz, Schotterabrieb und Schotterbruch verschmutzt. Vermutlich handelt es sich um Rückstände des Schotterersatzes resp. Oberbauwechsels.

Mehrheitlich ist das Schotterbett gering bis mittelmässig mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verschmutzt. Zudem sind die Körner im mittleren Grade zerbrochen.

Die Schotterbettdicke sowie die Verlehmungen der Georadarmessungen korrelieren bei km 18.180 und km 18.675 (Gleis 118) sowie bei km 17.525 und km 18.125 (Gleis 218) mit den aufgeschlossenen Sondagen.

Allgemein ist das Schotterbett stopf- und reinigbar.

3.3 Planie

Grösstenteils ist die Planie regelmässig, sauber sowie mitteldicht gelagert und erdfeucht.

Im Bereich von km 17.845, km 18.125 und km 18.815 des Gleises 218 ist die Planie dicht bis kompakt, verschmiert und unregelmässig durch hochragende Steine und Blöcke.

Km 18.180 (Gleis 118) weist eine nicht genau bestimmbar Planie auf (Steine).

Bei km 18.675 und km 19.380 (Gleis 118) ist die Planie regelmässig, verschmiert sowie nass bzw. gut erdfeucht bei km 17.525 und km 19.130 (Gleis 218).

Bei km 18.455 im Gleis 118 sowie bei km 17.270 und km 18.125 im Gleis 218 sind Gegengefälle (Kontergefälle) vorhanden.

3.4 Unterbau

Der Unterbau, die gemäss Kap. 1 eingebrachten Schichten aus Kiessand PSS wurden in Ausdehnung und Mächtigkeit bestätigt. Ausser im Abschnitt km 17.218 – 17.560 von Gleis 218, wo anstelle des Kiessandes PSS ein Brechsand aufgeschlossen wurde.

Im Gleis 118 wurden im übrigen Bereich primär 15 – 45 cm leicht siltiger Rundkies mit (viel) Sand (und Steinen) bzw. toniger Kies mit Sand und Steinen; bei km 18.180 eine 20 cm dicke Schicht aus mehrheitlich Steinen mit Kies und Sand aufgeschlossen.

Im Gleis 218 wurden nebst den genannten Schichten aus Kiessand PSS und Brechsand ebenfalls Schichten mit Dicken von 25 – 35 cm aus leicht siltigem Rundkies mit Sand und Steinen bzw. mehr oder weniger stark verlehnten Kies mit Sand und Steinen aufgeschlossen. Im Abschnitt ca. km 17.800 – 18.800 sind mehrheitlich Steine und Blöcke (Steinbette) vorhanden.

Die aufgeschlossenen Verlehmungen haben unterschiedliche Ursachen: einerseits einen ungenügend filterstabilen

Unterbau (Gl.118, km 18.180 bzw. Gl.218, km 17.525), andererseits eine ungenügende Entwässerung mit nicht ausreichend filterstabilem Unterbau (übrige Fälle).

3.5 Untergrund

Im Untergrund wurden primär `silt. bis ton. Feinsande mit w. Kies` sowie `ton. Silte mit Sand und Kies (Silt- / Sandsteinbruchstücke)` aufgeschlossen. Dies in Übereinstimmung mit den Vorakten. Dabei handelt es sich vermutlich um die geologischen Schichten `feinkörnige Seesedimente` und/oder `Bachschuttkegel, Schwemmfächer` (vgl. Kap. 2.1). Die Tab. 8 zeigt eine entnommene Untergrundprobe des archivierten geot. Berichts 1995-043.

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

| Kennwerte | Probe P1 ¹⁷ |
|-------------------------------------|--|
| Gleis | 118 |
| Kilometrierung [km] | 18.455 |
| Tiefe ab OK Schwelle [m] | 0.93 – 1.10 |
| Wassergehalt w [%] | 24.2 |
| Fließgrenze w _L [%] | 31 |
| Ausrollgrenze w _P [%] | 15 ¹⁸ |
| Plastizitätszahl I _P [%] | 16 |
| Ton [%] | 12 |
| Silt [%] | 43 |
| Sand [%] | 44 |
| Kies [%] | 1 |
| Steine [%] | 0 |
| Klassifikation nach USCS | CL (silt. Ton) |
| Wasserdurchlässigkeit k [m/s] | 5*10 ⁻⁸ - 5*10 ⁻¹⁰ |

Für die Untergrundprobe (vgl. Tab. 8) ergibt sich eine Konsistenzzahl von:

$$I_c = \frac{(w_L - W)}{I_P} = \frac{(31\% - 24.2\%)}{16\%} = 0.44^{19}$$

Die Gleise 118 und 218 verlaufen entlang des Seeufers und dies z.T. in unmittelbarer Nähe oder direkt angrenzend an den See. Bei den in Kap. 2.1 erwähnten feinkörnigen Seesedimente im ehemaligen Schwankungsbereich des Zürichsees handelt es sich um diverse mineralische Böden

¹⁷ geot. Bericht 1995-043: Anhang7 pdf-Seite 42

¹⁸ VSS; SN 670 004-2b-NA; Geotechnische Erkundung und Untersuchung; Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen von Bodenklassifizierung; S.11 (I_P = W_L – W_P)

¹⁹ EN ISO 14688-2: 2004; Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 2, Grundlagen von Bodenklassifizierung; S.5

mit/ohne organische Beimengungen. In der Tab. 9 sind die relevanten Aufschlüsse des Untersuchungsabschnittes km 17.231 – 20.003 aufgelistet.

Tab. 9: Übersicht der vorhandenen Aufschlüsse im Untersuchungsbereich

| km | Sw-Typ | Aufbau | Bericht |
|--|-----------------------------|--|-----------------------|
| ~ km 16.630 | Bau- grund | Kernbohrung B2a: - 130 cm humusartiger Lehm mit St. - 175 cm Sand bis Schlamm sand mit kl. St. - 115 cm Sand (zweit- / dritt oberste Schichten: Bachschutt) - 280 cm Lehm mit St., weich - 350 cm Lehm mit St., weich, tiefer Schlamm sand (Schlamm sand, lokal Seekreide, Lehme mit organischen Beimengungen bzw. feinkörnige Seeablagerungen) - 80 cm Sand mit St. - 280 cm sandiger Lehm mit kl. und gr. Schutt und RK (l. lehmiges Mat. mit Sand, Kies und Schutt, Bl. bzw. Grundmoräne) - tiefer: Sandstein- und Mergelfels (obere Süsswassermolasse) | 1956-203 (S.4-5) |
| Ab- schnitt A2: (S.2-3) (17.160 – 17.255) | Bau- grund ²⁰ | Kernbohrung B1 (A 2.1); km 17.176 (OK Seegrund 402.370): - Aufschüttung: $\Delta h = 407.200 - 402.370 = 4.83 \text{ m}$ - 415 cm silt. Kiessand mit v. St. und Bl. - 55 cm silt. Sand (oberste zwei Schichten: Aufschüttung) - 60 cm ton. Silt mit w. Sand, hochplastisch - 150 cm st. ton.-silt. Sand (dritt /viert oberste Schichten: Seebodenlehm / weiche Seeablagerungen) - 460 cm l. ton Silt / Sand mit v. Kies - 70 cm t. ton. Silt / Sand mit v. Kies - 740 cm silt. Kiessand mit v. St. und Bl. (letzte zwei Schichten: Moräne und tiefer folgt Molassefels) | 1986-205; 1986-206 |
| 17.265 (17.276 – 17.390) | Holz; W.24 | - 31 – 35 cm Schotter (S2-3) - 12 cm silt. Sand mit Kies (SM / Brechsand) - 10 cm silt. Kies mit Sand und St./Ziegelresten (GM) - 40cm l. ton., silt. Sand mit Kies | 2015-066 |

²⁰ geot. Bericht 1986-205: pdf-Seite 10-11, 27, 78 und 94

| | | | |
|-----------------------------|------------------|---|-----------------------|
| | | (mittelsteife Matrix; Kornverteilung Labor: SC-SM) | |
| 17.400 (17.276 – 17.390) | Bau- grund | <ul style="list-style-type: none"> - 10 cm Asphalt - 20 cm sb. Kies mit w. Sand - 150 cm l. silt. Sand und Kies mit w. St. - 130 cm ton.-silt. Sand mit v. Kies und St., z.T. Ziegelbruchstücke und Kohlereste - 170 cm l. silt. Sand mit v. Kies und w. St., w. Asphaltreste sowie Ziegelbruchstücke und Kohlereste - 110 cm st. silt. Sand mit w. Kies - 110 cm ton. Silt mit w. Feinsand (mittlerer Plastizität) | 2010-231 (Nr.10-2) |
| 17.940 (17.850 – 18.400) | Bau- grund | Rammsondierung RS1: <ul style="list-style-type: none"> - 20 cm Humus (Oberboden) - 80 cm Auffüllung - ca. 220 cm sb. bis silt. Kies mit Sand (GP-GM bzw. glazifluviale Ablagerungen) - 120 cm sb. bis l. silt. Fein-/Mittelsande, silt. Feinsand und sand. Silt (SW-SM / ML bzw. glazifluviale Ablagerungen) - harter Silt- bis Feinsandstein, Mergel, weicherer Tonmergel bis Mergelton (obere Süsswassermolasse) | 2009-240 |
| 17.940 (17.850 – 18.400) | Bau- grund | Kernbohrung KB3: <ul style="list-style-type: none"> - 30 cm Humus - 20 cm ton. Kies mit v. Silt und Feinsand - 45 cm sb. Kies mit v. Sand - 35 cm sb. Sand mit v. Kies - 100 cm sb. Sand mit v. Kies - 120 cm sb. Sand mit v. Wasser - 15 cm sb. Fein- und Mittelsand mit v. Sand - 25 cm sb. Feinsand - 50 cm sb. Kies mit v. Sand - 15 cm sb. Silt bis Feinsand - 65 cm st. silt. Kies mit v. Feinsand - 70 cm st. silt. Kies mit v. Feinsand und St. - 130 cm l. mergeliger Siltstein - >180 cm Mergel / Mergelton bis Tonstein | 2005-236 |
| 18.160 (18.800 – 19.400) | Beton; Gl.218 | <ul style="list-style-type: none"> - >30 cm Schotter (S2; S4) - ca. 20 cm Kiessand siltig - ca. 20 cm silt. Feinsand | 1990-061 (A 3.5) |
| 18.210 (17.850 – 18.400) | Beton; Gl.118 | <ul style="list-style-type: none"> - 24 – 30 cm Schotter (S2; 3 – 15 cm S4) - 22cm silt. bis ton. Kies mit w. Sand - >55cm st. ton. Sand, mitteldicht | 1995-043 (A 6.2) |
| 18.455 (17.850 – 18.400) | Beton; Gl.118 | <ul style="list-style-type: none"> - 41 cm Schotter (S4) - 12 – 18 cm St./Bl. (Steinbett), silt. bis ton. Kies | 1995-043 (A 6.3) |

| | | | |
|-----------------------------|------------------|---|-----------------------|
| | | - >70 cm ton. Silt (CL), mittlerer Plastizität, dc = 129 kN/m ² (steif) | |
| 18.840 (18.800 – 19.400) | Beton; Gl.218 | - >54 cm Schotter (S1-2; 6 – 38 cm S4) - 16 cm Brechsand - 14 cm st. ton. Sand / ton. Silt mit w. Kies - >20cm ton. Silt, steif (mergelig) | 1995-043 (A 6.15) |
| 18.926 (18.800 – 19.400) | Beton; Gl.118 | - 21 – 29 cm Schotter (S1/S1-2; 5 – 8 cm Basis S4) - 22 cm silt. Kies mit v. Sand und St. - 30 cm st. ton. Sand / ton. Silt, organisch verunreinigt - >30 cm st. silt. Sand / ton. Silt, Siltsteinbröcken (mergelig) | 1995-043 (A 6.4) |
| 18.926 (18.800 – 19.400) | Beton; Gl.218 | - 31 – 40 cm Schotter (S2; 20 – 29 cm S4) - 11 – 23 cm Steinbett, verlehmt - 15 cm Brechsand, verlehmt - 45 cm ton. Silt / st. ton. Sand mit w. Kies, Ziegelsteinresten, organisch verunreinigt (Auffüllung) - >20 cm ton. Silt, Siltsteinbröckchen (mergelig) | 1995-043 (A 6.14) |
| 19.125 (18.800 – 19.400) | Beton; Gl.118 | - 27 cm Schotter (S1-2; S4) - 8 – 11 cm sb. bis silt. Kies mit w. Sand - 15 – 19 cm silt. bis st. silt. Kies mit v. Sand - >50 cm sb. bis silt. Sand mit v. Kies und St./Bl. | 1995-043 (A 6.5) |
| 19.230 (18.800 – 19.400) | Beton; Gl.218 | - 39 – 48 cm Schotter (S2; 5 – 13 cm S4) - 15 cm silt. Bis st. silt. Feinkies mit v. Sand / Steinbett - >50 Silt bis ton. Silt mit w. Sand, mittelsteif (mergelig) | 1995-043 (A 6.13) |
| 19.380 (18.800 – 19.400) | Beton; Gl.118 | - 29 – 31 cm Schotter (S2; 5 – 22 cm S4) - 29 cm ton. Kies mit w. Sand, Bl. - 5 – 8 cm silt. Kies mit v. Sand - >50 cm st. silt. bis ton. Sand / ton. Silt - >15 cm ton. Silt mit organischen Beimengungen (steif) | 1995-043 (A 6.7) |
| 19.385 (18.800 – 19.400) | Beton; Gl.218 | - 30 – 37 cm Schotter (S2) - sb. bis silt. Kies mit v. Sand (nass) | 1995-043 (A 6.12a) |
| 19.670 (19.600 – 19.992) | Beton; Gl.118 | - 63 cm Schotter (S1-2; S2) - 20 cm Steinbett - >60 cm st. ton. Sand mit w. Kies | 1995-043 (A 6.9) |
| 19.788 (19.600 – 20.003) | Beton; Gl.218 | - 41 – 43 cm Schotter (S2; S4) - >20 cm Bl. / St. (Steinbett) - 55 cm ton. Silt mit v. Sand (CL), steif | 1995-043 (A 6.11) |

| | | | |
|---|-----------------------------|--|-----------------------|
| Ab- schnitt B: (S.3-4) (18.800 – 19.400) | Bau- grund ²¹ | Kernbohrung B3 (A 2.3); km 18.833 (OK Seegrund 404.850): - Auffüllung: $\Delta h = 407.710 - 404.850 = 2.86 \text{ m}$ - 220 cm silt. Sand, st. organisch verunreinigt - 190 cm ton. Silt mit v. Sand, st. organisch verunreinigt, weich - 60 cm sb. Sand (oberste drei Schichten: rezente Seeablagerungen) - 260 cm ton. Silt mit w. bis v. Sand, plastisch (Seebodenlehm) - 250 cm ton. Silt mit v. Sand und w. bis v. Kies, relativ plastisch - 170 cm l. ton Silt/Sand mit v. Kies, z.T. St./Bl. (zweit-/drittletzte Schicht: Moräne) - >340 cm Molassefels (Tonmergel, Mergel, Siltstein und Sandstein) | 1986-205; 1986-206 |
| 19.880 (19.600 – 19.992) | Beton; Gl.118 | - 42 – 46 cm Schotter (S1-2; S4) - 27 cm Steinbett - ton. Silt mit v. Sand (Labor: CL) | 1995-043 (A 6.10) |
| 20.003 (19.600 – 20.003) | Holz; W.1 | - 37 – 44 cm Schotter (S1-2; S2; Basis 3 cm S4) - 25 cm l. silt. RK mit v. Sand (PSS) - >10 cm sb. St. | 2005-005 |

Die Aufschlüsse zeigen auf, dass bei den Sondagen in den Gleisachsen mehrheitlich organische Beimengungen / Verunreinigungen aufgeschossen wurden. Diese wurden unter anderem mit Ziegelsteinresten vorgefunden. Das heisst, dass es sich hierbei vermutlich um eine Auffüllung handelt. Vgl. hierzu Beschreibung im Bericht 1956-203 – im 19. Jh. und in den 20er Jahren des 20. Jh. wurde für die Auflandung viel Schüttmaterial aufgebracht und dabei wurden viele Gleitbrüche o.ä. im See bzw. an der Geländekante ausgelöst.

Im Weiteren ist ersichtlich, dass bei benachbarten älteren Baugrunduntersuchungen von 1956 und 1986 weiche Seeablagerungen vorgefunden wurden (Kernbohrung B1, B3 und B2a). Es handelt sich dabei um folgende Böden:

- B1: toniger Silt mit wenig Sand, hochplastisch
- B1: stark toniger-siltiger Sand
- B3: siltiger Sand, stark organisch verunreinigt
- B3: toniger Silt mit viel Sand, stark organisch verunreinigt
- B3: toniger Silt mit wenig bis viel Sand, plastisch
- B2a: Lehm mit Steinchen, weich, tiefer Schlammsand

Hierzu liegen keine Laboruntersuchungen oder Angaben zum organischen Anteil (Glühverlust V_{gl}) vor.

Aufgrund der grossen Dicke der Weichschichten im Untergrund ist die Gesamtstabilität des gesamten Bauwerkes

²¹ geot. Bericht 1986-205: pdf-Seite 11-12, 29, 80 und 98

entscheidend – nicht mehr die Verformbarkeit der einzelnen Niveaus. Anhand der getroffenen Annahmen wurden für die nachfolgenden Fälle eine Abschätzung gemäss Abb. 2 gemacht.

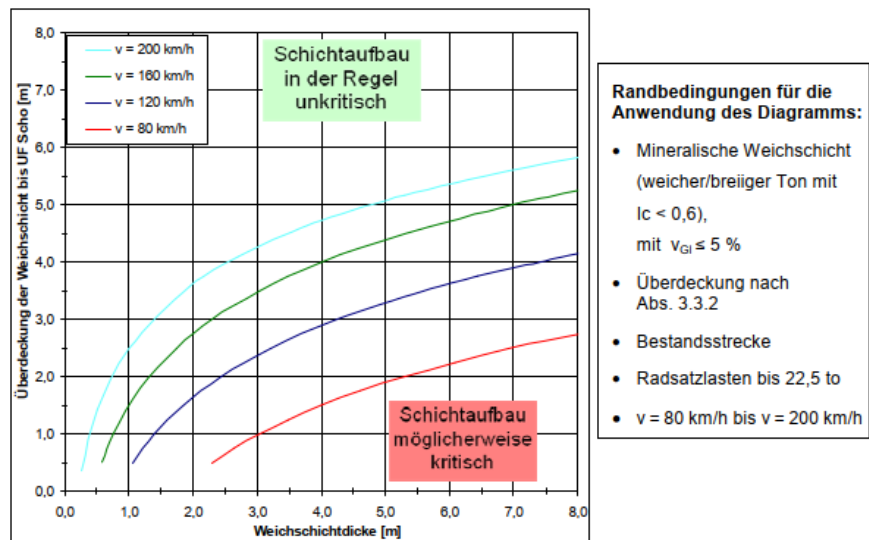


Abb. 2: mineralische Weichschicht – Abgrenzung von dynamisch möglicherweise kritischem Schichtaufbau zu i. d. R. dynamisch unkritischem Schichtaufbau²²

Geschwindigkeit 105 km/h:

- Kernbohrung B1: km 17.160 – 17.255, Überdeckung ca. 4.7 m, Weichschichtdicke ca. 2.1 m
- Kernbohrung B3: km 18.800 – 19.400, Überdeckung ca. 2.9 m²³, Weichschichtdicke ca. 6.7 / 7.3 m
- Kernbohrung B2a: km 16.800 – 17.300, Überdeckung ca. >2.9 m, Weichschichtdicke ca. 3.5 m

Für den Fall mit der Kernbohrung «B3» können **möglicherweise dynamisch kritische Verhältnisse (km 18.800 – 19.400)** abgeleitet werden. Für die Abschnitte km 17.255 – 17.390 sowie ab km 19.600 sind zusätzliche Baugrunduntersuchungen zur Abklärung der Weichschichten erforderlich (vermutlich dynamisch unkritisch). Von km 17.850 – 18.400 sind dynamisch unkritische Verhältnisse zu erwarten.

Für die **Tragfähigkeit** auf dem Planum kann von folgenden Werten ausgegangen werden:

Tab. 10: geschätzte Tragfähigkeiten auf dem Planum

²² DB Netz AG (2018): Planungshilfe «Eisenbahnstrecken mit Schotteroberbau auf Weichschichten», Untersuchungen zur dynamischen Stabilität, Vereinfachte Bewertung der dynamischen Stabilität von bestehenden Strecken, 2. Ausgabe

²³ DfA: Gleisdaten, km 18.833, Gl.218 SOK = 408.465 m ü. M., $\Delta h = (408.465 - 0.65\text{m}) - 404.850 = 2.90\text{m}$, Stand 18.01.2021

| Untergrund Typ / Abschnitt [km] | Tragfähigkeit | |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | CBR [%] | ME [MN/m ²] |
| silt. - ton. Feinsand (Anhang 3.2 / 4.3) bis ton. Silt (CL-ML) ²⁴ km 17.231 – 18.100 | > 3 - 4 | > 6 - 8 |
| st. ton. Sand (SC) ²⁵ bis ton. Silt (CL-ML); silt. Ton (CL) vgl. Tab. 8 km 18.100 – 18.600 | > 3 - 4 | > 6 - 8 |
| Gl.118: silt. - ton. Kies mit Sand (GC-GM / GC) Gl.218: ton. Silt (CL-ML) ²⁶ km 18.600 – 18.730 | Gl.118: k.A. Gl.218: > 3 - 4 | Gl.118: > 30 Gl.218: > 6 - 8 |
| st. ton. Sand (SC) bis ton. Silt (CL-ML) ²⁷ km 18.730 – 19.439 | > 3 - 4 | > 6 - 8 |

Tab. 11: Wasserempfindlichkeit des Untergrundes für Gl.118

| km | Wasserempfindlichkeit des Untergrundes |
|----------------------------------|--|
| ca. km 17.276 – 18.010 | mittelstark |
| km 18.010 – 19.400 ²⁸ | mittelstark bis stark |

Tab. 12: Wasserempfindlichkeit des Untergrundes für Gl.218

| km | Wasserempfindlichkeit des Untergrundes |
|---|--|
| ca. km 17.231 – 18.000 | mittelstark |
| ca. km 18.000 – 19.439 ²⁹ | mittelstark bis stark |

Der Untergrund ist **sehr schwach wasserdurchlässig** mit Ausnahme der kiesigen Partien, welche durchlässig – schwach durchlässig sein dürften.

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

3.6 Frost

Bezüglich Frost sind keine Massnahmen zu treffen.

Es sind keine tiefen Einschnittlagen oder hoch anstehendes Grundwasser / Vernässungen vorhanden. Zudem sind keine Frostereignisse bekannt.

Die notwendige Unterbausanierung in Kombination mit einer funktionierenden Entwässerung erhöht den Frostschutz

²⁴ geot. Bericht 1995-043: Anhang 6.21 (km 17.550) pdf-Seite 41

²⁵ geot. Bericht 1995-043: Anhang 6.2 (km 18.210) pdf-Seite 20

²⁶ geot. Bericht 1995-043: Anhang 6.16 (km 18.670) pdf-Seite 36

²⁷ geot. Bericht 1995-043: Anhang 6.4 (km 18.926) pdf-Seite 22 sowie Anhang 6.15 (km 18.840)

²⁸ geot. Bericht 1995-043: pdf-Seite 15

²⁹ geot. Bericht 1995-043: pdf-Seite 14

bereits, sodass keine zusätzlichen Massnahmen bezüglich Frost notwendig sind.

3.7 Entwässerung

Zwischen km 17.231 und 19.439 sind Entwässerungsleitungen, Querungen von Entwässerungsleitungen sowie diverse Haltungen vorhanden (vgl. Tab. 13).

Dort wo nicht anders erwähnt, wird das Meteorwasser über die Planie / Planum abgeleitet und in einer Entwässerungsanlage gefasst oder versickert schadlos.

Im Bereich von km 17.525 wurde bei der Sondage kein Unterbau aufgeschlossen (vgl. Anhang 4.3), obwohl gemäss GOB im Abschnitt km 17.218 – 17.560 ein PSS im Jahre 1991 erstellt wurde. Das Quergefälle des anstehenden Untergrundes ist ungenügend. Ein Anteil des Meteorwasser kann jedoch in der bestehenden Entwässerungsleitung abgeleitet werden. Die Verlehmungen im Schotterbett mit Feinmaterial aus dem Untergrund ist auf die fehlende Sperr- und Foundationsschicht zurückzuführen.

Im Einschnitt km 18.125 ist gemäss DfA (vgl. Tab. 13) eine Entwässerungsleitung vorhanden. Bei der Sondage wurde jedoch keine festgestellt. Die Steinbett-Planie von Gleis 218 zeigt in Richtung Gleis 118 (vgl. Anhang 4.6). Ein Handschlitz des Gleises 118 beim gleichen Kilometer (km 18.125) für einen Vergleich bzw. zur Ermittlung eines allfälligen Planieabsatzes ist nicht vorhanden. Die Georadarauswertung vom Gleis 118 zeigt bei dieser Kilometrierung keine Verlehmungen auf. Unter Berücksichtigung der Sondagen des Gleises 118 bei km 18.180 (vgl. Anhang 3.5) und km 18.150³⁰ sowie der Handschlitz des geot. Berichts 1990-062³¹ (Gleis 218), kann die Aussage gemacht werden, dass in diesem Abschnitt die Entwässerungsverhältnisse im Gleis 218 ungenügend sind. Das Steinbett ist gegenüber dem Untergrund ungenügend filterstabil. Die fehlende Entwässerung begünstigt den Feinmaterialaufstieg zusätzlich.

In den folgenden Abschnitten sind keine konstruktive Entwässerungen vorhanden:

- Gl.118 und 218, km 17.231 – 17.439:

Das Meteorwasser wird via PSS/Brechsand in das Bankett abgeleitet. Dort versickert es schadlos (vgl. Anhang 3.1 und 4.1).

- Gl.118, km 17.810 – 18.266:

Das Gleis befindet sich in einem Einschnitt. Das Meteorwasser versickert mehrheitlich verzögert im Bankettbereich. Bei km 18.180 sind die Entwässerungsverhältnisse ungenügend, was in Kombination mit dem vorhandenen Steinbett zu den

³⁰ geot. Bericht 1995-043: Anhang 6.1 (Handschlitz) pdf-Seite 19

³¹ geot. Bericht 1990-062: Anhang 3.4 (Handschlitz km 17.990 Gleis 218 Schotterbett-Verlehmung) pdf-Seite 20 und Anhang 3.5 (Handschlitz km 18.160 Gleis 218 Schotterbett-Verlehmung) pdf-Seite 21

auch anhand des Georadars festgestellten Verlehmungen geführt hat (siehe Anhang 3.5).

- Gl.118, km 18.519 – 19.431:

In diesem Abschnitt wechselt die Topografie zwischen Damm und Ebene. Von ca. km 18.775 – 19.400 befindet sich angrenzend zum Gleis ein unbefestigter Gehweg und direkt danach das Seeufer (vgl. Anhang 7.2. Das Gleis liegt bei km 19.000 ca. 2.7 m höher als der Seespiegel³² (vgl. auch Kap. 2.1). Gemäss den Vorakten sowie der vereinfachten Bewertung ist die **dynamische Stabilität** im Abschnitt km 18.800 – 19.400 (vgl. Kap. 3.5 bzw. Tab. 9) **möglicherweise kritisch**. Die Ergebnisse von Georadar und aktuellen sowie älteren Sondagenschlitzten zeigen diverse Verlehmungen im Schotterbett auf (vgl. Anhang 1.2, 3.8, 3.10 sowie geot. Bericht 1995-043). Die Entwässerungsverhältnisse sind schwierig. Das anfallende Wasser kann aufgrund des bestehenden Unterbaus zum einen nicht in jedem Bereich zum Bankett geleitet werden und zum anderen aufgrund des Untergrundes nicht richtig versickern. Die konstruktive Ausbildung der zum Gleistrasse angrenzenden Seeufermauer ist nicht bekannt.

- Gl.218, km 18.300 – 18.353:

Das Gleis befindet sich in einer Ebene. Bei km 18.340 befindet sich die Brücke U Seezugang Sägerei (vgl. Anhang 4.7). Die Auswertungen des Georadars weisen keine Verlehmungen auf. Das Meteorwasser versickert schadlos im Bankett oder im Untergrund.

- Gl.218, km 18.412 – 18.531:

In diesem Abschnitt liegt das Gleis im Anschnitt. Im Abschnitt km 18.526 – 18.670 wurde im Jahr 1996 eine Unterbausanierung mit Kiessand PSS durchgeführt. Das Georadar zeigt keine nennenswerte Ergebnisse auf (vgl. Anhang 11.2). Der alte Handschlitz von 1995 bei km 18.450 zeigt unter der rechten Schiene eine labile Filterstabilität³³. Die Entwässerungsverhältnisse scheinen knapp genügend zu sein.

- Gl.218, km 18.821 – 19.326 und km 19.382 – 19.400:

Die im Jahre 2016 durchgeführten Sondagen zeigen labile Filterstabilitäts-Verhältnisse im Unterbau auf. Im Abschnitt km 19.130 – 19.230 (siehe Anhang 4.10 bis 4.12) waren trotz starken Niederschlägen keine stauenden Vernässungen vorhanden. Verlehmungen im Schotterbett, welche mittels des Georadars ermittelt wurden, konnten bei den Sondagen nicht festgestellt werden. Die älteren Handschlitzte zeigen mehrheitlich ebenfalls labile Filterstabilitäts-Verhältnisse sowie bereits beginnende / starke Verlehmungen im Schotterbett auf (vgl. geot. Bericht 1995-043 Handschlitzte km 18.840, km

³² DfA: Gleisdaten, km 19.000, Gl.118 SOK = 408.541 m ü. M., $\Delta h = 408.541 - 405.800 = 2.74\text{m}$, Stand 18.01.2021

³³ geot. Bericht 1995-043: Anhang 6.18 (Handschlitz) pdf-Seite 38

18.926, km 19.100, km 19.230 und km 19.385). In diesem Bereich gab es zwischenzeitlich keine Unterbausanierung. Weitere Ergänzungen sind beim Gl.118 im Abschnitt km 18.519 – 19.431 zu entnehmen (dynamische Stabilität). Anhand den vorliegenden Informationen sind die Entwässerungsverhältnisse in diesem Abschnitt als ungenügend einzustufen.

- Gl.218, km 19.422 – 19.439:

Gemäss dem GOB gab es in den Abschnitten km 19.270 – 19.439 eine Unterbausanierung im Jahre 1979. Die neuen Georadarmessungen sowie die älteren Handschlitz³⁴ zeigen Verlehungen im Schotterbett auf. Die Bereiche sind deckungsgleich (vgl. Anhang 2.2). Mehrheitlich ist ein Steinbett mit darunterliegendem tonigem Silt (CL) vorzufinden. Das anfallende Wasser hat bei diesen Verhältnissen kaum eine Möglichkeit zu versickern bzw. kontrolliert abzufließen.

was gilt?

Tab. 13: Ausdehnung und Zustand der Entwässerungsleitung

| Lage | Zustand | Beurteilung |
|--|---|--|
| Querung unter den Gleisen 118/218 bei km 17.388 sowie km 17.404 | nicht aufgeschlossen (gem. DfA: Beton DN150 und PVC DN125; Regenabwasser; Freispiegelleitung sowie Beton DN1200 Mischabwasser; Freispiegelleitung) | - keine Angaben |
| ca. km 17.448 – 17.460 links des Gleises 118 Fliessrichtung: Au ZH | nicht aufgeschlossen (gem. DfA: HPE DN150; Regenabwasser; Sickerleitung, Teilsickerrohr) | - keine Angaben |
| ca. km 17.439 – 17.460 rechts des Gleises 218 Fliessrichtung: Au ZH | nicht aufgeschlossen (gem. DfA: Beton DN350; Regenabwasser; Freispiegelleitung) | - keine Angaben |
| Querung unter den Gleisen 118/218 bei km 17.460 | nicht aufgeschlossen (gem. DfA: Beton DN200; Regenabwasser; Freispiegelleitung) | - keine Angaben |
| Querung unter den Gleisen 118/218 bei km 18.043 | nicht aufgeschlossen (gem. DfA: HPE DN200; Schmutzabwasser; Freispiegelleitung) | - keine Angaben |
| ca. km 17.448 – 17.561 links des Gleises 118 Fliessrichtung: Horgen | nicht aufgeschlossen (gem. DfA: Beton DN200 und HPE DN150; Regenabwasser; Freispiegelleitung) | - genügend tief für die Entwässerung von Planie und Planum |
| ca. km 17.561 – 17.610 links des Gleises 118 Fliessrichtung: Horgen | vgl. Anhang 3.2.: Mittenentwässerung? Kunststoffrohr DN200, Sohle feucht und ver-schlamm (gem. DfA: Beton DN200 und PVC DN100; Regenabwasser; Freispiegelleitung) | - keine Angaben |
| ca. km 17.775 – 17.810 links des Gleises 118 Fliessrichtung: Horgen | nicht aufgeschlossen (gem. DfA: Beton DN200; Sickerleitung, Teilsickerrohr; ab km 17.793 offenes Profil DN300) | - keine Angaben |

Mittenentwässerung

³⁴ geot. Bericht 1995-043: Anhang 6.12 (Handschlitz) pdf-Seite 30 und Anhang 6.11 (Handschlitz) pdf-Seite 29

| Lage | Zustand | Beurteilung |
|---|--|--|
| ca. km 17.460 – 18.068 rechts des Gleises 218 Fliessrichtung: Horgen | vgl. Anhang 4.3: Kunststoffrohr DN300, Sohle nass und verschlamm vgl. Anhang 4.4: keine Entw. (gem. DfA: bis km 17.567 Regenabwasser; Freispiegelleitung danach Sickerleitung, Teilsickerrohr DN300, DN200 und DN150; ab km 17.776 Beton DN200 Sickerleitung, Teilsickerrohr ab km 17.801 offenes Profil DN400 bzw. Graben). | - genügend tief für die Entwässerung von Planie und Planum |
| ca. km 18.068 – 18.256 rechts des Gleises 218 Fliessrichtung: Horgen (bis km 18.146) danach Fliessrichtung: Au ZH | nicht aufgeschlossen (gem. DfA: HPE DN150, PVC DN150 und Beton DN300; Regenabwasser; Sickerleitung, Teilsickerrohr sowie ab km 18.247 Regenabwasser; Freispiegelleitung) | - keine Angaben |
| ca. km 18.266 – 18.300 rechts des Gleises 218 Fliessrichtung: Horgen/Au ZH bzw Querung Querung unter den Gleisen 118/218 bei km 18.286 | nicht aufgeschlossen (gem. DfA: Beton DN300, Regenabwasser; Freispiegelleitung) | - keine Angaben |
| ca. km 18.353 – 18.412 rechts des Gleises 218 Fliessrichtung: Horgen/Au ZH bzw Querung Querung unter den Gleisen 118/218 bei km 18.376 | nicht aufgeschlossen (gem. DfA: Beton DN150, DN200 bzw. Querung Beton DN300, Regenabwasser; Freispiegelleitung) | - keine Angaben |
| ca. km 18.410 – 18.519 links des Gleises 118 Fliessrichtung: Au ZH | vgl. Anhang 3.6: Kunststoffrohr DN200, Sohle nass und verschlamm (gem. DfA: PVC DN150, Regenabwasser; Sickerleitung, Teilsickerrohr) | - genügend tief für die Entwässerung von Planie und Planum - zu weit entfernt vom Gleis |
| ca. km 18.531 – 18.821 rechts des Gleises 218 Fliessrichtung: Horgen (bis km 18.594) danach Fliessrichtung: Au ZH | vgl. Anhang 4.8: Kunststoffrohr DN200, Sohle nass und verschlamm vgl. Anhang 4.9: keine Entw. (gem. DfA: HPE DN200, Regenabwasser; Sickerleitung, Teilsickerrohr) | - genügend tief für die Entwässerung von Planie und Planum |
| Querung unter den Gleisen 118/218 bei km 19.283 | nicht aufgeschlossen (gem. DfA: HPE DN200; Regenabwasser; Freispiegelleitung) | - keine Angaben |
| ca. km 19.326 – 19.382 rechts des Gleises 218 Fliessrichtung: Horgen/ Au ZH | nicht aufgeschlossen (gem. DfA: PVC DN200 und DN250, Regenabwasser; Sickerleitung, Teilsickerrohr) | - keine Angaben |
| ca. km 19.400 – 19.422 rechts des Gleises 218 Fliessrichtung: Horgen | nicht aufgeschlossen (gem. DfA: Beton DN300, Regenabwasser; Sickerleitung, Teilsickerrohr) | - keine Angaben |
| ca. km 19.400 – 19.625 links des Gleises 118 Fliessrichtung: Horgen/Au ZH | nicht aufgeschlossen (gem. DfA: HPE DN160, Regenabwasser; Sickerleitung, Teilsickerrohr, ab km 19.431 und Beton DN200 Regenabwasser; Freispiegelleitung) | - keine Angaben |

| Lage | Zustand | Beurteilung |
|------|---|-------------|
| | und ab km 19.570 Beton DN200, Regenabwasser; Sickerleitung, Teilsickerrohr) | |

3.8 Schadstoffbelastung

Tab. 14: Schadstoffbelastung PAK Schotter und Unterbau³⁵

| Probe | Objekt | km | Entnahmeort | Einteilung | Anhänge |
|-------|--------------------------|--------|-------------|------------|---------|
| PU1 | Gleis 218 offene Strecke | 17.525 | Schotter | A | 6 |
| PU2 | Gleis 118 offene Strecke | 18.180 | Schotter | A | 6 |
| PU3 | Gleis 118 offene Strecke | 18.675 | Schotter | A | 6 |

Gemäss VVEA vom 01.01.2016 sind die Proben PU1 bis PU3 (Typ A) zu behandeln.

Die Gleise 118 und 218 sind Streckengleise. Im Abschnitt km 17.231 – 19.439 liegen seit 1978 und 1979 sowie 1991 Betonschwellen. Der Schotter wurde in den gleichen Umbaujahren erneuert oder wurde z.T. inzwischen bereits gereinigt / ersetzt. Gemäss Kapitel 8.2 der Gleisaushubrichtlinie vom BAV ist der Ausfallschotter als schwach verschmutztes Material zu entsorgen. Eine aktuelle chemische Analyse ist nicht zu erstellen.

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/intranet-to-pics/de/Seiten/aushub-gleisaushub.aspx>

³⁵ Einstufung gemäss Untersuchungsergebnissen und „Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial“ des BUWAL von 1999 sowie „Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen“ von 2016

4 Fazit

Anhand der mittleren täglichen Belastung der Hauptgleise von 2002³⁶ wurde festgestellt, dass im Zeitraum von 2002 – 2020 eine Zunahme der Belastung von 23'500 GBRT/d auf 56'000 GBRT/d (Gl.118) resp. 57'000 GBRT/d (Gl.218) stattgefunden hat. Anhand der Prognosen 2017-2035 ist mit einer Zunahme der Strecken-Belastung von ca. 27% (152'700 GBRT/d) zu rechnen.³⁷

Seit der letzten Oberbauerneuerung musste normal bis häufig systematischer Unterhalt pro Jahr geleistet werden. Anhand Anhang 2.1 und 2.2 ist ersichtlich, dass für Gleis 218 fast über den gesamten Untersuchungsabschnitt der systematische Unterhalt häufig war.

Aufgrund der Liste ungenügender Fahrdrachhöhe sind bei der SUE Föhre-Zufahrt (km 17.748 – 17.798) und SUE Hirsacker (km 17.764 – 17.815) Massnahmen anzustreben.³⁸

Gemäss Kap. 2.2 sowie Kap. 3.5 sind Weichschichtprobleme bekannt.

- * km 17.160 – 17.255: Weichschichten sind vermutlich dynamisch unkritisch (ist anhand Kernbohrung bestätigt)
- * km 17.225 – 17.390: Weichschichten gem. Excel-Liste (geolog. Karte: feinkörnige Seesedimente, keine Bohrung vorhanden)
- * km 17.390 – 17.850: keine Angabe, ob Weichschichten vorhanden sind (geolog. Karte: künstliche Aufschüttung, Vorstoss-Schotter und feinkörnige Seesedimente)
- * km 17.850 – 18.400: Weichschichten sind vermutlich dynamisch unkritisch (geolog. Karte: feinkörnige Seesedimente)
- * km 18.400 – 18.800: keine Angabe, ob Weichschichten vorhanden sind (geolog. Karte: feinkörnige Seesedimente und Bach-Schuttkegel)
- * km 18.800 – 19.400: Weichschichten sind vermutlich dynamisch kritisch (ist anhand Sondage und Kernbohrung bestätigt)
- * km 19.400 – 19.600: keine Angabe, ob Weichschichten vorhanden sind (geolog. Karte: Alluvialböden)

Somit ist für die Gebrauchstauglichkeit des Fahrweges eine unmittelbare Einschränkung vorhanden. Ist eine Geschwindigkeitserhöhung und / oder eine Zunahme der Gleisbelastung geplant, so müssen zusätzliche Baugrunduntersuchungen bezüglich Weichschichtproblematik durchgeführt bzw. der Nachweis einer genügenden dynamischen Stabilität muss gemacht werden. Für eine wirtschaftliche Sanierung ist eine Betrachtung von Unterbau und Untergrund zu machen.

Das 43-jährige Schotterbett im Gleis 18 von km 17.276 – 17.976 ist mehrheitlich in gutem Zustand. Im Abschnitt von km 17.976 – 19.992, in dem der Schotter 1997 ersetzt wurde, sind mehrere **verlehmte** Schotterbett-Bereiche anhand den neuen / alten Sondagen und Georadar festgestellt worden. Beim

³⁶ MTB2002: mittlere tägliche Belastung der Hauptgleise 2002; 10. Oktober 2003; D. Lottaz

³⁷ Belastungsprognose I-FN, Stand April 2018

³⁸ Liste der ungenügender Fahrdrachhöhe, I-AT-FW, Stand 2017

Gleis 218 im Abschnitt km 17.231 – 18.244 kann ebenfalls von einem mehrheitlich guten Schotterbett ausgegangen werden. Im Bereich von **km 17.525** sind **Verlehmungen** im Schotter aufgeschossen worden. Im Abschnitt km 18.244 – 20.003 wurde der Schotter im Jahr 1996 gereinigt. Wie im Gleis 118 sind auch im Gleis 218 in diesem Abschnitt diverse Schotterbett-Bereiche **verlehmt**.

Die Empfehlungen wurden mehrheitlich gemäss dem geot. Bericht 1995-043 umgesetzt³⁹. Die PSS im Abschnitt km 18.410 – 18.482 des Gleises 118 wurde gemäss GOB nicht erstellt. Bei km 18.455 wurde jedoch ein l. silt. RK mit v. Sand und St. aufgeschossen (vgl. Anhang 3.6).

Im Gleis 218 wurde bei km 17.525 und km 17.550 (geot. Bericht 1995-043) kein Kiessand PSS aufgeschossen (vgl. GOB).

Die Umbaumassnahme für die damals festgestellten Schotterbett-Verlehmungen im Gleis 118 bei km 18.210, km 19.926, km 19.380, km 19.500 und km 19.880 sowie im Gleis 218 bei km 17.550, km 17.995, km 18.840, km 18.926, km 19.550 und km 19.788 sahen lediglich Schotterbettmassnahmen vor. Entsprechend konnten erneuerte Verlehmungen in gewissen Bereichen mittels Sondagen und / oder Georadar festgestellt werden. Das heisst, in den damaligen empfohlenen und umgesetzten Schotterbettmassnahmen Abschnitten sind heute Unterbausanierungen zu empfehlen.

Genaue km-Angaben zu Senkstellen und weisse Schotterstellen wurden vom Unterhalt nicht gegeben. Bei den Sondagen wurden keine markant ausgeprägten Bereiche festgestellt. Vermutlich liegt die Ursache bei der bestehenden Foundation (Steinbett und andere), dem Untergrund (weiche Seeablagerungen) und den z.T. daraus entstehenden Verlehmungen im Schotterbett sowie den fahrdynamischen Werten (Geschwindigkeit, Radius, Überhöhung, etc.) bzw. den ungleichen Steifigkeitsverhältnissen von Abschnitten mit ausgeprägten Weichschichten zu Abschnitten ohne Weichschichten.

Die eingebaute Foundation besteht im Gleis 118 und 218 vielerorts aus einem Steinbett.

An einigen Stellen sind aufgrund der fehlenden Sperr- und Foundationsschicht, des Wasser bzw. der fehlenden Entwässerung sowie infolge der ungenügenden Filterstabilität **Verlehmungen** im Schotterbett mit Feinanteilen aus dem Untergrund sichtbar (**km 18.180, km 18.675 und km 19.380** des Gleises 118 sowie bei **km 17.525 und km 18.125** des Gleises 218). Eine Foundation aus Kiessand PSS ist in wenigen Abschnitten vorhanden. Sie hat sich bewährt und befindet sich gemäss den Sondagen in gutem Zustand.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die zu Beginn erwähnten Fragestellungen abgeklärt werden konnten. In diversen Abschnitten des Gleises 118 sowie 218 sind zwingend Unterbausanierungen durchzuführen.

³⁹ geot. Bericht 1995-043: S.9-11 / pdf-Seite 11-13

5 Umbaumassnahmen

Falls die Gleishebungen auf starrem Unterbau nicht möglich sind, ist eine Sonderlösung in Absprache mit I-NAT-TAFB-UGT zu treffen.

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

Falls das Steinbett entfernt werden muss, ist zu beachten, dass dieses teilweise aus Blöcken bis zu 35 cm Durchmessern besteht und sehr dicht gelagert ist. Die Aushubmaschine ist auf solche Steingrößen auszurichten.⁴⁰ Des Weiteren ist bei der Maschinenwahl zu berücksichtigen, dass Abschnitte mit Seeufermauern vorhanden sind (z.B. vgl. km 19.670⁴¹).

Tab. 15: Umbaumassnahmen für das Gleis 118-119 (seeseitig)

| Gleis 118-119 | Empfehlung für Betonschwellen 60E1 |
|--|--|
| km 17.267 – 18.110 (l = 843 m) | (30 – 40 Jahre oberbaubedingt): Schotterreinigung (Ausfall 20 – 30%) mit Tiefenbegrenzung auf 45 cm ab OK best. Schwelle. Dabei darf die Planie nicht verletzt werden. Gleishebung bei km 17.325 von 3 cm Gleishebung bei km 17.385 PDU `bei der Fähre` von 9 cm (vgl. Tab. 6) Weichschichtprobleme sind bekannt (zusätzliche Baugrunduntersuchungen siehe Kap.4). |
| km 18.110 – 18.250 (l = 140 m) | (40 bzw. 80 Jahre): Unterbausanierung (Schotter ist zu ersetzen) - 50 cm ungebundenes Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) - 3 cm Asphaltgranulat 0/16 - 7 cm AC Rail 22 oder Unterbausanierung - 40 cm Kiessand PSS Bei beiden Varianten muss auf dem Planum ein Geokunststoff mit Funktion «Trennen» unter einem Geokunststoff mit Funktion «Bewehren» verlegt werden. Dimensionierungsgrundlage: $M_{E1} \geq 8 \text{ MN/m}^2$ Für die Fahrbahn-Entwässerung steht «Typ 4a» aus Anhang 8b des R RTE 21110 im Vordergrund. Weichschichtprobleme sind bekannt (zusätzliche Baugrunduntersuchungen siehe Kap.4). |
| km 18.250 – 18.590 (l = 340 m) | (30 – 40 Jahre oberbaubedingt): Schotterreinigung (Ausfall 20 – 30%) mit Tiefenbegrenzung auf 50 cm ab OK best. Schwelle. Dabei darf die Planie nicht verletzt werden. (Bei km 18.340 U `Seezugang Sägerei` und km 18.520 `Aabach Brücke` sind keine Hebungen nötig. vgl. Tab. 6) Weichschichtprobleme sind bekannt (zusätzliche Baugrunduntersuchungen siehe Kap.4). |
| km 18.590 – 18.800 (l = 210 m) | (40 bzw. 80 Jahre): Unterbausanierung (Schotter ist zu ersetzen) - 25 cm ungebundenes Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) - 3 cm Asphaltgranulat 0/16 - 7 cm AC Rail 22 oder Unterbausanierung - 30 cm Kiessand PSS |

⁴⁰ geot. Bericht 1995-043: S.9 / pdf-Seite 11

⁴¹ geot. Bericht 1995-043: Anhang 6.9 pdf-Seite 27

| Gleis 118-119 | Empfehlung für Betonschwellen 60E1 |
|--|--|
| | <p>Bei beiden Varianten muss auf dem Planum ein Geokunststoff mit Funktion «Trennen» verlegt werden.</p> <p>Dimensionierungsgrundlage: $M_{E1} \geq 30 \text{ MN/m}^2$</p> <p>Für die Fahrbahn-Entwässerung steht «Typ 4a» aus Anhang 8b des R RTE 21110 im Vordergrund.</p> |
| <p>km 18.800 – 18.950 (l = 150 m)</p> | <p>(40 bzw. 80 Jahre): Unterbausanierung - auf dem Planum muss ein Geokunststoff mit Funktion «Trennen» unter einem Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» verlegt werden - 25 cm ungebundenes Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) - Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» - 25 cm ungebundenes Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) - 3 cm Asphaltgranulat 0/16 - 7 cm AC Rail 22 oder Unterbausanierung - 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 Dimensionierungsgrundlage: $M_{E1} \geq 8 \text{ MN/m}^2$</p> <p>dynamische Stabilität: Es wird angenommen, dass die dynamische Stabilität möglicherweise kritisch ist (vgl. Kap.4). Anhand einer mit zwei Geogitter bewehrten Fundationsschicht 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. Zur Verifizierung müssen zusätzliche Baugrunduntersuchungen bezüglich Weichschichtproblematik durchgeführt bzw. der Nachweis einer genügenden dynamischen Stabilität muss gemacht werden.</p> <p>Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif»: Bei der Sanierung von Weichschichten wird der Einsatz besonders steifer Bewehrungs-Geokunststoffe notwendig. Abklärung mit / Vorgabe von TAFB-UGT.</p> <p>Für die Fahrbahn-Entwässerung steht «Typ 4a» aus Anhang 8b des R RTE 21110 im Vordergrund.</p> |
| <p>km 18.950 – 19.340 (l = 390 m)</p> | <p>(30 – 40 Jahre oberbaubedingt): Schotterreinigung (Ausfall 20 – 30%) mit Tiefenbegrenzung auf 45 cm ab OK best. Schwelle. Dabei darf die Planie nicht verletzt werden.</p> <p>Gleishebung bei km 19.125 von 3 cm und km 19.330 von 5 cm⁴²</p> <p>Weichschichtprobleme sind bekannt (zusätzliche Baugrunduntersuchungen siehe Kap.4).</p> |
| <p>km 19.340 – 19.400 (l = 60 m)</p> | <p>(40 bzw. 80 Jahre): Unterbausanierung (gereinigter Schotter kann als Vorschotterung verwendet werden) - auf dem Planum muss ein Geokunststoff mit Funktion «Trennen» unter einem Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» verlegt werden - 25 cm ungebundenes Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) - Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» - 25 cm ungebundenes Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) - 3 cm Asphaltgranulat 0/16 - 7 cm AC Rail 22 oder Unterbausanierung - auf dem Planum muss ein Geokunststoff mit Funktion «Trennen» unter einem Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» verlegt werden - 20 cm Kiessand PSS</p> |

⁴² geot. Bericht 1995-043: Anhang 6.5 pdf-Seite 23 und Anhang 6.6 pdf-Seite 24

| Gleis 118-119 | Empfehlung für Betonschwellen 60E1 |
|---------------|--|
| | <p>- Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» - 20 cm Kiessand PSS</p> <p>Dimensionierungsgrundlage: $M_{E1} \geq 8 \text{ MN/m}^2$</p> <p>dynamische Stabilität: Es wird angenommen, dass die dynamische Stabilität möglicherweise kritisch ist (vgl. Kap.4). Anhand einer mit zwei Geogitter bewehrten Fundationsschicht 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. Zur Verifizierung müssen zusätzliche Baugrunduntersuchungen bezüglich Weichschichtproblematik durchgeführt bzw. der Nachweis einer genügenden dynamischen Stabilität muss gemacht werden.</p> <p>Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif»: Bei der Sanierung von Weichschichten wird der Einsatz besonders steifer Bewehrungs-Geokunststoffe notwendig. Abklärung mit / Vorgabe von TAFB-UGT.</p> <p>Für die Fahrbahn-Entwässerung steht «Typ 4a» aus Anhang 8b des R RTE 21110 im Vordergrund.</p> <p>Tiefenbegrenzung und Gleishebung bei km 19.397 `Meilibach-Brücke` vgl. Kap. 3.1</p> |

Tab. 16: Umbaumassnahmen für das Gleis 218-219 (hangseitig)

| Gleis 218-219 | Empfehlung für Betonschwellen 60E1 |
|--|---|
| km 17.231 – 17.450 (l = 219 m) | <p>(20 – 25 Jahre unterbaubedingt) minimal: Schotterreinigung (Ausfall 20 – 30%) mit Tiefenbegrenzung auf 30 cm ab OK best. Schwelle. Dabei darf die Planie nicht verletzt werden. Gleishebung bei km 17.385 PDU `bei der Fährre` von 5 cm</p> <p>(40 bzw. 80 Jahre) maximal: Unterbausanierung (gereinigter Schotter kann als Vorschotterung verwendet werden) - 50 cm ungebundenes Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) - 3 cm Asphaltgranulat 0/16 - 7 cm AC Rail 22 oder Unterbausanierung - 40 cm Kiessand PSS</p> <p>Bei beiden Varianten muss auf dem Planum ein Geokunststoff mit Funktion «Trennen» unter einem Geokunststoff mit Funktion «Bewehren» verlegt werden.</p> <p>Dimensionierungsgrundlage: $M_{E1} \geq 8 \text{ MN/m}^2$</p> <p>Weichschichtprobleme sind bekannt (zusätzliche Baugrunduntersuchungen siehe Kap.4).</p> <p>Für die Fahrbahn-Entwässerung steht «Typ 4a» aus Anhang 8b des R RTE 21110 im Vordergrund.</p> <p>Gleishebung bei km 17.385 PDU `bei der Fährre` von 5 cm</p> |
| km 17.450 – 17.575 (l = 125 m) | <p>(40 bzw. 80 Jahre): Unterbausanierung (Schotter ist zu ersetzen) - 50 cm ungebundenes Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) - 3 cm Asphaltgranulat 0/16 - 7 cm AC Rail 22 oder Unterbausanierung - 40 cm Kiessand PSS</p> <p>Bei beiden Varianten muss auf dem Planum ein Geokunststoff mit Funktion «Trennen» unter einem Geokunststoff mit Funktion «Bewehren» verlegt werden.</p> |

| Gleis 218-219 | Empfehlung für Betonschwellen 60E1 |
|--|--|
| | <p>Dimensionierungsgrundlage: $M_{E1} \geq 8 \text{ MN/m}^2$</p> <p>Für die Fahrbahn-Entwässerung steht «Typ 4a» aus Anhang 8b des R RTE 21110 im Vordergrund.</p> |
| <p>km 17.575 – 17.980 (l = 405 m)</p> | <p>(30 – 40 Jahre oberbaubedingt) minimal: Schotterreinigung (Ausfall 20 – 30%) mit Tiefenbegrenzung auf 50 cm ab OK best. Schwelle. Dabei darf die Planie nicht verletzt werden.</p> <p>(40 bzw. 80 Jahre) maximal: Unterbausanierung (gereinigter Schotter kann als Vorschotterung verwendet werden) - 50 cm ungebundenes Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) - 3 cm Asphaltgranulat 0/16 - 7 cm AC Rail 22 oder Unterbausanierung - 40 cm Kiessand PSS</p> <p>Bei beiden Varianten muss auf dem Planum ein Geokunststoff mit Funktion «Trennen» unter einem Geokunststoff mit Funktion «Bewehren» verlegt werden.</p> <p>Dimensionierungsgrundlage: $M_{E1} \geq 8 \text{ MN/m}^2$</p> <p>Weichschichtprobleme sind bekannt (zusätzliche Baugrunduntersuchungen siehe Kap.4).</p> <p>Für die Fahrbahn-Entwässerung steht «Typ 4a» aus Anhang 8b des R RTE 21110 im Vordergrund.</p> |
| <p>km 17.980 – 18.240 (l = 260 m)</p> | <p>(40 bzw. 80 Jahre): Unterbausanierung (Schotter ist zu ersetzen) - 50 cm ungebundenes Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) - 3 cm Asphaltgranulat 0/16 - 7 cm AC Rail 22 oder Unterbausanierung - 40 cm Kiessand PSS</p> <p>Bei beiden Varianten muss auf dem Planum ein Geokunststoff mit Funktion «Trennen» verlegt werden.</p> <p>Dimensionierungsgrundlage: $M_{E1} \geq 8 \text{ MN/m}^2$</p> <p>Weichschichtprobleme sind bekannt (zusätzliche Baugrunduntersuchungen siehe Kap.4).</p> <p>Für die Fahrbahn-Entwässerung steht «Typ 4a» aus Anhang 8b des R RTE 21110 im Vordergrund.</p> <p>(Unterbausanierung inkl. BUe «Hirsackerweg» km 18.226)</p> |
| <p>km 18.240 – 18.820 (l = 580 m)</p> | <p>(30 – 40 Jahre oberbaubedingt): Schotterreinigung (Ausfall 20 – 30%) mit Tiefenbegrenzung auf 55 cm ab OK best. Schwelle. Dabei darf die Planie nicht verletzt werden.</p> <p>Weichschichtprobleme sind bekannt (zusätzliche Baugrunduntersuchungen siehe Kap.4).</p> <p>(bei km 18.340 U `Seezugang Sägerei` und km 18.520 `Aabach Brücke` sind keine Hebungen nötig)</p> |
| <p>km 18.820 – 18.970 (l = 150 m)</p> | <p>(40 bzw. 80 Jahre): Unterbausanierung - auf dem Planum muss ein Geokunststoff mit Funktion «Trennen» unter einem Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» verlegt werden - 25 cm ungebundenes Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) - Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif» - 25 cm ungebundenes Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) - 3 cm Asphaltgranulat 0/16 - 7 cm AC Rail 22 oder</p> |

| Gleis 218-219 | Empfehlung für Betonschwellen 60E1 |
|---|---|
| | <p>Unterbausanierung</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: $M_{E1} \geq 8 \text{ MN/m}^2$</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. Zur Verifizierung müssen zusätzliche Baugrunduntersuchungen bezüglich Weichschichtproblematik durchgeführt bzw. der Nachweis einer genügenden dynamischen Stabilität muss gemacht werden.</p> <p>Geokunststoff mit Funktion «Bewehren, steif»: Bei der Sanierung von Weichschichten wird der Einsatz besonders steifer Bewehrungs-Geokunststoffe notwendig. Abklärung mit / Vorgabe von TAFB-UGT.</p> <p>Für die Fahrbahn-Entwässerung steht «Typ 4a» aus Anhang 8b des R RTE 21110 im Vordergrund. (Unterbausanierung inkl. BUe «Strandbad» km 18.652)</p> |
| <p>km 18.970 – 19.439 (I = 469 m)</p> | <p>(30 – 40 Jahre oberbaubedingt): Schotterreinigung (Ausfall 20 – 30%) mit Tiefenbegrenzung auf 45 cm ab OK best. Schwelle (vgl. 1995-043; Anhang 6.12a). Dabei darf die Planie nicht verletzt werden.</p> <p>Tiefenbegrenzung und Gleishebung bei km 19.397 `Meilibach-Brücke` vgl. Kap. 3.1 / Tab. 6</p> <p>Weichschichtprobleme sind bekannt (zusätzliche Baugrunduntersuchungen siehe Kap.4).</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

Weichschichten:

Bei einer Untergrundsanierung muss frühzeitig mit I-NAT-FW-TAFB-UGT Kontakt aufgenommen werden, um mögliche Sanierungsvarianten (insbesondere Untergrundsanierungen) auszuarbeiten. Aufgrund der vorhandenen Weichschicht ist abzuklären, ob ein tiefgründiger Materialersatz oder ob Tiefengründungen (z. B. Rüttelstopfsäulen/-pfähle, mächtigere bzw. gegründete Stabilisierungen, Pfahlungen etc.) im Vordergrund stehen, dies bedarf vermutlich zusätzlicher Bohrungen. Zudem müsste eine Drainierung des wasserempfindlichen Materials mit dem Tiefbau abgesprochen werden bzw. ist aufgrund der Beeinflussung benachbarter Bauten kaum möglich.

Wird ein strassenbaumässiger Umbau mit AC Rail vorgenommen, ist zu gewährleisten, dass die temporäre Last der Baumaschinen (z.B. Asphaltfertiger, Walzen, Lkw, etc.) aufgenommen werden kann bzw. es müssen ggf. alternative Einbaumethoden (Kleingeräte) gewählt werden. Zudem darf nach dem Einbau die bituminöse Sperrschicht unter der zukünftigen Belastung nicht reissen.

Wahl des richtigen Geokunststoffes mit Funktion «Bewehren»:

Ist gemäss Massnahme ein Geokunststoff mit Funktion «Bewehren» einzubauen, so muss dieser durch einen Fachspezialisten (Lieferanten gemäss Produktliste Geokunststoffe) dimensioniert werden.

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 oder/und das Verlegen eines Geokunststoffes mit der Funktion „Bewehren“ auf dem Planum an (vgl. AQV Geokunststoffe). Hier genügen die minimalen Anforderungen – es muss keine Dimensionierung eines Fachspezialisten erfolgen. 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. Insbesondere werden bei Weichschichten zusätzliche Anstrengungen bezüglich Bauablauf und Maschineneinsatz notwendig.

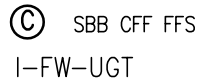
In jedem Fall sollte für die Wahl und Umsetzung der Unterbausanierungs-Variante Kontakt mit TAFB-UGT aufgenommen werden.

Weitere Vorschriften des R RTE 21110:

Tab. 17: Umbaudetails

| Anforderungen | Dokumente | Oberbaukatalog, Artikel-nummer ⁴³ |
|---------------------------------------|--|--|
| 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 |

⁴³ Link Intranet: http://filer.sbb.ch/i/OFB.S4987/PDF/Deutsch/10/10_1-3d_Produkteliste%20der%20Warengruppe%20002010601%20Massensch%C3%BCttg%C3%BCter.pdf



Zustand, geotechnische Umbaumaßnahmen und Konzept der PJ Filiale

Auftrag: 2016-077

Datum: 09.05.2016

| | |
|-------|----|
| Gez.: | Wü |
|-------|----|

Wü

Strecke:

Horgen – Au ZH, Gleis 118 km 18.500 – 19.992

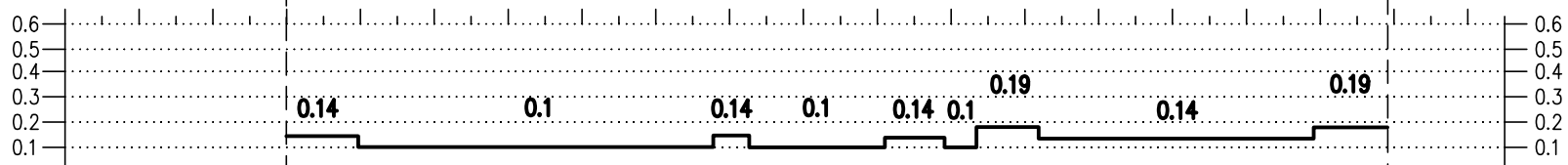
Belastung: 62'000 GBRT/Tag
Gleiskategorie: HG 1

Messwagen-
diagramm

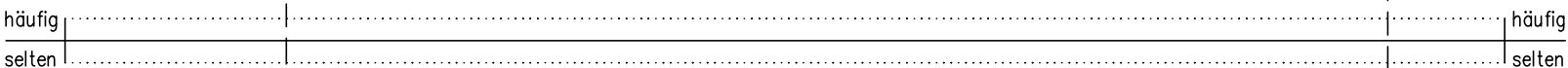


Unterhalt

Systematischer
Unterhalt
pro Jahr

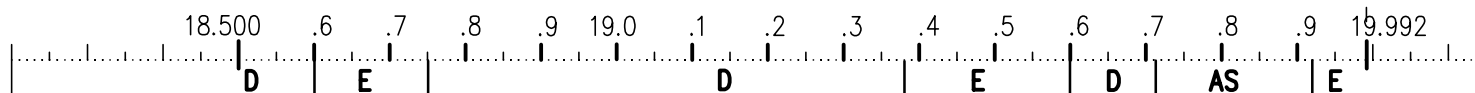


Kleinunter-
halt KU



Topographie

D = Damm ES= Einschnitt
E = Ebene AS= Anschnitt



BUE Strandbad

Aabach-Brücke

BUe Meilibach

Meilibach-Brücke

BUe Naalikon

Weiche 1

Spezielle Punkte



Bestehender Unterbau

Horgen

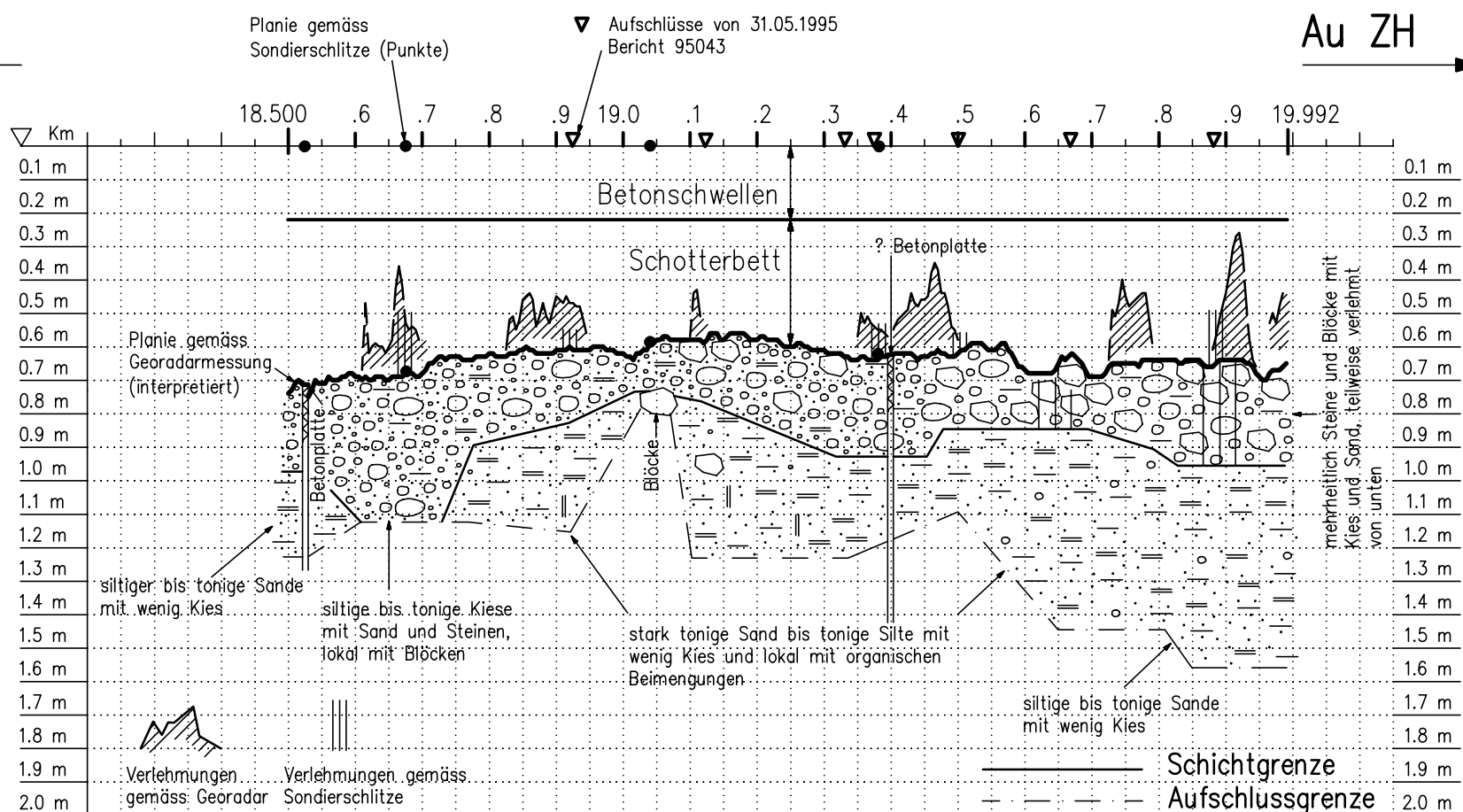
Sondierstelle •

Schienenprofil: VI

Schwelle: Beton B70

Schotterbett

Zusammenfassung der geotechnischen Untersuchungs- ergebnisse



Umbaumaassnahmen

(Detailmassnahmen
siehe Bericht)

Variante Beton

a) b) d) a) d) separater geot. Bericht

a) Schotterreinigung (Ausfall 25% - 30%)

b) Unterbausanierung mit 25 cm ungebundenem Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) unter 7 cm AC Rail 22 oder mit 30 cm Kiessand PSS. Bei beiden Varianten muss auf dem Planum ein Geokunststoff mit Funktion „Trennen“ verlegt werden.

c) Unterbausanierung mit 50 cm ungebundenem Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) unter 7 cm AC Rail 22 oder mit 40 cm Kiessand PSS. Bei beiden Varianten muss auf dem Planum ein Geokunststoff mit Funktion „Trennen“ unter einem Geokunststoff mit Funktion „Bewehren“ verlegt werden.

d) Unterbausanierung mit 50 cm ungebundenem Gemisch 0/45 (SN 670 119-NA) unter 7 cm AC Rail 22 oder mit 40 cm Kiessand PSS. Bei beiden Varianten muss auf dem Planum ein Geokunststoff mit Funktion „Trennen“ verlegt werden. Zudem sind 2 Lagen eines Geokunststoffs mit Funktion „Bewehren, steif“ einzubauen (zusätzliche Baugrunduntersuchungen / Nachweis einer genügenden dynamischen Stabilität)

Gleishebungen, Bankette und Entwässerungen siehe Empfehlungen.

Konzept
PJ Filiale

| Km | |
|------------------|--|
| Schiene | |
| Schwelle | |
| Schotter | |
| Fundation | |
| Drainage | |
| Gleishebung | |
| Bankettsanierung | |

Anhang: 1.2



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

3.1

Auftrag Nr.

2016-077

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum: 09.05.16

am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

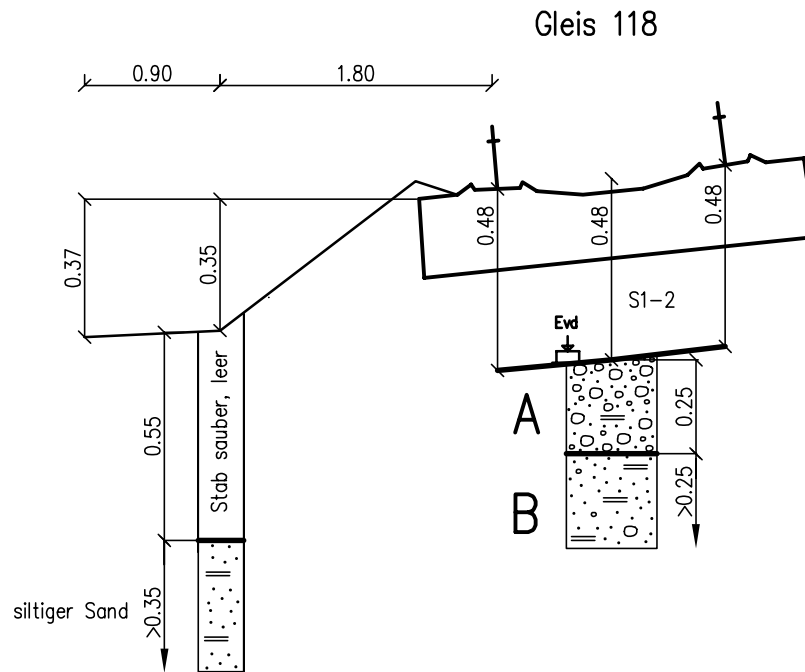
KM: 17.325

y:

2688140.986

x:

1234927.706



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: Leicht siltiger Rundkies mit viel Sand (PSS), mitteldicht, erdfeucht.

B: Siltiger Feinsand mit wenig Kies, mitteldicht, erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Filterstabilität und Tragfähigkeit Profil i.O.

Mit dem leichten Fallgewicht wurde auf der Planie folgendes Verformungsmodul Evd von 44 MN/m² gemessen. Dies entspricht einem ME1-Wert von ca. 56 MN/m².



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitzze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

3.2

Auftrag Nr.

2016-077

Gez.:

E. Wüsch

Strecke:

Datum:

09.05.16

am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM:

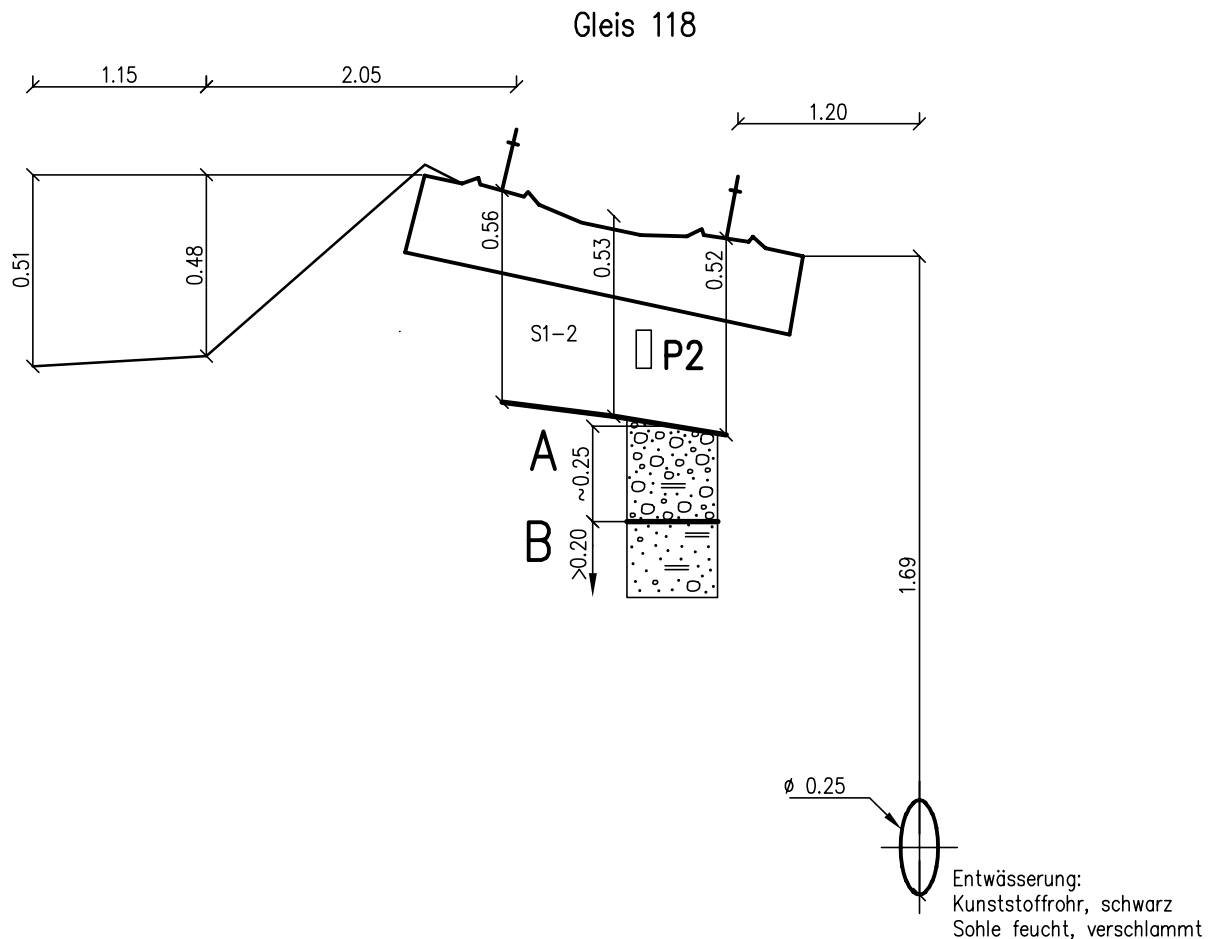
17.575

y:

2688367.314

x:

1234820.549



S1 – S2: Gering (S1) bis mittelmässig (S2) mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, Festigkeit des Schotters LA-Wert = 19, stopf- und reinigbar.

Planie: Regelmässig, sauber, mitteldicht, erdfeucht.

A: Leicht siltiger Rundkies mit viel Sand (PSS), dicht, erdfeucht.

B: Siltiger bis toniger Feinsand mit wenig Kies, mitteldicht, erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Filterstabilität und Tragfähigkeit Profil i.O.

Die mittels Los Angeles Versuch gemessene Festigkeit an der Schotterprobe (P2) beträgt 19 und entspricht nicht den Anforderungen an einen Schotter der Klasse 1. Für Schotter der Klasse 1 sind nur LA-Werte kleiner als 16 zulässig (Anforderung nach RTE 21110 Anhang 4 / EN 1097-2).

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum: 10.05.16

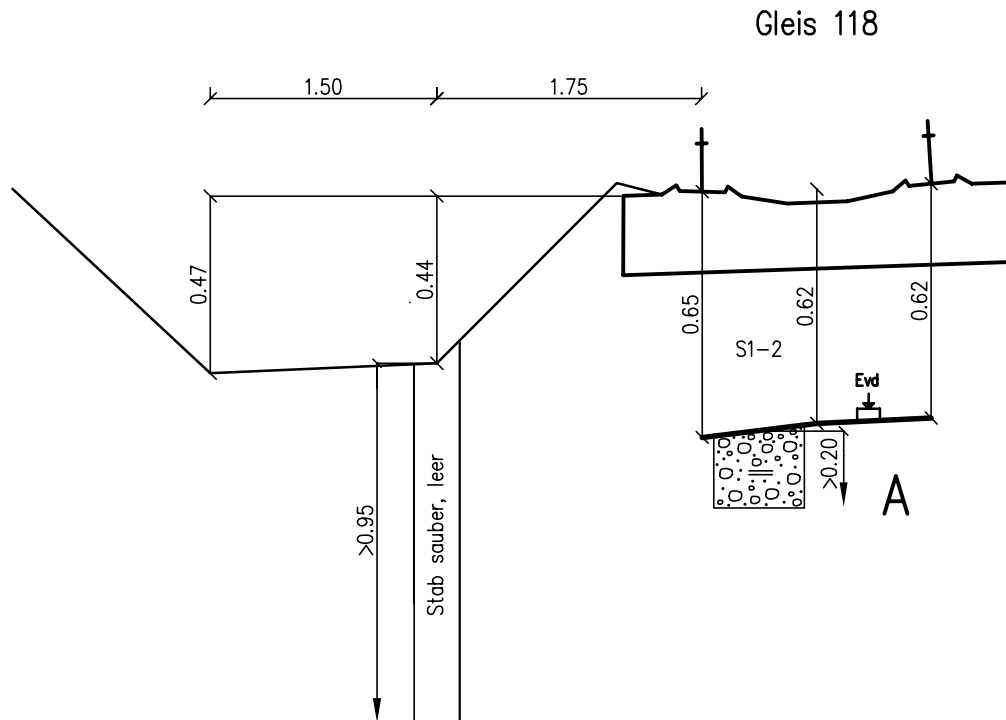
am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

| | |
|-----|--------|
| KM: | 17.895 |
|-----|--------|

| | | | |
|----|-------------|----|------------|
| y: | 2688634.102 | x: | 1234643.56 |
|----|-------------|----|------------|



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: Leicht siltyger Rundkies mit viel Sand (PSS), mitteldicht, erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Filterstabilität und Tragfähigkeit Profil i.O.

Mit dem leichten Fallgewicht wurde auf der Planie folgendes Verformungsmodul E_{vd} von 51 MN/m^2 gemessen. Dies entspricht einem ME1-Wert von ca. 68 MN/m^2 .



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitzze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

3.4

Auftrag Nr.

2016-077

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum:

10.05.16

am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM:

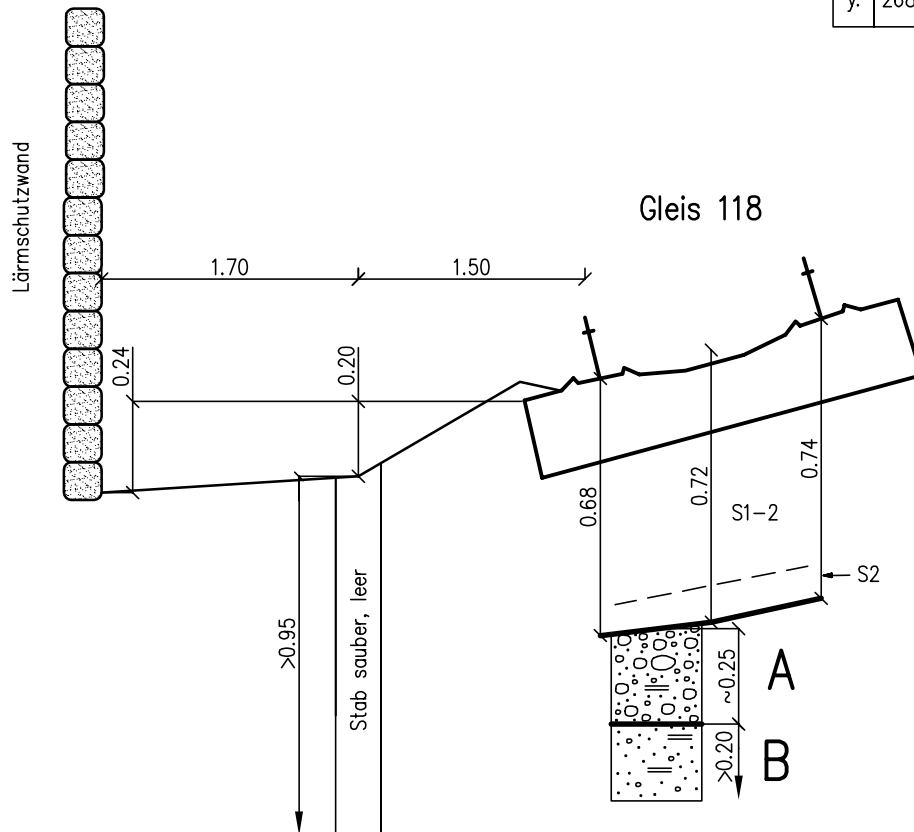
18.010

y:

2688732.165

x:

1234584.908



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

S2: In den untersten ca. 15 cm mittelmässig mit Betriebsschmutz, Schotterabrieb und viel Schotterbruch verschmutzt, mit geringem Rundkornanteil (vermutlich Rückstände des letzten Oberbauwechsels).

Planie: Regelmässig, sauber, mitteldicht, erdfeucht.

A: Leicht siltiger Rundkies mit Sand und Steinen, mitteldicht, erdfeucht.

B: Siltiger Feinsand mit wenig Kies, mitteldicht, erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Filterstabilität und Tragfähigkeit Profil i.O.



SBB CFF FFS

Handschlitzze

Anhang Nr.

3.5

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Massstab 1:50 / 1:20

Auftrag Nr.

2016-077

Gez.:

E. Wüsch

Strecke:

Datum:

10.05.16

am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM:

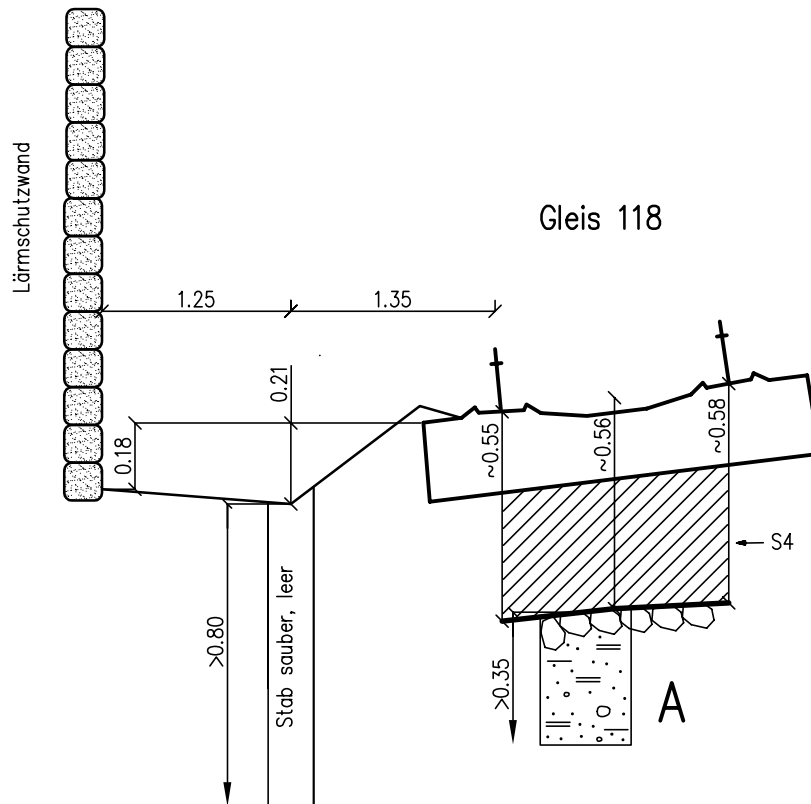
18.180

y:

2688893.219

x:

1234535.356



S4: Mehrheitlich verlehmt mit tonigem Feinmaterial aus dem Untergrund.

Planie: Nicht genau bestimmbar (Steine), kompakt.

A: In den obersten ca. 20 cm Mehrheitlich Steine mit Kies und Sand, tiefer siltiger bis toniger Sand mit Kies, mitteldicht bis dicht, gut erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Filterstabilität und Tragfähigkeit sind die Verhältnisse ungenügend.



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

3.6

Auftrag Nr.

2016-077

Gez.:

E. Wüsch

Strecke:

Datum:

11.05.16

am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM:

18.455

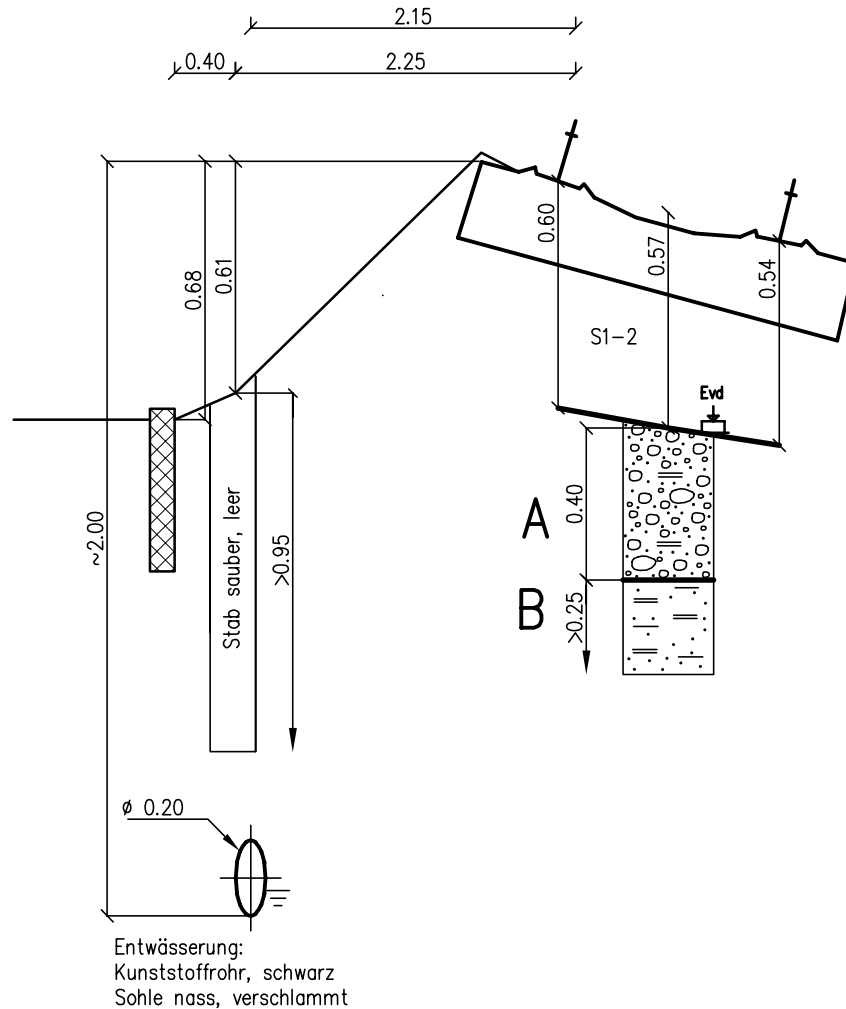
y:

2689159.336

x:

1234467.503

Gleis 118



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, locker bis mitteldicht, erdfeucht.

A: Leicht siltiger Rundkies mit viel Sand und Steinen, mitteldicht, erdfeucht.

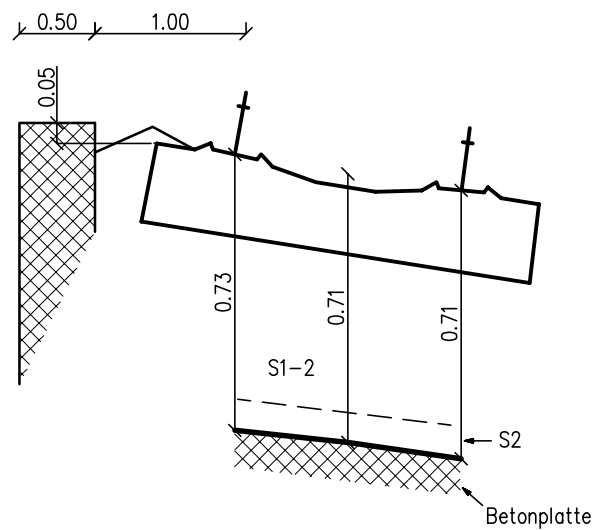
B: Toniger Silt mit viel Feinsand, mittelsteif, gut erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Filterstabilität und Tragfähigkeit Profil i.O.

Mit dem leichten Fallgewicht wurde auf der Planie folgendes Verformungsmodul E_{vd} von 54 MN/m² gemessen. Dies entspricht einem ME1-Wert von ca. 73 MN/m².

Aabach-Brücke

Gleis 118



- S1 – S2: Gering (S1) bis mittelmässig (S2) mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar.
- S2: In den untersten ca. 15 cm mittelmässig mit Betriebsschmutz, Schotterabrieb und viel Schotterbruch verschmutzt (vermutlich Rückstände des letzten Oberbauwechsels).

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum: 11.05.16

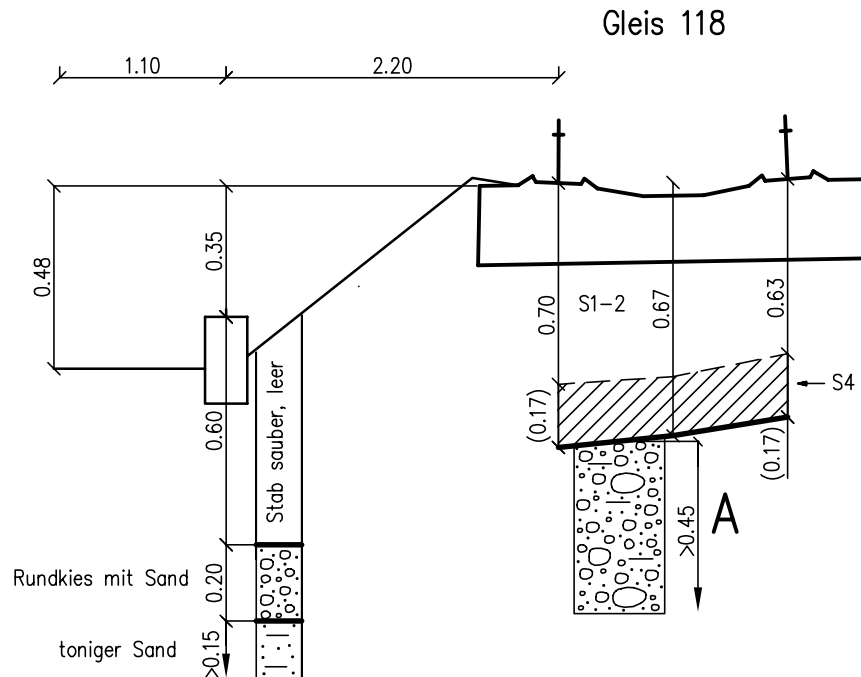
am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

| | |
|-----|--------|
| KM: | 18.675 |
|-----|--------|

| | | | |
|----|-------------|----|------------|
| y: | 2689344.582 | x: | 1234348.93 |
|----|-------------|----|------------|



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

S4: Verlehmt mit tonigem Feinmaterial aus dem Untergrund.

Planie: Regelmässig, verschmiert, mitteldicht, nass.

A: Toniger Kies mit Sand und Steinen, mehrheitlich verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, mitteldicht, gut erdfeucht, lokal nass.

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



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitzze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

3.9

Auftrag Nr.

2016-077

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum:

11.05.16

am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM:

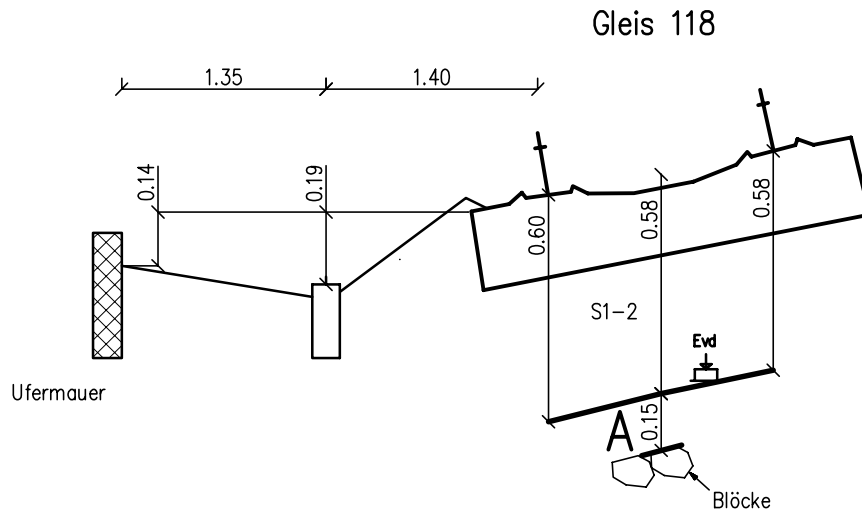
19.040

y:

2689656.683

x:

1234162.381



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: Leicht siltiger Rundkies mit Sand und Steinen, mitteldicht, erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Filterstabilität und Tragfähigkeit Profil i.O.

Mit dem leichten Fallgewicht wurde auf der Planie folgendes Verformungsmodul Ewd von 36 MN/m² gemessen. Dies entspricht einem ME1-Wert von ca. 43 MN/m².



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

3.10

Auftrag Nr.

2016-077

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum:

11.05.16

am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM:

19.380

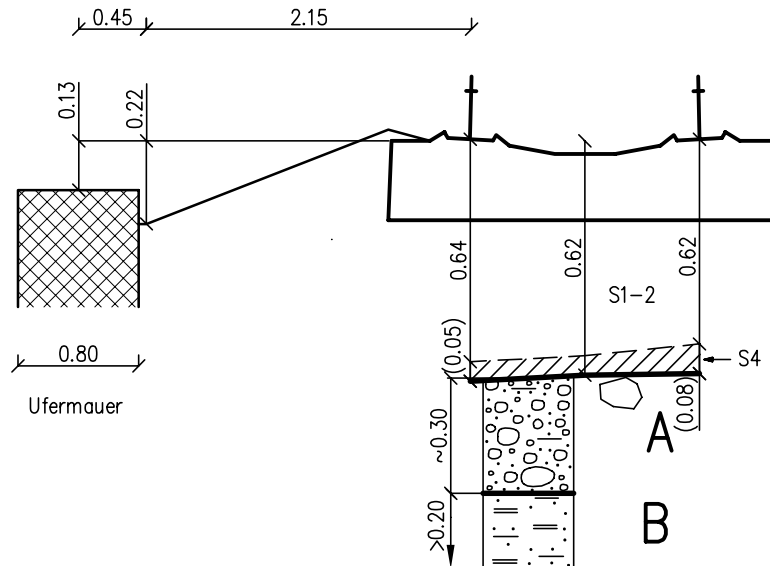
y:

2689982.74

x:

1234066.871

Gleis 118



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

S4: Verlehmt mit tonigem Feinmaterial aus dem Untergrund.

Planie: Regelmässig, verschmiert, mitteldicht, nass.

A: Toniger Kies mit Sand und Steinen, teilweise verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, mitteldicht, gut erdfeucht bis nass.

B: Stark toniger Sand bis toniger Silt mit wenig Kies, mitteldicht / mittelsteif, gut erdfeucht.

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



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitzze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

4.1

Auftrag Nr. 2016-077

Gez.:

E. Wüsch

Strecke:

Datum: 09.05.16

am

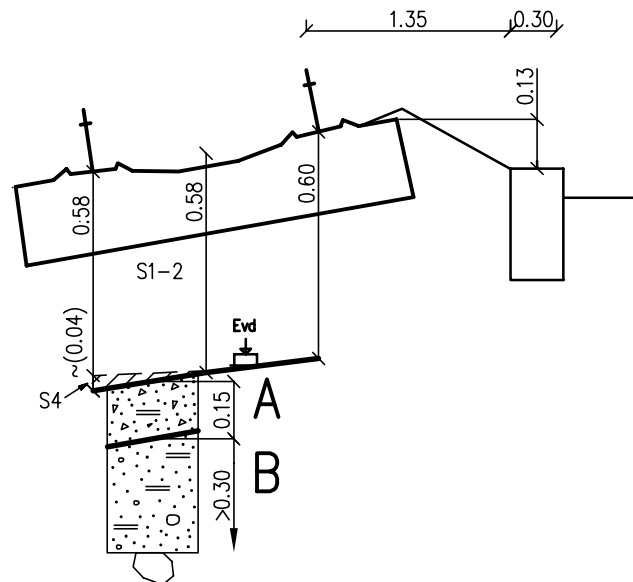
29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM: 17.270

y: 2688090.277 x: 1234949.175

Gleis 218



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

S4: Basis lokal verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund.

Planie: Regelmässig, sauber, mitteldicht, erdfeucht.

A: Leicht siltiger Sand (Brechsand), nach unten zunehmend verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, mitteldicht, erdfeucht.

B: Siltiger Feinsand mit Kies und Steinen, mitteldicht, erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Filterstabilität und Tragfähigkeit Profil i.O.

Mit dem leichten Fallgewicht wurde auf der Planie folgendes Verformungsmodul E_{vd} von 38 MN/m² gemessen. Dies entspricht einem ME1-Wert von ca. 46 MN/m².



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitzze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

4.2

Auftrag Nr.

2016-077

Gez.:

E. Wüsch

Strecke:

Datum:

09.05.16

am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM:

17.385

y:

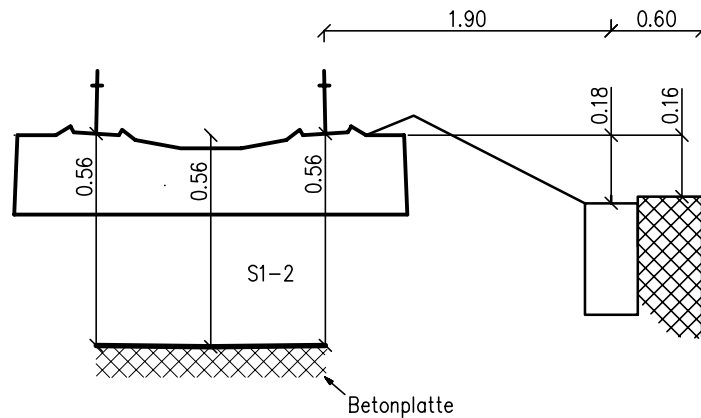
2688193.468

x:

1234899.339

PDu bei der Fähre

Gleis 218



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



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

4.3

Auftrag Nr.

2016-077

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum:

09.05.16

am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM:

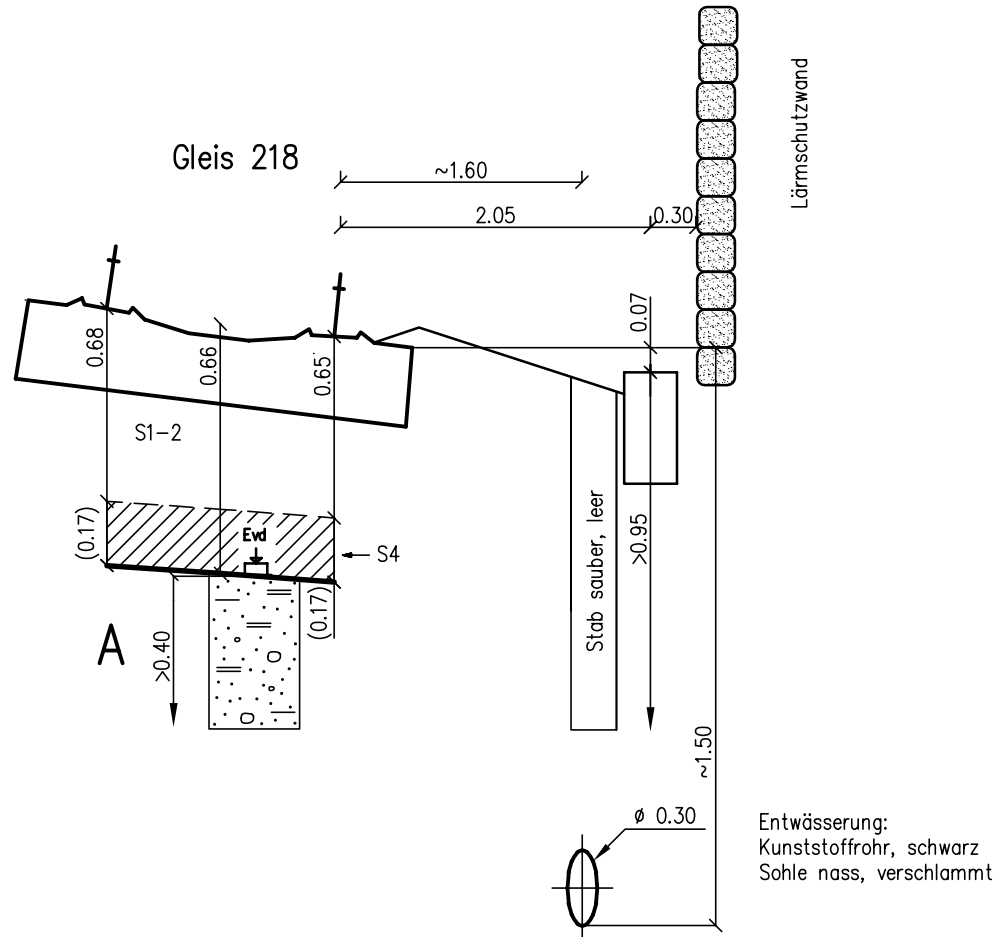
17.525

y:

2688320.609

x:

1234840.679



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

S4: Verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund.

Planie: Regelmässig, verschmiert, mitteldicht, gut erdfeucht.

A: Siltiger bis toniger Feinsand mit wenig Kies, mitteldicht, 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 Evd von 29 MN/m² gemessen. Dies entspricht einem ME1-Wert von ca. 33 MN/m².



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

4.4

Auftrag Nr. 2016-077

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum: 09.05.16

am

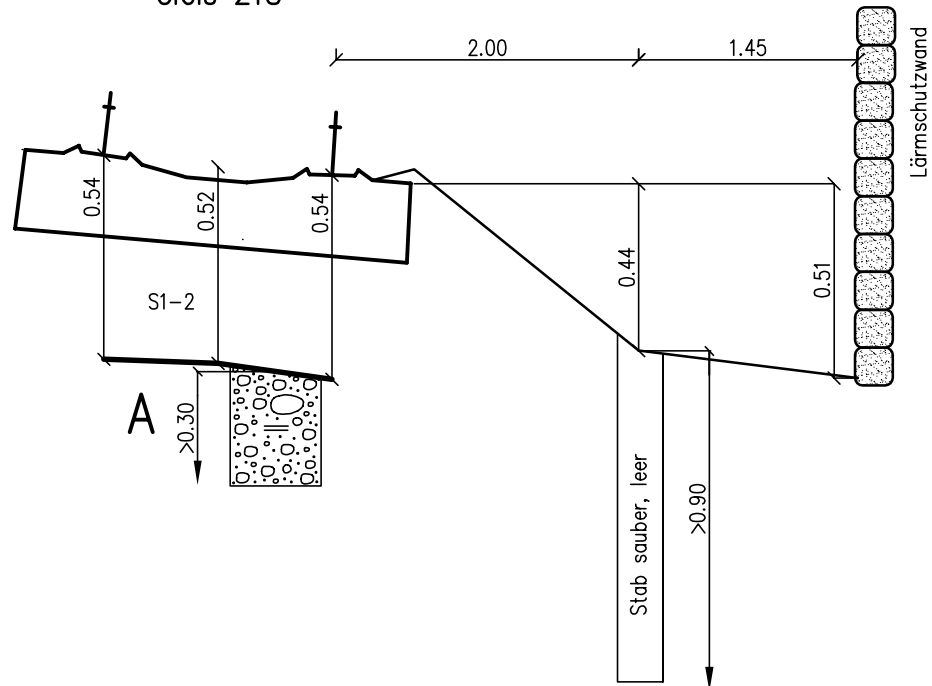
29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM: 17.650

y: 2688428.265 x: 1234776.909

Gleis 218

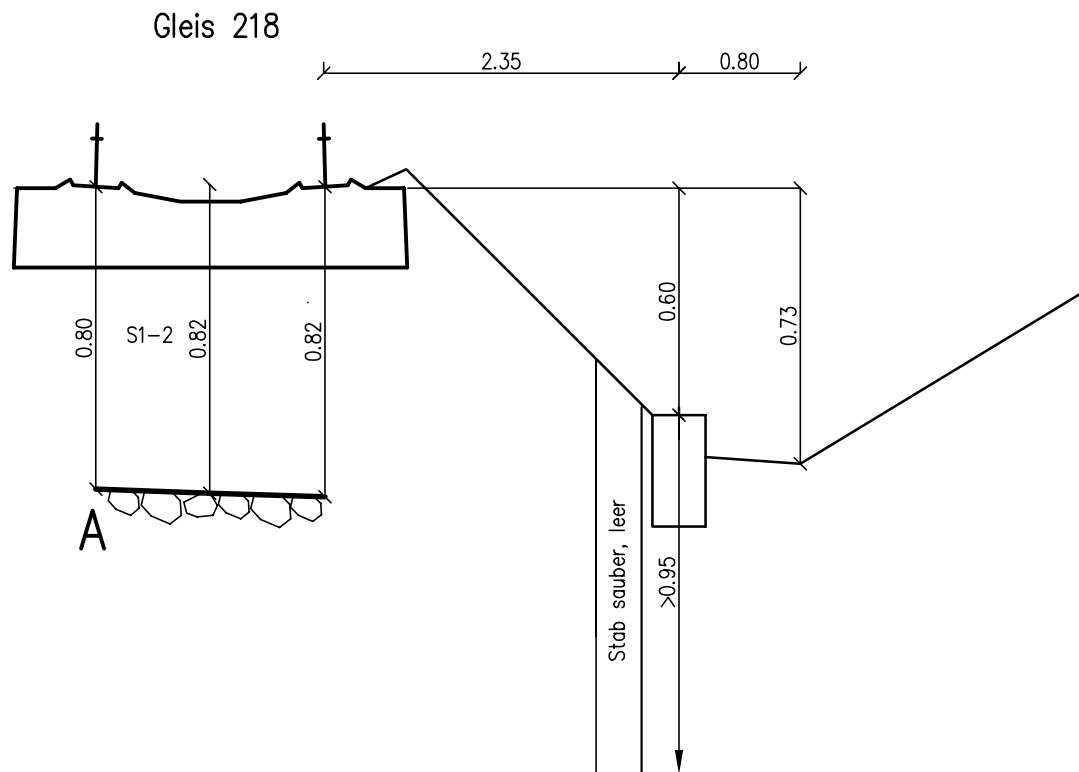


S1 – S2: Gering (S1) bis mittelmässig (S2) mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, stopf- und reinigbar.

Planie: Regelmässig, sauber, dicht, erdfeucht.

A: Leicht siltiger Rundkies mit Sand und Steinen, dicht, erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Filterstabilität und Tragfähigkeit Profil i.O.



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

Planie: Unregelmässig (hochragende Steine / Blöcke), dicht bis kompakt, erdfeucht.

A: Mehrheitlich Steine und Blöcke (Steinbett), kaum lösbar, erdfeucht.

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



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitzze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

4.6

Auftrag Nr. 2016-077

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum: 10.05.16

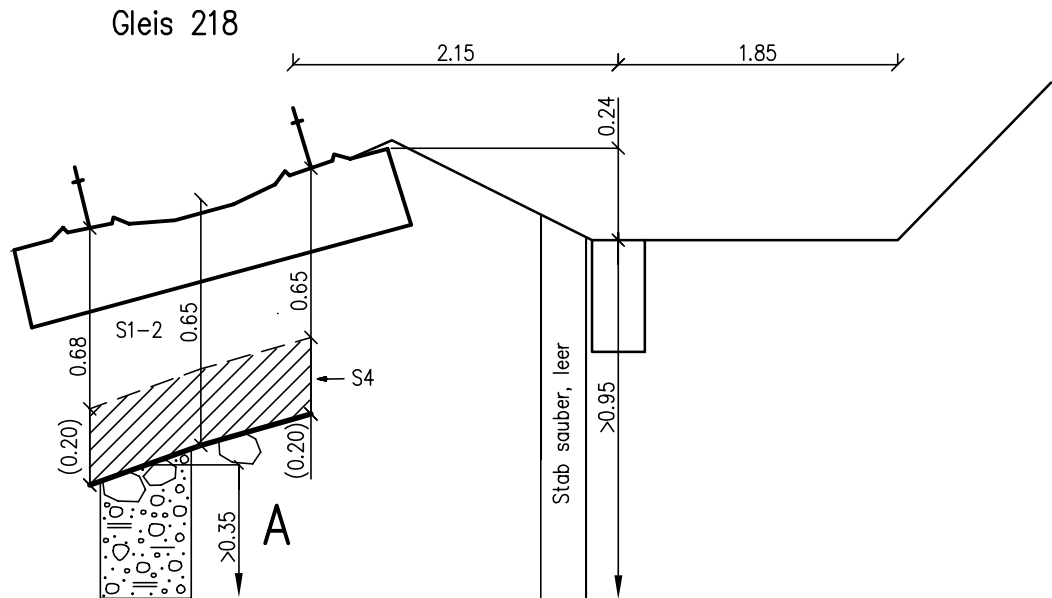
am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM: 18.125

y: 2688838.394 x: 1234542.403



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

S4: Verlehmt mit tonigem Feinmaterial aus dem Untergrund.

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

A: In den obersten ca. 20 cm mehrheitlich Steine, tiefer siltiger bis toniger Kies mit Sand, mitteldicht, gut erdfeucht, lokal nass.

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



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitzze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

4.7

Auftrag Nr.

2016-077

Gez.:

E. Wüsch

Strecke:

Datum:

10.05.16

am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM:

18.340

y:

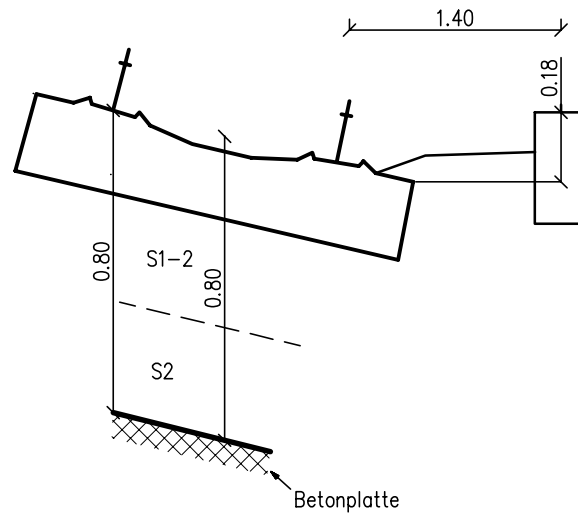
2689050.469

x:

1234504.072

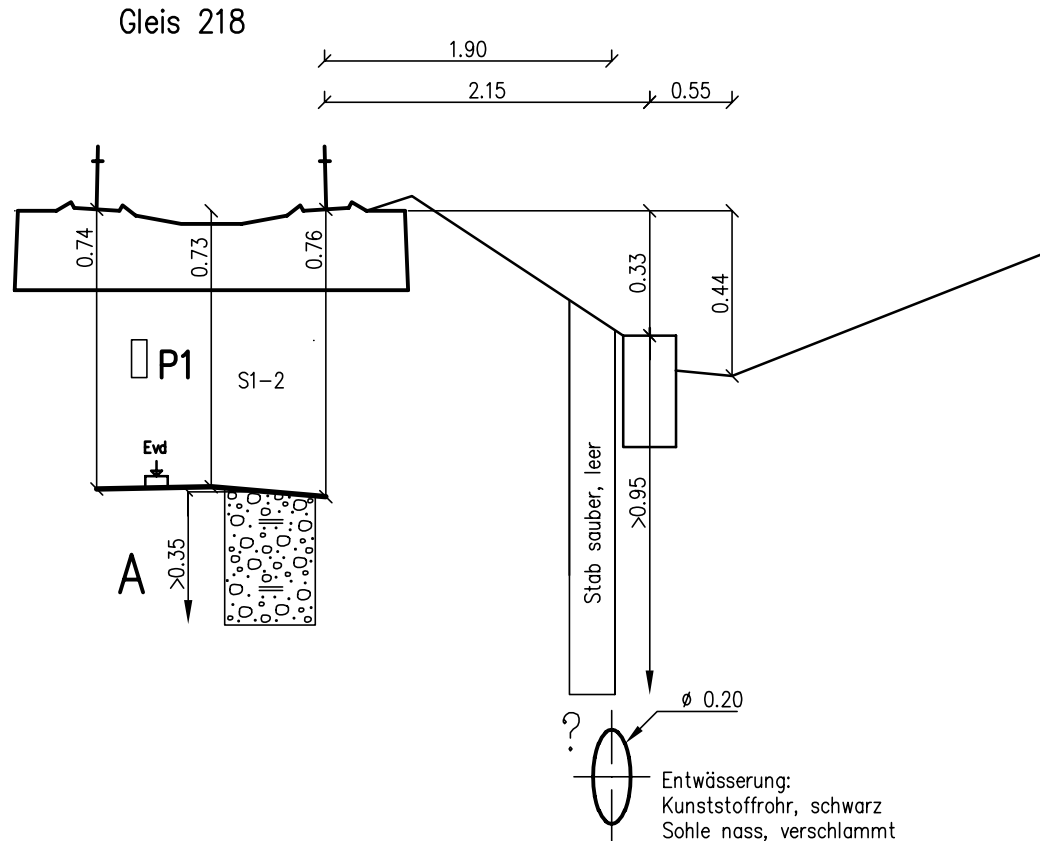
U Seezugang Sägerei

Gleis 218



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

S2: In den untersten ca. 15 cm mittelmässig mit Betriebsschmutz, Schotterabrieb und viel Schotterbruch verschmutzt (vermutlich Rückstände des letzten Oberbauwechsels).



S1 – S2: Gering (S1) bis mittelmässig (S2) mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt, die Körner sind im mittleren Grade zerbrochen, Festigkeit des Schotters
LA-Wert = 16, stopf- und reinigbar.

Planie: Regelmässig, sauber, mitteldicht, erdfeucht.

A: Leicht siltiger Rundkies mit viel Sand (PSS), mitteldicht bis dicht, erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Filterstabilität und Tragfähigkeit Profil i.O.

Die mittels Los Angeles Versuch gemessene Festigkeit an der Schotterprobe (P1) beträgt 16 und entspricht den Anforderungen an einen Schotter der Klasse 1. Für Schotter der Klasse 1 sind nur LA-Werte kleiner als 16 zulässig (Anforderung nach RTE 21110 Anhang 4 / EN 1097-2).

Mit dem leichten Fallgewicht wurde auf der Planie folgendes Verformungsmodul E_{vd} von 67 MN/m^2 gemessen. Dies entspricht einem ME1-Wert von ca. 94 MN/m^2 .



SBB CFF FFS

Handschlitzze

Anhang Nr.

4.9

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Massstab 1:50 / 1:20

Auftrag Nr. 2016-077

Gez.:

E. Wüsch

Strecke:

Datum: 10.05.16

am

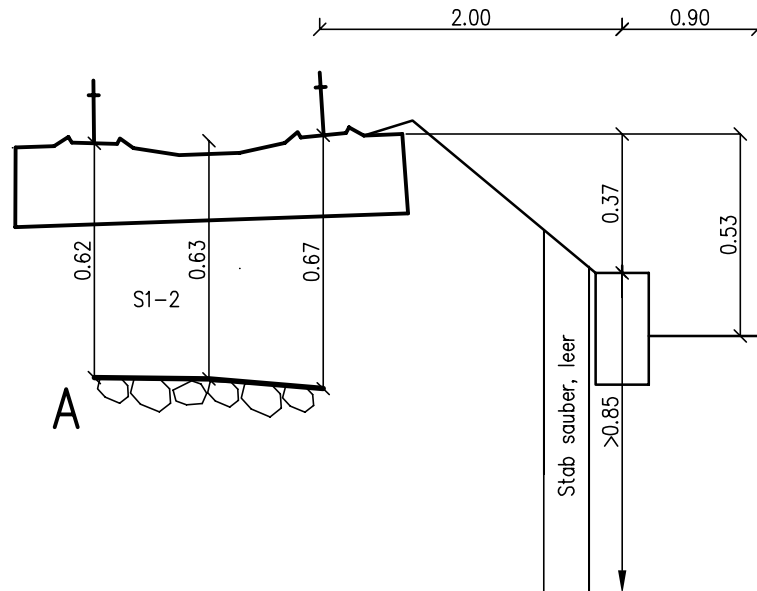
29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM: 18.815

y: 2689458.553 x: 1234267.653

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: Unregelmässig (hochragende Steine / Blöcke), dicht bis kompakt, erdfeucht.

A: Mehrheitlich Steine und Blöcke (Steinbett), kaum lösbar, erdfeucht.

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



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

4.10

Auftrag Nr.

2016-077

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum:

12.05.16

am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM:

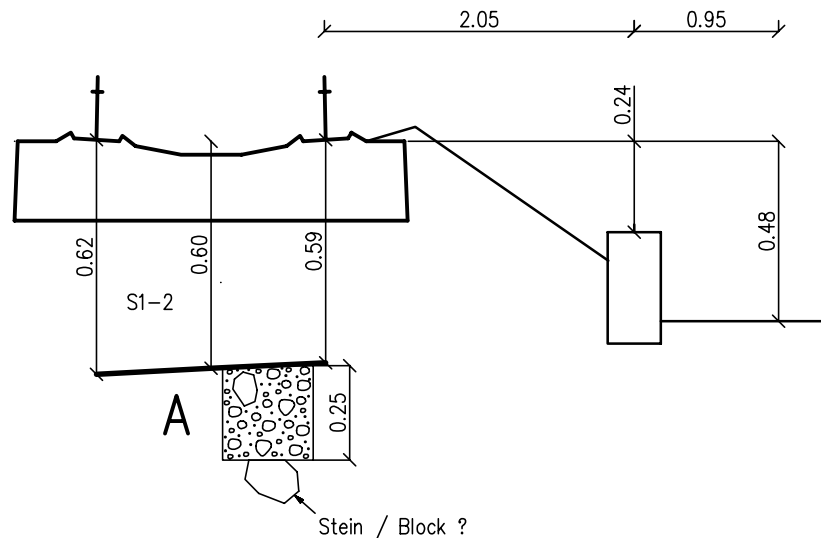
19.130

y:

2689741.562

x:

1234132.624



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: Kies mit Sand und Steinen, teilweise verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, mitteldicht, gut erdfeucht bis nass.

Bemerkung: Bezüglich Tragfähigkeit sind die Verhältnisse i.O., bezüglich Filterstabilität sind die Verhältnisse labil.



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

4.11

Auftrag Nr.

2016-077

Gez.:

E. Würsch

Strecke:

Datum:

12.05.16

am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM:

19.250

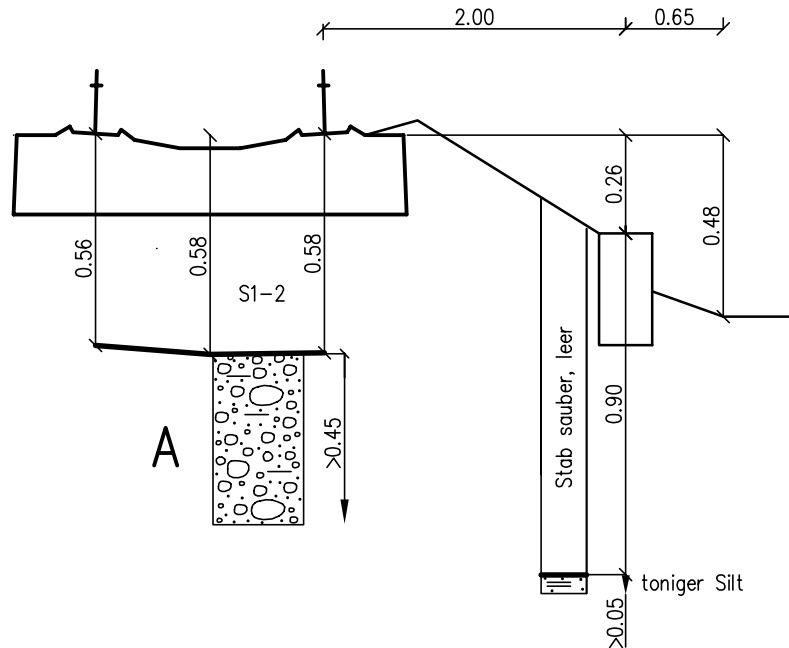
y:

2689857.009

x:

1234099.256

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, verschmiert, mitteldicht, erdfeucht.

A: Kies mit Sand und Steinen, nach unten zunehmend verlehmt mit Feinmaterial aus dem Untergrund, mitteldicht, gut erdfeucht.

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



SBB CFF FFS

Eigentum SBB AG

I-FBI-UGT

Handschlitzze

Massstab 1:50 / 1:20

Anhang Nr.

4.12

Auftrag Nr.

2016-077

Gez.:

E. Wüsch

Strecke:

Datum:

12.05.16

am

29.04.2020

Horgen – Au ZH

KM:

19.320

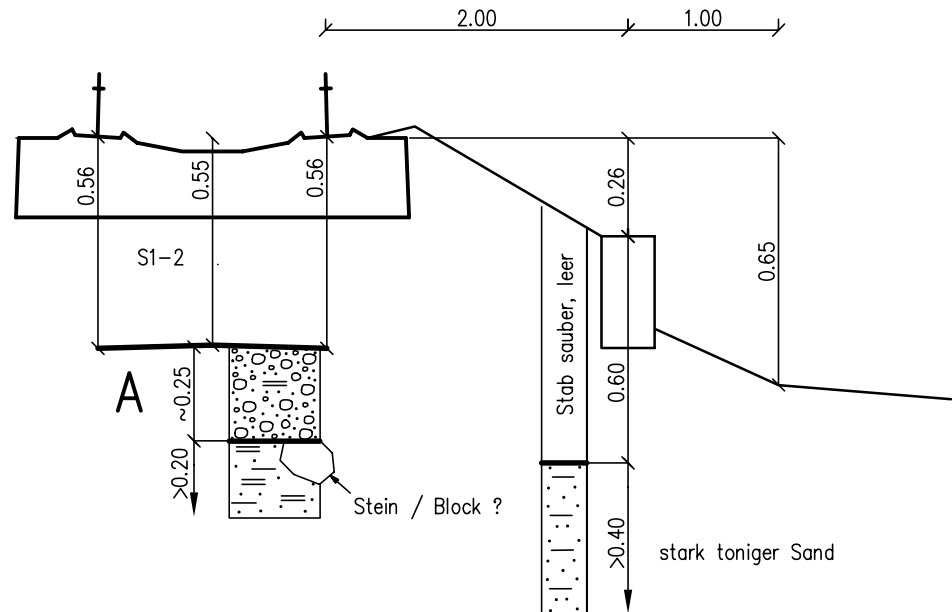
y:

2689923.843

x:

1234079.939

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, nass.

A: Leicht siltiger Rundkies mit viel Sand und Steinen (PSS ?), mitteldicht, erdfeucht.

B: Toniger Silt mit Sand und Kies (Silt- Sandsteinbruchstücken), im Übergang zur Schicht A Steine, mittelsteif, gut erdfeucht.

Bemerkung: Bezüglich Filterstabilität und Tragfähigkeit Profil i.O.

2016-077

IST-Höhe der Gleise aufgenommen am 09.05. – 12.05.2016

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 |
|---------------|-------|---|--|---|--|
| 17.325 | 118 | Mast 37 | 1.90 | 0.34 | |
| 17.575 | 118 | Mast 5 | 2.35 | 0.40 | |
| 17.895 | 118 | Mast 19 | 2.60 | 0.30 | |
| 18.010 | 118 | Mast 23 | 2.10 | 0.09 | |
| 18.180 | 118 | Mast 33 | 1.80 | 0.37 | |
| 18.455 | 118 | Mast 47 | 2.60 | 0.32 | |
| 18.520 | 118 | Mast 51 | 2.65 | 0.31 | |
| 18.675 | 118 | Mast 61 | 2.45 | 0.29 | |
| 19.040 | 118 | Mast 73 | 1.95 | 0.18 | |
| 19.380 | 118 | Mast 89 | 2.10 | 0.37 | |

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 |
|---------------|-------|---|--|---|--|
| 17.270 | 218 | Mast 77 | 1.50 | 0.21 | |
| 17.385 | 218 | Mast 83 | 2.25 | 0.41 | |
| 17.525 | 218 | Mast 2 | 2.05 | 0.39 | |
| 17.650 | 218 | Mast 9 | 2.60 | 0.41 | |
| 17.845 | 218 | Mast 18 | 2.95 | 0.42 | |
| 18.125 | 218 | Mast 32 | 2.65 | 0.35 | |
| 18.620 | 218 | Mast 56 | 2.65 | 0.26 | |
| 18.815 | 218 | Mast 64 | 2.45 | 0.31 | |
| 19.130 | 218 | Mast 80 | 2.65 | 0.27 | |
| 19.320 | 218 | Mast 88 | 2.65 | 0.28 | |

Thun, 6.Juli 2016



SBB
Erich Würsch
Stauffacherstrasse 130 A
3000 Bern 65

Untersuchungsobjekte: Gleisschotter
Probenahme: durch Kunde
Prüfzeitraum: 26.05.2016 bis 4.07.2016
Analytik: gemäss Auftrag vom 26.05.2016
Methoden: "Altlasten und Abfall; Analysemethoden für Feststoff- und Wasserproben aus belasteten Standorten und Aushubmaterial; BUWAL 2000"
Methode Kohlenwasserstoffe: Schotter-PA-Ibu; MKW-Ex-Ibu; MKW-Ibu
Methode PAK: Schotter-PA-Ibu; PAK-Ex-Ibu; PAK-Ibu

| Probebezeichnung durch Kunde: | Horgen - Au ZH | | | | | VVEA / OLED (814.600) | | | | |
|-------------------------------|----------------|--------|--------|--|--|-----------------------|----|---|---|----|
| | PU1 | PU2 | PU3 | | | A | A2 | B | E | >E |
| Weichenbereich/Streckengleis: | GI 218 | GI 118 | GI 118 | | | | | | | |
| Kilometrierung: | 17.525 | 18.180 | 18.675 | | | | | | | |

| | | | | | | |
|--------------------|---------|---------|---------|--|--|--|
| Auftragsnummer Ibu | 7848501 | 7648502 | 7648503 | | | |
|--------------------|---------|---------|---------|--|--|--|

| Parameter | Dimension | | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|--|------------|-------------|------------|-------------|
| Naptahlin | mg/kg TS 105 °C | < 0.075 | < 0.075 | < 0.075 | | | | | | |
| Acenaphthylen | mg/kg TS 105 °C | < 0.14 | < 0.14 | < 0.14 | | | | | | |
| Acenaphthen | mg/kg TS 105 °C | < 0.085 | < 0.085 | < 0.085 | | | | | | |
| Fluoren | mg/kg TS 105 °C | < 0.105 | < 0.105 | < 0.105 | | | | | | |
| Phenanthren | mg/kg TS 105 °C | < 0.100 | 0.35 | < 0.100 | | | | | | |
| Anthracen | mg/kg TS 105 °C | < 0.16 | < 0.16 | < 0.16 | | | | | | |
| Fluoranthren | mg/kg TS 105 °C | < 0.185 | 0.59 | 0.22 | | | | | | |
| Pyren | mg/kg TS 105 °C | < 0.115 | 0.41 | 0.20 | | | | | | |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg TS 105 °C | < 0.145 | 0.18 | < 0.145 | | | | | | |
| Chrysen | mg/kg TS 105 °C | < 0.195 | < 0.195 | < 0.195 | | | | | | |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg TS 105 °C | < 0.160 | < 0.160 | < 0.160 | | | | | | |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg TS 105 °C | < 0.150 | < 0.150 | < 0.150 | | | | | | |
| Benzo(a)pyren | mg/kg TS 105 °C | < 0.120 | < 0.120 | < 0.120 | | | 0.3 | 1.5 | 3 | 10 |
| Dibenz(a,h)anthracen | mg/kg TS 105 °C | < 0.075 | < 0.075 | < 0.075 | | | | | | |
| Benzo(g,h,i)perylene | mg/kg TS 105 °C | < 0.190 | < 0.190 | < 0.190 | | | | | | |
| Indeno(1,2,3,cd)pyren | mg/kg TS 105 °C | < 0.095 | < 0.095 | < 0.095 | | | | | | |
| Summe PAK | mg/kg TS 105 °C | 0.00 | 1.53 | 0.42 | | | 3 | 12.5 | 25 | 250 |
| Kohlenwasserstoffe | mg/kg TS 105 °C | < 20 | 32.06 | -- | | | 50 | 250 | 500 | 5000 |
| Trockensubstanz(105°C) | % FS | 99.89 | 99.45 | 99.64 | | | | | | |

Das Zeichen (<) bedeutet, dass der Messwert unterhalb der angegebenen Bestimmungsgrenze liegt.

Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die angelieferte oder entnommene Probe. Die Messunsicherheiten kann erfragt werden.

Ohne schriftliche Genehmigung der Eric Schweizer AG darf der vorliegende Prüfbericht nicht auszugsweise, sondern nur mit vollem Text vervielfältigt oder veröffentlicht werden.

Mit freundlichen Grüßen

Ibu- Labor für Boden- und Umweltanalytik

Bericht erstellt

Freigabe

Ursula Trachsel
Sachbearbeiterin

Benjamin Reinhard
Stv. Leiter Labor

Es liegt keine Fotodokumentation, die während der Sondage erstellt wurde, vor.



SBB RCM Video (28.03.2019; 13:28 Uhr): Gleis 118, km 19.163¹

¹ <https://rcm-video.sbb.ch/video/277?track=AU%25201.1%2520-%2520HG%252024.1&plat=47.251953&plon=8.624614&inc=1&search=video> [Stand: 21.01.2021]

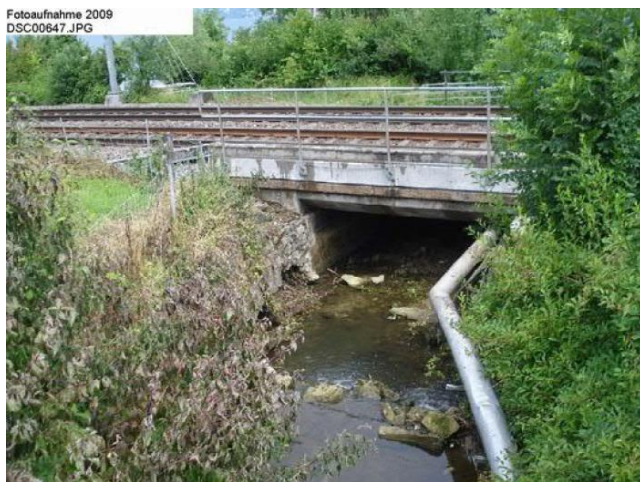


SBB RCM Video (Stand: 28.03.2019; 13:28 Uhr): Gleis 118, km 19.623²

² <https://rcm-video.sbb.ch/video/277?track=AU%25201.1%2520-%2520HG%252024.1&plat=47.250503&plon=8.630493&inc=1&search=video> [Stand: 21.01.2021]



Meilibach-Brücke km 19.397: SBB RCM Video (Stand: 28.03.2019; 13:28 Uhr): Gleis 118, km 19.387³





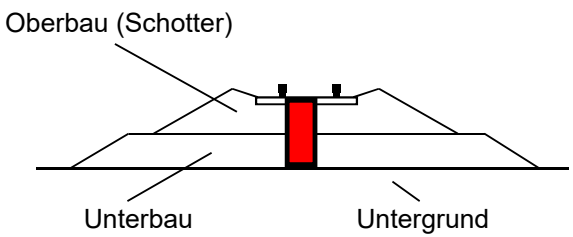
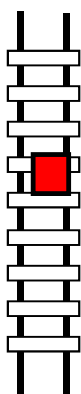
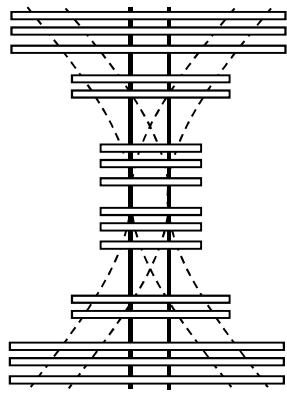
Meilibach-Brücke km 19.397: DfA-Report, Fotoblatt (21.01.2021)

³ <https://rcm-video.sbb.ch/video/277?track=AU%25201.1%2520-%2520HG%252024.1&plat=47.251540&plon=8.626616&inc=1&search=video> [Stand: 21.01.2021]

Probenbegleitschein für Gleisaushub


(Vom Probennehmer auszufüllen)


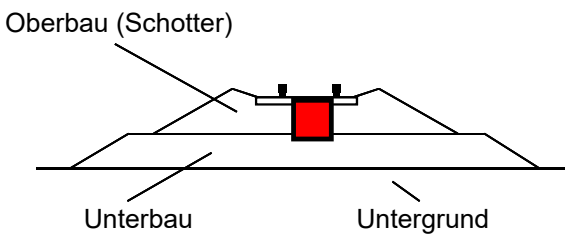
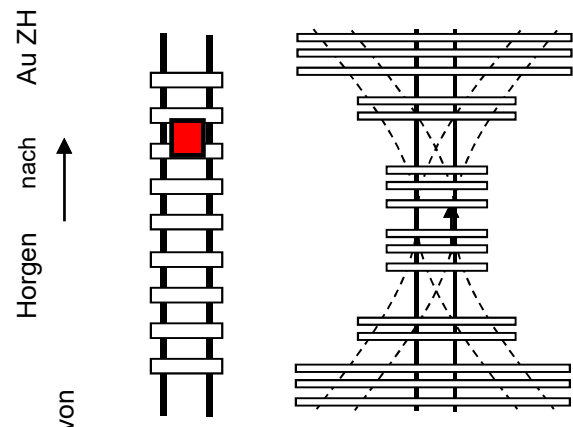
| | |
|--|------------|
|  SBB | |
| I-FW-UGT | |
| 2016-077 | PU1 |

| | | | |
|---|--|---|---|
| Angaben zum Projekt und Strecke | Projekt: Typ des Bauprojektes: Auftragsnummer DfA Nr. : Bahn-km (von-bis): | Horgen - Au ZH, Gleis 118 und 218 Oberbauerneuerung Nr. 2016-077 Jahr: 2016 720 17.231 - 20.003 | |
| | Gleisspezifikation | Schwellentyp: Herkunft: Herstellungsjahr: | <input type="checkbox"/> Holz <input type="checkbox"/> Stahl <input checked="" type="checkbox"/> Beton <input type="checkbox"/> ehem. Holz ohne seinerzeitige Schottererneuerung -- 78 |
| Entnahmeort Gleisart und Materialart der Probe | Strecke oder Weiche? | <input checked="" type="checkbox"/> Streckengleis <input type="checkbox"/> Weichenbereich  Nr. 218 Km. 17.525 | |
| | Gleisart: | <input checked="" type="checkbox"/> Offene Strecke <input type="checkbox"/> Gleis im Bahnhofsbereich <input type="checkbox"/> Rangierbereich oder Abstellgleise <input type="checkbox"/> Zungenbereich (Schmierbereich) <input type="checkbox"/> Weichenende <input type="checkbox"/> Tunnel <input type="checkbox"/> Gleisbereich mit Verdacht <input type="checkbox"/> Andere: ----- | |
| | Materialart: | <input type="checkbox"/> Oberbau (Schotter) Schichtstärke: ----- cm <input checked="" type="checkbox"/> Oberbau und Unterbau Schichtstärke: 80 cm <input type="checkbox"/> Unterbau Schichtstärke: ----- cm <input type="checkbox"/> Untergrund Schichtstärke: ----- cm <input type="checkbox"/> Andere: ----- | |
| Bemerkungen: Probentiefe: 0 - 0.80 m Analysen: <input checked="" type="checkbox"/> PAK gesamt <input checked="" type="checkbox"/> KW gesamt | | | |
| Skizze des Entnahmeortes der Probe: (siehe Vorgehen bei der Probenentnahme - Anhang A der Richtlinie) <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>Profil des Gleiskörpers</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">von Horgen nach Au ZH</p>  <p>Gleisbereich</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Weichenbereich</p> </div> </div> | | | |
| Probennehmer: I-FW-UGT | | Datum der Probeentnahme: 12.05.16 | |

Probenbegleitschein für Gleisaushub


(Vom Probennehmer auszufüllen)


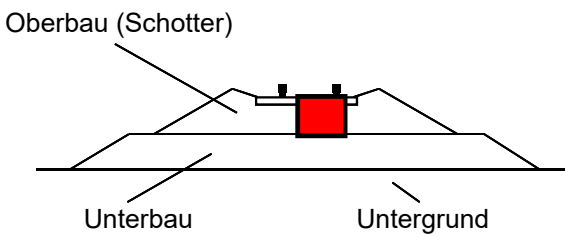
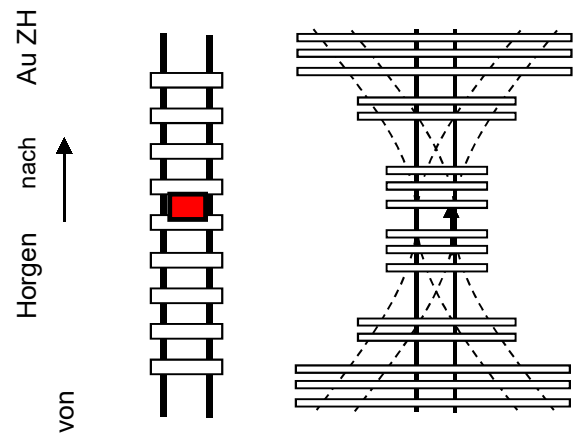
| | |
|--|------------|
|  SBB | |
| I-FW-UGT | |
| 2016-077 | PU2 |

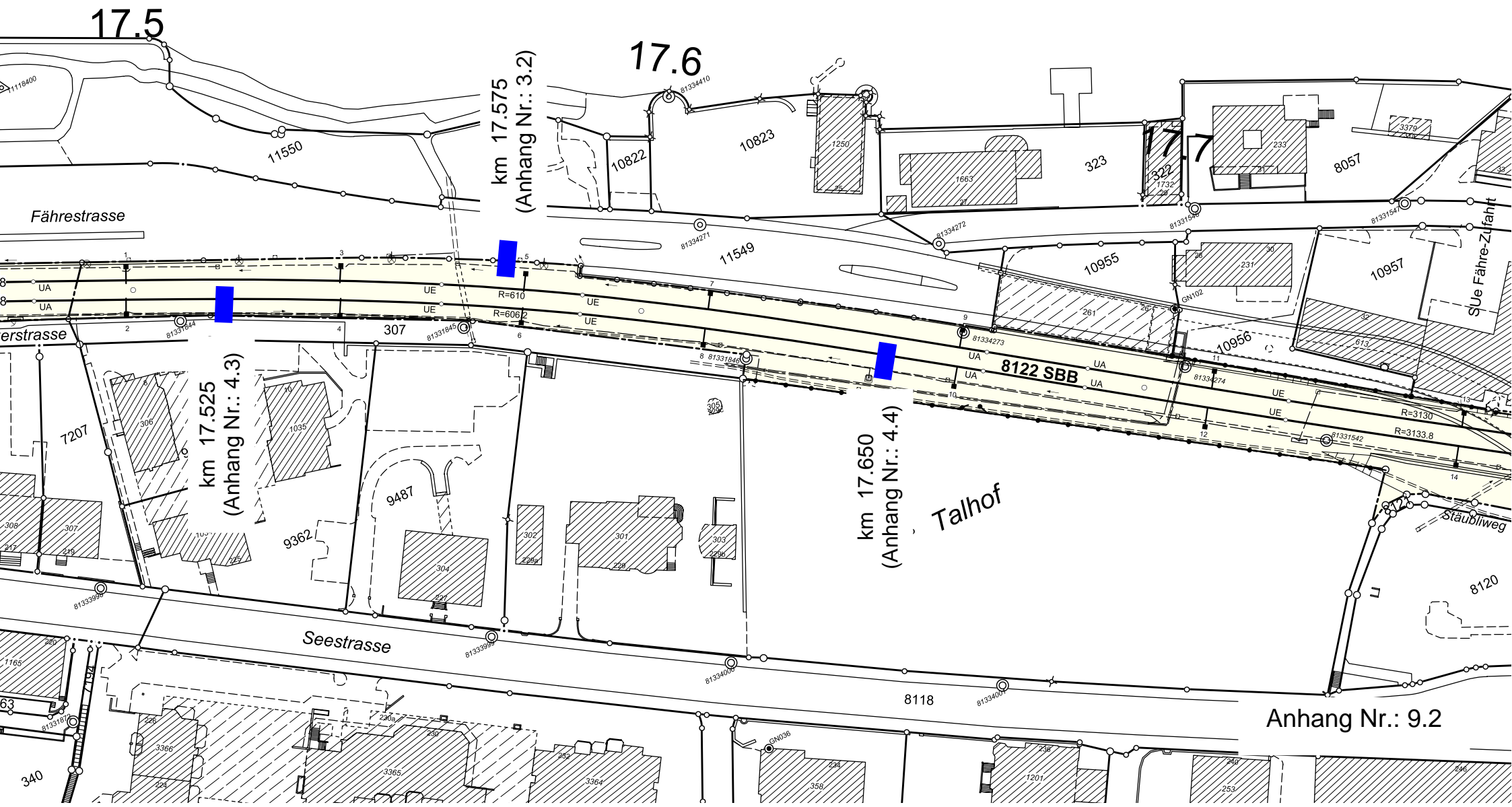
| | | | |
|---|--|---|---|
| Angaben zum Projekt und Strecke | Projekt: Typ des Bauprojektes: Auftragsnummer DfA Nr. : Bahn-km (von-bis): | Horgen - Au ZH, Gleis 118 und 218 Oberbauerneuerung Nr. 2016-077 Jahr: 2016 720 17.231 - 20.003 | |
| | Gleisspezifikation | Schwellentyp: Herkunft: Herstellungsjahr: | <input type="checkbox"/> Holz <input type="checkbox"/> Stahl <input checked="" type="checkbox"/> Beton <input type="checkbox"/> ehem. Holz ohne seinerzeitige Schottererneuerung -- 79 |
| Entnahmeort Gleisart und Materialart der Probe | Strecke oder Weiche? | <input checked="" type="checkbox"/> Streckengleis <input type="checkbox"/> Weichenbereich  Nr. 118 Km. 18.180 | |
| | Gleisart: | <input checked="" type="checkbox"/> Offene Strecke <input type="checkbox"/> Gleis im Bahnhofsbereich <input type="checkbox"/> Rangierbereich oder Abstellgleise <input type="checkbox"/> Zungenbereich (Schmierbereich) <input type="checkbox"/> Weichenende <input type="checkbox"/> Tunnel <input type="checkbox"/> Gleisbereich mit Verdacht <input type="checkbox"/> Andere: ----- | |
| | Materialart: | <input checked="" type="checkbox"/> Oberbau (Schotter) Schichtstärke: 55 cm <input type="checkbox"/> Oberbau und Unterbau Schichtstärke: ----- cm <input type="checkbox"/> Unterbau Schichtstärke: ----- cm <input type="checkbox"/> Untergrund Schichtstärke: ----- cm <input type="checkbox"/> Andere: ----- | |
| Bemerkungen: Probertiefe: 0 - 0.55 m Analysen: <input checked="" type="checkbox"/> PAK gesamt <input checked="" type="checkbox"/> KW gesamt | | | |
| Skizze des Entnahmeortes der Probe: (siehe Vorgehen bei der Probenentnahme - Anhang A der Richtlinie) | | | |
|  <p>Profil des Gleiskörpers</p> | |  <p>Gleisbereich Weichenbereich</p> | |
| Probennehmer: I-FW-UGT | | Datum der Probeentnahme: 12.05.16 | |

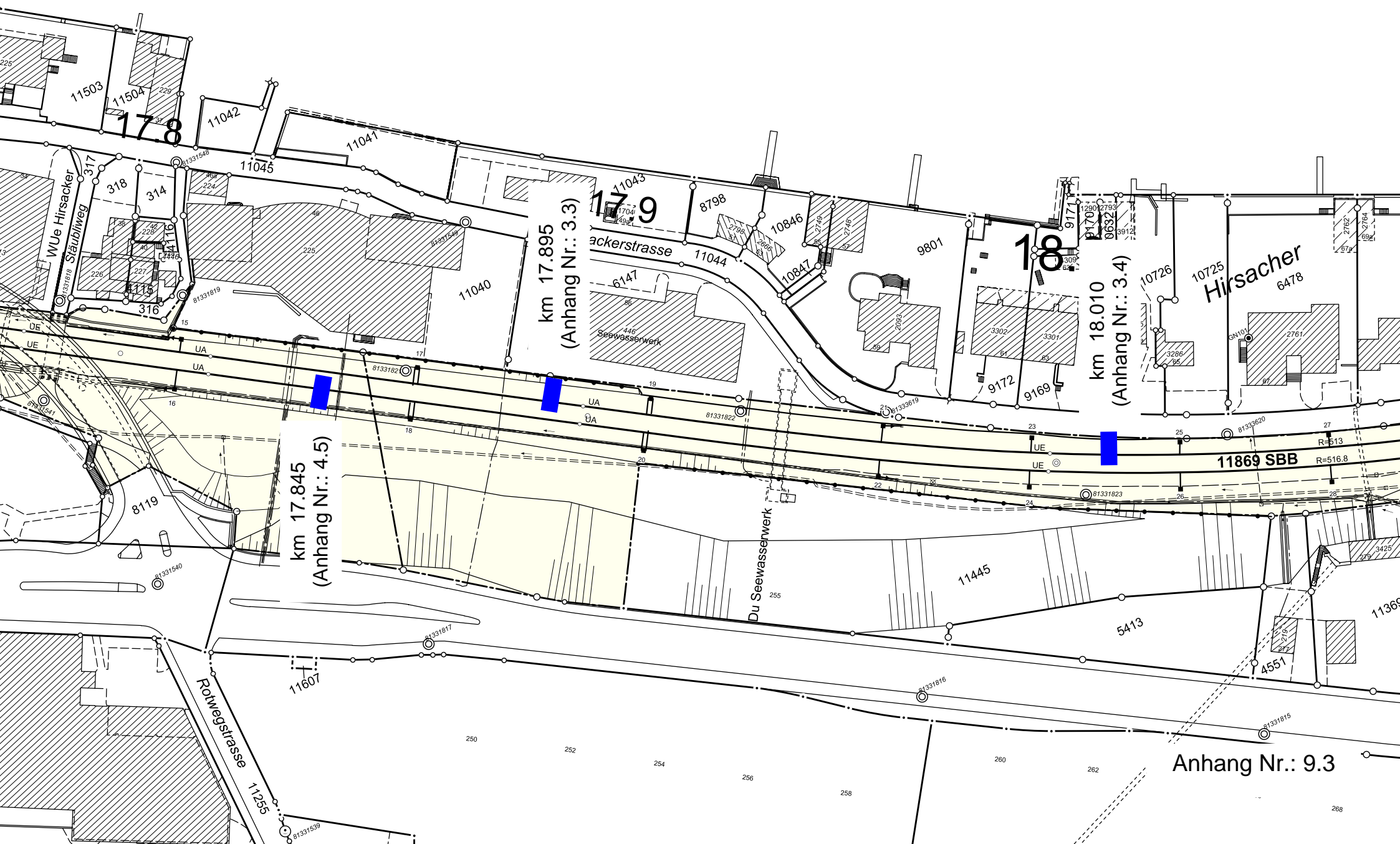
Probenbegleitschein für Gleisaushub

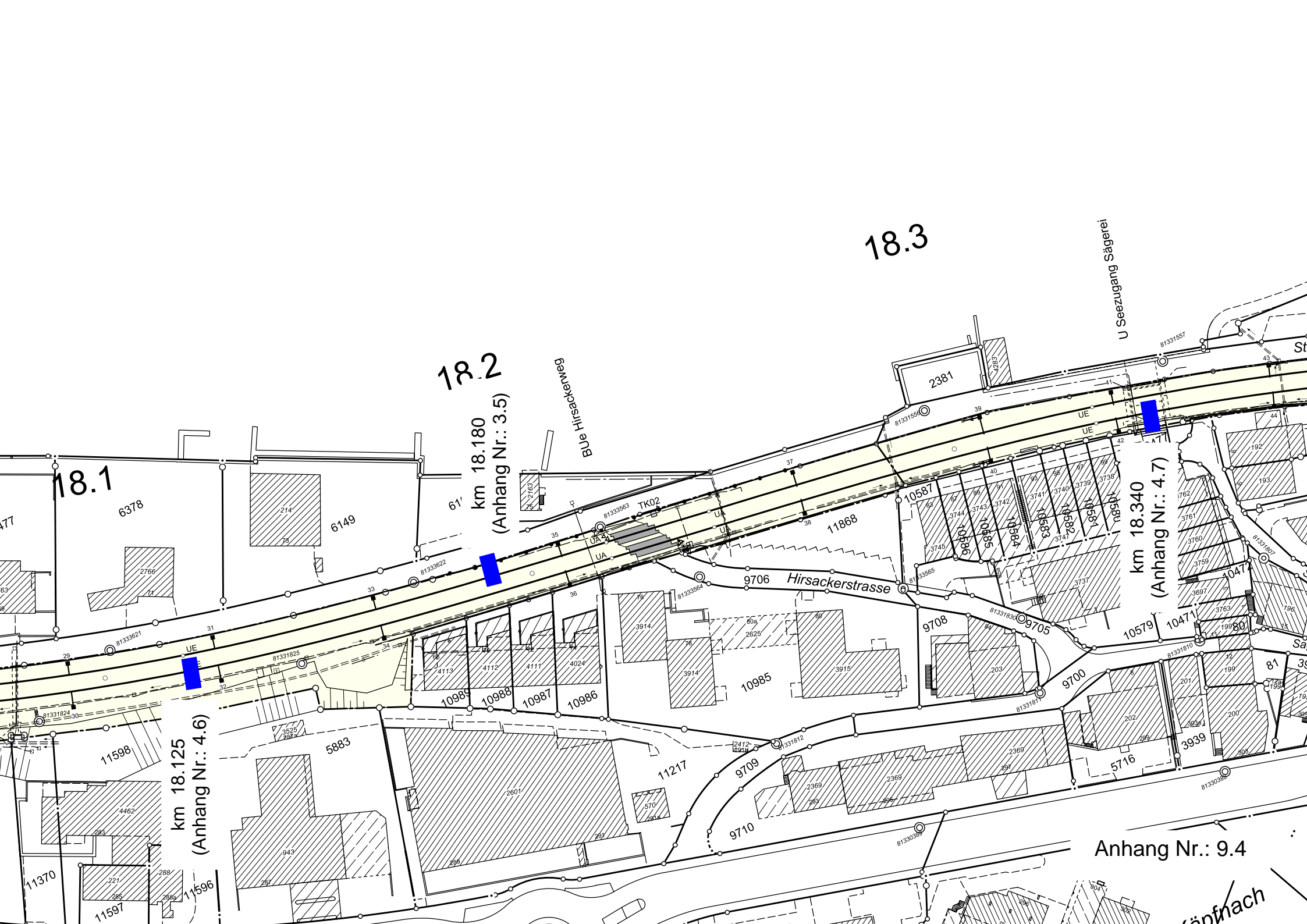
(Vom Probennehmer auszufüllen)

| | |
|--|------------|
|  SBB | |
| I-FW-UGT | |
| 2016-077 | PU3 |

| | | | |
|--|--|---|---|
| Angaben zum Projekt und Strecke | Projekt: Typ des Bauprojektes: Auftragsnummer DfA Nr. : Bahn-km (von-bis): | Horgen - Au ZH, Gleis 118 und 218 Oberbauerneuerung Nr. 2016-077 Jahr: 2016 720 17.231 - 20.003 | |
| | Gleisspezifikation | Schwellentyp: Herkunft: Herstellungsjahr: | <input type="checkbox"/> Holz <input type="checkbox"/> Stahl <input checked="" type="checkbox"/> Beton <input type="checkbox"/> ehem. Holz ohne seinerzeitige Schottererneuerung -- 97 |
| Entnahmeort Gleisart und Materialart der Probe | Strecke oder Weiche? | <input checked="" type="checkbox"/> Streckengleis <input type="checkbox"/> Weichenbereich  Nr. 118 Km. 18.675 | |
| | Gleisart: | <input checked="" type="checkbox"/> Offene Strecke <input type="checkbox"/> Gleis im Bahnhofsbereich <input type="checkbox"/> Rangierbereich oder Abstellgleise <input type="checkbox"/> Zungenbereich (Schmierbereich) <input type="checkbox"/> Weichenende <input type="checkbox"/> Tunnel <input type="checkbox"/> Gleisbereich mit Verdacht <input type="checkbox"/> Andere: ----- | |
| | Materialart: | <input checked="" type="checkbox"/> Oberbau (Schotter) Schichtstärke: 70 cm <input type="checkbox"/> Oberbau und Unterbau Schichtstärke: ----- cm <input type="checkbox"/> Unterbau Schichtstärke: ----- cm <input type="checkbox"/> Untergrund Schichtstärke: ----- cm <input type="checkbox"/> Andere: ----- | |
| Bemerkungen: Probentiefe: 0 - 0.70 m Analysen: <input checked="" type="checkbox"/> PAK gesamt <input type="checkbox"/> KW gesamt | | | |
| Skizze des Entnahmeortes der Probe: (siehe Vorgehen bei der Probenentnahme - Anhang A der Richtlinie) | | | |
|  Profil des Gleiskörpers | |  Gleisbereich Weichenbereich | |
| Probennehmer: I-FW-UGT | | Datum der Probeentnahme 12.05.16 | |







18.1

18.2

18.3

18.1

km 18.180
(Anhang Nr.: 3.5)

km 18.340
(Anhang Nr.: 4.7)

km 18.125
(Anhang Nr.: 4.6)

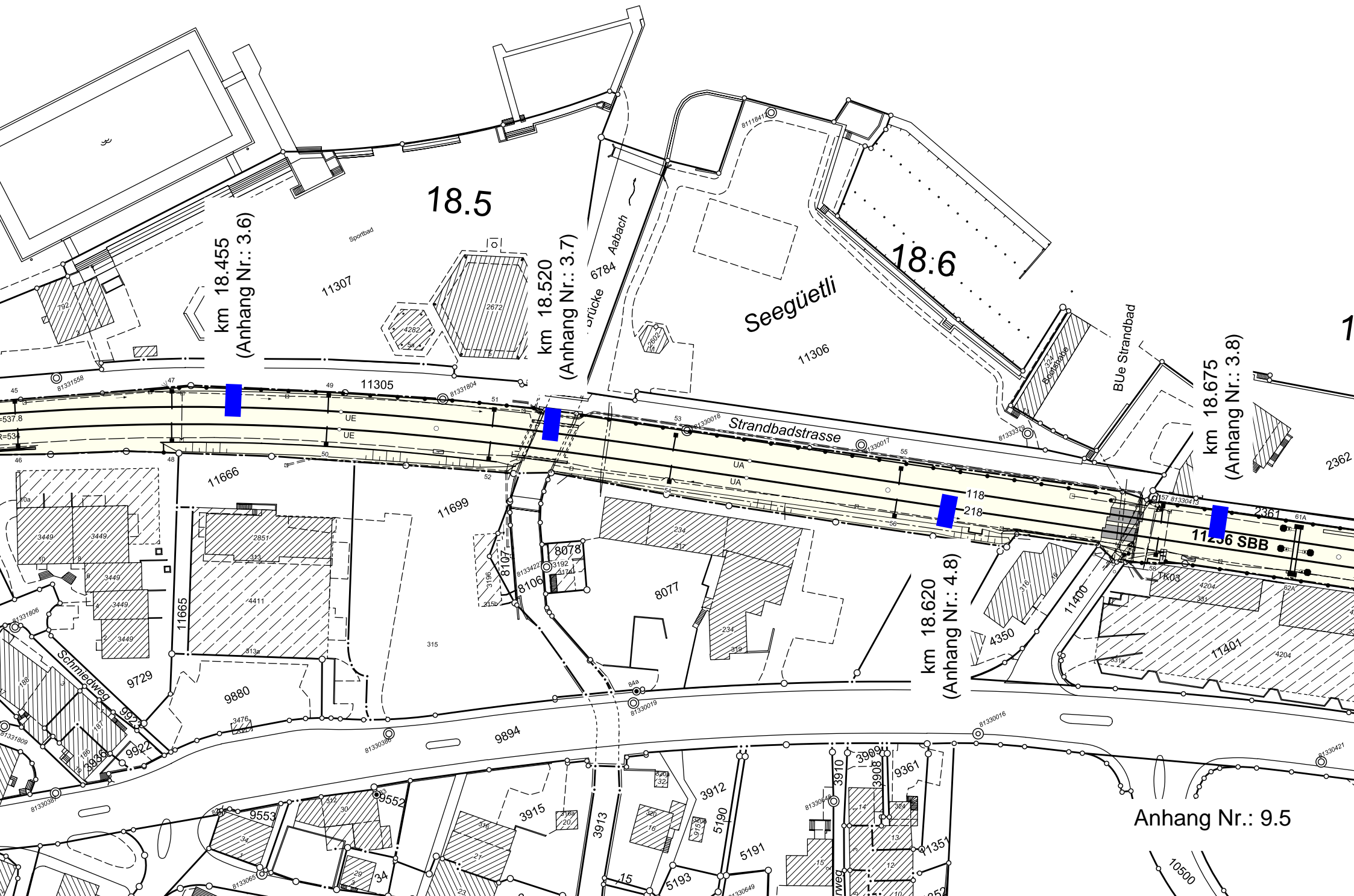
Anhang Nr.: 9.4

neue Hirsackerweg

Hirsackerstrasse

U Seezugang Sägerei

Gräfnach



18.5

km 18.455
(Anhang Nr.: 3.6)

km 18.520
(Anhang Nr.: 3.7)

18.6

km 18.675
(Anhang Nr.: 3.8)

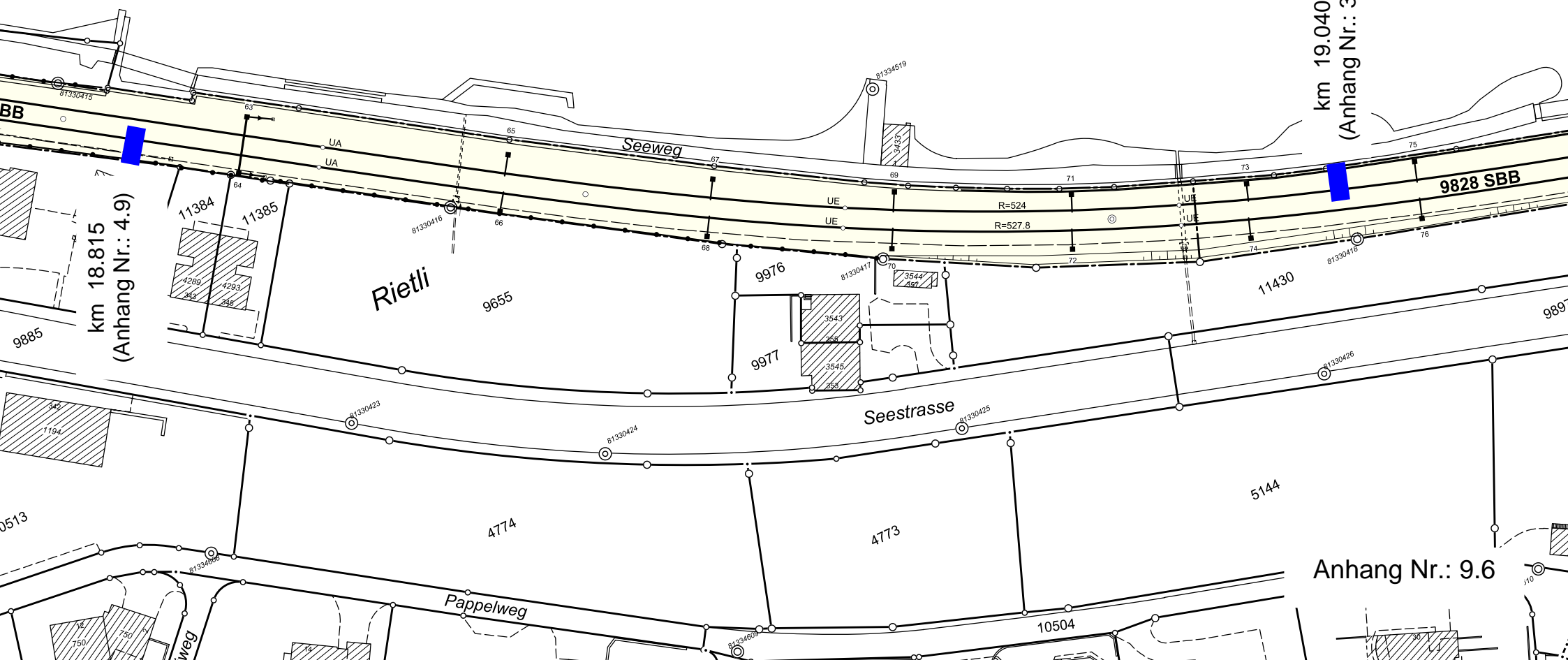
km 18.620
(Anhang Nr.: 4.8)

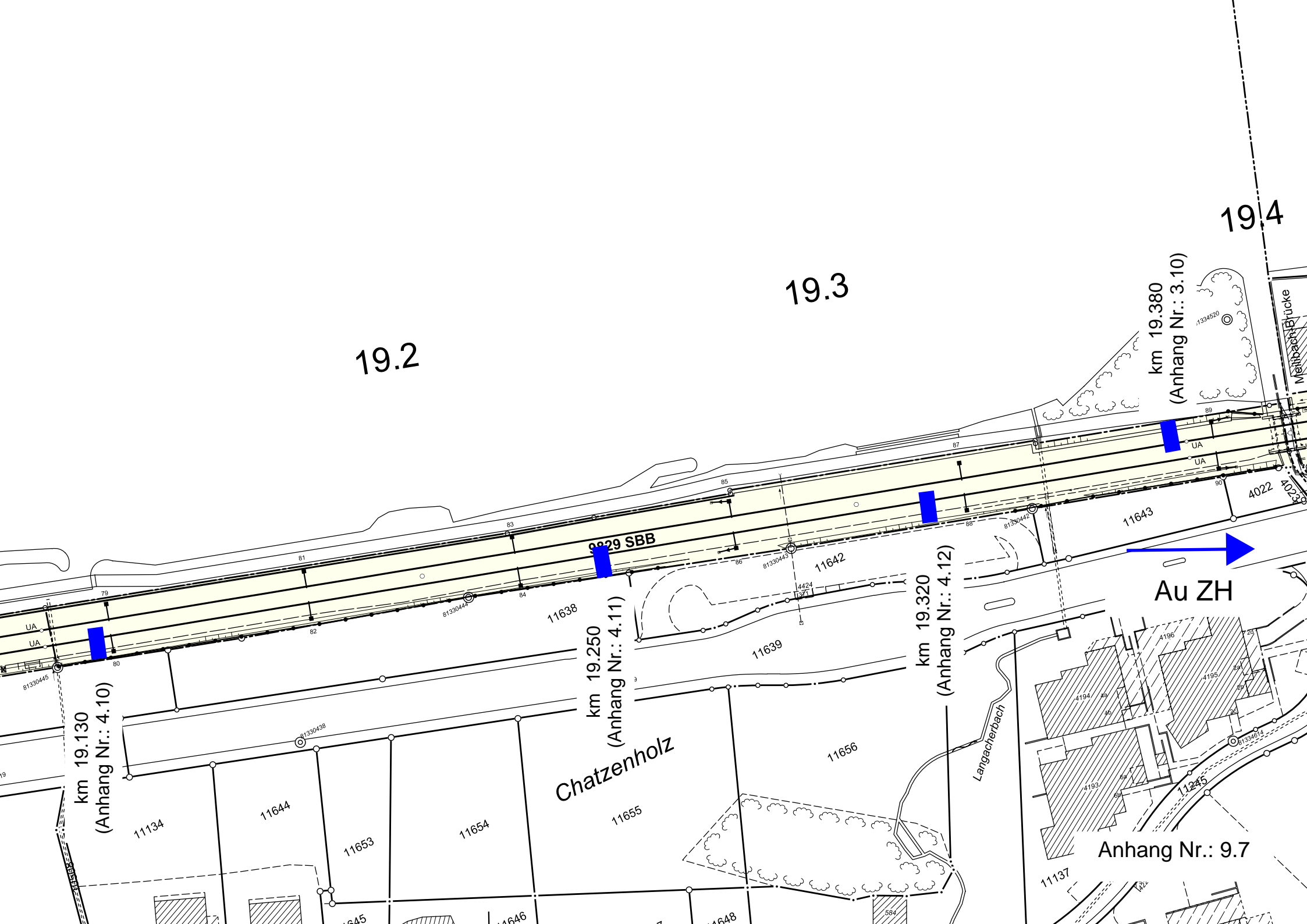
Anhang Nr.: 9.5

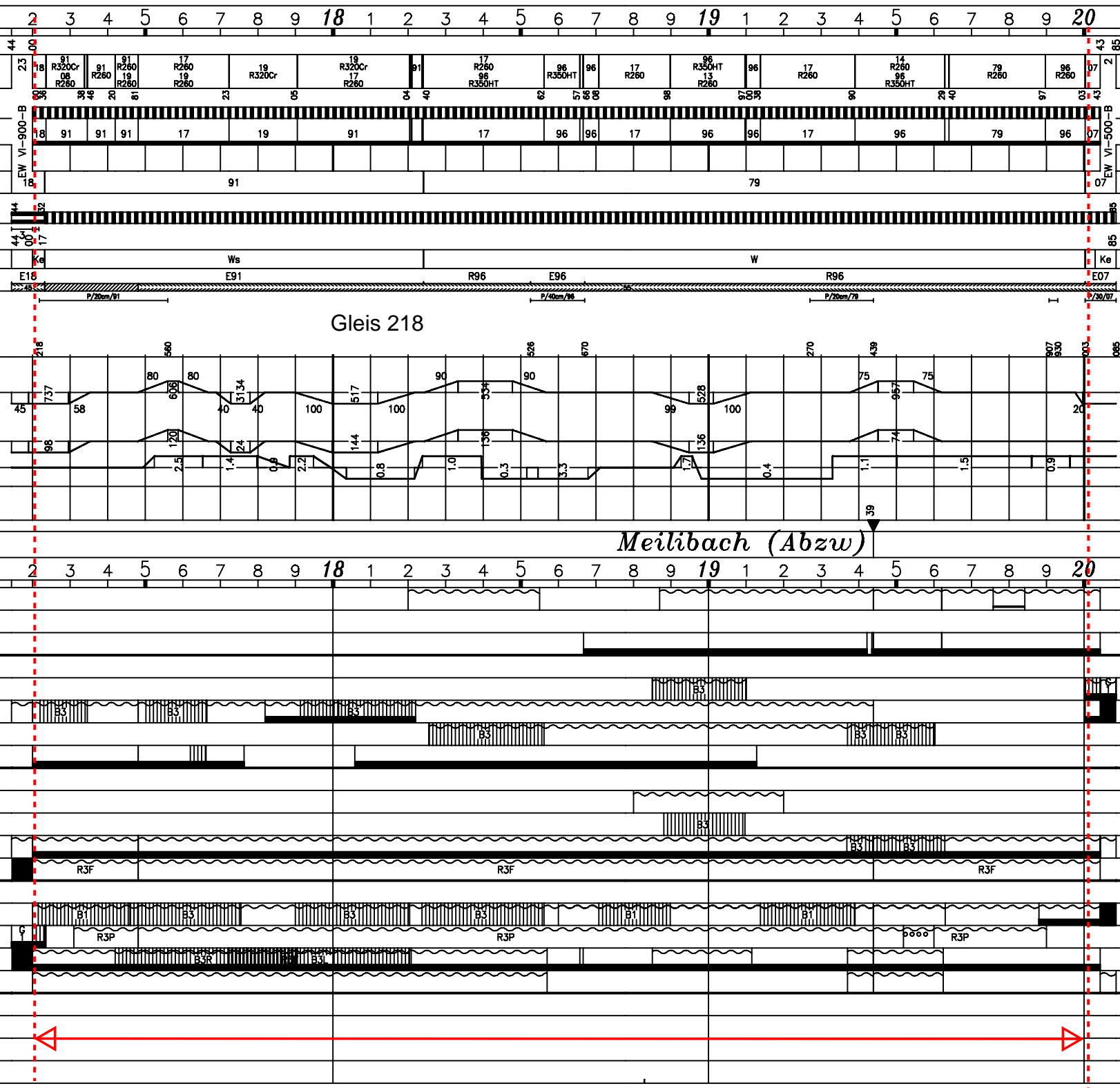
18.8

18.9

19.0







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:



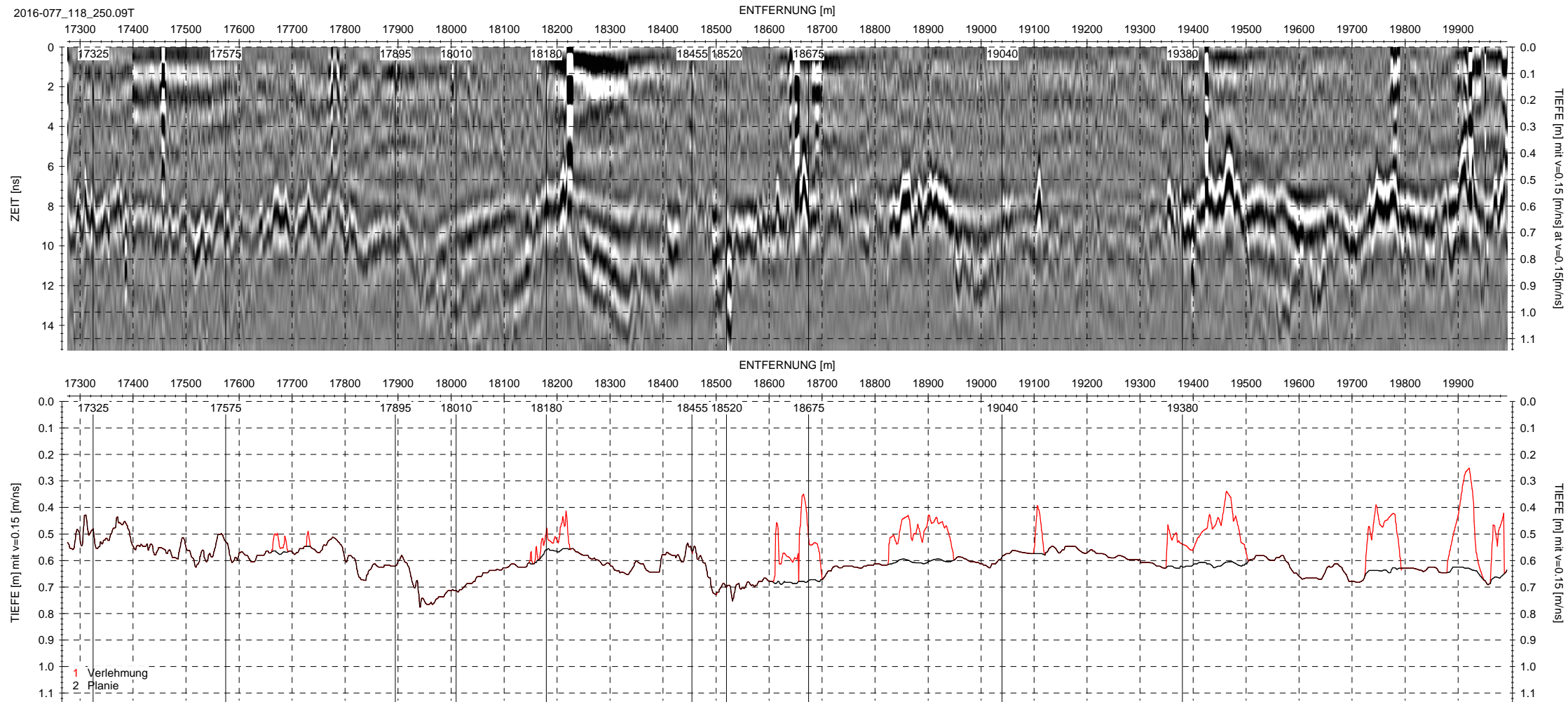
Inma Gutiérrez

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:



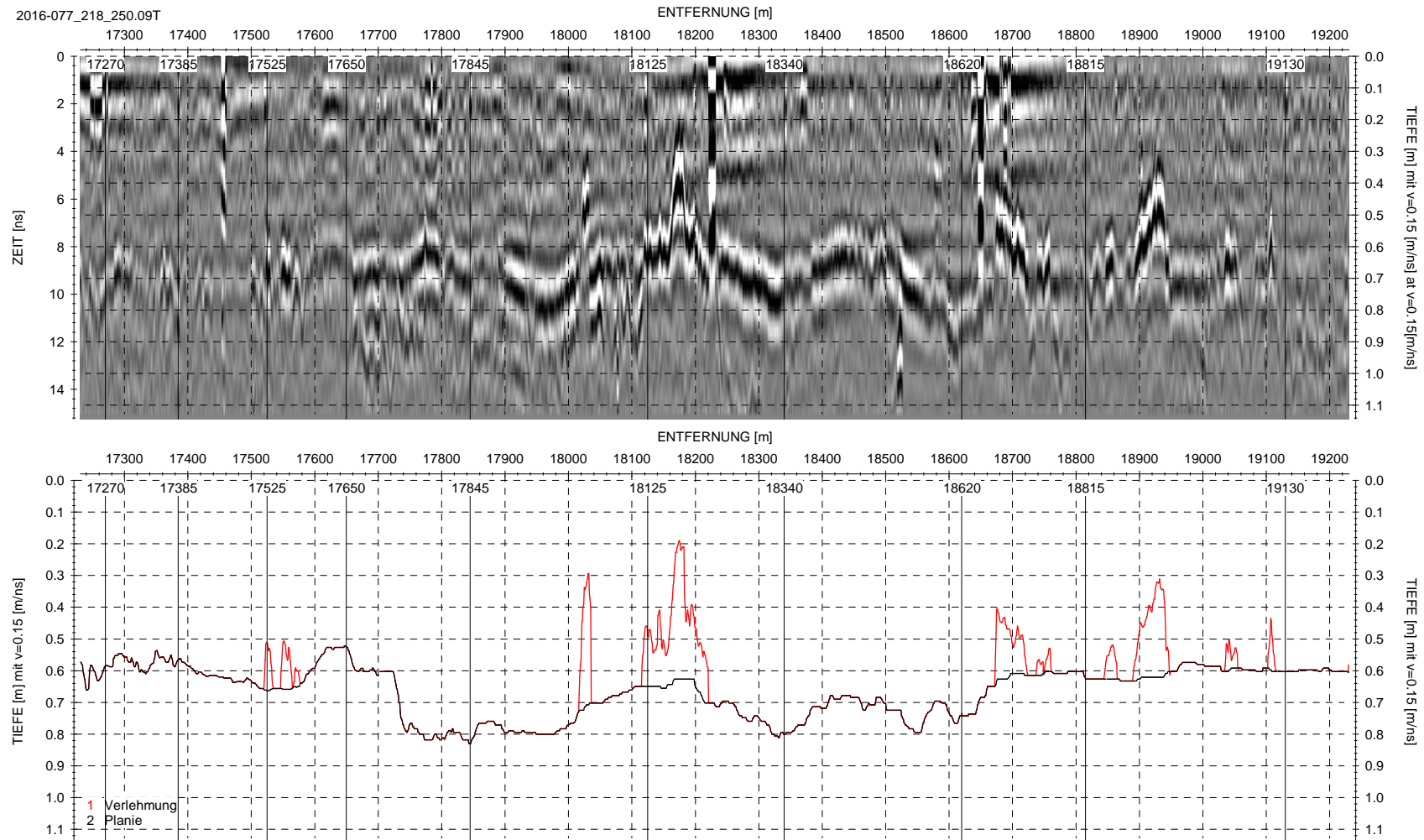
Inma Gutiérrez

Anhang A

RADARGRAMM

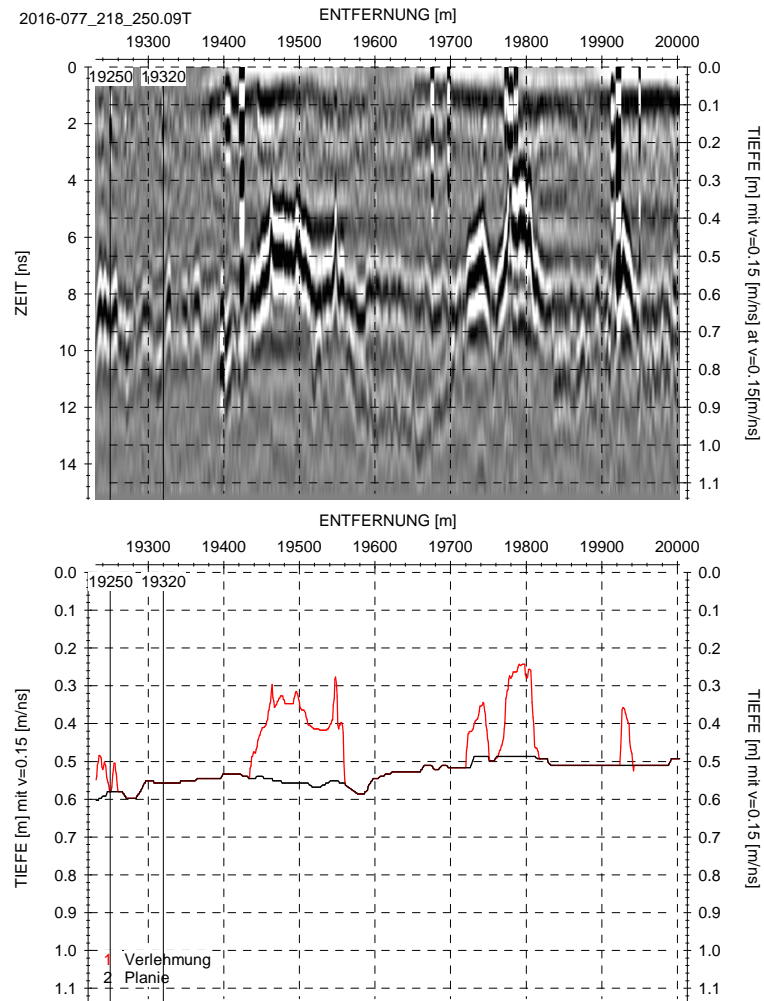
2016-077: Horgen - Au ZH, Gleis 218

Massstab 1:10'000 / 20




2016-077: Horgen - Au ZH, Gleis 218

Massstab 1:10'000 / 20



Anhang B

TABELLE

|  | | | |
|---|----------------------|---------------|-------------|
| 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 | |