



Gemeinde : Maur/Egg
Objekt : 487 Stellwerkersatz Neuhaus
Ort : Bhf. Neuhaus bei Hinteregg
km : 08.195 – 09.480

12.02

Auflageprojekt

Geologischer Bericht



Version 1.0 / 29. November 2024

Forch, 12. Juni 2026

Projektverantwortliche Forchbahn AG:

Projektverfasser:

.....
Alessandro Pol
Geschäftsbereichsleiter
Infrastruktur

.....
Daniel Angst
Gesamtprojektleiter

.....
Christian Gantenbein
Fachplaner Tiefbau

Impressum

Bauherr und Gesuchsteller(in)	Forchbahn AG Alessandro Pol Geschäftsbereichsleiter Infrastruktur Kaltensteinstrasse 32 CH-8127 Forch Tel. E-Mail:	+41 43 288 11 94 alessandro.pol@forchbahn.ch
Gesamtprojektleitung	Daniel Angst Tel. E-Mail:	+41 79 901 85 42 daniel.angst@forchbahn.ch
Projektverfasser(in) Sicherungsanlagen	Locher Ingenieure AG Pelikan-Platz 5 8022 Zürich Tel.	+41 43 443 74 43
Berichtverfasser(in)	Christian Gantenbein	christian.gantenbein@locher-ing.ch
Projektnummer ISB	487 Stellwerkersatz Bhf. Forch	

Änderungsverzeichnis Dokument

Dokumenten-Name:		487_12.02_NHBH_Geologischer Bericht_90932-118_V1.0.docx	
Version:	Datum:	Erstellt:	Beschreibung:
1.0	29.11.2024	Ch. Gantenbein	FB interne Vernehmlassung, Abgabe BAV (PGV Dossier)
Dokumenten-Status:		Freigegeben	
Review ist erfolgt durch:		Daniel Angst	Datum: 06.02.2025
Freigabe ist erfolgt durch:		Daniel Angst	Datum: 06.02.2025
Unterzeichnung und Abgabe ans BAV			Datum: 12.06.2026

Vorinformation

Das bestehende Relaisstellwerk Do69 Forch wird altershalber samt der Aussenanlage durch ein elektronisches Stellwerk vom Typ Simis IS ersetzt.

Aufgrund der geplanten Umbauprojekte im Bereich Forch ist ein Ersatz der noch bestehende drei Relaisstellwerke unbedingt nötig. Die geplanten Neubauten im Bereich Forch können nur umgesetzt werden, wenn die bestehende Stellwerksanlage Forch ersetzt wird. Das Ziel ist es, dass die drei verbleibende Relaisstellwerke vor dem Bauprojekt Doppelspurausbau Neue Forch (DSNF) und Instandhaltungszentrum (IHZ) und / oder mit dem Projekt Gleisfelderneuerung Forch (GEF) in ein neues SIMIS IS Linienstellwerk migriert werden. Da das Stellwerk Do69 Forch auch die Anlage in Scheuren und Neuhaus bedient, müssen die Aussenanlagen im Bereich Scheuren bis Hinteregg ebenfalls angepasst werden. Der Bereich Scheuren erfolgt mit dem Projekt 431 San BehiG Hst Scheuren der Forchbahn. zwischen Scheuren und Neuhaus wird die Fahrbahn voraussichtlich im Jahr 2029 erneuert, was für den Stellwerkersatz zu spät ist, deshalb erfolgt der Stellwerkersatz vorher.

Die geologischen Untersuchungen aus den Jahren 2018 und 2020, welche für das Projekt Haltestelle Neuhaus, Perronerhöhung P30 und Oberbauerneuerung Gleis 2 gemacht wurden, decken den Perimeter des Projekts so gut wie möglich ab. Deshalb werden der geologisch-geotechnische Bericht Mastfundamente und die geotechnische Untersuchung von Schotterbett und Unterbau, durch CSD Ingenieure AG erstellt wurden, auch für das Projekt Stellwerkersatz Neuhaus verwendet.

**FORCHBAHN AG
PERRONERHÖHUNG P30 UND OBERBAUER-
NEUERUNG GLEIS 2, HALTESTELLE NEUHAUS**

GEOLOGISCH-GEOTECHNISCHER BERICHT MASTFUNDAMENTE

Aarau, 6. Mai 2018
AG02911.400

CSD INGENIEURE AG
Schachenallee 29A
CH-5000 Aarau
t +41 62 834 44 00
f +41 62 834 44 01
e aarau@csd.ch
www.csd.ch

INHALTSVERZEICHNIS

1.	AUSGANGSLAGE	3
1.1	Projekt und Auftrag	3
1.2	Verwendete Grundlagen	3
1.3	Ausgeführte Arbeiten	3
2.	BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	4
2.1	Baugrundkennwerte	5
3.	EMPFEHLUNGEN FUNDAMENTE	5
4.	BEURTEILUNG DER ERGEBNISSE UND WEITERES VORGEHEN	7

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang A	Situation mit Lage der Sondierstellen	9
Anhang B	Profil der Rammkernsondierung	10
Anhang C	Profile der Rammsondierungen	11

PRÄAMBEL

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

CSD geht davon aus, dass

- ihr seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden
- von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird
- die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

Projekt:	Haltestelle Neuhaus, Perronerhöhung P30 und Oberbauerneuerung Gleis 2
Bauherr:	Forchbahn AG
Ansprechperson Forchbahn AG:	Herr Oskar Kuster, Leiter Baudienst
Projektverfasser:	Locher Ingenieure AG, Herr Hanspeter Bylang
Koordinaten:	Nordwestende: 2'693'365 / 1'240'965 Südostende: 2'693'452 / 1'240'925
Offerte CSD AG:	Kostenschätzung per E-Mail an Herrn Bylang und Herrn Kuster am 16. April 2019
Auftragsbestätigung:	Rückantwort zur Kostenschätzung von Herrn Bylang per E-Mail am 17. April 2019

Tabelle 1.1 Projektgrundlagen

1. Ausgangslage

1.1 Projekt und Auftrag

Im Rahmen der Perronerhöhung und Oberbauerneuerung wird zur Zeit geprüft, ob die drei Fahrleitungsmasten 804, 805 und 806 an der Haltestelle Neuhaus der Forchbahn an demselben Standort oder durch die zwei neuen Masten 805N und 807 N ersetzt werden.

Für das Bauprojekt sind geologisch-geotechnische Abklärungen in Bezug auf die Fundationsverhältnisse notwendig. Dabei soll ersichtlich werden, ob Normal- oder Spezialfundamente mit allfälligen Verankerungen notwendig sind.

1.2 Verwendete Grundlagen

Für die Erstellung dieses Berichts standen folgende Grundlagen zur Verfügung:

- [1] Forchbahn AG, Egg, Haltestelle Neuhaus, Perronerhöhung P30 und Oberbauerneuerung Gleis 2, km 8.900 – 9.100, Umsetzung BehiG, Vorstudie, Basisvariante 3, Situation 1:200, Locher Ingenieure AG, 27.07.2018
- [2] Diverse Unterlagen und Angaben zu Standardfundamenten der Mästen der SBB AG
- [3] Geologischer Atlas der Schweiz (Blatt Mönchaltorf - Hinwil - Wädenswil - Rapperswil), 1:25'000, Geologische Kommission der Schweiz, 1934
- [4] Geoportal des Kantons Zürich (maps.zh.ch)

1.3 Ausgeführte Arbeiten

Am 24.04.2019 wurden folgende Arbeiten ausgeführt:

- 1 Rammkernsondierung
- 2 Rammsondierungen Typ superschwere Rammsonde (DPSH-A)

Für den vorliegenden Bericht stehen folgende Untersuchungen zur Verfügung:

Bez.	Typ	Mast-Nr.	Endtiefe [m]	Ausführender
RKS1-19	Rammkern-sonde	805	3.80	Geocontrol AG
RS1-19	Superschwere Rammsonde	806	5.47	Geocontrol AG
RS2-19	Superschwere Rammsonde	807	6.39	Geocontrol AG

Tabelle 1.1 Untersuchungsprogramm Haltestelle Neuhaus der Forchbahn AG

2. Baugrundverhältnisse

Der Baugrund im Bereich der Haltestelle Neuhaus besteht aus einer künstlichen Auffüllung bzw. einer Deckschicht, welche auf der Moräne und dem Fels der Oberen Süsswassermolasse aufliegt.

Die mit der Rammkernsondierung aufgeschlossene künstliche Auffüllung ist stark kiesig ausgebildet. Diese dürfte bei der Erstellung des Perrons aufgebracht worden sein. Die beiden Rammsondierungen zeigen im Bereich der künstlichen Auffüllung erhöhte Schlagzahlen von rund 30 bis 45 Schläge pro 20 cm Eindringung.

Die erniedrigten Schlagzahlen bei den Rammsondierungen bis in eine Tiefe von rund 2.8 bzw. 4.0 m werden als Deckschicht interpretiert. Es könnte sich auch um eine aufgelockerte Moräne handeln. Mit der Rammkernsondierung wird die Deckschicht nicht aufgeschlossen.

In einer Tiefe von 1.8 bis 3.3 m wurde mit der Rammkernsondierung die Moräne angetroffen. Die Erhöhung der Schlagzahl in der Rammsondierung RS1-19 in einer Tiefe von 2.8 m unter Terrain wird als Moränenoberfläche interpretiert. In RS2-19 ist die Moräne nicht auszumachen.

Rund 3.3 bis 5.4 m unter Terrain folgt der Fels der Oberen Süsswassermolasse, welche aus einem siltigen Sandstein besteht. Dieser ist bis in eine Tiefe von einigen Metern verwittert.

In den Sondierungen wurden keine Anzeichen von Schicht- oder Sickerwasser vorgefunden. Wenig Sickerwasser während Starkgegenereignissen können nicht ausgeschlossen werden. Der Projektperimeter liegt im Gewässerschutzbereich üB.

2.1 Baugrundkennwerte

Bei den in der Tabelle 2.1 angegebenen Baugrundwerten handelt es sich um den mutmasslichen Streubereich geschätzter Erwartungswerte X der ungestörten Bodenschichten. Der charakteristische Wert X_k einer geotechnischen Grösse kann je nach Bemessungssituation über bzw. unter dem Mittelwert des Streubereichs liegen. Die in der Tabelle in Klammern angegebenen Baugrundwerte können als untere charakteristische Werte X_k für einfache, übliche Bemessungssituationen verstanden werden. In komplexeren Bemessungssituationen sind die charakteristischen Werte X_k im Einzelfall vom Geotechnikingenieur festzulegen und dürfen vom Tabellenwert abweichen.

Schicht	Raumgewicht	Reibungswinkel	Kohäsion	Zusammen- drückungsmodul
	γ_e (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kN/m ²)	M_E (MN/m ²)
Künstliche Auffüllung / Deckschicht	18...20 (19)	25...32 (30)	0...1 (0)	8...20 (12)
Moräne	20...22 (21)	32...36 (34)	0...5 (3)	25...40 (30)
Fels der Oberen Süss- wassermolasse	21...24 (23)	26...30 (28)	30...80 (50)	50...100 (60)

Tabelle 2.1 Baugrundwerte

3. Empfehlungen Fundamente

Die Empfehlungen zu den Fundamenten und den dazugehörigen Fundamentstiefen sind in der folgenden Tabelle 3.1 aufgelistet. Anhand der angetroffenen, geologischen Verhältnisse wurden Fundamentempfehlungen formuliert. Anhand einer qualitativen Bestimmung des Untergrundes (Korngrösse, geschüttet/gewachsen und Höhe Fels) wurden die erwartete Tiefe des Fundamentes angegeben. Basierend auf den Baugrundwerten in der erwarteten Fundamenttiefe wurde zudem eine Empfehlung für ein Fundamenttyp abgegeben. Grundsätzlich sind folgende beiden Möglichkeiten angegeben: Spezialfundament, Normfundament und Normfundament mit Vertiefung (angepasstes Normfundament).

Empfehlungen

Masten-Nr.	Tiefe Fels	geschüttet / gewachsen	Bodentyp	Fundationstiefe ab OK Perron [m]	M_{E1} [MN/m ²]	φ' [°]	c' [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	H ₂ O ab OK Gleis	Empfehlung Fundament
805	5.2 m	gewachsen	grobkörnig	3	30	34	3	21	-	Normalfundament
805N	4.3 m	gewachsen	grobkörnig	3	30	34	3	21	-	Normalfundament
806	3.3 m	gewachsen	grobkörnig	2	30	34	3	21	-	Normalfundament
807N	4.0 m	gewachsen	Fels	4	60	28	50	23	-	Spezialfundament oder angepasste Normalfundament
807	4.0 m	gewachsen	Fels	4	60	28	50	23	-	Spezialfundament oder angepasste Normalfundament

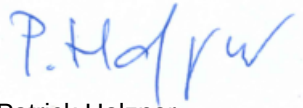
Tabelle 3.1: Empfehlungen Fundamenttyp

4. Beurteilung der Ergebnisse und weiteres Vorgehen

Die durchgeführten Sondierungen können nur Angaben über die Bodenbeschaffenheit an den jeweiligen Untersuchungsstellen machen. Abweichende Bodenverhältnisse oder geologische Gegebenheiten zwischen den einzelnen Erkundungspunkten können aufgrund der punktuellen Erfassung des Baugrunds somit nicht ausgeschlossen werden.

Wird der Aushub der Fundamente geologisch begleitet, so ist eine Verifizierung der Baugrundwerte möglich. Bei Bedarf können wir Sie auch gerne bei der Berechnung und Dimensionierung der Spezialfundamente unterstützen.

CSD INGENIEURE AG



Patrick Holzner
Dipl. Natw. ETH Geologe



Marcel Nägeli
MSc ETH Erdw. / Geologe

Aarau, 6. Mai 2018

KOREFERAT

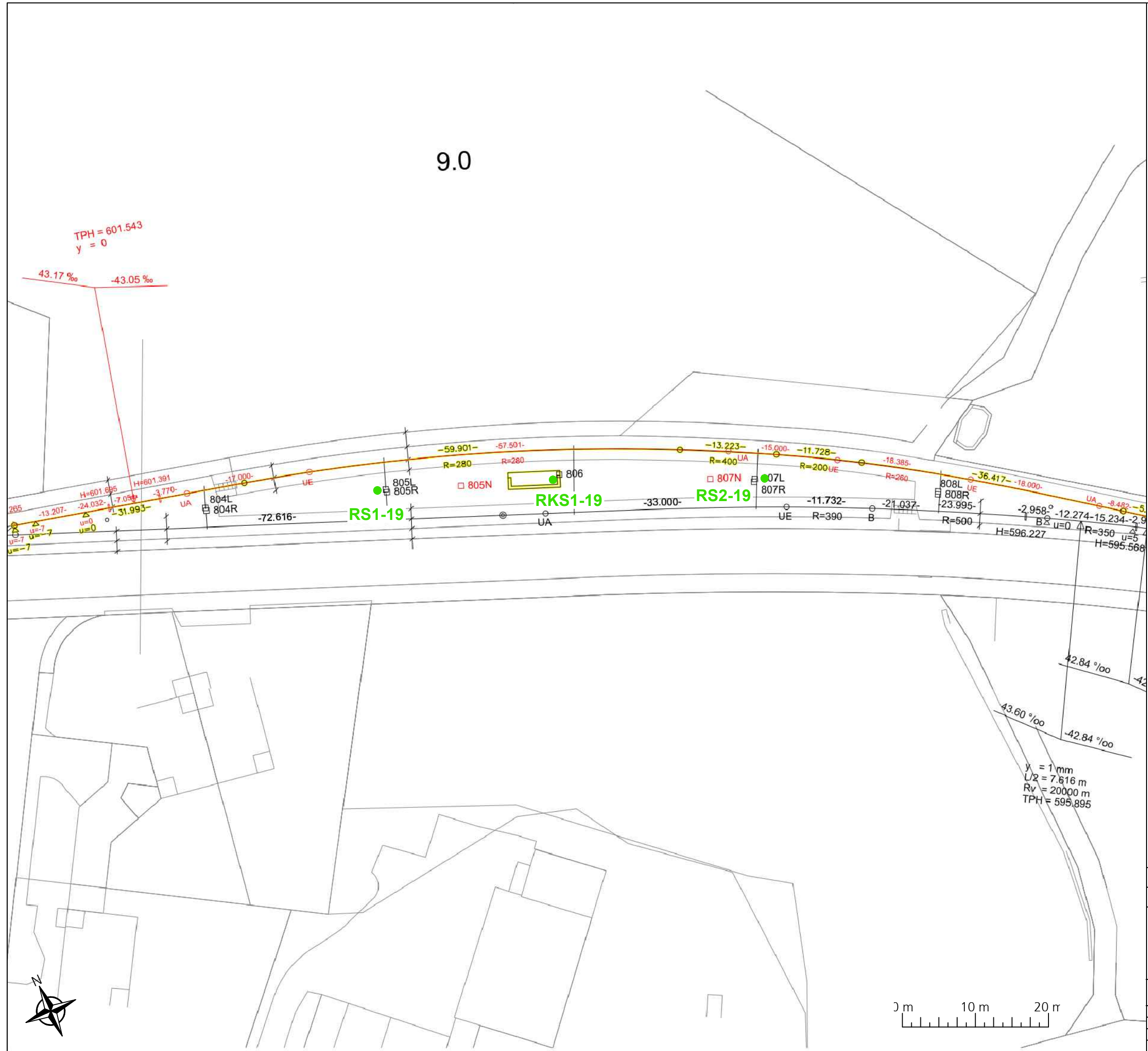
- Marcel Nägeli, MSc ETH Erdw. / Geologe

PROJEKTMITARBEIT

- Patrick Holzner, Dipl. Natw. ETH Geologe

Aus Umweltschutzgründen druckt CSD seine Dokumente auf 100 % Recyclingpapier (ISO 14001).

ANHANG A SITUATION MIT LAGE DER SONDIERSTELLEN



Legende

● Rammsondierung

Haltestelle Neuhaus
Perronerhöhung P30 und Oberbauerneuerung Gleis 2
Baugrunduntersuchung
Situation 1:500

CSD INGENIEURE+		CSD INGENIEURE AG Kurvenstrasse 35 CH-8021 Zürich		t +41 44 296 70 00 f +41 44 296 70 01 www.csd.ch	
Gezeichnet	30.04.19/rru	Auftrags Nr.	Phase	Plannummer	Index
Geprüft	30.04.19/phz	AG02911.400		101	
Freigegeben					

\\csding.corp\dialog\AG\drw\AG02911.400\02_Plane\AG02911.400_Sit.dwg

ANHANG B PROFIL DER RAMMKERNSONDIERUNG

Perronerhöhung P30 und Oberbauerneuerung Gl. 2, Haltest. Neuha
Baugrunduntersuchung

Bauherr: Forchbahn AG

CSD INGENIEURE+

VON GRUND AUF DURCHDACHT

CSD Ingenieure AG

Kurvenstrasse 35, Postfach, CH-8021 Zürich

Tel.: 044 296 70 00, www.csd.ch

Rammkernsondierung RKS1-19

AG02911.400

Anhang B

Koordinaten: 2693412 / 1240945

Sondierart: Rammkernsondierung

Massstab: 1: 25

Ansatzhöhe: 599.0 müM

ausgeführt von: Geocontrol AG

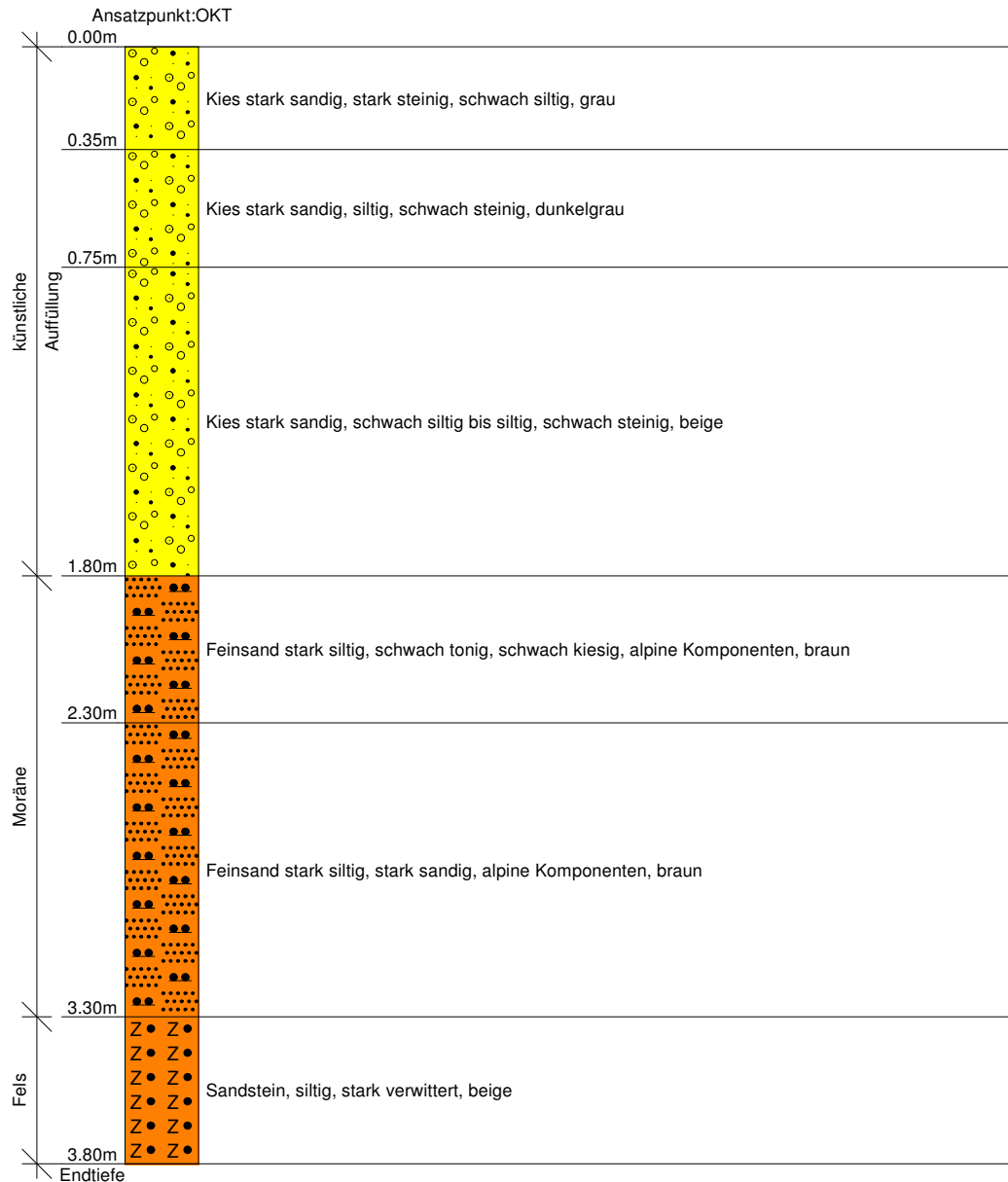
Aufnahme von: PHZ

Datei: AG2911-400_R

ausgeführt am: 24.04.2019

Aufnahme am: 24.04.2019

Geprüft: 26.04.2019, PH



ANHANG C PROFILE DER RAMMSONDIERUNGEN

Projekt : Haltestelle Neuhaus, 8132 Hinteregg

Projektnr. : 19188

Koordinaten :

Massstab : 1: 100

Datum : 24.4.2019

Ausführung : M. Casutt

Auswertung : A. Honold

Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH

Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56

www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde:

Ramm-Masse:

63.5 kg

Fallhöhe:

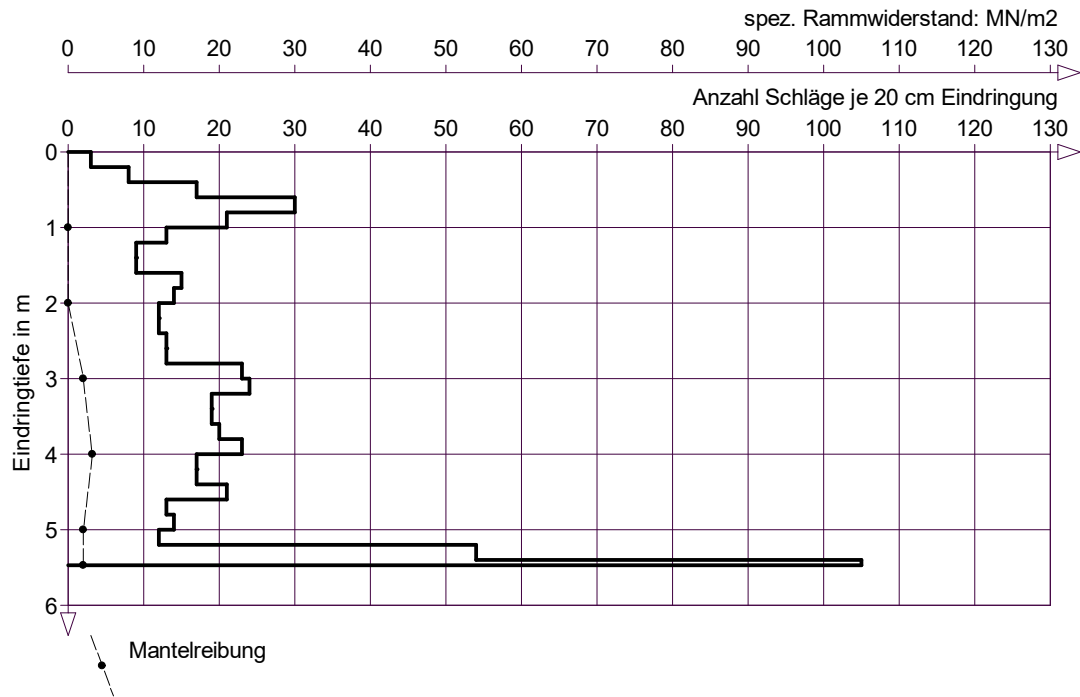
0.50 m

Spitzenoberfläche:

1590 mm²

Sondierung Nr.: 1

OKT



Endtiefe: 5.47m, Gestänge hart aufgestanden

Freie Länge: 0.83m

Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerückzug

Projekt : Haltestelle Neuhaus, 8132 Hinteregg

Projektnr. : 19188

Koordinaten :

Massstab : 1: 100

Datum : 24.4.2019

Ausführung : M. Casutt

Auswertung : A. Honold

Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH

Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56

www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde:

Ramm-Masse:

63.5 kg

Fallhöhe:

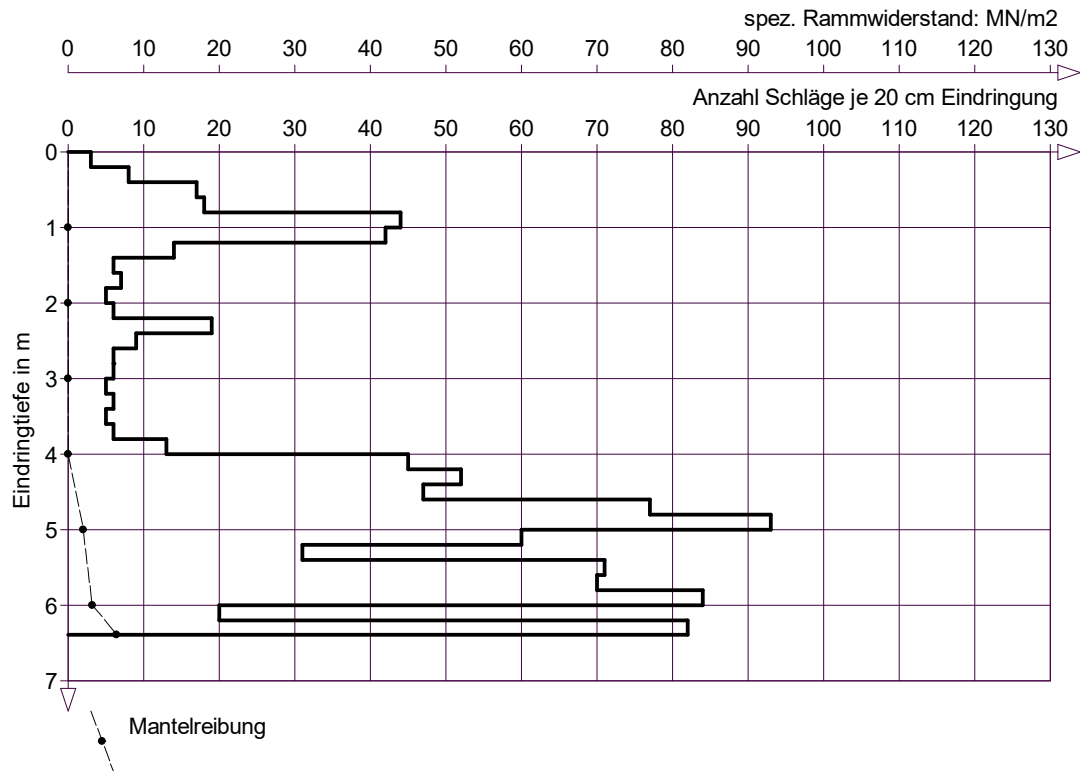
0.50 m

Spitzenoberfläche:

1590 mm²

Sondierung Nr.: 2

OKT



Endtiefe: 6.39m, Gestänge hart aufgestanden

Freie Länge: 6.17m

Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerückzug

FORCHBAHN AG
HALTESTELLE NEUHAUS ZH, GLEIS 2

GEOTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN VON SCHOTTERBETT UND
UNTERBAU

Aarau, den 6. Juli 2020
AG2911.401/ACL

CSD INGENIEURE AG

Schachenallee 29A
CH-5000 Aarau
t +41 62 834 44 00
f +41 62 834 44 01
e aarau@csd.ch
www.csd.ch

INHALTSVERZEICHNIS

1.	AUSGANGSLAGE	2
1.1	Projekt und Auftrag	2
1.2	Verwendete Grundlagen	3
1.3	Durchgeführte Untersuchungen	3
2.	GRUNDLAGEN	3
2.1	Allgemeine Randbedingungen	3
2.2	Oberbaudaten Gleis	4
2.3	Witterung	4
2.4	Starre Unterbauten	4
3.	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE UND FOLGERUNGEN	5
3.1	Gleis 2:	5
3.2	Frost	6
3.3	Entwässerung Gleis 2	6
4.	MASSNAHMEN GLEISBAU GLEIS 2	7
5.	BEHANDLUNG GLEISAUSHUB	8

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang A	Situationsplan
Anhang B	Fahrbahnerneuerungskonzept
Anhang C	Handschlitz-Zeichnungen
Anhang D	Fotodokumentation Handschlitz-Zeichnungen
Anhang E	Chemische Analytik Schotter

PRÄAMBEL

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

CSD geht davon aus, dass

- ihr seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden
- von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird
- die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

1. Ausgangslage

Ort/Strecke:	Haltestelle Neuhaus / Forchbahn (Linie S18)
Kilometrierung:	Gleis 2: km 8.930 – 9.100
Projekt:	Oberbauerneuerung Gleis 2, Erhöhung Perron
Auftraggeber:	Forchbahn AG
CSD-Offerte:	Forchbahn, Haltestelle Neuhaus Offerte Gleisuntersuchungen vom 6. Mai 2020.

1.1 Projekt und Auftrag

Bei der Haltestelle Neuhaus ist die Erhöhung des Perrons und die Oberbauerneuerung des Gleises 2 geplant. Der Bereich der Oberbauerneuerung im Gleis 2 ist zwischen den Weichen 171 und 172 von ca. km 8.930 – 9.100. Die CSD INGENIEURE AG (CSD) hat im Bericht AG2911.400 vom 6. Mai 2018 die geotechnischen Verhältnisse in Bezug auf den Neubau von Masten abgeklärt [6].

Die CSD INGENIEURE AG (CSD) wurde beauftragt den bestehenden Gleiskörper gemäss R RTE 21110 [5] in Bezug auf die Beschaffenheit und Stärke des Schotterbetts, den Aufbau der Foundation und des Untergrundes sowie den Verschmutzungsgrad des Schotters zu untersuchen.

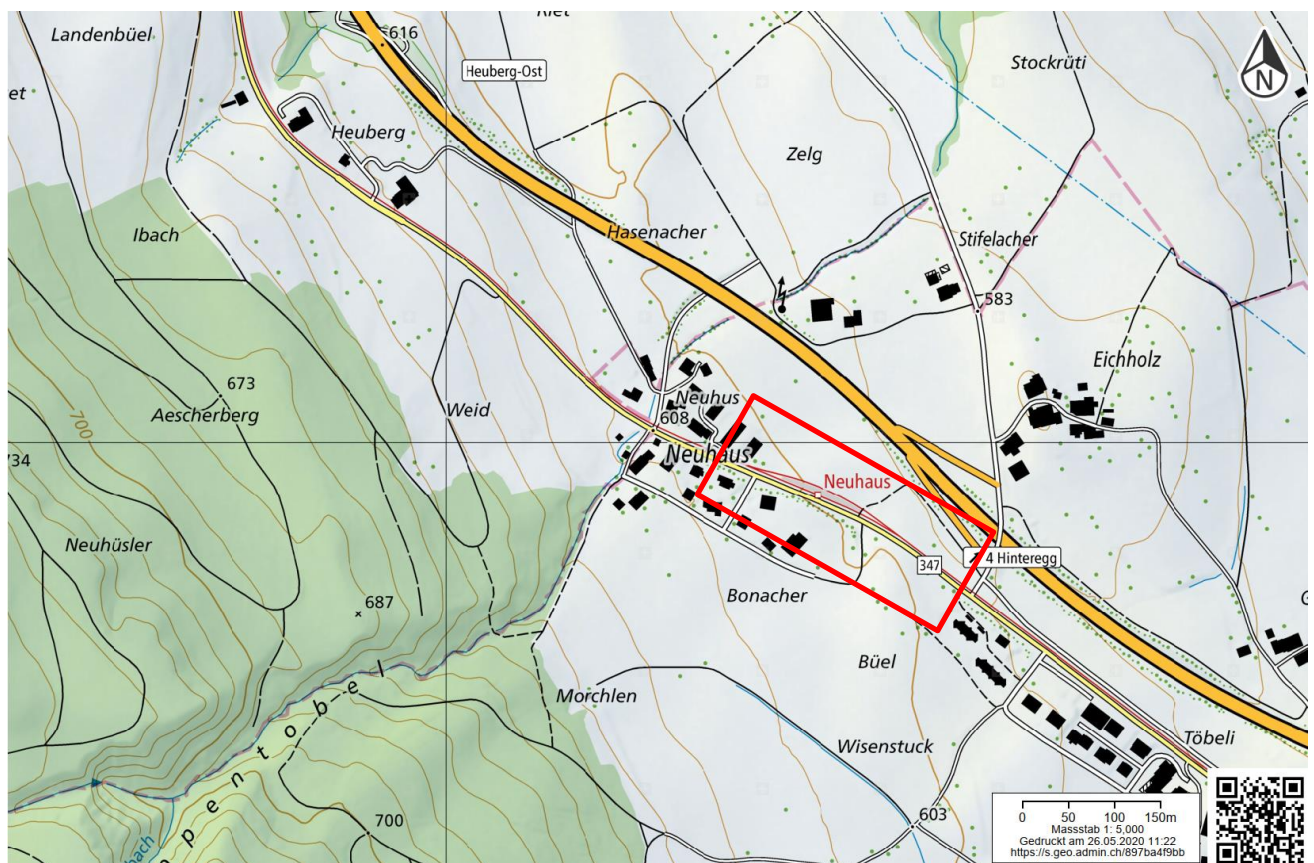


Abbildung 1.1 Situation des Untersuchungsbereichs mit rotem Projektperimeter (geo.admin.ch, swisstopo, 1:5000, stand 26.5.20)

1.2 Verwendete Grundlagen

Neben den gesetzlich und technisch relevanten Unterlagen wurden folgende Dokumente verwendet, resp. Informationsquellen konsultiert:

- [1] Plangrundlagen des Projekts (Situation 1:500 HS Neuhaus Gleis 2) zur Verfügung gestellt durch Herrn Oskar Kuster, Forchbahn AG
- [2] Geologische Karte 1:25'000, Geocover und geologische Dokumente, map.geo.admin.ch, Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Stand 26. Mai 2020
- [3] Grundwasser- und Gewässerschutzkarte, KbS, Prüferperimeter für Bodenverschiebungen, Kulturlandplan, Parzellenpläne, Bodenkarte, Fruchtfolgeflächen, etc., Geoportal Kanton Zürich, Onlinekarten: <https://www.gis.zh.ch>, Stand 26. Mai 2020
- [4] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015 (Stand am 26. Mai 2020)
- [5] Verband öffentlicher Verkehr (VÖV UTP), R RTE 21110 Unterbau und Schotter, Normalspur und Meterspur, RTE – Regelwerk Technik Eisenbahn vom Juli 2016
- [6] CSD Ingenieure AG. Bericht AG2911.400 vom 6. Mai 2018.

1.3 Durchgeführte Untersuchungen

Für die Gleisuntersuchungen wurde am 15. Mai 2020 anhand von 3 Handschlitten Oberbau und Unterbau erschlossen und beschrieben (Anhang C – D). An Sondierstandort HS 2-2 wurde eine Schotterprobe für die Bestimmung des Verschmutzungsgrades (Summe der polyaromatischen Kohlenwasserstoffe PAK, Benzo(a)pyren BaP und Kohlenwasserstoffe KW₁₀₋₄₀) entnommen und an das Analytiklabor (Ibu AG) geschickt (vgl. Anhang E).

Gleis	HS-Nr.	km	Topographie / Bereich	Untersuchungen
Gleis 2	HS 2-1	8.970	Perronbereich / Damm	-
	HS 2-2	9.055	Perronbereich / Damm	Chemische Schotteranalyse
	HS 2-3	9.062	BDu Letzibach	-

Tabelle 1.1 Standorte der Regelhandschlitten und Untersuchungsprogramm (HS: Sondierschlitz).

2. Grundlagen

2.1 Allgemeine Randbedingungen

Aus den öffentlich-rechtlichen Grundlagen (Geoportale Landestopografie [2] und Kanton Zürich [3]) gehen folgende Randbedingungen hervor:

- Geologie: Unter der Deckschicht ist gemäss der geologischen Karte mit der Oberen Süsswassermolasse und mit Moränenmaterial der letzten Eiszeit zu rechnen. [2].
- Grundwasserkarte: Gemäss der Grundwasserkarte des Kantons Zürich ist mit keinem zusammenhängenden Grundwasserleiter zu rechnen [3].
- Gewässerschutzkarte: Ausserhalb des Gewässerschutzbereichs A_u [3].
- Gewässerkarte: Unmittelbar östlich der Haltestelle bei ca. km 9.060 kreuzt der Letzibach eingedolt das Gleis-Trasse [3].
- Kataster der belasteten Standorte: Das Untersuchungsgebiet befindet sich nicht im Kataster [3].

- Prüfperimeter Bodenaushub: Der Projektperimeter liegt nicht im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen [3].

2.2 Oberbaudaten Gleis

Gleis	Abschnitt (km)	Zukünftige Bel. (GBRT/d)*	V _{max} (km/h)* Bel.-Gruppe	Stopfungen pro Jahr	Schwellen / Profil	
					Bestand (Jahr)	Projekt
Gleis 2	ca. 8.930 – 9.100	< 5'000	40 E4	k.A.	Holz (1990–96)	Beton 84M 46 E1

Tabelle 2.1 Übersicht der Grunddaten zum Trasse (*Belastung gemäss Angaben Forchbahn AG)

2.3 Witterung

Während den Gleis Sondierungen vom 15. Mai 2020 herrschten trockene Verhältnisse. In der Woche vor den Sondierarbeiten gab es während drei Tagen leichte Niederschläge.

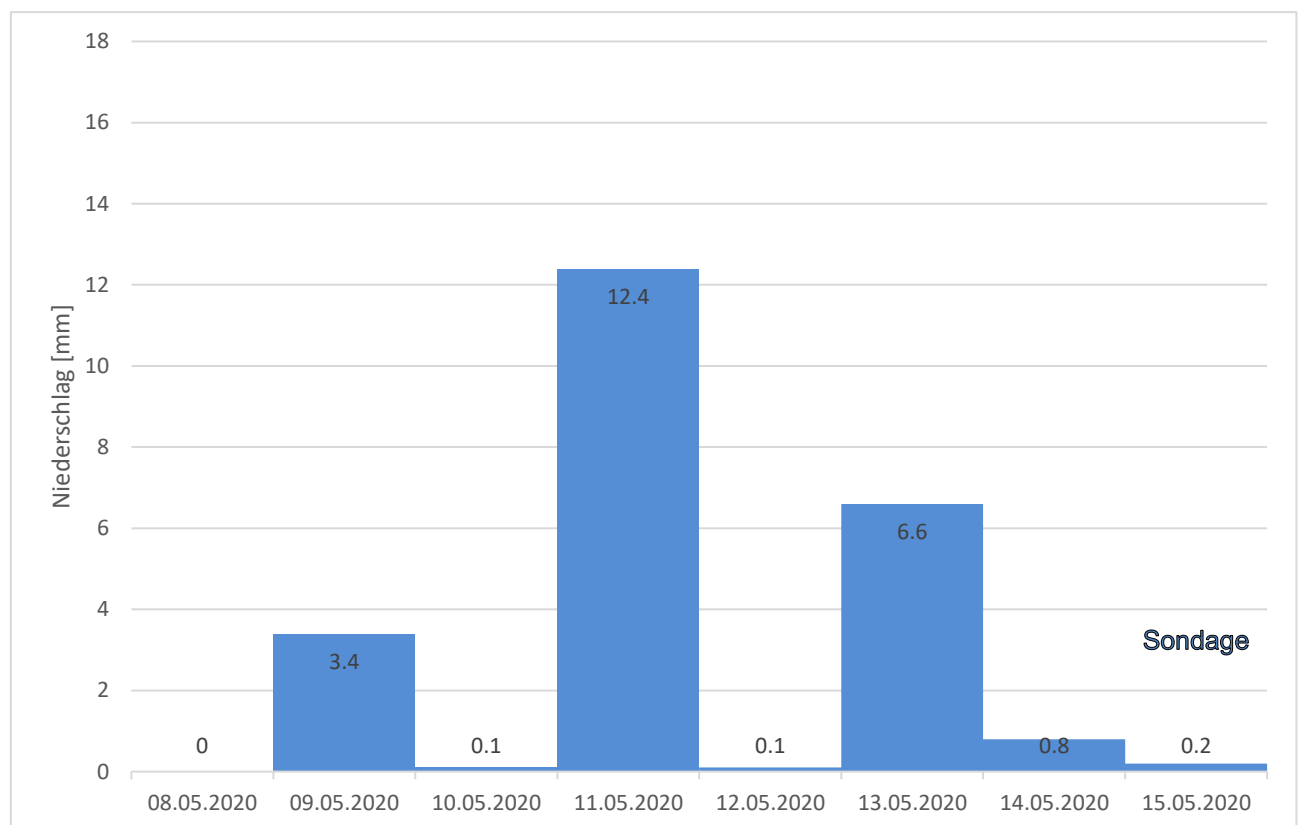


Abbildung 2.1 Niederschlagsdaten Zürich Fluntern, Tagessumme (Quelle: Niederschlagsdaten awel Zürich)

2.4 Starre Unterbauten

km 9.063: Letzibach: Während den Gleis Sondierungen wurde in 0.85 m Tiefe kein starrer Unterbau angetroffen.

3. Untersuchungsergebnisse und Folgerungen

3.1 Gleis 2

HS-Nr. km	Schotterbett	Planie	Unterbau	Untergrund
HS 2-1 km 8.970	Min. Schotterdicke UK Schwelle: 20 cm Verschmutzungsgrad: S1-2 stopfbar Regeldicke eingehalten.	Evd = 110 MN/m² / M_{E1} = >100 MN/m² (sehr niedrige Verformbarkeit) <i>Planie leicht geneigt in Richtung Entwässerungsleitung. Anfallendes Wasser fliesst verzögert in Richtung Entwässerungsleitung bzw. versickert schadlos in Foundation und Untergrund.</i>	Foundationsschicht (A5): Kies, sandig, schwach siltig, schwach steinig, erdfeucht, mitteldicht bis dicht gelagert, beige. Geovlies bestehend. Schichtstärke: 37 cm Schwach durchlässig (10⁻⁸ – k-Wert – 10⁻⁶ m/s) Filterstabilität i. O.	Untergrund (A1): Sand, siltig, kiesig, trocken, locker bis mitteldicht gelagert, beige. Schichtstärke: >47 cm Mittel wasserempfindlich Mittel frostempfindlich (G3, geschätzt) Durchlässigkeit k_f = 10⁻⁸ – 5*10⁻⁷ m/s (geschätzt) M_{E1} = 15 MN/m² (geschätzt)
HS 2-2 km 9.055	Min. Schotterdicke UK Schwelle: 18 cm Verschmutzungsgrad: S1-2 stopfbar Regeldicke um 2 cm (6%) unterschritten.	Evd = 80 MN/m² / M_{E1} = >100 MN/m² (sehr niedrige Verformbarkeit) <i>Planie leicht geneigt in Richtung des Perons (rechts). Entwässerungsleitung befindet sich jedoch auf der linken Seite. Primäre Versickerung in Foundation und Untergrund (schadlos).</i>	Foundationsschicht (A5): Kies, sandig, schwach siltig, mit Ziegelbruchstücken, erdfeucht, mitteldicht bis dicht gelagert, beige bis grau. Schichtstärke: 32 cm Durchlässig (10⁻⁶ – k-Wert – 10⁻⁴ m/s) Filterstabilität i. O.	Untergrund (A1): Sand, kiesig, siltig, schwach tonig, trocken, sehr dicht gelagert, beige. Schichtstärke: >30 cm Mittel wasserempfindlich Mittel frostempfindlich (G3, geschätzt) Durchlässigkeit k_f = 10⁻⁸ – 5*10⁻⁷ m/s (geschätzt) M_{E1} = 15 MN/m² (geschätzt)

HS-Nr. km	Schotterbett	Planie	Unterbau	Untergrund
HS 2-3 km 9.062	Min. Schotterdicke UK Schwelle: 22 cm Verschmutzungsgrad: S1-2 stopfbar Regeldicke eingehalten.	Evd = 110 MN/m² / M_{E1} = >100 MN/m² (sehr niedrige Verformbarkeit) <i>Planie eben. Primär schadlose Versickerung in Foundation und Untergrund.</i>	Foundationsschicht (A5): Kies, sandig, schwach siltig, mit an- gerundeten bis gut gerundeten Kom- ponenten, erdfeucht bis feucht, dicht gelagert, grau-braun. Schichtstärke: > 37 cm Durchlässig (10 ⁻⁶ – k-Wert – 10 ⁻⁴ m/s) Filterstabilität i. O.	Kein starrer Unterbau angetroffen. Darunter verläuft der eingedolte Letzi- bach.

Tabelle 3.1 Gleis 2: Schotterbettdicke, Verschmutzungsgrad Schotter, Unterbau, Untergrund. Gemäss R RTE 21110 [5].

3.2 Frost

Gleis	Bereich	Frostempfindlichkeit	Ungünstige hydrologische Bedingungen ¹⁾	Frostereignisse bekannt	Bauliche Massnahmen zur Verbesserung des Frostschutzes
Gleis 2	ca. 8.930 – 9.100	G3 (geschätzt)	Nein	Keine bekannt.	Bauliche Massnahmen werden als nicht notwendig angesehen, da keine Frostereignisse bekannt sind.

Tabelle 3.2 Empfehlungen zur Frostdimensionierung ¹⁾ Gemäss R RTE 21110 Kap 4.3 [5].

3.3 Entwässerung

Bereich km	Bestehende Entwässerungslei- tung	Quergefälle der Planie	Vernässungen, Stauwas- ser, Verlehungen	Bauliche Massnahmen zur Verbesserung der Entwässe- rungs-situation
ca. 8.930 – 9.100	Bestehende Entwässerungsleitung links, ca. 0.80 – 0.95 m ab OK Schwelle. Tief genug um Planie und Planum zu entwässern.	Eben bis leicht geneigt. Im Falle von HS 2-2 (km 9.055) war die Planie entgegen der Entwässerungsleitung ge- neigt.	Nein, schadloses seitliches Abfliessen bzw. verzöger- tes Versickern in Foundation und Untergrund	Bei einer zukünftigen Belastung von < 5'000 GBRT/d und keiner Absenkung der Planie ist die Entwässerungssituation genügend.

Tabelle 3.3 Empfehlungen zur Entwässerung des Gleisbereichs

4. Massnahmen Gleisbau Gleis 2

Bei der Variantenwahl müssen Überlegungen u. a. zur Wirtschaftlichkeit, LCC, Unterhaltsphilosophie, zukünftigen Belastung und zum Betrieb berücksichtigt werden. Benachbarte Abschnitte sind mit einzubeziehen. Falls die Gleise während des Umbaus ausser Betrieb genommen werden können, wird im Normalfall unter dem Einsatz geringerer finanzieller Mittel eine höhere Qualität erzielt (vgl. R RTE 21110, Ziffer 4ff).

Im gesamten Untersuchungsbereich sollen Betonschwellen verbaut werden (Typ Be 84M 46 E1). Bei diesen wird grundsätzlich mit einer Nutzungsdauer von maximal 40 Jahren gerechnet. Zukünftig wird mit einer Belastung von < 5'000 GBRT/d gerechnet.

Das Schotterbett ist nach einer Nutzung von ca. 25 - 30 Jahren nach wie vor in gutem Zustand. Die Verformbarkeit der Planie ist sehr niedrig und bietet eine sehr hohe Tragfähigkeit. Der Unterbau ist ebenfalls in einem guten Zustand und die Filterstabilität ist trotz Feinanteilen im Untergrund gewährleistet. Anfallendes Meteorwasser wird in die Entwässerungsleitung abgeleitet bzw. versickert schadlos in den Untergrund.

Gleiskilometer (km)	Holz	Beton 84M 46 E1
ca. 8.930 – 9.100	Schotterreinigung (100 m) Ausfall ca. 25%	
	Tiefenbegrenzung bei Schotterarbeiten: km 8.930 – 9.100: 30 cm ab OK Schwelle	
	Erstellung der Regeldicke Gleishebung* km 9.000 – 9.060: um 2 cm*	Erstellung der Regeldicke Gleishebung* km 8.930 – 9.000 um 6 cm* km 9.000 – 9.060: um 8 cm* km 9.060– 9.100: um 4 cm
	* Im Perronbereich sind Gleishebungen stark begrenzt. Im Idealfall sind diese im Perroneubau zu berücksichtigen. Falls eine Hebung nicht möglich ist, ist eine Absenkung möglich (inkl. Schotterersatz, Abziehen der Planie mit 5% Quergefälle in Richtung Entwässerungsleitung und Verdichtung der Planie). Bei einer Absenkung der Planie ist sicherzustellen, dass diese weiterhin an die bestehende Entwässerungsleitung angeschlossen bleibt. Falls mit einer Hebung (oder Absenkung bei Einhaltung der notwendigen Fundationsmächtigkeit) die notwendigen Schotterbettmächtigkeiten nicht erreicht werden können, ist eine Unterbausanierung vorzusehen (Dimensionierungswert $M_{E1} = 15 \text{ MN/m}^2$)	

Tabelle 4.1 Übersicht der Empfehlungen Gleis 2. Nach R RTE 21110 [5].

5. Behandlung Gleisaushub

Es wurde eine Schotterprobe entnommen und chemisch analysiert. Die Gehalte an polyaromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), Benzo(a)pyren (BaP) und Kohlenwasserstoffen (KW₁₀₋₄₀) sind im Anhang E dargestellt. Die Beurteilung des Verschmutzungsgrades basiert auf der VVEA-Norm [4]. Der Schotter der untersuchten Gleisabschnitte ist gemäss folgender Tabelle zu verwerthen:

Gleis	Bereich	Verschmutzungsgrad	Verwertung gemäss BAV-Gleisaushubrichtlinie
Gleis 2	ca. km 8.930 – 9.100	Unverschmutzt (Typ A)	Uneingeschränkte Wiederverwendung möglich

Tabelle 5.1 Beurteilung des Verschmutzungsgrades und der Verwertbarkeit des Schotters. Abfallverordnung, VVEA [4].

CSD INGENIEURE AG



Bernhard Müller
Dipl. Ing. ETH/SIA



Andres Clalüna
MSc ETH Erdw. / Geologe

Aarau, den 6. Juli 2020

KOREFERENT

Andres Clalüna, MSc ETH Erdw. / Geologe

ANDERE BETEILIGTE MITARBEITENDE

Andres Clalüna, MSc ETH Erdw. / Geologe
Mischa Haas, Dr. sc. ETH / Geologe

[https://dialog.csd.ch/projets/AG02911.401/Lists/Documents/CSD/06 Bearbeitung/Bericht/AG2911.401 Neuhaus ZH, Gleis 2.docx](https://dialog.csd.ch/projets/AG02911.401/Lists/Documents/CSD/06%20Bearbeitung/Bericht/AG2911.401%20Neuhaus%20ZH,%20Gleis%20.docx)

Aus Umweltschutzgründen druckt CSD seine Dokumente auf 100 % Recyclingpapier (ISO 14001).

Anhang A SITUATIONSPLAN

FB

Gemeinde : Egg

Strecke : Haltestelle Neuhaus

Objekt : Perronerhöhung P30 und Oberbauerneuerung Gleis 2

Km : km 8.900 - 9.100

Umsetzung BehiG, Vorstudie

Basisvariante 3

Situation 1:200

LOCHER

INGENIEURE

Locher Ingenieure AG

Pailian-Platz 5, Postfach

CH-8022 Zürich, T 043 443 7 443

Planformat: 30/147

Plan-Nr. / Index: 90715 -233

Rev.

erstellt / revidiert

geprüft

freigegeben

Datum

Visum

Datum

Visum

Datum

Visum

0

27.07.2018

sac

27.07.2018

bej

27.07.2018

byh

Planinfo:

Planfile-Name: 90715-201-212_Situationen.dwg

Plotfile-Name: 90715-233_Situation_Neuhaus.pdf

Plotstiltabelle: keine

Layout-Name: 233

Betriebliche Randbedingungen:

- Mittelperron
- Perronerhöhung P30, Perronlänge 69.5 m
- Streckengeschwindigkeit v= Ist-Zustand
- best. Wartehalle angepasst

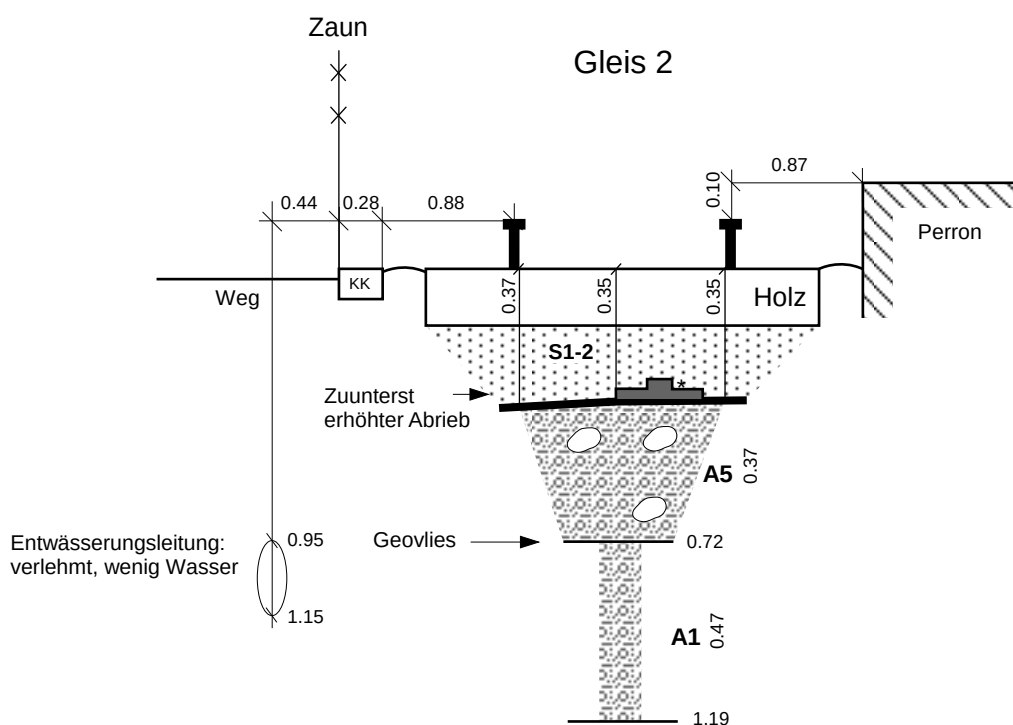
Anpassungen im privaten Grund
sind auf einer Breite von 1.50m
hinter der Projektgrenze in den Kosten enthalten

Anhang B FAHRBAHNERNEUERUNGSKONZEPT

4

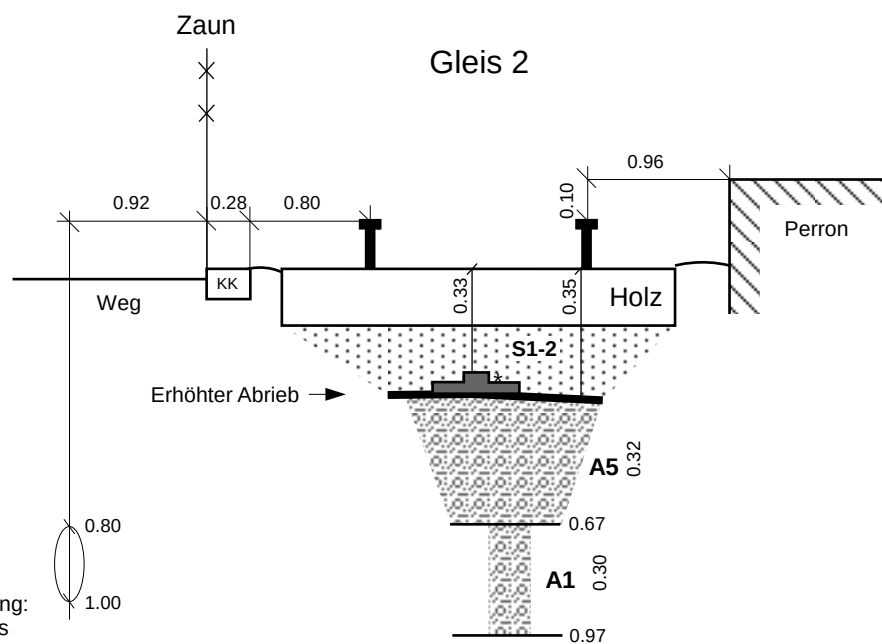
Anhang C HANDSCHLITZ-ZEICHNUNGEN

CSD INGENIEURE+	Handschlitz Nr.: HS 2-1 Massstab 1:50 / 1:20	ANHANG: C1	
		Bericht Nr: AG02911.401	
Linie / Strecke: Neuhaus ZH Topographie: Bahnhof / Damm		km: 8.970	
		Gez.: ACL	Datum: 15.5.20



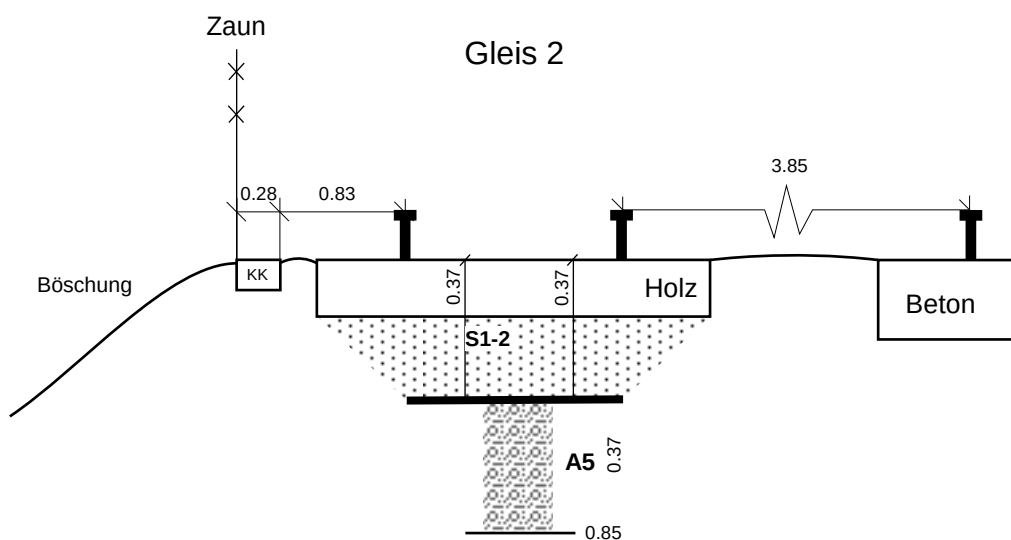
- S1-2: Schwach bis mässig mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt.
 Gut bis mässig gut reinigbar (Ausfall ca. 25%).
 Körner aus Kieselkalk, kantengerundet. Schotter weist relativ viel Druckstellen auf.
- Planie: Leicht geneigt (Quergefälle < 5%), sehr niedrige Verformbarkeit (*Evd= 110 MN/m²),
 erdfeucht bis feucht.
- A5: Kies, sandig, schwach siltig, schwach steinig, erdfeucht, mitteldicht bis dicht gelagert,
 beige.
- A1: Sand, siltig, kiesig, trocken, locker bis mitteldicht gelagert, beige.

CSD INGENIEURE+	Handschlitz Nr.: HS 2-2 Massstab 1:50 / 1:20	ANHANG: C2	
		Bericht Nr: AG02911.401	
Linie / Strecke: Neuhaus ZH Topographie: Damm / Perron		km: 9.055	
		Gez.: ACL	Datum: 15.5.20



- S1-2:** Schwach bis mässig mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt. Gut bis mässig gut reinigbar (Ausfall ca. 25%). Körner aus Kieselkalk, kantig bis kantengerundet. Schotter weist relativ viel Druckstellen auf.
- Planie:** Leicht geneigt (Quergefälle < 5%), sehr niedrige Verformbarkeit (*Evd= 80 MN/m²), erdfeucht.
- A5:** Kies, sandig, schwach siltig, mit Ziegelbruch, erdfeucht, mitteldicht bis dicht gelagert, beige bis grau.
- A1:** Sand, kiesig, siltig, schwach tonig, trocken, sehr dicht gelagert, beige.

CSD INGENIEURE+	Handschlitz Nr.: HS 2-3 Massstab 1:50 / 1:20	ANHANG: C3	
		Bericht Nr: AG02911.401	
Linie / Strecke: Neuhaus ZH Topographie: BDu		km: 9.062	
		Gez.: ACL	Datum: 15.5.20



- S1-2: Schwach bis mässig mit Betriebsschmutz und Schotterabrieb verunreinigt.
 Gut bis mässig gut reinigbar (Ausfall ca. 25%).
 Körner aus Kieselkalk, kantengerundet. Schotter weist relativ viel Druckstellen auf.
- Planie: Leicht geneigt (Quergefälle < 5%), sehr niedrige Verformbarkeit (*Evd= 110 MN/m²),
 erdfeucht bis feucht.
- A5: Kies, sandig, schwach siltig, beige, mit angerundeten bis gut gerundeten Komponenten,
 erdfeucht bis feucht, dicht gelagert, grau-braun.

Anhang D FOTODOKUMENTATION HANDSCHLITZ-ZEICHNUNGEN



Abb. 1 – HS 2-1: Position der Sondierung. Gleis 2 Haltestelle Neuhaus.



Abb. 2 – HS 2-1: Aufsicht der Pflanie.



Abb. 3 – HS 2-1: Profil durch den Schotter im mittleren Bereich.



Abb. 4 – HS 2-1: Profil durch den Unterbau.



Abb. 5 – HS 2-1: Ansicht Aushubmaterial Foundation.



Abb. 6 – HS 2-1: Ansicht Entwässerung.



Abb. 7 – HS 2-2: Position der Sondierung. Gleis 2 Haltestelle Neuhaus.



Abb. 8 – HS 2-2: Profil durch den Schotter im mittleren Gleisbereich.



Abb. 9 – HS 2-2: Ansicht Untergrundmaterial.



Abb. 10 – HS 2-2: Ansicht Entwässerung.



Abb. 11 – HS 2-3: Position der Sondierung.



Abb. 12 – HS 2-3: Ansicht Letzibach Durchlauf.



Abb. 13 – HS 2-3: Aufsicht der Planie.



Abb. 14 – HS 2-3: Profil durch den Schotter im mittleren Gleisbereich.

Anhang E CHEMISCHE ANALYTIK SCHOTTER

Thun, 30. Juni 2020

CSD Ingenieure AG
Andres Clalüna
Schachenallee 29A
5000 Aarau



Prüfbericht_95307_20200330

Untersuchungsobjekte: Gleisschotter
Probenahme: durch Kunde
Prüfzeitraum: 02.06.2020 bis 30.03.2020
Analytik: gemäss Auftrag vom 02.06.2020
Methoden: "Altlasten und Abfall; Analysemethoden für Feststoff- und Wasserproben aus belasteten Standorten und Aushubmaterial; BUWAL 2000"
Methode Kohlenwasserstoffe: Schotter-PA-lbu; MKW-Ex-lbu; MKW-lbu
Methode PAK: Schotter-PA-lbu; PAK-Ex-lbu; PAK-lbu

Probebezeichnung durch Kunde:		Forchbahn Neuhaus ZH				VVEA / OLED (814.600)				
Hs 2-2						A	T	B	E	S
Weichenbereich/Streckengleis:		Gl 2								
Kilometrierung:		9.055								
Auftragsnummer lbu		9530701								
Parameter	Dimension									
Naphtalin	mg/kg TS 105 °C	< 0.075								
Acenaphthylen	mg/kg TS 105 °C	< 0.14								
Acenaphthen	mg/kg TS 105 °C	< 0.085								
Fluoren	mg/kg TS 105 °C	< 0.105								
Phenanthren	mg/kg TS 105 °C	0.19								
Anthracen	mg/kg TS 105 °C	< 0.16								
Fluoranthren	mg/kg TS 105 °C	0.45								
Pyren	mg/kg TS 105 °C	0.33								
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS 105 °C	< 0.145								
Chrysen	mg/kg TS 105 °C	< 0.195								
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS 105 °C	< 0.160								
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS 105 °C	< 0.150								
Benzo(a)pyren	mg/kg TS 105 °C	< 0.120				0.3	1.5	3	10	>10
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS 105 °C	< 0.075								
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS 105 °C	< 0.190								
Indeno(1,2,3,cd)pyren	mg/kg TS 105 °C	< 0.095								
Summe PAK	mg/kg TS 105 °C	<1				3	12.5	25	250	>250
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TS 105 °C	± 0.10				50	250	500	5000	>5000
		26.74								
Trockensubstanz(105°C)	% FS	± 2.51								
		99.48								

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

Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die angelieferte oder entnommene Probe.

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

Labor für Boden- & Umweltanalytik

Bericht erstellt

Freigabe

U. Trachsel

Ursula Trachsel
Sachbearbeiterin Labor

B. Reinhard

Benjamin Reinhard
Stv. Laborleiter

Labor für Boden- und Umweltanalytik

Eric Schweizer AG, Postfach 150, CH-3602 Thun, Tel. +41 33 227 57 31, Fax +41 33 227 57 39, E-mail info@lbu.ch, www.lbu.ch
Standort: Maienstrasse 8, CH-3613 Steffisburg