

Linie Nr.: **890**
Bezeichnung: **Sargans Ost - Ziegelbrücke**
km: **0.900 - 32.900**

12.802.08

Kanton(e): **St. Gallen, Glarus**
Gemeinde(n): **Mels, Flums, Glarus Nord**

Projekt: **STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen**
ISP-Nr.: **1160417**

Phase: **Auflageprojekt**

Autoren: Bauherrenvertretung SBB
Abteilung/OE: I-AEP-PJM-ROT-T6
Name: Andreas Ziegler

Projektverfasser
Firma: Jäckli Geologie AG
Name: Simon Roth



Zürich, 28. Juli 2026

 **Qualifizierte elektronische Signatur - Schweizer Recht**
Signiert auf Skribble.com

Geotechnischer Bericht

Flums

BZU 23 Ost, Umsetzung BehiG Linie 890, Bahnhof Flums / SG

Geologisch-geotechnischer Bericht inkl. Teilbericht Umwelt



Winterthur, 21.9.2020 rev. 29.01.2021

Bauherrschaft: SBB AG, Infrastruktur - Projektmanagement, Vulkanplatz 11
8048 Zürich
Ingenieurgemeinschaft: IG BehiG 02
% Fahrgrund AG, Schaffhauserstrasse 6, 8500 Frauenfeld

Objektnummer: 191756

INHALT

1	ALLGEMEINES	4
1.1	Einleitung und Auftrag	4
1.2	Projektunterlagen	4
1.3	Ältere Untersuchungen	4
1.4	Ausgeführte Arbeiten	5
1.5	Repräsentativität der Untersuchung	6
2	GEOLOGISCHE ÜBERSICHT	7
3	ANGETROFFENE UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	8
3.1	künstliche Auffüllungen	8
3.2	Oberflächenschichten	8
3.3	Bachschutt der Schils	9
4	WASSERVERHÄLTNISSE	10
5	BAUTECHNISCHE VERHÄLTNISSE	12
5.1	Projekt	12
5.2	Baugrundwerte	12
5.3	Foundation	14
5.4	Aushub	18
5.5	Baugrubenabschluss	19
5.6	Bauwasserhaltung	20
5.7	Bauüberwachung	21
5.8	Weitere Empfehlungen und Hinweise	21
6	UMWELT	22
6.1	Umweltrelevanz	22
6.2	Nicht betroffene Umweltbereiche	22
6.3	Betroffene Umweltbereiche	24

TABELLEN

Tabelle 1:	Sondierungen	6
Tabelle 2:	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse	13

FIGUREN

Figur 1:	Ausschnitt aus der Grundwasserkarte des Kantons St. Gallen, 1:15'000 (geoportal.ch)	10
Figur 2:	Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche und Einzelfundamente im vorwiegend kiesigen Bachschutt (Bemessungsniveau)	16
Figur 3:	Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende streifenförmige Bodenplattenbereiche und Streifenfundamente im vorwiegend kiesigen Bachschutt (Bemessungsniveau)	17

BEILAGEN

- Beilage 1: Situation 1:1'000, Lage der Sondierungen
- Beilage 2: Profil NW-SE, 1:200, geologisch bearbeitet
- Beilage 3: Einzelprotokoll der Kernbohrung Nr. 20-3, 1:100
- Beilage 4: Einzelprotokolle der Rammsondierungen Nr. 20-34 und 20-35, 1:100
- Beilage 5: Einzelprotokolle der Rammkernbohrungen Nr. 20-31 bis 20-36
- Beilage 6: Analysebericht Niutec AG Nr. 2020.0725.01 vom 5.10.2020

1 ALLGEMEINES

1.1 Einleitung und Auftrag

Zur Umsetzung des Bundesgesetzes über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen (BehiG) müssen beim Bahnhof Flums diverse bauliche Massnahmen vorgenommen werden. Im Hinblick auf die Verschiebung der Gleise 3 und 4, die Verbreiterung und Anhebung des Perrons sowie den Ersatz eines Treppenaufgangs durch eine Rampe und den Ersatz einer Treppe waren die geologischen Baugrundverhältnisse mittels einer Kernbohrung, fünf Rammkernbohrungen und zwei Rammsondierungen zu untersuchen. Im Hinblick auf die abfallrechtliche Umsetzung der Bauarbeiten waren Materialbeprobungen und chemische Analysen durchzuführen.

Mit dem Vergabeentscheid vom 30.1.2020 und der nachgelagerten Beauftragung für den Bahnhof Flums hat die SBB AG die IG BehiG 02 (Jäckli Geologie AG als Supplanerin) mit diesen Untersuchungen beauftragt.

Auf Basis der Rückmeldungen der Auftraggeberin wurde die Berichtsfassung vom 21. September mit weiteren Aspekten des Bereichs Umwelt ergänzt. Der vorliegende Bericht dient vorwiegend der bautechnischen Projektierung (Dimensionierung) und der Kostenberechnung. Für das Plangenehmigungsverfahren wird ergänzend ein Umweltbericht erstellt.

1.2 Projektunterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen folgende Unterlagen des Auftraggebers und der Ingenieurgemeinschaft zur Verfügung:

- [1] Situationsplan 1:500, Flums, Variante 3a, Plan-Nr. 3122_3-1104, 5.10.2020
- [2] Plan Querprofil 1:100, Flums, Variante 3, Plan-Nr. 3122_3-1112, 5.10.2020

1.3 Ältere Untersuchungen

In der Umgebung des Projektareals sind in der Vergangenheit bereits verschiedene geologische Abklärungen erfolgt. Es standen insbesondere die Resultate folgender Untersuchungen zur Verfügung:

- [3] Geotechnisches Büro Dr. Armin von Moos (15.1.1968): Schweizerische Nationalstrasse N3, Teilstrecke Flums-Heiligkreuz, Brücke über Seez und SBB in Flums
- [4] D.J. Bänziger Ingenieurbureau (25.11.1970): Schalungsplan Station Flums, Personenunterführung, Rampe NO, 1:50, Plan-Nr. 339-30
- [5] D.J. Bänziger Ingenieurbureau (25.11.1970): Schalungsplan Station Flums, Personenunterführung, Unterführung, 1:50, Plan-Nr. 399-19A
- [6] SBB Kreis III Brückenbau (22.6.1971): Übersichtsplan Station Flums, Perrondach auf dem Zwischenperron, 1:100
- [7] SBB Messtechnik (8.6.2001): Einsenkmessungen Gleise 100 und 200, Zürich-Chur, km3.0–9.2
- [8] SBB Ingenieurbau (11.9.2006): Geotechnische Untersuchung von Schotterbett und Unterbau, Flums, Weiche 32–34, km 10.200–10.400, Bericht-Nr. 06115

- [9] Dr. Bernasconi AG (Mai 2008): Erweiterung Mühle Grüninger AG, Flums, Geologische Untersuchungen, Bericht Nr. 1474-01
- [10] SBB Ingenieurbau (20.3.2009): Geotechnische Untersuchung von Schotterbett und Unterbau, Flums, Weiche 3–5, km 9.148–9.345, Bericht-Nr. 07079

Die für das Bauvorhaben relevanten Ergebnisse der älteren Untersuchungen wurden in den vorliegenden Bericht integriert.

1.4 Ausgeführte Arbeiten

Zur Abklärung der Baugrundverhältnisse wurden folgende Feldarbeiten durchgeführt:

Fretus AG, Zurzach

- 1 Rotationskernbohrung mit fortlaufender Entnahme und Bestimmung des Bohrgutes, Sondiertiefe 20.0 m,
- Versetzen eines Piezometerrohres $\varnothing 4.5''$ in der Bohrung Nr. 20-3 zur längerfristigen Beobachtung der Wasserspiegellage und Durchführung eines Pumpversuchs,
- Kontrolle der Wasserspiegellage während und nach Abschluss der Sondierarbeiten am 19.8.2020,
- Entsanden und Durchführen eines Pumpversuchs, 3.5 h im Piezometerrohr der Bohrung Nr. 20-3.

Geocontrol AG, Rumlikon (als Subakkordant der Fretus AG, Zurzach)

- 2 Rammsondierungen mit Bestimmung des dynamischen Rammwiderstandes, Rammgewicht 50 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 15 cm², Sondiertiefen 15 m,
- 5 Rammkernbohrungen mit fortlaufender Entnahme und Bestimmung des Bohrgutes, Sondiertiefen 2.0–4.0 m,
- Kontrolle der Sondierlöcher bezüglich Wasserspiegellage nach Abschluss der Sondierarbeiten am 21.9.2020.

Jäckli Geologie AG in Zusammenarbeit mit der Dr. Bernasconi AG, Sargans

- Bauleitung über die Sondierarbeiten,
- Nachkontrolle des Wasserspiegels im Piezometerrohr Nr. 20-3 am 17.9.2020,
- Einmessen und Nivellieren der Sondierstellen. Als Ausgangspunkt für das Nivellement dienten die Schachtdeckel-Nr. DS/56 (441.26 m ü.M.), KS/1062 (441.32 m ü.M.) und KS/405.9 (441.27 m ü.M., *Beilage 1*).

In der nachfolgenden *Tabelle 1* sind die wichtigsten zahlenmässigen Angaben über die einzelnen Sondierungen zusammengestellt. Die Lage der Sondierungen ist aus dem Situationsplan ersichtlich (*Beilage 1*).

Tabelle 1: Sondierungen

Sondierung	Terrainhöhe	Sondierart, Piezometer- rohr	Sondiertiefe	Wasserspiegel		
				Tiefe	Kote	Datum
Nr.	m ü.M.	*)	m	m u.T.	m ü.M.	–
20-3	441.40	KB P **)	20.0	4.32	437.08	19.8.2020
			12.0	3.92	437.48	17.9.2020
20-31	441.00	RKB	2.5	>2.5	<438.50	21.9.2020
20-32	441.16	RKB	2.8	>2.8	<438.36	21.9.2020
20-33	441.25	RKB	2.0	>2.0	<439.25	21.9.2020
20-34	441.34	R RKB	15.0	>3.8	<437.54	21.9.2020
			4.0	>4.0	<437.34	21.9.2020
20-35	441.37	R	15.0	>0.5	<440.87	21.9.2020
20-36	441.42	RKB	2.0	>2.0	<439.42	21.9.2020

*) KB = Rotationskernbohrung
RKB = Rammkernbohrung
R = Rammsondierung
P = Piezometerrohr

**) OK Piezometerrohr
Nr. 20-3 441.28 m ü.M. ø 4.5"

1.5 Repräsentativität der Untersuchung

Mit den durchgeführten geologisch-geotechnischen Untersuchungen wurden die Grundlagen für die weitere Projektierung im Sinne einer *Hauptuntersuchung* gemäss SIA 267, Ziff. 3.2.2.2 erarbeitet. Die beschriebenen Untergrund- und Wasserverhältnisse basieren auf einer Interpretation der punktuellen Sondierresultate. Es ist nicht auszuschliessen, dass die effektiv vorhandenen Verhältnisse zwischen den Sondierungen teilweise davon abweichen. Die bautechnischen Empfehlungen beziehen sich auf die vorliegenden Projektunterlagen (*Kapitel 1.2*). Bei relevanten Projektänderungen oder einem neuen Projekt ist eine Neubeurteilung erforderlich.

2 GEOLOGISCHE ÜBERSICHT

Das Projektareal liegt im Seeztal am Fuss des von Südwesten zuführenden Schilstals. An dieser Lage haben die Gletscher in den vergangenen Eiszeiten eine enge, aber tiefe Rinne in den Fels eingetieft. Beim letzteiszeitlichen Rückzug hinterliess der Gletscher höchstens eine geringmächtige Moräne über dem Fels. Die Rinne wurde mit Wasser gefüllt, wodurch nacheiszeitlich der heutige Walensee gegen Südosten bis nach Mels reichte. Die aus den Seitentälern zuführenden Flüsse und Bäche füllten diesen See bis zum heutigen Ufer bei Walenstadt. Dabei hat die Seez ihr Delta von Mels im Südosten sukzessive gegen Nordwesten verschoben und dabei zu einem Grossteil der Talfüllung beigetragen. Über den mehrheitlich feinkörnigen *Delta- und Seeablagerungen* hinterliess die Seez nur den verhältnismässig geringmächtigen *Seez-Schotter*.

Bei Flums hat die Schils von Südwesten ihren Bachschutt ursprünglich in den See und mit dessen sukzessiven Füllung zwischen die Sedimente der Seez geschüttet. Nach erfolgter Auf-landung wurden die Delta- und Seeablagerungen sowie der *Seez-Schotter* kegelförmig vom *Bachschutt der Schils* überschüttet. Dieser Bachschuttkegel ist generell heterogen mit sandig-kiesigen Partien zusammengesetzt und kann an seiner peripheren Lage auch tonig-siltige Partien enthalten. Wegen des hohen Anteils an permischer Sedimentgesteinen («Verrucano») ist der Bachschutt auffällig dunkelrot gefärbt.

Den Abschluss der Lockergesteinsschichten bilden die nach Überschwemmungen oder der Bodenbildung entstandenen, feinkörnigen *Oberflächenschichten*. In der Ebene des Seeztals werden regelmässig, oft kleinräumige, torfige *Verlandungssedimente* angetroffen. Im Zuge baulicher Tätigkeiten wurden die Oberflächenschichten teilweise abgetragen und durch *künstliche Auffüllungen* ersetzt oder überschüttet.

3 ANGETROFFENE UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 künstliche Auffüllungen

- Vorkommen: ganzes Projektareal, in allen Sondierungen angetroffen
- Obergrenze: Terrainoberkante
- Mächtigkeit: 0.8–2.0 m, die Abschätzung der Mächtigkeit in den Rammkernbohrungen wurde von Kiestücken erschwert, welche tiefer liegende, weiche Oberflächenschichten zumindest partiell verdrängen
- Material: leicht siltiger Kies mit viel Sand und leicht siltiger Sand mit viel Kies, vereinzelt mit Steinen, Kies- und Stein-Komponenten oft gebrochen
- Lagerung: mitteldicht bis dicht
- Tragfähigkeit: gross
- Setzungsempfindlichkeit: klein
- Besonderheit: Nutzung als Kofferschicht. In den Sondierungen auf dem Peron mit Materialaufschluss wurde regelmässig in den obersten Dezimeter Kies- und Steinkomponenten mit einem schwarzen Überzug (Bitumen oder Teer) angetroffen (vgl. Kapitel 5.4, sowie Laborberichte in Beilage 6).

3.2 Oberflächenschichten

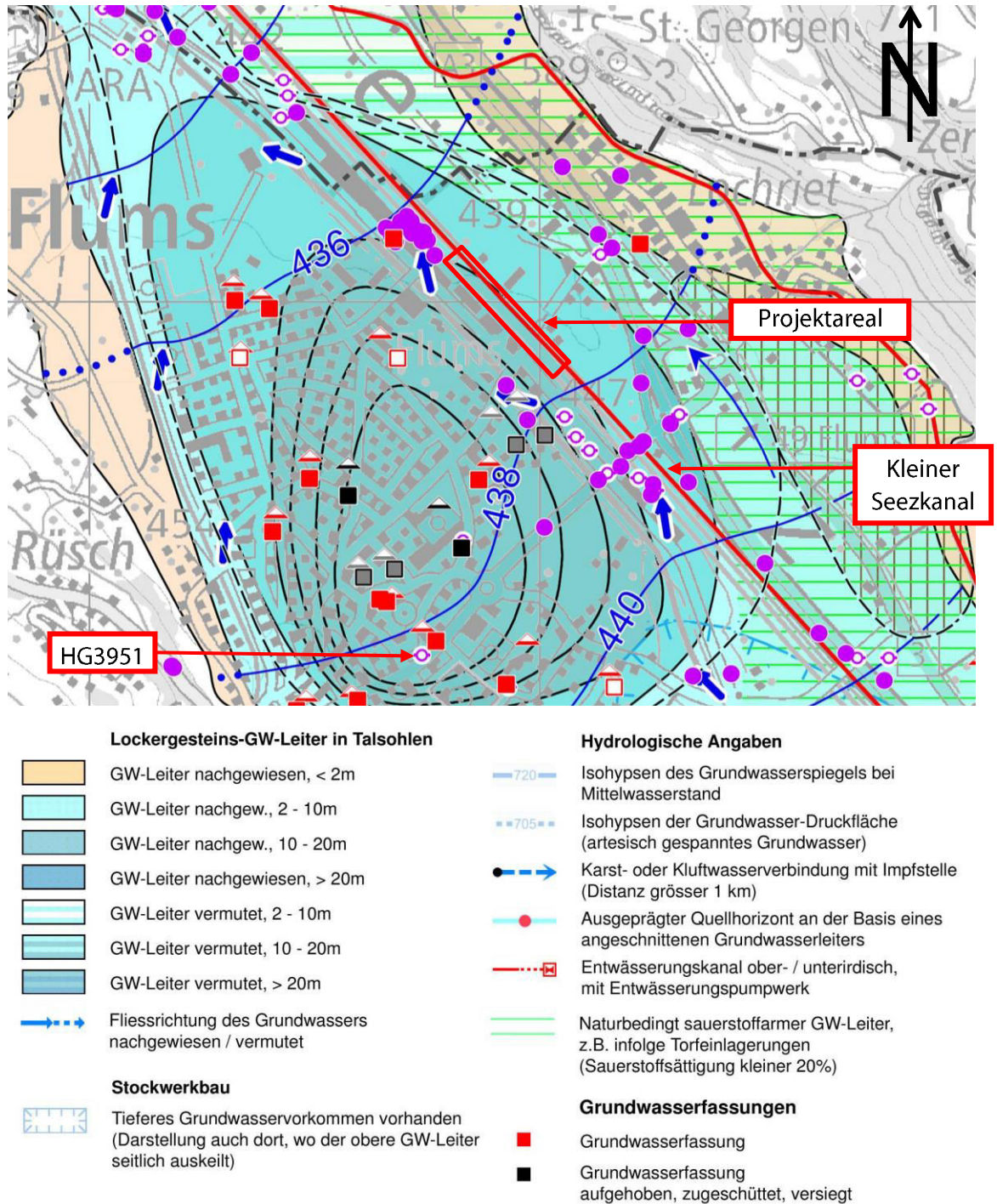
- Vorkommen: Ursprüngliches Vorkommen auf dem ganzen Projektareal, aber nur in den Sondierungen Nr. 20-34 und 20-35 angetroffen. Vermutlich im Zuge von Bauarbeiten entfernt oder in den Rammkernbohrungen aufgrund höher liegenden, kiesreichen Kofferschicht nicht aufgeschlossen (Verdrängen des weichen Materials).
- Obergrenze: 0.8–1.2 m u.T., Kote ca. 440.3–440.5 m ü.M.
- Mächtigkeit: ca. 0.8 m
- Material: Kein direkter Materialaufschluss auf dem Projektareal. In der Regel toniger Silt, wenig plastisch, mit Feinsand (vgl. z.B. Schicht A in [9]).
- Lagerung: locker bis sehr locker
- Tragfähigkeit: klein
- Setzungsempfindlichkeit: gross

3.3 Bachschutt der Schils

- Vorkommen: ganzes Projektareal, in allen Sondierungen angetroffen
- Obergrenze: 0.9–2.0 m u.T., Kote ca. 439.3–440.8 m ü.M.
- Mächtigkeit: >19.2 m, Untergrenze in der Kernbohrung Nr. 20-3 bis auf Kote ca. 421 m ü.M. noch nicht erreicht. In den tieferen Lagen vermutlich mit Seez-Schotter verzahnt
- Material: Kies mit stark variierenden Anteilen an Silt und Sand sowie regelmässig auch Steine (Anteile lokal bis 50 %). In der Kernbohrung Nr. 20-3 wurde zwischen 4.1–6.9 m u.T., in den Sondierungen Nr. 20-34 und 20-35 zwischen 3.3–5.5 m u.T. eine Zwischenschicht aus tonigem Silt, wenig plastisch, weich, mit reichlich bis viel Sand angetroffen.
- Lagerung: *vorwiegend kiesige Partien:* mitteldicht, z.T. dicht
vorwiegend tonig-siltige Partien: locker
In der Kernbohrung Nr. 20-3 wurden in den kiesigen Partien in zwei SPT N_{30} -Werte zwischen 24–34 festgestellt. In den tonig-siltigen Partien lagen in zwei SPT die N_{30} -Werte bei 4. In der nahe liegenden Untersuchung [9] wurden im Bachschutt der Schils in 22 SPT N_{30} -Werte zwischen 6–96, (Median: 35) festgestellt
- Tragfähigkeit: *vorwiegend kiesige Partien:* mittel
vorwiegend tonig-siltige Partien: klein
- Setzungsempfindlichkeit: *vorwiegend kiesige Partien:* mittel
vorwiegend tonig-siltige Partien: gross
- Besonderheit: Die SPT in der Kernbohrung Nr. 20-3 sind wegen dem variierenden Untergrundmaterial nur schwierig zu interpretieren. In verschiedenen Bohrungen im Umfeld des Projektareals wurden im Bachschutt der Schils unter dem Grundwasserspiegel in siltigen und sandigen Partien Grundbrucherscheinungen festgestellt.

4 WASSERVERHÄLTNISSE

Figur 1: Ausschnitt aus der Grundwasserkarte des Kantons St. Gallen, 1:15'000 (geoportal.ch)



- **Wasservorkommen:** Grundwasser, nur in der Kernbohrung Nr. 20-3 angetroffen
- **Wasserleiter:** Bachschutt der Schils, gemäss kant. Grundwasserkarte 20–40 m mächtig, (vgl. *Figur 1*), der Kleinpumpversuch in der Kernbohrung Nr. 20-3 ergab eine hydraulische Durchlässigkeit k von 7.6×10^{-4} m/s, was einer mässigen bis guten Durchlässigkeit entspricht. Aufgrund der materialmässigen Zusammensetzung wird mit einer stark anisotropen Durchlässigkeit gerechnet. Die vertikale Durchlässigkeit ist dabei oft in der Grössenordnung um Faktor 10 bis 100 geringer als die horizontale Durchlässigkeit.
- **Wasserstauer:** vermutlich Delta- und Seeablagerungen der Seez, in keiner Sondierung erreicht
- **Wasserspiegel:** In der Kernbohrung Nr. 20-3 in 3.92–4.17 m Tiefe 437.23–437.48 m ü.M. angetroffen (vgl. *Tabelle 1*).
Die Wasserspiegellage gemäss kantonaler Grundwasserkarte (Mittelwasserstand) liegt im Bereich der bestehenden Unterführung auf ca. Kote 437.4 m ü.M. und ist im Situationsplan (*Beilage 1*) eingetragen.
Fließrichtung der Seez folgend nach Nordwesten.
Die Grundwasserspiegelschwankungen im Bachschutt der Schils werden seit 1999 in der kantonalen Messstelle «GW Flums Dorf» (HG3951) aufgezeichnet (*Figur 1*). In den Beobachtungsjahren 1999–2019 wurden dort Grundwasserspiegel auf Kote 438.54 ± 2.25 ü.M. angetroffen.
Unmittelbar nordöstlich parallel zum Projektareal fliesst der «Kleine Seezkanal» und rund 100 m südwestlich die Seez. Diese Oberflächengewässer haben ihre Sohle auf Kote ca. 438.2–438.4 m ü.M. und wirken bei höheren Wasserspiegellagen drainierend. In Bezug auf maximale Wasserspiegellagen sind die Angaben in *Kapitel 6* betreffend Naturgefahren / Hochwasser zu beachten.
- **Wasserfassung, Quelle:** Rund 150 m im Abstrom des Projektareals liegt die Brauchwasserfassung (konz.-Nr. GR.267). Rund 140–170 m südwestlich des Projektareals befinden sich zwei Grundwasserfassungen mit Wärmenutzung. Diese Fassungen, wie auch weitere, peripher liegende Grundwasserfassungen sind nicht mit Schutzzonen geschützt.
- **Gewässerschutzbereich:** A_u (nutzbare unterirdische Gewässer sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete)

5 BAUTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

5.1 Projekt

Der Bahnhof Flums soll mit folgenden, geologisch-geotechnisch relevanten Elementen dem BehiG gerecht umgestaltet werden ([1] und [2]):

- Verbreiterung des Mittelperrons um 1 m und damit einhergehend seitliche Verschiebung der Gleise 3 und 4 um 0.5–0.7 m und Perron-Randabschluss mit Betonwinkel-Elemente sowie Anpassung der Gleisentwässerung.
- Erhöhung des Mittelperrons um bis zu 27 cm mit neuer Perron-Entwässerung.
- Neue Erschliessung des Mittelperrons ab bestehender Unterführung mit einer 35 m langen Rampe sowie Ersatz einer Treppe.
- Erstellen von Kies-Fusswegen entlang der Gleisen auf bestehenden Schotterflächen (bautechnisch ohne Relevanz, nur Umwelt-Relevant).

Aufgrund des aktuellen Planstandes können die Fahrleitungsmasten unverändert übernommen werden. Das Perrondach wird voraussichtlich abgebrochen.

Die Lage dieser Projektbestandteile sind im Situationsplan der *Beilage 1* sowie in dem geologischen Profil NW-SE in der *Beilage 2* ersichtlich.

5.2 Baugrundwerte

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondierergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden *Tabelle 2* verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 2: Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse
(geschätzte Mittelwerte X_m , in Klammer Extremwerte X_{extr})

Bodenbeschreibung	Raumlast	Kohäsion	Reibungs- winkel	Zusammendrückungsmodul	
				Erstbelastung	Wiederbelast.
	γ [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	φ' [°]	M_E [MN/m ²]	$M_{E'}$ [MN/m ²]
künstliche Auffüllungen (Koffierung) – siltiger Kies mit Sand und siltiger Sand mit Kies	20	0	(30) 32	(30) 40	120
Oberflächenschichten – toniger Silt/Feinsand	19	(1) 3	(24) 26	(5) 8 (15)	25
Bachschutt der Schils – vorwiegend kiesig – vorwiegend tonig-siltig	20 19.5	0 (0) 2	(30) 33 (26) 28	(25) 30 (50) (8) 10 (15)	90 30

Umrechnung Einheiten:

$$1 \text{ kN/m}^3 = 0.1 \text{ t/m}^3 \quad 1 \text{ kN/m}^2 = 0.1 \text{ t/m}^2 = 0.01 \text{ kg/cm}^2 \quad 1 \text{ MN/m}^2 = 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

Für die Bestimmung der charakteristischen Werte X_k kann folgende Formel verwendet werden:

$$X_k = X_m - \alpha (X_m - X_{extr})$$

Faktor für Zuverlässigkeit α :

$\alpha = 0.40$ für Kohäsion c' (berechneter Wert ist auf die ganze Zahl abzurunden)

$\alpha = 0.20$ für übrige Parameter

Erdbeben

Für die erdbebengerechte Projektierung gemäss SIA-Norm 261 (Einwirkungen auf Tragwerke) ist der Untergrund im Untersuchungsgebiet aufgrund der Sondiererergebnisse und bezogen auf das vorliegende Projekt der Baugrundklasse C zuzuordnen.

5.3 Foundation

Gemäss den vorliegenden Bestandesplänen [4, 5, 6] sind die Unterführung, die nordöstlich angrenzende Fussgängerbrücke über den Kleinen Seezkanal, aber auch die Perrondachstützen flach fundiert. Der Sondierbefund (*Kapitel 3, Beilage 2*) legt nahe, dass diese Flachfundationen ihre Lasten in den Bachschutt der Schils abgeben, wobei zur effektiven Foundation der Unterführung Unsicherheiten bestehen. Unter Umständen wurden die unter der Unterführung anstehenden, tonig-siltigen Partien des Bachschuttes durch einen verdichteten Kieskoffer ersetzt (*Beilage 2*).

Der Mittelperron sowie der südwestliche Bereich des Projektareals beim Bahnhofsgebäude wurden mithilfe einer mind. 0.9 m mächtigen Kofferschicht befestigt. Im Bereich des Gleistrassees werden der Aufbau und die Stärke des Schotters zu einem späteren Zeitpunkt noch untersucht. Vermutlich wurden auch für das Gleistrassees die Oberflächenschichten durch eine Kofferschicht ersetzt.

Verbreiterung Mittelperron, Verschiebung Gleis 3 und 4

Für die Verbreiterung des Mittelperrons und die Verschiebung der Gleise 3 und 4 ist auf eine dem Bestand angepasste Foundation zu achten (gleichartige Foundation). Die nur wenig tragfähigen Oberflächenschichten sind analog dem Bestand durch einen lageweise eingebrachten Kieskoffer zu ersetzen oder zu überschütten. Unter den Beton-Winkelementen wird eine minimale Koffer-Mächtigkeit von ca. 50 cm empfohlen.

Anhebung Mittelperron

Die Perron-Anhebung um rund 20 cm kann in den Oberflächenschichten unter der Kieskofferung zwar zu gewissen Setzungen führen. Das Setzungsmass beträgt nach ersten Abschätzungen aber höchstens wenige Millimeter und wird als bautechnisch wenig relevant eingeschätzt. Genauere Abschätzungen können mit den Baugrundwerten in *Tabelle 2* durchgeführt werden. In Bezug auf Schadstoffbelastungen im bestehenden Perron-Belag sowie der Kofferschicht ist *Kapitel 5.4* zu berücksichtigen.

Rampe und Treppe Mittelperron: Flachfoundation

Die 35 m lange Rampe und die neue Treppe sollen monolithisch ohne Dilatationsfugen an die bestehende Unterführung angeschlossen werden, was eine setzungsarme Foundation der Rampe, aber auch der Treppe erfordert. Aus dem geologischen Profil (*Beilage 2*) ist ersichtlich, dass diese Bauteile sowohl in die künstlichen Auffüllungen (Kofferschicht) und die Oberflächenschichten als auch in die kiesigen und tonig-siltigen Partien des Bachschuttes der Schils reichen.

Während die *Oberflächenschichten* aufgrund ihrer kleinen Lagerungsdichte für die Foundation der Rampe und der Treppe nicht in Frage kommen, stellt der vorwiegend *kiesige Bachschutt der Schils* einen recht gut tragfähigen und nur mässig setzungsempfindlichen Baugrund dar. Dem gegenüber eignen sich die nur schlecht tragfähigen und setzungsempfindlichen *tonig-siltigen* Partien des Bachschuttes nicht für eine Last-Abtragung aus der Rampe und der Treppe. Unter Inkaufnahme gewisser Setzungen und Setzungsdifferenzen kann eine *Flachfoundation* in kiesigen Partien des Bachschuttes der Schils in Betracht gezogen werden. Zur Übertragung der Bauwerkslasten bis auf die kiesigen Schichten steht bei Übertragungstiefen von ca.

0.5–1.0 m ein Materialersatz der schlecht tragfähigen Oberflächenschichten sowie des vorwiegend tonig-siltigen Bachschuttes durch einen schichtweise eingebrachten, einwandfrei verdichteten Kieskoffer im Vordergrund. Eine detaillierte Tragfähigkeitsbeurteilung des Untergrundes sollte bei Erreichen der definitiven Aushubsohle durch den Geologen oder Geotechniker vor Ort erfolgen. Bei grösseren Übertragungstiefen von ca. 1–2 m können die Bauwerkslasten über vertiefte Einzel- und Streifenfundamente (mit Magerbeton gefüllte Schächte und Gräben) unter tragenden Bauteilen bis auf den kiesigen Bachschutt abgetragen werden.

In den nachfolgenden *Figuren* sind die möglichen Bodenpressungen (Bemessungsniveau) für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche und Einzelfundamente (*Figur 2*) bzw. für streifenförmige Bodenplattenbereiche und Streifenfundamente (*Figur 3*) im vorwiegend kiesigen Bachschutt der Schils zusammengestellt. Es wurden für die Baugrundwerte X_k folgende Partialfaktoren festgelegt:

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| • Kohäsion c' | $\gamma_c = 1.5$ |
| • Reibungswinkel φ' | $\gamma_\varphi = 1.2$ |
| • Raumlast γ_e | $\gamma_\gamma = 1.0$ |
| • Zusammendrückungsmodul M_E | $\gamma_E = 1.0$ |

Bei den Tragfähigkeitsabschätzungen wurde sicherheitshalber angenommen, dass die Bodenplatte *unter* dem Wasserspiegel liegt und eine Stärke von mindestens ca. 0.3 m aufweist.

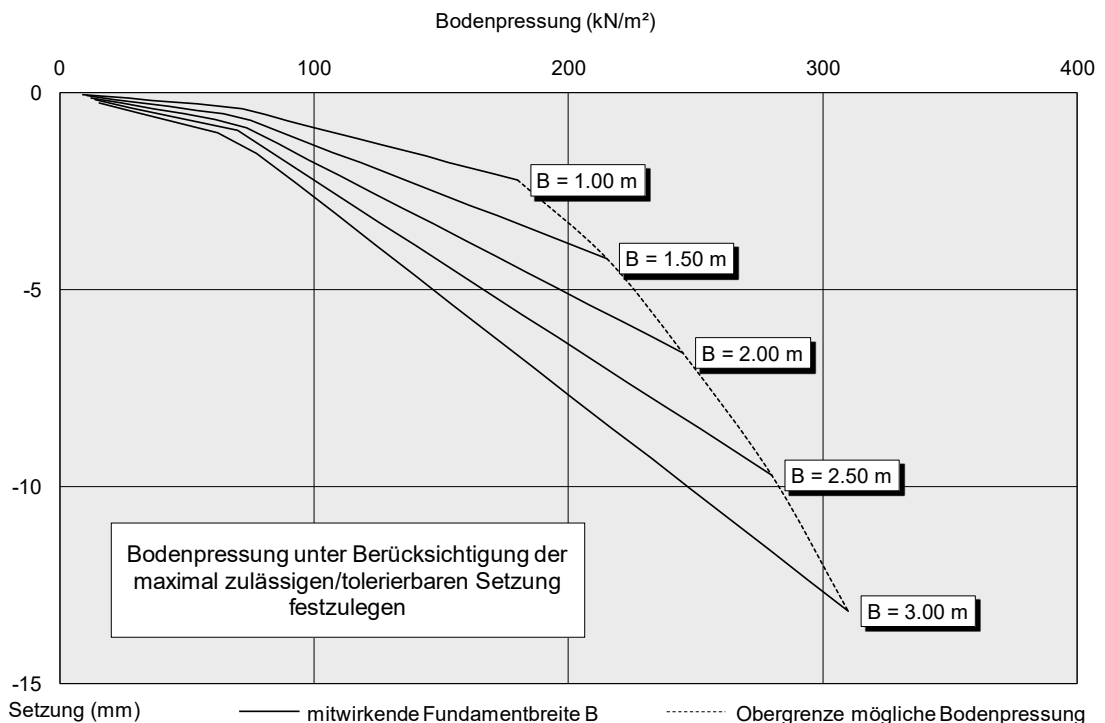
Für weitere Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der *Tabelle 2* verwendet werden.

Figur 2: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche und Einzelfundamente im vorwiegend kiesigen Bachschutt (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	$(\gamma_c = 1.5)$	0.0	kN/m ²	
Winkel der inneren Reibung φ_d'	$(\gamma_{\tan\varphi} = 1.2)$	27.9	°	
Raumlast γ_d	$(\gamma_\gamma = 1.0)$	10	kN/m ³	Raumlast unter Auftrieb
effektiver Überlagerungsdruck q		8	kN/m ²	Bodenplatte, Stärke 0.3 m
Zusammendrückungsmodul M_{Ed}	$(\gamma_E = 1.0)$	30	MN/m ²	Erstbelastung
Zusammendrückungsmodul $M_{E'd}$	$(\gamma_E = 1.0)$	90	MN/m ²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		70	kN/m ²	Rampen auf Höhe Anschluss an Unterführung
Konzentrationsfaktor Spannungsausbreitung		0.5		

mitwirkende Fundamentbreite (m)	Boden- pression (kN/m ²)	Anteil Wieder- belastung (kN/m ²)	Anteil Erst- belastung (kN/m ²)	Setzung		
				Wiederbel. (mm)	Erstbelast. (mm)	Total (mm)
1.00	180	70	110	0	-2	-2
1.50	215	70	145	-1	-4	-5
2.00	245	70	175	-1	-6	-7
2.50	280	70	210	-1	-9	-10
3.00	310	70	240	-1	-12	-13

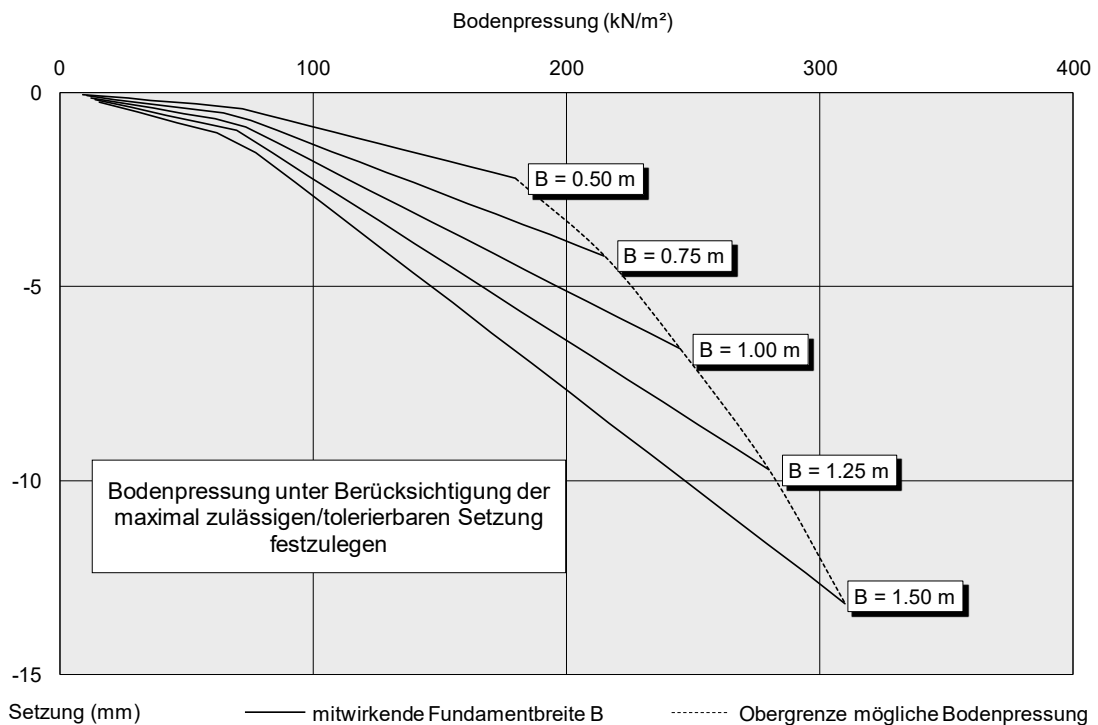


Figur 3: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende streifenförmige Bodenplattenbereiche und Streifenfundamente im vorwiegend kiesigen Bachschutt (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	$(\gamma_c = 1.5)$	0.0	kN/m ²	
Winkel der inneren Reibung φ_d'	$(\gamma_{\tan\varphi} = 1.2)$	27.9	°	
Raumlast γ_d	$(\gamma_\gamma = 1.0)$	20	kN/m ³	Raumlast unter Auftrieb
effektiver Überlagerungsdruck q		8	kN/m ²	Bodenplatte, Stärke 0.3 m
Zusammendrückungsmodul ME_d	$(\gamma_E = 1.0)$	30	MN/m ²	Erstbelastung
Zusammendrückungsmodul ME'_d	$(\gamma_E = 1.0)$	90	MN/m ²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		70	kN/m ²	Rampen auf Höhe Anschluss an Unterführung
Konzentrationsfaktor Spannungsausbreitung		1.0		

mitwirkende Fundamentbreite (m)	Boden- pressung (kN/m ²)	Anteil Wieder- belastung (kN/m ²)	Anteil Erst- belastung (kN/m ²)	Setzung		
				Wiederbel. (mm)	Erstbelast. (mm)	Total (mm)
0.50	180	70	110	0	-2	-2
0.75	215	70	145	-1	-4	-5
1.00	245	70	175	-1	-6	-7
1.25	280	70	210	-1	-9	-10
1.50	310	70	240	-1	-12	-13



Rampe und Treppe Mittelperron: Pfahlfundation

Sofern im Bereich des Rampenbauwerks die mit einer Flachfundation verbundenen Setzungen und Setzungsdifferenzen nicht toleriert werden können, drängt sich eine Pfahlfundation auf. Eine Pfahlfundation kann auch dort angezeigt sein, wo aufgrund der Platzverhältnisse ein Materialersatz oder Fundamentvertiefungen nur mit grossem Aufwand realisiert werden können. Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeitsverhaltens mit möglichst kleinen Setzungen empfehlen wir, die Lasten konsequent bis mindestens in die vorwiegend kiesigen Partien des Bachschuttes der Schils *unterhalb* Kote ca. 436 m ü.M. abzuleiten. Für die Erstellung der Pfähle bieten sich Mikropfahl-Systeme an, welche mit verhältnismässig kleinem Gerät realisiert werden können. Für die Ausführung der Pfahlarbeiten muss ein genügend tragfähiges Pfahlplanum vorhanden sein.

Als Dimensionierungsgrundlage für die Pfähle können im *ungestörten* Untergrund für den Lastfall «Druck» folgende *äussere Tragwiderstände* (Bruch des anstehenden Untergrundes) in Rechnung gesetzt werden:

künstliche Auffüllungen / Oberflächenschichten:

Mantelreibung: –

Spitzenwiderstand: –

Bachschutt der Schils, vorwiegend tonig-siltig:

Mantelreibung: 30–50 kN/m²

Spitzenwiderstand: –

Bachschutt der Schils, vorwiegend kiesig:

Mantelreibung: 70–90 kN/m²

Spitzenwiderstand: Abschätzen mit Tragfähigkeitsformel (z.B. nach Lang/Huder)
maximal: 1'500 kN/m²

Bei der Dimensionierung der Pfähle müssen allfällige Aufschüttungen, welche nachträglich im Zuge der Umgebungsgestaltung aufgebracht werden, berücksichtigt werden, da diese zu einer zusätzlichen Beanspruchung der randlichen Pfähle in horizontaler und vertikaler Richtung führen.

5.4 Aushub

Belastungssituation Boden, Untergrund und invasive Neophyten

Die umweltrechtliche Beurteilung dieser Themenbereich erfolgt in *Kapitel 6*.

Baggerfähigkeit und Abbaubarkeit

Im Hinblick auf den maschinellen Aushub der Baugrube sind in den auszuhebenden Lockergesteinsschichten von der Lagerungsdichte her gesehen keine Probleme zu erwarten. Die künstlichen Auffüllungen, die Oberflächenschichten und der Bachschutt dürfen durchwegs als normal baggerfähig bezeichnet werden.

Verwendung des Aushubmaterials

Die mehrheitlich feinkörnigen *Oberflächenschichten* sowie die *tonig-siltigen Partien* des Bachschutts können im trockenen Zustand höchstens im Zuge einer Umgebungsgestaltung ausserhalb des Projektareals weiter verwendet werden. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass sich wassergesättigte Silt- und Sandschichten, wie sie in den tieferen Lagen des Bachschutts vorkommen können, beim Transport rasch verflüssigen und zu damit verbundenen Schwierigkeiten führen können. Falls die auszuhebenden Schichten im Innern der Baugrube nicht trocken gelegt werden können, darf nur mit einem partiellen Füllungsgrad der Lastwagen gerechnet werden. Stark durchnässtes Aushubmaterial führt zudem zu Problemen in den Deponien und wird deshalb vielfach nicht angenommen.

Die als Kofferschicht eingebauten *künstlichen Auffüllungen* stellen im *unverschmutzten* Zustand ein relativ hochwertiges Aushubmaterial dar, welches in der Regel als Hinterfüllungs- oder Schüttmaterial verwendet werden kann. Die *kiesigen Partien* des Bachschutts eignen sich höchstens im trockenen Zustand als Hinterfüllungs-, Koffer- und Schüttmaterial. Die Frostsicherheit dieses Materials müsste mit Laborversuchen überprüft und grössere Steine müssten hinsichtlich der Verdichtung des Materials aussortiert werden.

5.5 Baugrubenabschluss

Die Aushubsohle der neuen Rampe und Treppe kommt in bis über 4 m Tiefe bei generell eingengten Platzverhältnissen zu liegen. Die tiefsten Partien der Baugrube (unterste 0.5–1.5 m) können *unter* den Grundwasserspiegel zu liegen kommen. Freie Abböschung lassen sich unabhängig der Untergrundverhältnisse höchstens kleinräumig (z.B. oberste Partien der Rampe und der Treppe) realisieren. Für den Bau des nordöstlichen Zugangs zur Unterführung wurden für die Zugangsrampe und die Brückenwiderlager (UK Bauwerke 437.05–437.20 m ü.M.) gegen den Kleinen Seezkanal hin Spundwände und gegen den nordöstlich des Seezkanals angrenzenden Weg eine Rühlwand installiert.

Für die Rampe und die Treppe drängen sich *deformationsarme, vertikale* Baugrubenabschlüsse auf. Über dem Grundwasserspiegel wären gebohrte und je nach Baugrubentiefe gespriesste *Rühlwände* denkbar. Die sandig-kiesigen Partien des Bachschutts der Schils weisen eine verhältnismässig gute hydraulische Durchlässigkeit auf, sodass mit einer Rühlwand *unter* dem Grundwasserspiegel Probleme mit der Ausfachung zu erwarten sind. Vermutlich können diese Probleme auch mit kleinen Ausfachungsetappen nicht bewältigt werden. Um diesen, in Bezug auf Setzungen ungünstigen Fall vorzubeugen, müssten im Zug der Rühlwandträgerbohrungen ausserhalb der Baugrube platzierte Filterbrunnen oder ein Wellpoin-System installiert und der Grundwasserspiegel lokal abgesenkt werden. Nach erfolgter Ausfachung könnten diese Wasserhaltungsmassnahmen vermutlich rasch wieder abgestellt werden.

Als alternativer, vertikaler Baugrubenabschluss bieten sich *Spundwände* an. Mit deren Einbindung in die tonig-siltigen Partien des Bachschutts kann der Wasserzufluss bis auf Kote ca. 437.0 m ü.M. weitgehend unterbunden werden. Unterhalb Kote ca. 436.0 m ü.M. wäre mit einem gewissen Wasserzufluss aus dem kiesigen Bachschutt zu rechnen. Beim Einbringen von Spundwandprofilen sind Probleme mit Steinen und Blöcken des Bachschutts nicht restlos ausgeschlossen, zudem entstehen neben Lärm- auch Erschütterungs-Immissionen. Die resonanzfreien resp. frequenz-gesteuerten Vibratoren, welche dem heutigen Stand der Technik entsprechen, vermögen die Auswirkungen des Erschütterungseintrags zu reduzieren. Trotzdem empfiehlt es sich, im Sinne einer vorsorglichen Beweisaufnahme von den umliegenden Nachbarbauten und Infrastrukturen vor Baubeginn eine Zustandsaufnahme durchführen zu lassen. Unter Umständen ist es zweckmässig, in ausgewählten, unmittelbar angrenzenden Gebäuden die Erschütterungseinwirkungen messtechnisch überwachen zu lassen.

Beim Einvibrieren und Ziehen der Spundwandprofile sind Setzungen im näheren Wandbereich unvermeidlich, was insbesondere im Gleisbereich und darin verlegten Werkleitungen zu Schäden führen kann.

Um die Setzungen resp. Deformationen beim Einbringen in der näheren Umgebung zu reduzieren, können auch eine eingepresste Spundwand oder die Durchführung von Lockerungsbohrungen (mit oder ohne Materialersatz) in Betracht gezogen werden.

5.6 Bauwasserhaltung

Die Aushubsohlen für die neue Rampe und Treppe kommen in den tiefsten Partien beim Anschluss an die bestehende Unterführung rund 0.5–1.5 m *unter* den Grundwasserspiegel zu liegen. Nach intensiven Niederschlägen und/oder einer Schneeschmelze ist nicht ausgeschlossen, dass auch höhere Grundwasserspiegellagen vorkommen (*Kapitel 4*).

Zur Trockenhaltung der Baugrubensohle empfehlen wir neben den für die Ausfachung einer Rühlwand allenfalls notwendigen Massnahmen (lokale Grundwasserspiegelabsenkung mittels Filterbrunnen oder Wellpoin-Systemen) eine *offene Wasserhaltung* mit Pumpensämpfen. Eine solche offene Wasserhaltung ist auch bei der Wahl einer Spundwand angezeigt. Die offene Wasserhaltung muss in beiden Fällen vor allem den massgebenden Meteorwasseranfall bewältigen können.

Die Ableitung des in der Baugrube anfallenden Wassers hat nach SIA-Empfehlung 431 zu erfolgen. Danach sollte das Baugrubenabwasser unter Vorschaltung eines Absetzbeckens (mit Neutralisationsanlage) in die Schmutzwasserkanalisation abgeleitet werden. Eine Einleitung in einen Meteor- oder Reinabwasserkanal ist nur mit Bewilligung der zuständigen Behörde und unter Einhaltung der Einleitbedingungen gestattet.

5.7 Bauüberwachung

Im Rahmen der Bauüberwachung sind vor, während und nach Abschluss der Bauarbeiten die notwendigen Messungen und Beobachtungen durchzuführen. Mit der Ausarbeitung des entsprechenden Überwachungskonzeptes ist der projektierende Ingenieur zu beauftragen. Für die Festlegung der zulässigen Deformationen (Melde- und Alarmwerte) ist das Schadenpotential im möglichen Einflussbereich der Baugrube (z.B. Strassen, Werkleitungen) zu ermitteln und zu berücksichtigen.

Angesichts der nahen und für den Bahnverkehr wichtigen Gleisanlagen gehören zur einwandfreien Überwachung der rund 4 m tiefen Baugrube während der Bauphase laufende Kontrollen der Verformungen des Baugrubenabschlusses und der Gleise (geodätische Messungen) und eine Überwachung des Wasserspiegels innerhalb und ausserhalb der Baugrube.

Mit der Überwachung können kritische Bauphasen frühzeitig erkannt und allfällige nötige Gegenmassnahmen rechtzeitig eingeleitet werden. Zudem lassen sich ungerechtfertigte nachträgliche Forderungen zurückweisen und berechtigte Forderungen können quantifiziert werden.

5.8 Weitere Empfehlungen und Hinweise

Bei Unklarheiten in der Interpretation des vorliegenden geologisch-geotechnischen Berichtes und/oder bei einer Abweichung von der Prognose ist der Geologe durch den projektierenden Ingenieur oder die Bauleitung für eine Beurteilung beizuziehen (vgl. SIA 267, Ziff. 2.2.1).

Geotechnische Risiken sind einschliesslich der Massnahmen zu ihrer Bewältigung in der *Projektbasis* unter Nennung der entsprechenden Gefährdungsbilder zu beschreiben (SIA 267, Ziff. 2.2.4). Dazu kann der vorliegende geologisch-geotechnische Bericht herangezogen werden.

Die Erstellung der Nutzungsvereinbarung, der Projektbasis sowie des Kontroll- und Überwachungsplanes gemäss SIA 260 liegt im Verantwortungsbereich des projektierenden Ingenieurs.

6 UMWELT

6.1 Umweltrelevanz

Tabelle 3: Matrix Umweltrelevanz

	Natur und Landschaft, Wild	Wald	Grundwasser, Wasserversorgung	Entwässerung	Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	Störfallvorsorge	Altlasten	Abfälle	Boden	Luft	Nicht ionisierende Strahlen	Lärm	Erschütterungen / Körperschall	Langsamverkehr, historische Verkehrswege	Denkmalpflege, Archäologie und Ortsbildschutz	Naturentfaltung	Umweltbaubegleitung
Bauphase	-	-	●	●	-	-	●	●	-	●	-	●	-	-	-	●	nein
Betriebsphase	-	-	●	■	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	

Legende:

- Der Umweltbereich wird durch das Projekt nicht tangiert oder die gesetzlichen Vorgaben können ohne Massnahmen eingehalten werden.
- Die gesetzlichen Vorgaben können mit Standardmassnahmen eingehalten werden.
- Die gesetzlichen Vorgaben können mit spezifischen Massnahmen eingehalten werden.

Ergänzend zum vorliegenden Baugrundbericht werden alle Umweltbereiche im Umweltbericht als Beilage zum PGV-Dossier rekapituliert.

6.2 Nicht betroffene Umweltbereiche

Tabelle 4 bezeichnet nur die vom Projekt *nicht* betroffenen Bereiche. Die betroffenen Bereiche werden in Kapitel 6.3 behandelt.

Tabelle 4: Nicht betroffene Umweltbereiche (Bau- und Betriebsphase)

Umweltbereich	Relevanz
Natur- und Landschaft inkl. Neophyten	Das Projekt tangiert weder Grünflächen noch spezielle Tierlebensräume. Das Projekt hat keinen relevanten Einfluss auf das Landschaftsbild. Die im kantonalen Geoportal eingetragenen Neophyten-Standorte liegen ausserhalb des Projektareals (vgl. <i>Beilage 1</i>). Im Vorfeld baulicher Massnahmen werden diese Standorte nochmals verifiziert.
Wald	Das Projekt liegt ausserhalb des Waldes inklusive Wald-Abstandsbereich
Störfallvorsorge	Das Projekt betrifft einen Streckenabschnitt oder eine Güterverkehrsanlage gemäss Störfallverordnung (StFV, Art. 1 Abs. 2c bzw. Anhang 1.2a). Die baulichen Massnahmen (<i>Kapitel 5.1</i>) ziehen jedoch keine betrieblichen Änderungen der Transporte mit Gefahrgütern (Verkehrsveränderungen, /-umlagerungen) nach sich. Die Rahmenbedingungen bezüglich potentieller Störfälle verändern sich durch das Projekt nicht. Die Massnahmenprüfung in Abhängigkeit der Screeningresultate nach Richtlinie „Massnahmen für Eisenbahninfrastrukturen gemäss Störfallverordnung im Rahmen eines Plangenehmigungsverfahrens“ (BAV, 01.03.2019) ergibt auch für den Bereich Oberflächengewässer kein Handlungsbedarf (der Überprüfungsbereich liegt südöstlich ausserhalb des Projektperimeters). Der Bereich Störfallvorsorge ist entsprechend ohne Relevanz.
Boden	Das Projektareal ist als Prüfgebiet Bodenverschiebung des Kantons St. Gallen mit der Objektbezeichnung «Eisenbahn» verzeichnet, d.h. es muss mit einer Belastung des Bodens gerechnet werden. Als «Boden» wird der Ober- und Unterboden bis in etwa 1 m Tiefe bezeichnet. Gemäss den Projektunterlagen [1] und [2] tangiert das Projekt keine Bodenflächen sondern kommt vollumfänglich auf die bestehenden Befestigungen zu liegen. Auf eine Untersuchung der angrenzenden Bodenflächen wurde deshalb verzichtet. Der Boden ist im vorliegenden Projekt ohne Relevanz.
Nichtionisierende Strahlen	Es handelt sich nicht um eine neue oder wesentlich geänderte Anlage gemäss der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV).
Lärm	Betriebslärm: Das Bauvorhaben steht weder im Zusammenhang mit einer Angebotserhöhung noch werden lärmrelevante Veränderungen an der Bahninfrastruktur vorgenommen. Es liegt somit weder emissions- noch immissionsseitig eine wahrnehmbare Änderung vor. Das Projekt entspricht lärmrechtlich keiner wesentlichen Änderung einer bestehenden ortsfesten Anlage gemäss Art. 8 LSV. Es sind keine weiteren Massnahmen vorgesehen.
Erschütterung / Körperschall	Das Projekt sieht keine Änderung beim Verkehr vor (Anzahl Züge, Verkehrszusammensetzung, Geschwindigkeiten). Die Eingriffe am Ober- und Unterbau erfolgen entlang der Gleisachsen symmetrisch, d.h. mit der Verschiebung um jeweils rund 0.5 m wird das eine Gleis einen kleineren und das andere Gleis einen entsprechend grösseren Abstand zu vulnerablen Bauten aufweisen, wodurch sich in der Summe, aufgrund der kleinen Verschiebung aber auch für das einzelne Gleis keine relevante Änderung zum Bestand ergibt. Im Bereich Erschütterungen und Körperschall sind somit keine weiteren Untersuchungen erforderlich.
Denkmalpflege, Archäologie, Ortsbildschutz	Das Aufnahmegebäude ist gemäss Inventar der SBB in der Klasse C eingeordnet, wird aber baulich nicht verändert. Im Bundesinventar sind am Bahnhof Flums keine Objekte vermerkt. Es sind weder im Bereich des Ortsbildschutzes noch im Bereich des Denkmalschutzes Auswirkungen zu erkennen.

6.3 Betroffene Umweltbereiche

6.3.1 Grundwasser-Ersatzmassnahmen

Die Grundwasserverhältnisse sind in *Kapitel 4* beschrieben.

Gemäss der seit dem 1.1.1999 in Kraft getretenen Eidg. Gewässerschutzverordnung dürfen im Gewässerschutzbereich A_U keine Bauten erstellt werden, die unter dem mittleren Grundwasserspiegel liegen (Anhang 4, Ziffer 211). Ausnahmegewilligungen sind unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Zur Erhaltung der ursprünglichen Durchflusskapazität sind bei Bedarf gezielte Massnahmen vorzusehen. Im Merkblatt AFU 173 «Bauten und Anlagen in Grundwassergebieten» ist die aktuelle Bewilligungspraxis des Amtes für Umwelt des Kantons St. Gallen festgehalten und erläutert.

Die neue Rampe und Treppe zur Erschliessung des Mittelperrons reichen zwar rund 0.2 m *unter* den mittleren Grundwasserspiegel, schliessen aber auf dieser Höhe an die bestehende Unterführung an. Der Einbau von Massnahmen zur Umströmung dieser neuen Bauteile endet in jedem Fall an der bestehenden und während der Bauzeit in Betrieb bleibenden Unterführung, welche hier in hydraulisch schlecht durchlässigen, vorwiegend tonig-siltigen Partien des Bachschutts liegen. Insofern verändern diese neuen Bauteile die bestehenden Grundwasserverhältnisse nicht nachteilig und es besteht keine Möglichkeit zur Verbesserung des Grundwasserdurchflusses quer zur bestehenden Unterführung. In bewilligungstechnischer Hinsicht wird empfohlen, die neue Rampe und Treppe mit der Abteilung Wasserbau des Amtes für Wasser und Energie abzusprechen.

6.3.2 Entwässerung / Meteorwasserversickerung

Zur Gewährleistung der Grundwasserneubildung und zur Entlastung der Kanalisation muss nach Art. 7 Abs. 2 Gewässerschutzgesetz (GSchG) nicht verschmutztes Abwasser von Dachflächen, Strassen, Wegen und Plätzen wenn immer möglich an Ort und Stelle zur Versickerung gebracht werden. Ist eine Versickerung aufgrund der örtlichen Verhältnisse nicht möglich, so kann das anfallende Meteorabwasser mit Bewilligung der kantonalen resp. kommunalen Behörde in einen Meteor- bzw. einen Reinabwasserkanal oder direkt in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden. Dabei sind nach Möglichkeit Rückhaltemassnahmen zu treffen, damit das Wasser bei grossem Anfall gleichmässig abfliessen kann.

Die Empfehlung zur Gleisentwässerung richtet ist nach der Richtlinie Entwässerung von Eisenbahnanlagen (BAV/BAFU, 2018 inkl. Korrekturen 2018). Die Dimensionierung der Fahrbahn-Versickerung und die Projektierung der Versickerungsgräben erfolgt durch den Ingenieur.

Die bei den vorgesehenen baulichen Massnahmen (*Kapitel 5.1*) anfallenden Abwässer sind in *Tabelle 5* beschrieben.

Tabelle 5: Entwässerung Bahnhof Flums (Projektbestandteile gemäss Kapitel)

Art	Herkunft / Einstufung	Entwässerung
Dachwasser	Neue Überdachungen der Rampen zur Unterführung: Nicht verschmutztes Abwasser	Abtropfen in kleiner Seezkanal oder Einleitung Meteorentwässerung
Platzwasser	Mittelperron mit Mittelentwässerung: Belastungsklasse gering, $V_G > 1$	Einleitung über Meteorentwässerung in kleiner Seezkanal
Gleisabwasser Gleis 3	Gleisbereich: Einsatz Pflanzenschutzmittel nicht ausgeschlossen, <500 m ü.M., Bankett aufwuchshemmend → gering	Sickergraben Typ 3a mit Schotter / Sand (vgl. untenstehende Bemerkungen)
Gleisabwasser Gleis 4	Gleisbereich: Einsatz Pflanzenschutzmittel nicht ausgeschlossen, <500 m ü.M., Bankett aufwuchshemmend → gering	neben Lärmschutzwand: Versickerung über Böschung (Typ 1) Bereich Lärmschutzwand: analog Gleis 3

Aus der Untergrundbeschreibung *Kapitel 3* geht hervor, dass unter künstlichen Auffüllungen und Oberflächenschichten unterhalb Kote ca. 439.5 m ü.M. eine 1.0–1.5 m mächtige Partie aus sandig-kiesigem Bachschutt folgt. Ein Pumpversuch, welcher diese Bachschutt-Partie mit-berücksichtigt, ergibt einen hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwert k von 7.6×10^{-4} m/s. Der Grundwasserspiegel liegt an der Basis dieser Bachschutt-Partie auf Kote ca. 437.5 m ü.M.

Die sandig-kiesigen Partien des Bachschuttes der Schils entsprechen den Anforderungen an die Untergrundverhältnisse zur Installation eines Entwässerungstyps 3a. Der geforderte hydraulische Durchlässigkeitsbeiwert k wird in dieser Bachschutt-Partie den geforderten Wert von 10^{-4} m/s erreichen. Allfällig vorhandene Oberflächenschichten und tonig-siltige Bachschutt-Partien sind im Grabenaushub zu entfernen, sodass die Grabensohle in den sandig-kiesigen Partien zu liegen kommt.

Bezüglich der Verwertung und Entsorgung des Aushubmaterials wird auf *Kapitel 5.4* und bei Unsicherheiten zu den effektiven Untergrundverhältnisse auf *Kapitel 5.9* verwiesen.

6.3.3 Oberflächengewässer

Mit der Überdachung der Zugangsrampe über die kleine Seez wird in den Gewässerraum eingegriffen. Die Überdachung ist gleich wie die Zugangsrampe standortgebunden, erfordert aber eine behördliche Ausnahmegewilligung ist deshalb mit dieser abzusprechen.

6.3.4 Kataster der belasteten Standorte (KbS)

Das Projektareal ist weder im Kataster der belasteten Standorte (KbS) des Kantons St. Gallen noch des Bundesamtes für Verkehr eingetragen. Unmittelbar an das Projektareal angrenzend liegt jedoch der KbS-BAV-Standort Nr. B03028-P0048 «Lockstandort». Gemäss dem Katasterauszug wurde das Gleis 2 dort als Abstellgleis für Lokomotiven genutzt. Das Gleis 2 ist gemäss Planunterlagen [1] und [2] vom Projekt nicht tangiert. Von diesem KbS-Standort auf das Projektareal ausgehende Untergrundbelastungen können dennoch nicht restlos ausgeschlossen werden, sind aber wenig wahrscheinlich.

6.3.5 Bauabfälle, belastetes Untergrundmaterial ausserhalb KbS-Standorte

In allen Sondierungen wurden künstliche Auffüllungen angetroffen, welche als Kofferschicht genutzt werden. In den Sondierungen Nr. 20-32 und 20-33 wiesen vor allem die obersten Partien dieser künstlichen Auffüllungen Kiesstücke mit einem schwarzen Belag auf. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Kofferschicht vor Belageinbau mit flüssiger Bitumen «imprägniert» wurde. Der Schwarzbelag des Mittelperrons war geruchlich auffällig.

Der Schwarzbelag des Mittelperrons sowie die künstlichen Auffüllungen der Sondierung 20-33 (Tiefenbereich 0.2–1.9 m u.T.) wurden beprobt und der Niutec AG, Winterthur, zur chemischen Analyse abgegeben (Analysebericht in *Beilage 6*).

Aus dem Analysebericht geht hervor, dass der Schwarzbelag einen PAK-Gehalt von 355 mg/kg Belag resp. 5'819 mg/kg Bindemittel enthält. Aufgrund des PAK-Gehalts im Belag muss dieses Material als *stark belastet* (Anhang 5 Ziffer 5.2 Abfall-Verordnung VVEA eingehalten) klassiert werden. Gemäss BAFU-Vollzug (Homepage «Mineralische Rückbaumaterialien», Tabelle 2 «Entsorgung von Ausbauasphalt» vom 14.7.2017) ist für derart belasteter Schwarzbelag eine Verwertung im Belagsrecycling *mit* Einschränkungen anzustreben. Alternativ müsste der Schwarzbelag auf einer Deponie Typ E (Reaktor-Deponie) entsorgt werden.

Die beprobte Kofferschicht (Probe FMS 20-33, 0.2–1.9 m u.T.) weist mit 2.4 mg/kg PAK resp. 0.3 mg/kg Benzo(a)pyren einen durch die «Imprägnierung» verursachten, erhöhten PAK-Gehalt auf, entspricht jedoch gerade noch den Anforderungen an unverschmutzten Aushub (Werte Anhang 3 Ziff. 1 VVEA eingehalten, Grenzwert für Benzo(a)pyren bei 0.3 mg/kg).

Die chemischen Analysen zeigen, dass der Schwarzbelag des Perrons chemisch belastet ist und Belastungen in der Kofferschicht nicht vollständig ausgeschlossen werden können. Die Entsorgung von belasteten Bauabfällen und Aushubmaterial führt regelmässig zu massgebenden Mehrkosten. Im Hinblick auf die bauliche Ausführung ist die Entsorgung des belasteten Materials korrekt auszuschreiben. Mit dem Ziel einer abfallrechtlich unverschmutzten Kofferschicht ist der Belag beim Perron sorgfältig auszubauen (Entsorgung im Belagsrecycling) und visuell sichtbar verfärbtes («imprägniertes») Koffermaterial auszuheben (Zwischenslager auf Triagehaufen, Entsorgung nach erfolgter Beprobung). Diese Rückbau- und Entsorgungsarbeiten sind zu Händen der Bewilligungs- und Vollzugsbehörden zu dokumentieren.

6.3.6 Luft

Der Umweltbereich Luft ist lediglich während der Bauphase relevant und wird von der BAFU-Richtlinie «Luftreinhaltung auf Baustellen» geregelt.

6.3.7 Naturgefahren

Gemäss der Naturgefahrenkarte des Kantons St. Gallen tangiert das Projektareal einen Bereich, welcher durch Hochwasser (geringe bis mittlere Gefahrenstufe) gefährdet wird. Gemäss kantonaler Intensitätskarte ist bei der Unterführung mit folgenden Hochwasserspiegellagen zu rechnen:

Hochwasser 30-jährliches Ereignis:	ca. 439.0 m ü.M.
Hochwasser 100-jährliches Ereignis:	ca. 441.0 m ü.M.
Hochwasser 300-jährliches Ereignis:	ca. 441.5 m ü.M.
Hochwasser Extremereignis (EHQ):	ca. 442.0 m ü.M.

Im Baubewilligungsverfahren sind deshalb geeignete Objektschutzmassnahmen aufzuzeigen. Bezüglich der Gefährdung durch Hochwasser empfiehlt sich der Beizug eines Wasserbauingenieurs.

Winterthur, 21.9.2020 rev. 29.01.2021
191756 BerichtFlumsV3.docx RS / Km / su

Jäckli Geologie AG



Sachbearbeiter:

Simon Roth, dipl. Natw. ETH / SIA, Geologe

BZU 23 Ost, Umsetzung BehiG
Linie 890, Bahnhof Flums / SG

Geologisch-geotechnischer Bericht inkl. Teilbericht Umwelt

Beilagen

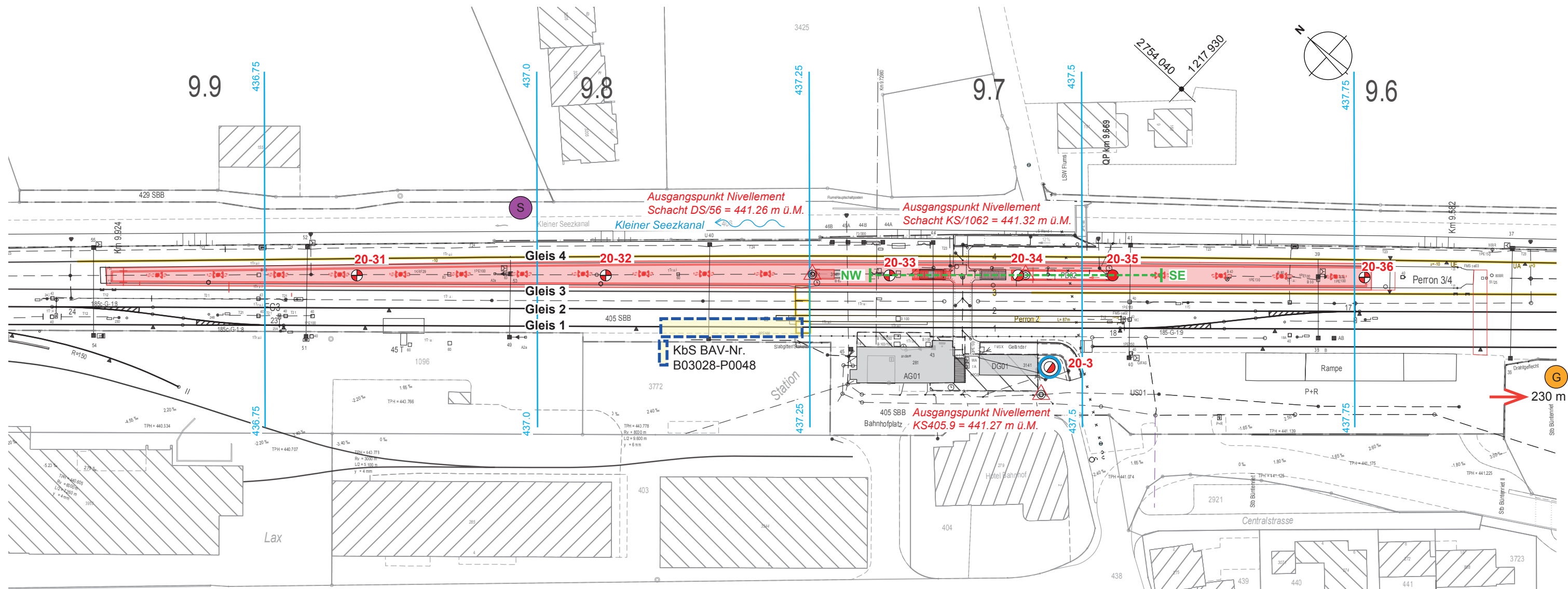
- Beilage 1: Situation 1:1'000, Lage der Sondierungen
- Beilage 2: Profil NW-SE, 1:200, geologisch bearbeitet
- Beilage 3: Einzelprotokoll der Kernbohrung Nr. 20-3, 1:100
- Beilage 4: Einzelprotokolle der Rammsondierungen Nr. 20-34 und 20-35, 1:100
- Beilage 5: Einzelprotokolle der Rammkernbohrungen Nr. 20-31 bis 20-36
- Beilage 6: Analysebericht Niutec AG Nr. 2020.0725.01 vom 5.10.2020

BZU 23 Ost, Umsetzung BehiG
Linie 890, Bahnhof Flums / SG

*Geologisch-geotechnischer Bericht inkl.
Teilbericht Umwelt*

Situation 1:1000
Lage der Sondierungen

- Legende**
- Rammsondierung
 - ⊗ Rammsondierung und Rammkernbohrung
 - Kernbohrung
 - ⊕ Rammkernbohrung
 - Piezometerrohr
 - geologisches Profil (Beilage 2)
 - S G Neophytenstandorte:
Drüsiges Springkraut, Schmalblättrigs Greiskraut
 - Kataster belastete Standorte: KbS-BAV
 - Grundwasserspiegellage gemäss kantonaler
Grundwasserkarte (Mittelwasserstand), m ü.M.



BZU 23 Ost, Umsetzung BehiG
Linie 890, Bahnhof Flums / SG

Geologisch-geotechnischer Bericht

Profil NW-SE, 1:200
geologisch bearbeitet

Legende

Sondierung 1:200

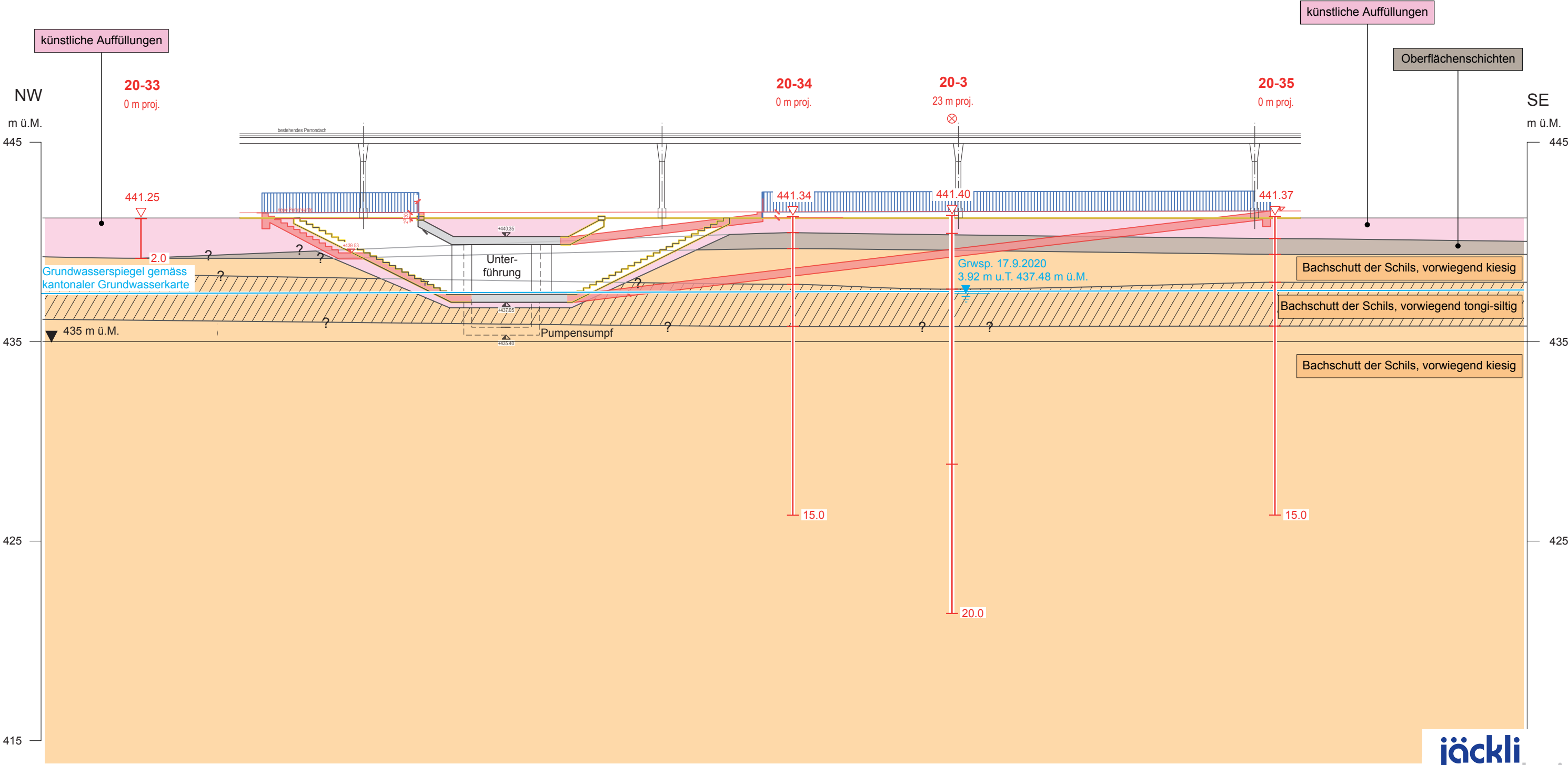
20-3
11 m proj.

⊗ ⊙ Projektion in / aus Blattebene

498.21 OKT (m ü.M.)

1.0 Endtiefe (m u.T.)

Grundwasserspiegel mit Datum



BZU 23 Ost, Umsetzung BehiG
Linie 890, Bahnhof Flums / SG

Geologisch-geotechnischer Bericht

Einzelprotokoll der Kernbohrung Nr. 20-3, 1:100

SBB AG, Paket 2, Umsetzung GehIG, Bahnhof Flums, 8890 Flums		Beilage 3 Kernbohrung KB 20-3 1 : 100	
Datum: 18.08.2020 Bohrfirma: Fretus AG / Claudio Mogna Bohrart: Rotationskernbohrung Enddurchmesser: 145 mm Koordinaten: 2'744'966/ 1'217'905 Terrainkote: 441.40 m ü.M. Überstand: - 0.12 m		DR. BERNASCONI AG BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN CH-7320 Sargans Ragazstrasse 29 Tel 081 723 80 60 info@hydrogeologie.ch	
		2432-B01 C. Romero A3 / RoC 19.08.20	

Einbau	Tiefe	Profil	Beschreibung	Geologie	SPT (Schläge pro 15 cm Eindringung)
4.5" PVC					
 4 m Vollrohr 3 m Filter 2 m Vollrohr 2 m Filter 1 m Schlamm sack	0.9		grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, vereinzelt eckige Steine, locker gelagert, trocken	künstliche Auffüllungen	
	2.0		rot-brauner, leicht siltiger Kies, viel Sand, eckige ca. 10-20 Gew.% Steine (max. Ø 10cm), mitteldicht gelagert, feucht		
	2.5		rot-brauner, sauberer Kies, viel Sand, locker gelagert, trocken, unterlagert von Steinschicht		
	3.3		toniger Silt, wenig Sand, wenig Kies, locker gelagert, nass		
	3.7		rot-brauner, leicht siltiger Kies, viel Sand, ca. 5-10 Gew.% Steine (max. Ø 8cm) locker gelagert, feucht		
	4.1		rot-brauner, stark siltiger Sand, wenig Kies, locker-mitteldicht gelagert, feucht		
	5.2		rot-brauner, toniger Silt, wenig Sand, 20 Gew.% Steine (max. Ø 12 cm), weich, nicht plastisch		
	6.0		rot-brauner, toniger Silt, wenig Sand, wenig Kies, locker gelagert, nass		
	6.5		rot-brauner, siltiger Sand, vereinzelt Kies, locker gelagert, nass		
	6.9		rot-brauner toniger Silt, wenig Sand, steif, nicht plastisch		
	8.5		rot-brauner, mässig siltiger Sand, reichlich bis viel Kies, locker-mitteldicht gelagert, feucht	Bachschutt der Schils	
	10.0		rot-braun grauer, siltiger Kies, viel Sand, locker gelagert, feucht-nass, unterlagert von Steinschicht		
	11.0		rot-bauner, toniger Silt, wenig Sand, wenig Kies, weich, wenig plastisch		
	11.5		rot-brauner stark toniger Silt, wenig Sand, weich-steif, wenig plastisch		
	12.2		rot-brauner, siltiger Kies, wenig Sand, ca. < 5 Gew.% Steine (max. Ø 8 cm), locker gelagert		
	12.5		rot-brauner, stark toniger Silt, wenig Sand, weich, wenig plastisch		
	14.0		rot-brauner, siltiger Kies, wenig Sand, mitteldicht gelagert, feucht/nass		
	14.4		toniger Silt, wenig Sand, feucht, weich, wenig plastisch		
	15.0		mässig siltiger Kies, reichlich Sand, ca. < 5 Gew.% Steine, locker gelagert, feucht		
	16.0		rot-braun grauer, siltiger Sand, viel Kies, locker gelagert, nass		
	16.5		rot-brauner, mässig siltiger Kies, viel Sand, locker gelagert, nass		
			rot-brauner, siltiger Kies, reichlich Sand, ca. 40 - 50 Gew.% Steine (max. Ø 10 cm), mitteldicht gelagert, feucht, reine Steinschicht dazwischen (max. Ø 10 cm)		
					
	20.0				
			Bemerkungen: Stein- und Kieskomponenten im Bachschutt abgerundet-rund, polymikt (graue Kalke, Verrucano)		

BZU 23 Ost, Umsetzung BehiG
Linie 890, Bahnhof Flums / SG

Geologisch-geotechnischer Bericht

Einzelprotokolle der Rammsondierungen Nr. 20-34 und 20-35, 1:100

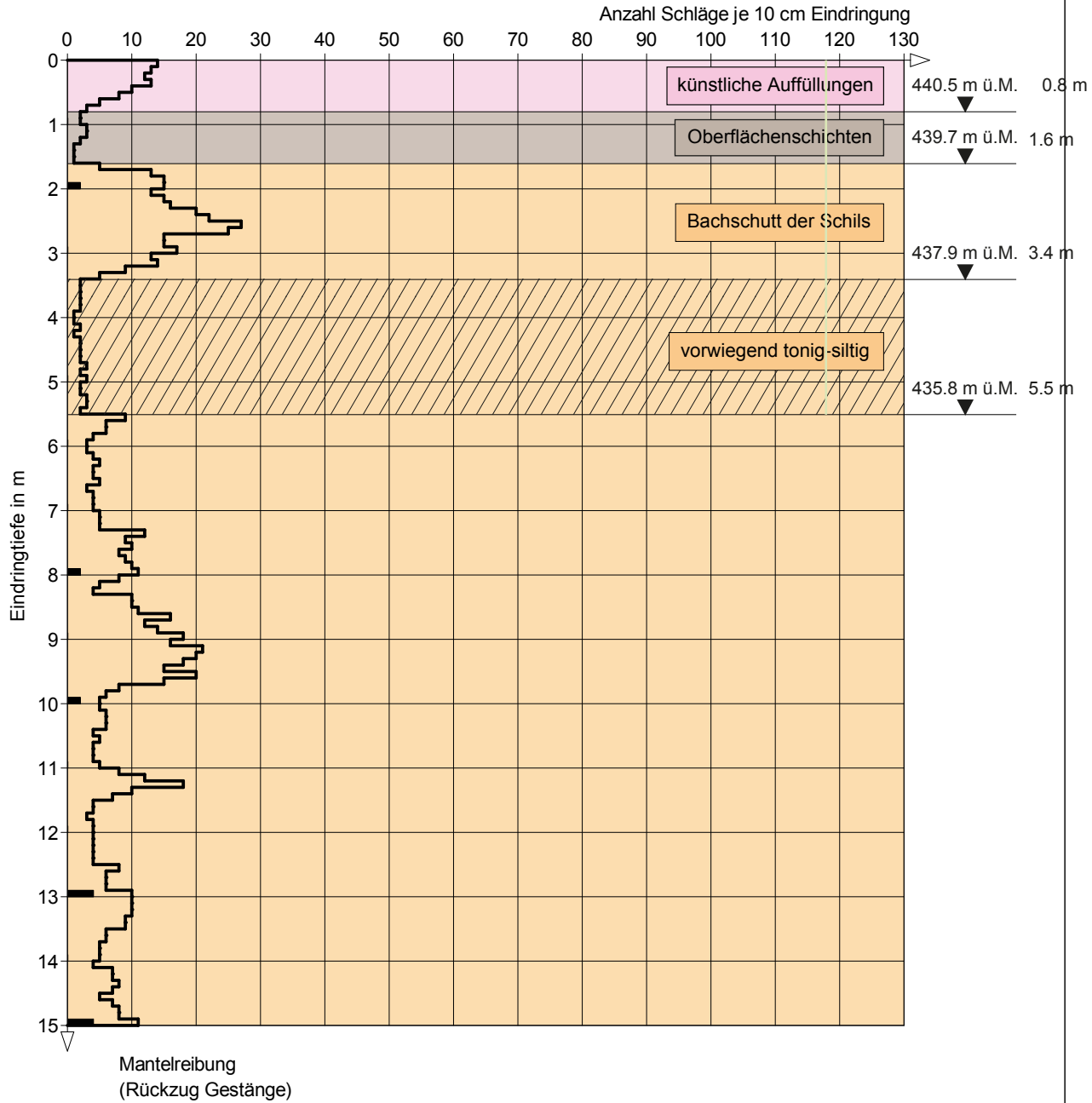
Projekt : SBB Bahnhof 8890 Flums	
Projektnr. : 20423	Koordinaten : 2'744'979 / 1'217'927
Masstab : 1: 100	Datum : 21.09.2020
Ausführung : P. Bruhin	Auswertung : A. Honold

Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH
Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56
www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50.0 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 20-34

OKT: 441.34 m ü.M.



Oberfläche: 10cm Belag vorgebohrt

Endtiefe: 15.00m
Freie Länge: 3.80m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

Projekt : SBB Bahnhof 8890 Flums	
Projektnr. : 20423	Koordinaten : 2'744'933 / 1'217'9911
Massstab : 1: 100	Datum : 21.09.2020
Ausführung : P. Bruhin	Auswertung : A. Honold

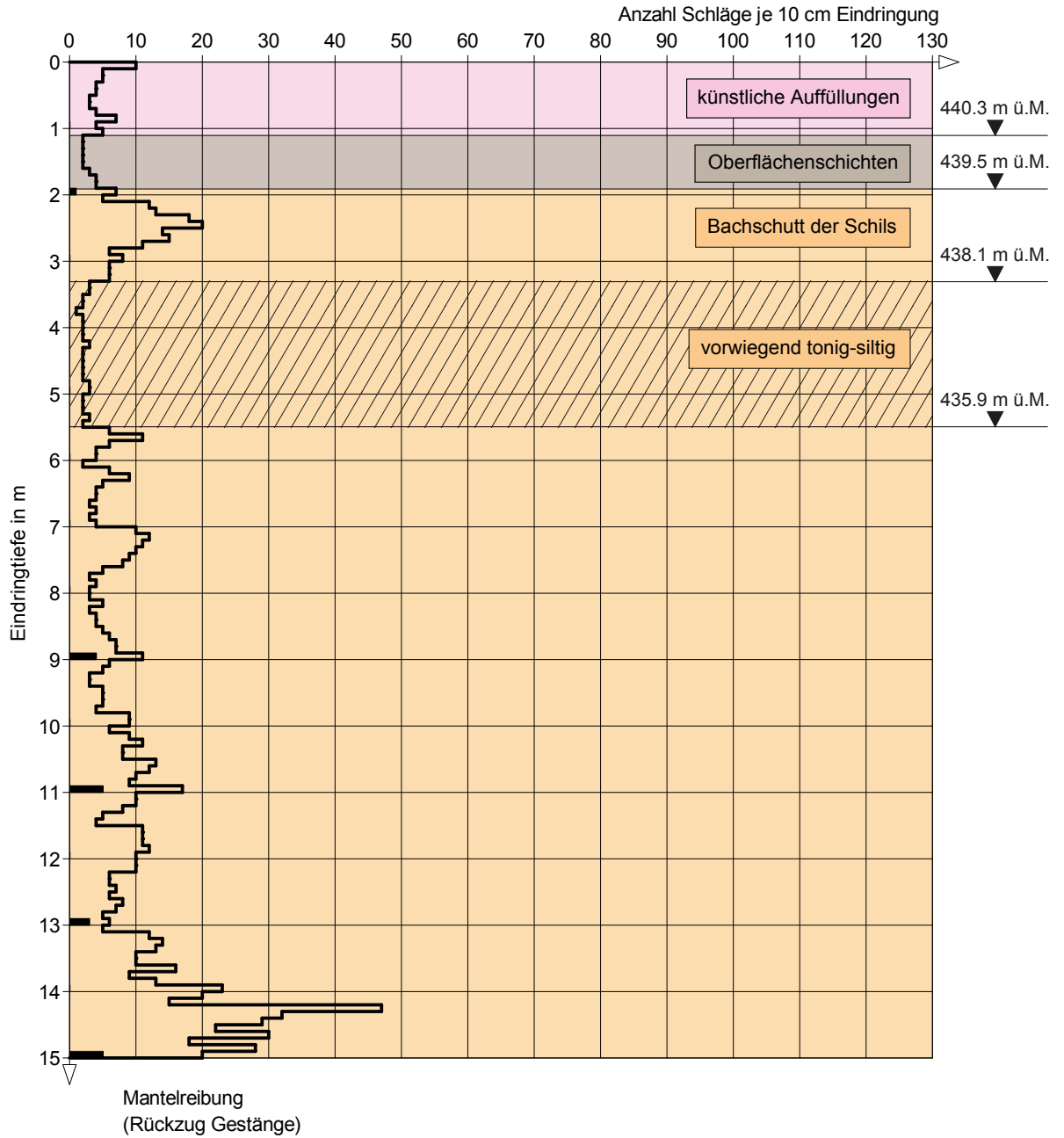
Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH
Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56
www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50.0 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 20-35

Rammkernbohrung 20-35 an der gleichen Sondierstelle!

OKT 441.37 m ü.M.



Mantelreibung
(Rückzug Gestänge)

Oberfläche: 10cm Belag vorgebohrt

Endtiefe: 15.00m
Freie Länge: 0.50m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

BZU 23 Ost, Umsetzung BehiG
Linie 890, Bahnhof Flums / SG

Einzelprotokolle der Rammkernbohrungen Nr. 20-31 bis 20-36

Rammkernbohrung 20-31

Bauherrschaft:	SBB AG
Sondierfirma:	Geocontrol AG, Rumlikon, Marcel Casutt
Geologische Aufnahme:	Dr. Bernasconi AG, Camilo Romero, MSc ETH Erdwissenschaften
Ausführungsdatum:	21.9.2020
Koordinaten:	2'744'862 / 1'218'052
Kote OK Terrain:	441.00 m ü.M.

Geologische Identifikation	Tiefen ab OKT in m	Materialbeschreibung
Künstliche Auffüllung	0.0 – 0.1	Schwarzbelag
	0.1 – 0.3	grau-brauner, leicht siltiger Sand, viel Kies
	0.3 – 1.1	grau-brauner, sauberer-leicht siltiger Sand, viel Kies, vereinzelt Steine
Bachsutt der Schils	1.1 – 2.3	rot-brauner, stark siltiger Sand, viel Kies
	2.3 – 2.5	grau-brauner, sauberer Sand, viel Kies

Wasserzutritte	keine
Standfestigkeit	gemäss Bohrmeister stürzt das Bohrloch in den künstlichen Auffüllungen rasch ein
Bemerkungen	–

ohne Foto

Rammkernbohrung 20-32

Bauherrschaft:	SBB AG
Sondierfirma:	Geocontrol AG, Rumlikon, Marcel Casutt
Geologische Aufnahme:	Dr. Bernasconi AG, Camilo Romero, MSc ETH Erdwissenschaften
Ausführungsdatum:	21.9.2020
Koordinaten:	2'744'906 / 1'218'005
Kote OK Terrain:	441.16 m ü.M.

Geologische Identifikation	Tiefen ab OKT in m	Materialbeschreibung
Künstliche Auffüllung	0.0 – 0.3	Schwarzbelag und gebrochener Kies mit Bitumen gebunden, geruchlich auffällig (Teergeruch)
	0.3 – 1.4	grau-brauner, siltiger Sand, viel Kies, Steine (max. gem. Ø 7 cm, Anteil ca. 30 Gew.-%), Kies und Steine oft gebrochen
Bachschutt der Schils	1.4 – 1.9	rot-brauner, mässig siltiger Sand, wenig Kies
	1.9 – 2.3	rot-braun-grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand
	2.3 – 2.8	rot-brauner, toniger Silt wenig plastisch, steif, viel Sand, wenig Kies

Wasserzutritte	keine
Standfestigkeit	gemäss Bohrmeister stürzt das Bohrloch in den künstlichen Auffüllungen rasch ein
Bemerkungen	Schwarzbelag beprobt (Mischprobe «FMS Belag Perron»)



Rammkernbohrung 20-33

Bauherrschaft:	SBB AG
Sondierfirma:	Geocontrol AG, Rumlikon, Marcel Casutt
Geologische Aufnahme:	Dr. Bernasconi AG, Camilo Romero, MSc ETH Erdwissenschaften
Ausführungsdatum:	21.9.2020
Koordinaten:	2'744'956 / 1'217'952
Kote OK Terrain:	441.25 m ü.M.

Geologische Identifikation	Tiefen ab OKT in m	Materialbeschreibung
Künstliche Auffüllung	0.0 – 0.2	Schwarzelag und gebrochener Kies mit Bitumen gebunden, geruchlich auffällig (Teergeruch)
	0.2 – 2.0	grau-brauner, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, Sandanteil nimmt auf dem zweiten Meter zu, Kies oft gebrochen und teilweise mit schwarzer Oberfläche (ev. Bitumen), in 2.0 m u.T. ein Betonstück

Wasserzutritte	keine
Standfestigkeit	gemäss Bohrmeister stürzt das Bohrloch in den künstlichen Auffüllungen rasch ein
Bemerkungen	Probenahmen: • Schwarzelag (als Mischprobe): Probe «FMS Belag Perron» • künstliche Auffüllungen: Probe «FMS 20-33/0.2-1.9»



Rammkernbohrung 20-34

Bauherrschaft:	SBB AG
Sondierfirma:	Geocontrol AG, Rumlikon, Marcel Casutt
Geologische Aufnahme:	Dr. Bernasconi AG, Camilo Romero, MSc ETH Erdwissenschaften
Ausführungsdatum:	21.9.2020
Koordinaten:	2'744'979 / 1'217'927
Kote OK Terrain:	441.34 m ü.M.

Geologische Identifikation	Tiefen ab OKT in m	Materialbeschreibung
Künstliche Auffüllung	0.0 – 0.2	Schwarzbelag, geruchlich auffällig (Teergeruch)
	0.2 – 0.6	beige-grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand
	0.6 – 1.0	Bohrkernverlust, vgl. Bemerkungen
	1.0 – 1.3	grau-brauner, leicht siltiger Sand, viel Kies
Bachschutt der Schils	1.3 – 1.9	rötlich-brauner, mässig siltiger Sand, reichlich Kies
	1.9 – 2.4	rötlich-grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand
	2.4 – 3.2	hellroter, leicht siltiger Kies, viel Sand
	3.2 – 3.9	rötlicher, leicht siltiger Sand, viel Kies, erdfeucht, von 3.6–3.9 m u.T. höherer Silt-Anteil
	3.9 – 4.0	rot-brauner, toniger Silt wenig plastisch, weich, reichlich Sand

Wasserzutritte	keine
Standfestigkeit	gemäss Bohrmeister stürzt das Bohrloch in den künstlichen Auffüllungen rasch ein
Bemerkungen	Schwarzbelag beprobt (Mischprobe «FMS Belag Perron») Vermutlich wurden weiche Oberflächenschichten beim Bohrvorgang verdrängt und gelangten nicht ins Kernrohr (wodurch der Kernverlust erklärbar wäre). Bei der sandig-kiesigen Partie zwischen 1.0–1.3 m u.T. würde es sich dann um von oben zugestürztes Koffermaterial handeln.



Rammkernbohrung 20-36

Bauherrschaft:	SBB AG
Sondierfirma:	Geocontrol AG, Rumlikon, Marcel Casutt
Geologische Aufnahme:	Dr. Bernasconi AG, Camilo Romero, MSc ETH Erdwissenschaften
Ausführungsdatum:	21.9.2020
Koordinaten:	2'745'036 / 1'217'863
Kote OK Terrain:	441.42 m ü.M.

Geologische Identifikation	Tiefen ab OKT in m	Materialbeschreibung
Künstliche Auffüllung	0.0 – 0.2	Schwarzbelag, geruchlich auffällig (Teergeruch)
	0.2 – 1.0	grauer, leicht siltiger Kies, wenig Sand
	1.0 – 1.5	Bohrkernverlust
	1.5 – 1.7	grauer, leicht siltiger Kies, wenig Sand
Bachschutt der Schils	1.7 – 2.0	rot-brauner, mässig siltiger Sand, reichlich Kies, erdfeucht

Wasserzutritte	keine
Standfestigkeit	gemäss Bohrmeister stürzt das Bohrloch in den künstlichen Auffüllungen rasch ein
Bemerkungen	Schwarzbelag beprobt (Mischprobe «FMS Belag Perron»)



Kernfach jeweils 1 m lang

BZU 23 Ost, Umsetzung BehiG
Linie 890, Bahnhof Flums / SG

Geologisch-geotechnischer Bericht

Analysebericht Niutec AG Nr. 2020.0725.01 vom 5.10.2020

SBB AG
Infrastruktur, Projektmanagement
Vulkanplatz 11
CH-8048 Zürich

Bericht Datum 05. Oktober 2020
Sachbearbeiter Rahel Comte
Tel. direkt +41522622169
E-Mail rahel.comte@niutec.ch
Anzahl Seiten 3

Rahel Comte
Bereichsleiterin

BZU 23 Ost, Umsetzung BehiG, Linie 890, Bahnhof Flums
ISP-Nummer 1159701

Auftraggeber
Auftraggeber 2
Ihre Referenz

Unsere Referenz
Probeneingang

SBB AG
Herr Simon Roth, Jäckli Geologie AG
Analysenauftrag vom 29.09.2020, Herr Simon Roth, Jäckli Geologie AG
I-AEP-PJM-ROT-T5, Tobias Flückiger, tobias.flueckiger@sbb.ch
2020.0725
29. September 2020

Besten Dank für Ihren Auftrag und das uns entgegengebrachte Vertrauen.

NIUTEC AG
Labor für Industrie und Umwelt
Industriepark Oberwinterthur
Else Züblin-Str. 11; Postfach 3068
CH-8404 Winterthur

Telefon +41 (0)52 262 21 92
Telefax +41 (0)52 262 03 39
E-Mail info@niutec.ch
Internet www.niutec.ch



geprüft

Durchgeführte Untersuchungen

Probenaufbereitung Feststoffe

Trocknen bei 40°C Umluft; Zerkleinern im Backenbrecher auf ca. 2mm; Homogenisieren mit Turbula; Feinmahlen
Methode: Analysenmethoden für Feststoff- und Wasserproben aus belasteten Standorten und Aushubmaterial, BAFU
Ausgabe 2017

Extraktion Bindemittel**

Heissextraktion mit Toluol

Extraktion für PAK/PCB - (VVEA)

Ultraschall-Extraktion mit Hexan, Aceton, Toluol (10:5:1)
Methode BAFU F12, 13 (2017)

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe - PAK i. Bindemittel

Quantifizierung mit Triple Quadrupole Gas Chromatography Tandem Mass Spectrometry (TQ GC-MS/MS). Methode EPA
8270

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe – PAK Feststoff

Quantifizierung mit Triple Quadrupole Gas Chromatography Tandem Mass Spectrometry (TQ GC-MS/MS)
Methode EPA 8270

Probenarchivierung

Restmaterial original Festprobe: keines
Restmaterial aufbereitete Festprobe: 1 Jahr ab Probeneingang
Restmaterial Flüssigproben: 1 Monat ab Probeneingang

Akkreditierung

Die Resultate beziehen sich auf die im Bericht aufgeführten Proben wie erhalten. Die Vervielfältigung des ganzen Berichtes ist gestattet. Eine auszugsweise Vervielfältigung ist nur mit Genehmigung der Niutec AG erlaubt. Informationen zu Messunsicherheiten und Prüfdaten sind auf Anfrage erhältlich. Die Prüfberichte werden 10 Jahre archiviert.

Legende

BG Die angegebenen Bestimmungsgrenzen gelten für die untersuchten Proben.
-- Keine Analyse verlangt.
Leeres Feld oder < bedeutet, der Wert liegt unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG).
* Methode fällt nicht in den akkreditierten Bereich der Niutec AG.
** Drittlabor oder Unterauftragnehmer.

Bezugswerte

VVEA-B Asphalt Anforderungen an Abfälle zur Ablagerung auf Deponien des Typs B (vergl. TVA Inertstoff)
Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA)
vom 4. Dezember 2015. (Stand am 1. April 2020) Anhang 5, Ziffer 2.1, Absatz e

VVEA-U Anforderung an unverschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial (vergl. TVA: U-Wert)
Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA)
vom 4. Dezember 2015. (Stand am 1. April 2020) Artikel 19, Ziffer 1 und Anhang 3, Ziffer 1

Probenbezeichnung	Einheit	BG	FMS Belag Perron	FMS 20-33		VVEA-U	VVEA-B Asphalt
Tiefe in m			--	0.2-1.9			
Probenahme Datum			22.09.2020	22.09.2020			
Niutec Nr.			20.0725_001	20.0725_002			

Probenaufbereitung							
Angelieferte Probemenge	kg	1.5	--	<1.5			

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe - PAK im Bindemittel							
Naphthalin	NAP	mg/kg	0.3	7.1	--		
Acenaphtylen	ACY	mg/kg	0.3	<0.3	--		
Acenaphten	ACE	mg/kg	0.3	16	--		
Fluoren	FLU	mg/kg	0.3	17	--		
Phenanthren	PHE	mg/kg	0.3	99	--		
Anthracen	ANT	mg/kg	0.3	36	--		
Fluoranthren	FLA	mg/kg	0.3	57	--		
Pyren	PYR	mg/kg	0.3	38	--		
Benz(a)anthracen	BAN	mg/kg	0.3	19	--		
Chrysen	CRY	mg/kg	0.3	18	--		
Benzo(b)fluoranthren	BBF	mg/kg	0.3	14	--		
Benzo(k)fluoranthren	BKF	mg/kg	0.3	6.2	--		
Benzo(a)pyren	BAP	mg/kg	0.3	13	--		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	IND	mg/kg	0.3	6.2	--		
Dibenz(ah)anthracen	DBA	mg/kg	0.3	1.2	--		
Benzo(ghi)perylene	BGP	mg/kg	0.3	6.5	--		
Summe 16 PAK		mg/kg	5	355	--		250
Bindemittel Anteil		Masse %	0.10	6.09	--		
PAK im Bindemittel		mg/kg	200	5819	--		

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe - PAK (VVEA)							
Benzo(a)pyren	BAP	mg/kg TS	0.01	--	0.30		0.3
Summe 16 PAK		mg/kg TS	0.2	--	2.4		3