

Schweizerische Bundesbahnen (SBB) AG, 8048 Zürich

SBB Linie 890:

Stellwerkersatz Mels, Flums, Weesen und Bankettsicherungen

Baugrundverhältnisse

Geologischer Bericht

2789-B01

März 2026

DR. BERNASCONI AG

BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN 7320 SARGANS, RAGAZERSTRASSE 29

TEL 081 723 80 60, FAX 081 723 85 70

info@ / www.hydrogeologie.ch



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung	11
1.1	Bauvorhaben	11
1.2	Auftrag	11
1.3	Grundlagen / verwendete Unterlagen	11
1.4	Ausgeführte Arbeiten	13
1.5	Repräsentativität der Untersuchung / Wissenslücken	17
2	Geologische Übersicht	17
2.1	Seeztal (Bereich Gemeinden Sargans bis Flums)	17
2.2	Linthtal (Bereich Gemeinden Weesen und Glarus Nord)	18
3	Angetroffene Untergrundverhältnisse	18
3.1	Mels (Sondierstandorte Nr. 1 – 14)	18
3.2	Rietbereich zwischen Mels und Flums (Sondierstandorte Nr. 15 – 22)	19
3.3	Flums (Sondierstandorte Nr. 24 – 33)	19
3.4	Weesen (Sondierstandorte Nr. 34 – 53)	20
4	Grundwasserverhältnisse	21
4.1	Mels: Streckenabschnitt zwischen km 1.8 bis km 3.7 (Sondierungen Nr. 1 – 14)	21
4.1.1	Grundwasserleiter	21
4.1.2	Grundwasserspiegel und Grundwasserfliessrichtung	21
4.2	Rietbereich zwischen Mels und Flums: Streckenabschnitt zwischen km 4.2 bis km 6.1 (Sondierungen Nr. 15 – 22)	22
4.2.1	Grundwasserleiter	22
4.2.2	Grundwasserspiegel und Grundwasserfliessrichtung	22
4.3	Flums: Streckenabschnitt zwischen km 9.5 bis km 10.3 (Sondierungen Nr. 24 – 33)	23
4.3.1	Grundwasserleiter	23
4.3.2	Grundwasserspiegel und Grundwasserfliessrichtung	23
4.4	Weesen: Streckenabschnitt zwischen km 29.1 bis km 31.6 (Sondierungen Nr. 34 – 53)	24

4.4.1	Grundwasserleiter	24
4.4.2	Grundwasserspiegel und Grundwasserfliessrichtung	24
4.5	Grundwasserschutz	24
5	Geologische Standortrisiken	25
5.1	Bahntechnikgebäude (BTG) Mels	25
5.1.1	Naturgefahren und Oberflächenabfluss	25
5.1.2	Radon	26
5.1.3	Erdbeben	26
5.2	Bahntechnikgebäude (BTG) Flums	26
5.2.1	Naturgefahren und Oberflächenabfluss	26
5.2.2	Radon	27
5.2.3	Erdbeben	28
5.3	Bahntechnikgebäude (BTG) Weesen	28
5.3.1	Naturgefahren und Oberflächenabfluss	28
5.3.2	Radon	28
5.3.3	Erdbeben	29
6	Bautechnische Verhältnisse	30
6.1	Bahntechnikgebäude (BTG) Mels	30
6.1.1	Projekt	30
6.1.2	Baugrundwerte	30
6.1.3	Fundation	32
6.1.4	Aushub	36
6.1.5	Baugrubenabschluss	37
6.1.6	Bauwasserhaltung	38
6.1.7	Abdichtung und Auftriebssicherung	38
6.2	Bahntechnikgebäude (BTG) Flums	39
6.2.1	Projekt	39
6.2.2	Baugrundwerte	39
6.2.3	Fundation	41

6.2.4	Aushub	45
6.2.5	Baugrubenabschluss	46
6.2.6	Bauwasserhaltung	47
6.2.7	Abdichtung und Auftriebssicherung	48
6.3	Bahntechnikgebäude (BTG) Weesen	48
6.3.1	Projekt	48
6.3.2	Baugrundwerte	48
6.3.3	Foundation	50
6.3.4	Aushub	54
6.3.5	Baugrubenabschluss	55
6.3.6	Bauwasserhaltung	56
6.3.7	Abdichtung und Auftriebssicherung	56
6.4	Querung 958	57
6.4.1	Projekt	57
6.4.2	Bettung der Leitung	57
6.4.3	Vortriebsverfahren	57
6.4.4	Baugrubenabschluss der Start- und Zielgrube	58
6.4.5	Bauwasserhaltung	58
6.5	Querung 1'866	58
6.5.1	Projekt	58
6.5.2	Baugrundwerte	59
6.5.3	Bettung der Leitung	61
6.5.4	Vortriebsverfahren	61
6.5.5	Baugrubenabschluss der Start- und Zielgrube	62
6.5.6	Bauwasserhaltung	63
6.6	Querung 2'339	63
6.6.1	Projekt	63
6.6.2	Baugrundwerte	63
6.6.3	Bettung der Leitung	65
6.6.4	Vortriebsverfahren	65

6.6.5	Baugrubenabschluss der Start- und Zielgrube	66
6.6.6	Bauwasserhaltung	66
6.7	Querung 2'738 (BTG Mels)	67
6.7.1	Projekt	67
6.7.2	Baugrundwerte	67
6.7.3	Bettung der Leitung	69
6.7.4	Vortriebsverfahren	69
6.7.5	Baugrubenabschluss der Start- und Zielgrube	70
6.7.6	Bauwasserhaltung	70
6.8	Querung 2'969	71
6.8.1	Projekt	71
6.8.2	Baugrundwerte	71
6.8.3	Bettung der Leitung	73
6.8.4	Vortriebsverfahren	73
6.8.5	Baugrubenabschluss der Start- und Zielgrube	74
6.8.6	Bauwasserhaltung	74
6.9	Querung 3'106	75
6.9.1	Projekt	75
6.9.2	Baugrundwerte	75
6.9.3	Bettung der Leitung	77
6.9.4	Vortriebsverfahren	77
6.9.5	Baugrubenabschluss der Start- und Zielgrube	78
6.9.6	Bauwasserhaltung	78
6.10	Querung 9'143 und 9'300	79
6.10.1	Projekt	79
6.10.2	Bettung der Leitungen	79
6.10.3	Vortriebsverfahren	79
6.10.4	Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte	80
6.10.5	Bauwasserhaltung	80
6.11	Querung 9'582 (BTG Flums)	81

6.11.1 Projekt	81
6.11.2 Baugrundwerte	81
6.11.3 Bettung der Leitungen	83
6.11.4 Vortriebsverfahren	83
6.11.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte	84
6.11.6 Bauwasserhaltung	85
6.12 Querungen 9'947, 10'036, 10'133, 10'284 und 10'396	85
6.12.1 Projekt	85
6.12.2 Baugrundwerte	86
6.12.3 Bettung der Leitungen	87
6.12.4 Vortriebsverfahren	87
6.12.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte	88
6.12.6 Bauwasserhaltung	89
6.13 Querung 10'713	89
6.13.1 Projekt	89
6.13.2 Bettung der Leitungen	89
6.13.3 Vortriebsverfahren	90
6.13.4 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte	90
6.13.5 Bauwasserhaltung	91
6.14 Querungen 29'986, 30'084 und 30'245	91
6.14.1 Projekt	91
6.14.2 Baugrundwerte	92
6.14.3 Bettung der Leitungen	93
6.14.4 Vortriebsverfahren	93
6.14.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte	94
6.14.6 Bauwasserhaltung	95
6.15 Querung 30'602 (BTG Weesen)	95
6.15.1 Projekt	95
6.15.2 Baugrundwerte	95
6.15.3 Bettung der Leitungen	97

6.15.4 Vortriebsverfahren	97
6.15.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte	98
6.15.6 Bauwasserhaltung	99
6.16 Querungen 30'768, 30'875 und 30'998	99
6.16.1 Projekt	99
6.16.2 Baugrundwerte	99
6.16.3 Bettung der Leitungen	101
6.16.4 Vortriebsverfahren	101
6.16.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte	102
6.16.6 Bauwasserhaltung	103
6.17 Querungen 31'068 und 31'094	103
6.17.1 Projekt	103
6.17.2 Baugrundwerte	103
6.17.3 Bettung der Leitungen	105
6.17.4 Vortriebsverfahren	105
6.17.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte	106
6.17.6 Bauwasserhaltung	107
6.18 Querungen 31'301 und 31'571	107
6.18.1 Projekt	107
6.18.2 Baugrundwerte	107
6.18.3 Bettung der Leitungen	109
6.18.4 Vortriebsverfahren	109
6.18.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte	110
6.18.6 Bauwasserhaltung	111
6.19 Weitere Hinweise Baugrubenabschlüsse	111
6.20 Aushub Start-/Zielgruben im Bereich der Querungen	112
6.21 Signalfundamente	114
6.22 Bankette	116
6.22.1 Streckenabschnitt 3'024 – 5'193	118
6.22.2 Streckenabschnitt 5'519 – 6'127	118

6.22.3	Streckenabschnitt 10'170– 10'312	119
6.22.4	Streckenabschnitt 29'000 – 29'980	120
6.23	Bauüberwachung	121
6.24	Weitere Empfehlungen und Hinweise allgemein	122
7	Meteorwasserversickerung Bahntechnikgebäude (BTG)	123
7.1	Generelle Angaben	123
7.2	Standort Bahnhof Mels	123
7.2.1	Projektspezifische Angaben	123
7.2.2	Bemessungsgrundlagen	124
7.2.3	Vorschlag für die Meteorwasserversickerung	124
7.3	Standort Bahnhof Flums	125
7.4	Standort Bahnhof Weesen	126

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Übersicht Sondierungen (ungefähre Angaben gemäss Geoportal Kt. St. Gallen und Glarus)	14
Tabelle 2	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse BTG Mels: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	31
Tabelle 3	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse BTG Flums: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	40
Tabelle 4	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse BTG Weesen: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	49
Tabelle 5	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 1'866: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	60
Tabelle 6	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 2'339: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	64
Tabelle 7	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 2'738: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	68
Tabelle 8	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 2'969: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	72
Tabelle 9	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 3'106: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	76
Tabelle 10	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 9'582: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	82
Tabelle 11	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 9'947 bis 10'396: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	86
Tabelle 12	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 29'987 bis 30'245: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	92
Tabelle 13	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 30'602: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	96
Tabelle 14	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 30'768 bis 30'998: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	100
Tabelle 15	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 31'086 bis 31'094: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	104
Tabelle 16	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 31'301 bis 31'571: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})	108
Tabelle 17	Abflussrelevante Flächen für die Meteorwasserversickerung BTG Mels	124

Anhänge

- 1 Profile km XX.XXX, geologisch bearbeitet 1 : 100 oder 1 : 200 / 1:100 (9 Profile)
- 2 Rammkernbohrungen, RKB25-1 & RKB25-53 1 : 100

Beilagen

- 1 Situationspläne 1 : 2'500 bis 1 : 5'000 (3 Pläne)
- 2 Rammsondierungsprofile RS25-1 bis RS25-53, Projekt Nr.: 25536, 01.10. – 08.12.2025 (Geocontrol AG)

1 Einleitung und Problemstellung

1.1 Bauvorhaben

Entlang der SBB-Linie 890 zwischen Streckenkilometer 0.95 im Gemeindegebiet Sargans und dem Standort der Flumroc AG (Gemeinde Flums; Streckenkilometer ca. 10.70) im Seeztal resp. zwischen der Mündung des Escher-Linth-Kanals in den Walensee (Streckenkilometer ca. 29.0) und dem Industriegebiet Biäsche (Gemeinde Glarus Nord; Streckenkilometer ca. 31.5) im Linthtal ist der Neubau bzw. die Erneuerung zahlreicher technischer Anlagen geplant. Dazu gehören Leitungsquerungen mit zugehörigen Schächten, Masten, Signalsysteme sowie Teilerneuerung der Bankethalterungen auf bestimmten Streckenabschnitten. Zudem ist in den Bereichen der Bahnhöfe Mels, Flums und Weesen der Neubau von Bahntechnikgebäuden (BTG) vorgesehen.

Im rund 10 km langen, projektrelevanten Teilbereich des Seeztals verläuft das heutige Terrain auf Koten zwischen ca. 440 und ca. 490 m ü.M. Im projektrelevanten Teilbereich des Linthtals verläuft das Terrain auf der rund 2.5 km langen Strecke sehr flach zwischen rund 423 und 425 m ü.M.

1.2 Auftrag

Wir wurden durch Herrn Andreas Ziegler von der SBB AG am 11. Juni 2025 schriftlich beauftragt, die gemäss unserem revidierten Leistungsangebot vom 27. Mai 2025 offerierten Arbeiten für geologische Baugrunduntersuchungen auszuführen. Die Leistungen umfassen die Organisation, Begleitung, Aufnahme und Darstellung der Ramm- und Rammkernsondierungen, die Erarbeitung von geologischen Baugrundmodellen sowie die Abgabe von bautechnischen Empfehlungen für den Baugrubenabschluss, die Wasserhaltung, Foundation, Abdichtung und Auftriebssicherung. Zusätzlich werden für sämtliche Bahntechnikgebäude generelle Angaben zu den jeweiligen Versickerungsmöglichkeiten des anfallenden Meteorwassers gemacht.

1.3 Grundlagen / verwendete Unterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichts standen folgende Grundlagen zur Verfügung:

- [1] Amt für Raumentwicklung und Geoinformation des Kantons St. Gallen: Geoportal des Kantons St. Gallen (Grundwasserkarte, Gewässerschutzkarte, Naturgefahrenkarte, Kataster der belasteten Standorte, Prüfgebiet Bodenverschiebung), <http://www.geoportal.ch>, Stand 16.02.2026
- [2] Departement Bau und Umwelt, Abteilung für Raumentwicklung und Geoinformation des Kantons Glarus: Geoportal der kantonalen Verwaltung GL (Grundwasserkarte, Gewässerschutzkarte, Naturgefahren, Kataster der belasteten Standorte, Stand 16.02.2026
- [3] Amt für Umwelt (AFU) und Amt für Wasser und Energie (AWE) des Kantons St. Gallen, Merkblätter AFU002: Umweltschutz auf Baustellen, Stand 1. Oktober 2021

AFU173: Bauten und Anlagen in Grundwassergebieten, Stand 1. Juni 2023

AWE184: Regenwasserentsorgung, Stand 3. November 2019

Departement Bau und Umwelt des Kantons Glarus, Richtlinien

Bauen im Grundwassergebiet, Stand Februar 2001

Entwässerung von Baustellen, Stand Februar 2001

- [4] Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA), Gewässerschutz in Industrie und Gewerbe, Baustellen, Interkantonales Merkblatt für den Vollzug, publiziert: August 2024, korrigiert: Oktober 2024
- [5] Bundesamt für Umwelt (BAFU): Karten der Schweiz (Thema „Erdbeben“, „Oberflächenabfluss“ und „Radon“), <http://map.geo.admin.ch/>, Stand 16.02.2026
- [6] Bundesamt für Gesundheit (BAG): Strahlung, Radioaktivität und Schall (Thema „Radon“), <http://www.bag.admin.ch>, Stand 24.05.2016
- [7] Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA), Gewässerschutz in Industrie und Gewerbe, Baustellen, Interkantonales Merkblatt für den Vollzug, publiziert: August 2024, korrigiert: Oktober 2024
- [8] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (SR 814.600, Abfallverordnung, VVEA), Stand 01. Januar 2025
- [9] SBB AG, Infrastruktur Projekte Engineering: STW-Ersatz, Bahnhofsareal Mels / SG, Geologisch-geotechnischer Bericht, Jäckli Geologie AG, 211204, 04. Mai 2022
- [10] SBB AG, Infrastruktur Projekte Engineering: STW-Ersatz, Bahnhofsareal Flums / SG, Geologisch-geotechnischer Bericht, Jäckli Geologie AG, 211204, rev. 18. Mai 2022
- [11] SBB AG, Infrastruktur Projekte Engineering: STW-Ersatz, Bahnhofsareal Weesen, Glarus Nord / GL, Geologisch-geotechnischer Bericht, Jäckli Geologie AG, 211204, 04. Mai 2022

Als projektspezifische Unterlagen diente uns das folgende durch Herrn Carsten Roth von der Afry Schweiz AG zur Verfügung gestellte Plandossier:

- [12] Afry Schweiz AG: STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen, Phase Auflageprojekt, Stand 31.10.2025

Der vorliegende Bericht stützt sich ferner auch auf geologisch-hydrogeologische Erfahrungen und Kenntnisse aus dem Umfeld der jeweiligen Bauwerkstandorte.

1.4 Ausgeführte Arbeiten

Rammsondierungen

Unser Büro hat in drei Etappen zwischen dem 29.09. und dem 17.10.2025, am 29.10.2025 bzw. zwischen dem 30. November und dem 09. Dezember 2025 insgesamt 35 Rammsondierungen (RS25-1 – RS25-53) der Geocontrol AG bis in Tiefen zwischen 2.35 m und 15 m begleitet. Dabei wurden, in Abhängigkeit der Zugangsbedingungen, Rammsonden mit einem Rammgewicht 50 kg (bei einer Fallhöhe 50 cm mit Spitzenquerschnitt 15 cm²) oder 30 kg (bei einer Fallhöhe 20 cm mit Spitzenquerschnitt 10 cm²) eingesetzt. Mit den Rammsondierungen wurde ausserdem nach jedem Meter die Mantelreibung bestimmt.

Die Standorte der Rammsondierungen sind in der Beilage 1 dargestellt, die Rammprotokolle sind in der Beilage 2 zu finden.

Rammkernbohrungen

In denselben Etappen wurden zusätzlich 26 unverrohrte Rammkernbohrungen (RKB25-1 – RKB25-53) mit fortlaufender Entnahme und Bestimmung des Bohrgutes bis in eine Tiefe zwischen 3.1 von 8.7 m durchgeführt. In Abhängigkeit der hydrogeologischen Verhältnisse wurden einige Rammkernbohrungen mit gelochten Piezometerrohren $\varnothing$ 1 1/2“ zur längerfristigen Beobachtung der Wasserspiegellage ausgestattet.

Die Lage der Rammkernbohrungen geht aus der Beilage 1 hervor, die Befunde der Rammkernbohrungen sind im Anhang 2 dargestellt.

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die wichtigsten zahlenmässigen Angaben über die einzelnen Sondierungen zusammengestellt. Ebenso sind die Resultate der Handmessungen des Wasserpegels zum Ausführungszeitpunkt der Sondierungen angegeben. Alle Höhenangaben sind ungefähre Werte, da die Sondierstandorte und Piezometerrohre nicht eingemessen wurden.

Tabelle 1 Übersicht Sondierungen (ungefähre Angaben gemäss Geoportal Kt. St. Gallen und Glarus)

Sondierung [Nr.]	Terrain- höhe [m ü.M.]	Sondierart, Piezometer- rohr)	Sondiertiefe [m]	Wasserspiegel		
				Tiefe [m u.T.]	Kote [m ü.M.]	Datum [TT.MM.JJJJ]
RS25-1	488.7	RS	10.0	-	-	-
RS25-2	487.8	RS	7.2	-	-	-
RS25-3	487.7	RS	10.0	-	-	-
RS25-4	488.0	RS	8.0	-	-	-
RS25-5	485.9	RS	6.0	-	-	-
RS25-7	484.0	RS	4.1	-	-	-
RS25-9	482.6	RS	4.2	-	-	-
RS25-10	481.0	RS	3.4	-	-	-
RS25-12	479.0	RS	8.0	-	-	-
RS25-14	478.8	RS	2.4	-	-	-
RS25-16	471.3	RS	6.0	-	-	-
RS25-17	466.9	RS	6.0	-	-	-
RS25-20	458.6	RS	6.0	-	-	-
RS25-21	456.1	RS	9.0	-	-	-
RS25-24	441.1	RS	9.0	-	-	-
RS25-27	440.6	RS	6.2	-	-	-
RS25-28	439.4	RS	6.1	-	-	-
RS25-30	438.4	RS	6.0	-	-	-
RS25-31	438.9	RS	8.0	-	-	-
RS25-32	438.7	RS	7.0	-	-	-
RS25-35	423.6	RS	10.0	-	-	-
RS25-36	424.2	RS	10.0	-	-	-
RS25-37	423.7	RS	6.0	-	-	-
RS25-38	423.4	RS	10.0	-	-	-
RS25-40	424.2	RS	10.0	-	-	-
RS25-41	424.1	RS	9.0	-	-	-
RS25-43	423.9	RS	10.0	-	-	-
RS25-45	422.4	RS	10.0	-	-	-
RS25-46	423.4	RS	10.0	-	-	-
RS25-47	424.2	RS	10.0	-	-	-
RS25-48	424.2	RS	10.0	-	-	-

Sondierung [Nr.]	Terrain- höhe [m ü.M.]	Sondierart, Piezometer- rohr)	Sondiertiefe [m]	Wasserspiegel		
				Tiefe [m u.T.]	Kote [m ü.M.]	Datum [TT.MM.JJJJ]
RS25-50	424.2	RS	10.0	-	-	-
RS25-51	424.2	RS	5.3	-	-	-
RS25-52	423.8	RS	10.0	-	-	-
RS25-53	423.6	RS	15.0	-	-	-
RKB25-1	488.7	RKB	6.4	-	-	-
		P **)	-	Piezometer trocken	-	29.10.2025
RKB25-3	487.7	RKB	6.0	-	-	-
RKB25-5	485.8	RKB	4.4	-	-	-
RKB25-8	483.8	RKB	3.1	-	-	-
RKB25-9	482.6	RKB	4.7	-	-	-
RKB25-11	479.2	RKB	4.0	-	-	-
RKB25-13	479.2	RKB	3.1	-	-	-
RKB25-14	478.8	RKB	5.0	-	-	-
RKB25-15	475.9	RKB	6.0	-	-	-
		P **)	-	Piezometer trocken	-	03.10.2025
RKB25-18	464.4	RKB	5.1	-	-	-
		P **)	-	2.46	461.9	06.10.2025
RKB25-19	460.6	RKB	5.0	-	-	-
		P **)	-	1.97	458.6	07.10.2025
RKB25-22	456.2	RKB	6.0	-	-	-
		P **)	-	1.76	454.4	07.10.2025
RKB25-25	439.7	RKB	6.0	-	-	-
		P **)	-	2.22	437.5	08.10.2025
RKB25-27	442.1	RKB	6.0	-	-	-
RKB25-29	438.2	RKB	6.0	-	-	-
		P **)	-	3.36	434.8	09.10.2025
RKB25-31	440.4	RKB	3.2	-	-	-
RKB25-33	437.7	RKB	6.0	-	-	-
		P **)	-	3.04	434.7	09.10.2025
RKB25-34	425.3	RKB	5.7	-	-	-

Sondierung [Nr.]	Terrain- höhe [m ü.M.]	Sondierart, Piezometer- rohr)	Sondiertiefe [m]	Wasserspiegel		
				Tiefe [m u.T.]	Kote [m ü.M.]	Datum [TT.MM.JJJJ]
		P **)	-	Piezometer trocken	-	14.10.2025
RKB25-35	423.6	RKB	6.0	-	-	-
RKB25-37	423.7	RKB	6.0	-	-	-
		P **)	-	3.12	420.6	13.10.2025
RKB25-39	423.5	RKB	6.0	-	-	-
		P **)	-	2.75	420.8	13.10.2025
RKB25-44	424.1	RKB	6.0	-	-	-
RKB25-45	422.4	RKB	6.0	-	-	-
		P **)	-	2.77	419.6	15.10.2025
RKB25-46	423.4	RKB	7.8	-	-	-
RKB25-49	423.6	RKB	6.0	-	-	-
		P **)	-	3.52	420.1	16.10.2025
RKB25-53	423.6	RKB	6.0	-	-	-
		P **)	-	3.06	420.5	17.10.2025

*) RKB = Rammkernbohrung
R = Rammsondierung
P = Piezometerrohr

**) OK Piezometerrohr

Nr. RKB25-1	488.6 m ü.M.	ø 1 1/2"
Nr. RKB25-15	475.9 m ü.M.	ø 1 1/2"
Nr. RKB25-18	464.8 m ü.M.	ø 1 1/2"
Nr. RKB25-19	461.2 m ü.M.	ø 1 1/2"
Nr. RKB25-22	456.5 m ü.M.	ø 1 1/2"
Nr. RKB25-25	440.2 m ü.M.	ø 1 1/2"
Nr. RKB25-29	438.6 m ü.M.	ø 1 1/2"
Nr. RKB25-33	438.1 m ü.M.	ø 1 1/2"
Nr. RKB25-34	425.8 m ü.M.	ø 1 1/2"
Nr. RKB25-37	424.2 m ü.M.	ø 1 1/2"
Nr. RKB25-39	424.0 m ü.M.	ø 1 1/2"
Nr. RKB25-45	422.9 m ü.M.	ø 1 1/2"
Nr. RKB25-49	424.0 m ü.M.	ø 1 1/2"
Nr. RKB25-53	424.0 m ü.M.	ø 1 1/2"

1.5 Repräsentativität der Untersuchung / Wissenslücken

Mit den durchgeführten geologischen Untersuchungen wurden die Grundlagen für die weitere Projektierung erarbeitet. Die beschriebenen Untergrund- und Wasserverhältnisse basieren auf einer Interpretation der punktuellen Sondierresultate. In diesem Zusammenhang weisen wir darauf hin, dass bei Rammkernbohrungen eine direkte Einsicht resp. Beurteilung des darin ange-troffenen Untergrundmaterials möglich ist, wohingegen es sich bei den Rammsondierungen um eine indirekte Sondiermethode handelt (ohne Materialaufschluss). Deren Interpretation stützt sich unter anderem auf geologische Kenntnisse und Untersuchungen zum Baugrund auf dem Projek-tareal und im Umfeld davon und ist dementsprechend vorsichtiger zu werten.

Es ist nicht auszuschliessen, dass die effektiv vorhandenen geologischen und geotechnischen Gegebenheiten teilweise von den hier dargestellten Verhältnissen abweichen. In der Detailprojek-tierung sind das Baugrundmodell und die den Dimensionierungen zugrunde liegenden Angaben zu überprüfen. Die bautechnischen Empfehlungen beziehen sich auf die uns vorliegenden Pro-jektunterlagen (Kapitel 1.3). Bei relevanten Projektänderungen oder einem neuen Projekt ist eine Neubeurteilung erforderlich.

2 Geologische Übersicht

2.1 Seeztal (Bereich Gemeinden Sargans bis Flums)

Während und nach der letzten Eiszeit wurde der tiefe Felstrog des Seeztals mit Lockergesteinen aufgefüllt. Die Felsoberfläche liegt in der Talmitte in mehreren Hundert Metern Tiefe und ist ver-mutlich mit einer geringmächtigen Moräne bedeckt. Der tiefere Bereich des Taltrogs wurde mit feinkörnigen Seeablagerungen des heutigen Walensees gefüllt, welcher zu jener Zeit noch bis in das Gemeindegebiet von Mels reichte.

In den ehemaligen Flussgerinnen der Seez sind diese grobkörnig ausgebildet mit Flusssanden und Schottern (Seezschotter). Zusätzlich haben seitlichen Bächläufe (u.a. die Schils im Bereich Flums) mächtige Schuttfächer mit Bachschutt hinterlassen, welche vom Talrand her mit den Ab-lagerungen in der Talebene seitlich verzahnt sind. Auf diese Weise wurde der See sukzessive aufgefüllt und das Ufer bis zur heutigen Position bei Walenstadt verschoben.

In Gebieten abseits der Flussrinnen und vor allem in Talrandnähe oder in von den Fliessgewäs-sern entfernten Bereichen sind bei Überschwemmungen mehrheitlich feinkörnige Hinterwasser-ablagerungen hinterlassen worden. In den Schwemmebenen sind Rietgebiete entstanden, welche in den Hinterwasserablagerungen zu reichlich organischem Material und zur Bildung von Torfein-lagerungen führten. Die feinkörnigen Überschwemmungs- und Hinterwasserablagerungen sind gegen die Flussläufe der Seez und den Seitenbächen hin mit deren grobkörnigen Ablagerungen verzahnt und gehen oberflächennah über in die jüngsten feinkörnigen

Überschwemmungsablagerungen und bilden, zusammen mit der Bodenbildung, den Abschluss der Lockergesteinsabfolge.

Im Zuge baulicher Tätigkeiten ist der natürlich gewachsene Untergrund vielerorts durch künstliche Auffüllungen ersetzt oder überschüttet.

2.2 Linthtal (Bereich Gemeinden Weesen und Glarus Nord)

Das Linthtal wurde während der letzten Eiszeit vom Gletscher ausgeräumt. Über dem Felstrog wurde Moräne mit unterschiedlicher Mächtigkeit abgelagert. Nach dem Gletscherrückzug hat die Ur-Linth im Mündungsbereich zum Walensee mächtige Deltaablagerungen über der Moräne hinterlassen.

Darüber kam es infolge periodischer Überschwemmungen der mäandrierenden Linth stellenweise und räumlich begrenzt zur Bildung von feinkörnigen Ablagerungen, welche von natürlichen Überschwemmungsablagerungen überlagert wurden. In den Schwemmebenen sind Rietgebiete entstanden, welche zu reichlich organischem Material und zur Bildung von Torfeinlagerungen führten.

Im Zuge baulicher Tätigkeiten wurden die Delta- und Überschwemmungsablagerungen vielerorts durch künstliche Auffüllungen ersetzt oder überschüttet.

3 Angetroffene Untergrundverhältnisse

3.1 Mels (Sondierstandorte Nr. 1 – 14)

Das Projektgebiet befindet sich in der Seetzalebene unmittelbar entlang der Bahngeleisen zwischen Sargans und dem Ortsteil Plons in Mels. Die heutige Seez fliesst in einem konstanten Abstand 300 und 400 m südwestlich der Projektstandorte.

Im Gebiet Mels liegen gemäss den ausgeführten Sondierungen im Allgemeinen unter dem natürlich gewachsenen, humos-sandigen **Ober- und Unterboden** von rund 0.2 – 0.4 m Mächtigkeit feinkörnige **Überschwemmungsablagerungen** aus leicht tonigem Silt mit Feinsand oder tonig-siltigem Feinsand mit jeweils vereinzelt Kies. Diese Schicht wurde über weite Bereiche des Projektbereichs vorgefunden und reicht bis in eine Tiefe von etwa 0.5 – 2.5 m Tiefe ab OKT.

Unter den Überschwemmungsablagerungen sind bis auf Endtiefe der ausgeführten Sondierungen die **Seezschotter** anstehend. Diese setzen sich aus locker bis mitteldicht gelagertem, sauberem bis leicht siltigem Kies mit reichlich bis viel Sand und Steinen zusammen. Aus den durchgeführten Sondierungen geht hervor, dass innerhalb der Seezschotter lokal **Sandlinsen** aus sauberem bis siltigem Sand mit z.T. wenig bis viel Kies von mehreren Dezimetern Mächtigkeit vorkommen. Vor

allem ist das Auftreten von Silt- und Sandzwischen-schichten (**Überschwemmungsablagerungen**) in unregelmässigen Abständen zu erwähnen. Es wird vermutet, dass die Seeszschotter mit wiederholten Sand-, Silt- und Torfzwischen-schichten bis in mindestens 30 m Tiefe Bestand haben.

Entlang der Gleisstrecke liegt oberflächlich eine **künstliche Auffüllung** aus mehrheitlich kiesigem Material vor. Der natürliche Untergrund wurde teilweise bis in die Seeszschotter durch die Auffüllungen überschüttet oder ersetzt.

3.2 Rietbereich zwischen Mels und Flums (Sondierstandorte Nr. 15 – 22)

Ab dem Gebiet Tiergarten (Streckenkilometer ca. 4.5) ist anhand der durchgeführten Sondierungen erkennbar, dass die feinkörnigen **Überschwemmungsablagerungen** in oberflächennahen Tiefen an Mächtigkeit zunehmen: Sind sie im Bereich von RKB25-13 bzw. 14 (Streckenkilometer ca. 3.5) nicht vorhanden oder nur wenige Dezimeter mächtig, so sind sie bei RKB25-22 (Streckenkilometer ca. 6.1) bis in Tiefen von ca. 6 m anstehend, in welchen kiesige Abschnitte nur untergeordnet vorkommen. Zudem treten darin stellenweise **Torfhorizonte** auf (vgl. Sondierungen RKB25-19 und RKB25-22). Darunter werden die siltigen Kiessande der **Seeszschotter** erwartet, die eine Mächtigkeit zwischen ca. 20 - 30 Metern aufweisen. Innerhalb der Seeszschotter können lokal **Sandlinsen** aus sauberem bis siltigem Sand mit z.T. wenig bis viel Kies von mehreren Dezimetern Mächtigkeit vorkommen. Ebenson ist das Auftreten von Silt- und Sandzwischen-schichten (**Überschwemmungsablagerungen**) in unregelmässigen Abständen zu erwarten (vgl. Kapitel 3.1). Entlang der Gleisstrecke liegt oberflächlich eine **künstliche Auffüllung** aus mehrheitlich kiesigem Material vor. Der natürliche Untergrund wurde teilweise durch die Auffüllungen überschüttet oder ersetzt.

3.3 Flums (Sondierstandorte Nr. 24 – 33)

Das Projektareal befindet sich in der Seezettalebene im Gleisbereich zwischen dem Bahnhof Flums und dem Fabrikstandort der Flumroc AG.

Im Gebiet des Flumser Bahnhofs liegen im Allgemeinen unter dem natürlich gewachsenen, humos-sandigen **Ober- und Unterboden** von rund 0.2 – 0.4 m Mächtigkeit feinkörnige **Überschwemmungsablagerungen** aus leicht tonigem Silt mit Feinsand oder tonig-siltigem Feinsand mit jeweils vereinzelt Kies. Diese Schicht wurde über weite Bereiche des Projektbereichs vorgefunden und reicht gemäss den ausgeführten Sondierungen bis in eine Tiefe von etwa 0.5 – 1.5 m Tiefe ab OKT.

Darunter folgt eine Wechsellagerungen aus auffällig rot gefärbten **Bachschuttablagerungen der Schils**. Die Bachschuttablagerungen setzen sich einerseits aus locker bis mitteldicht gelagertem, leicht bis mässig siltigem Kies mit reichlich bis viel Sand zusammen (**kiesig**). In unregelmässigen

Abständen schalten sich darin untergeordnet **siltige** und **sandige Bachschuttablagerungen** von einigen Dezimetern Mächtigkeit ein.

Mit zunehmender Distanz zum Bahnhof Flums in nordwestliche Richtung und im weiteren Verlauf der Bahnlinie in Richtung Walenstadt schalten sich vermehrt die **Seezschotter** ein und lösen die Bachschuttablagerungen der Schils sukzessive ab. Dies ist vor allem anhand der Farbänderung von rötlich zu grau deutlich zu erkennen. Die Seezschotter setzen sich aus Schichten mit denselben Materialeigenschaften, wie im restlichen Seeztal und in Kapitel 3.1 beschrieben, zusammen.

Entlang der Gleisstrecke liegt oberflächlich eine **künstliche Auffüllung** aus mehrheitlich kiesigem Material vor. Der natürliche Untergrund wurde, teilweise bis in die Schotterschichten hinein, durch die Auffüllungen überschüttet oder ersetzt.

3.4 Weesen (Sondierstandorte Nr. 34 – 53)

Das Projektareal befindet sich am Ansatz der Linthalebene im Gebiet Gäsi/Biäsche, zwischen dem Mündungsgebiet des Escher-Linth-Kanals in den Walensee und Ziegelbrücke.

In diesem Streckenabschnitt sind die obersten Meter bis in die Bereiche nach dem Bahnhof Weesen durch bis zu mehreren Metern mächtige, **künstliche Auffüllungen** bestimmt. Diese bestehen aus tonig-siltigem Sand mit reichlich bis viel Kies oder aus leicht siltigem Kies mit wenig bis viel Sand. Auf dem Bahnhofareal Weesen schliesst eine Asphaltschicht das Profil nach oben hin ab. An den Sondierstandorten neben den Gleisanlagen und abseits der metermächtigen Auffüllungen wurden auch tonig-siltige Abschnitte mit Feinsand festgestellt, welche ebenfalls als künstlich eingebracht zu interpretieren sind.

Unter den künstlichen Auffüllungen folgt bis auf Endtiefe der ausgeführten Sondierungen der natürliche Untergrund bestehend aus **Deltaablagerungen**. Diese zeichnen sich durch eine Wechsellagerung aus Schichten mit diversen Materialzusammensetzungen aus: Einerseits sind dies grobkörnige Abschnitte aus leicht bis mässig siltigem Kies mit reichlich bis viel Sand, andererseits feinkörnige Teilbereich aus leicht tonigem Silt mit Feinsand und siltigem Feinsand. Zwischen dem Mündungsbereich des Escher-Linth-Kanals in den Walensee und dem Bahnhof Weesen (Streckenmeter ca. 29'000 bis 30'500) liegt bis in mindestens 10 m Tiefe ab OKT eine starke Wechsellagerung dieser grobkörnigen und feinkörnigen Deltabälagerungen vor. Diese wurde ebenfalls im Untergrund des Bahnhofs Weesen bis in eine Tiefe von 6 – 8 m beobachtet. Darunter liegen bis auf Endtiefe der Sondierungen die grobkörnigen Deltaablagerungen vor.

Im Industriegebiet Biäsche zwischen den Streckenmetern 30'900 und 31'400 sind die Deltaablagerungen bis in Tiefen von ca. 10 m gänzlich aus grobkörnigen Schichten aufgebaut und werden nur lokal von feinkörnigen Abschnitten abgelöst. Bis ans Ende des Projektperimeters (Streckenmeter ca. 31'600) liegen ab dem Sondierungsstandort RS25-51 und RS25-52 bis in ca. 15 m Tiefe praktisch ausschliesslich feinkörnige Deltaablagerungen vor, die markante Torflagen aufweisen.

Über die Unterrundverhältnisse unterhalb der sondierten Tiefe von maximal 10 – 15 m liegen keine genauen Kenntnisse vor.

4 Grundwasserverhältnisse

4.1 Mels: Streckenabschnitt zwischen km 1.8 bis km 3.7 (Sondierungen Nr. 1 – 14)

4.1.1 Grundwasserleiter

Die Seezschotter bilden einen wichtigen Grundwasserleiter und beherbergen ein nutzbares Grundwasservorkommen von regionaler Bedeutung. Die Kiessande der Seezschotter sind gut bis sehr gut durchlässig. Erfahrungsgemäss liegt der k-Wert bei $1 - 5 \times 10^{-3}$ m/s. Die Flusssande und Überschwemmungsablagerungen sind erfahrungsgemäss gering bis mässig durchlässig (ca. $0.1 - 1 \times 10^{-5}$ m/s).

4.1.2 Grundwasserspiegel und Grundwasserfliessrichtung

Der Grundwasserspiegel im Hauptgrundwasserleiter liegt gemäss Grundwasserkarte des Kantons St. Gallen bei mittlerem Stand über den besagten Abschnitt auf Kote zwischen 481 m ü.M. (bei Streckenkilometer 1.8) und 470 m ü.M. (bei Streckenkilometer 3.7). Dies entspricht einer Tiefe von rund 8.8 m (bei Streckenkilometer 1.8) bis 5.9 m (bei Streckenkilometer 3.7) unter Oberkante Terrain (OKT). Über den gesamten Abschnitt konnten während der Sondierungskampagne im Oktober bis Dezember 2025 in den installierten Piezometerrohren an den Standorten RKB25-1 und RKB25-15 kein Wasserspiegel beobachtet werden. Die Grundwasserspiegel-Erhebungen bei der kantonalen Messstelle Neuguet (SG 3851) zeigen zur selben Zeit einen Grundwasserspiegel im Bereich des Mittelstandes auf, was sich mit den Beobachtungen in den installierten Piezometerrohren deckt.

Regelmässig wiederkehrende Tiefstände sind üblicherweise in den Wintermonaten Dezember bis Februar zu verzeichnen; diese liegen rund 1.0 m unter dem Mittelwasserstand. **Regelmässig wiederkehrende Hochwasserstände** treten in der Regel anlässlich der Schneeschmelze im Einzugsgebiet der Seez in den Monaten Mai bis Juli auf; diese werden etwa 1.5 – 2.0 m über dem Mittelwasserstand erwartet. Auch nach niederschlagsreichen Perioden sind hohe Grundwasserstände möglich. Während eines extremen Hochwasserereignisses (HHW) kann der Wasserspiegel vermutlich kurzfristig bis ca. 3.0 m über dem Mittelwasserstand reichen. Mittels weiteren Handmessungen der Wasserspiegellage in den kommenden Monaten bis Jahren sind die obigen Angaben zu den Grundwasserständen zu überprüfen.

Das Grundwasser fliesst im besagten Abschnitt mit einem breit gefächerten hydraulischen Gefälle zwischen ca. 4.5 – 10 ‰ gegen Nordwesten.

4.2 Rietbereich zwischen Mels und Flums: Streckenabschnitt zwischen km 4.2 bis km 6.1 (Sondierungen Nr. 15 – 22)

4.2.1 Grundwasserleiter

In diesem Teilabschnitt liegen geologische Einheiten mit denselben hydrogeologischen Eigenschaften vor, wie in Kapitel 4.1.1 beschrieben wurde. Ein markanter Unterschied besteht darin, dass der Wasserspiegel der Seeszotter gespannt ist.

4.2.2 Grundwasserspiegel und Grundwasserflussrichtung

Der Grundwasserspiegel im Hauptgrundwasserleiter liegt gemäss Grundwasserkarte des Kantons St. Gallen bei mittlerem Stand über den besagten Abschnitt auf Kote zwischen 467 m ü.M. (bei Streckenkilometer 4.2) und 457 m ü.M. (bei Streckenkilometer 6.1). Dies entspricht einer Tiefe von rund 4 m (bei Streckenkilometer 4.2) bis 1.0 m (bei Streckenkilometer 6.1) unter Oberkante Terrain (OKT).

Die installierten Piezometerrohre zeigen den gespannten Grundwasserspiegel innerhalb der Seeszotter an (Grundwasserspiegel bis in die oberflächennahe, durch schlecht durchlässige Schichten dominierten Bereiche messbar): Am Sondierungsstandort RKB25-18 konnte am 06. Oktober 2025 im installierten Piezometerrohr ein Wasserspiegel auf Kote ca. 461.9 m ü.M. (ca. 2.46 m unter OKT) beobachtet werden. Bei RKB25-19 und RKB25-22 wurde am 07. Oktober 2025 ein Wasserspiegel auf Kote ca. 458.6 m ü.M. (ca. 1.97 m) resp. 454.4 m ü.M. (ca. 1.76 m unter OKT) gemessen. Dies deutet auf Tiefstände des Grundwasserspiegels hin und deckt sich gut mit den Grundwasserspiegel-Erhebungen bei der kantonalen Messstelle Tiergarten (SG 3853).

Regelmässig wiederkehrende Tiefstände sind üblicherweise in den Wintermonaten Dezember bis Februar zu verzeichnen; diese liegen rund 1.0 m unter dem Mittelwasserstand. **Regelmässig wiederkehrende Hochwasserstände** treten in der Regel anlässlich der Schneeschmelze im Einzugsgebiet der Seez in den Monaten Mai bis Juli auf; diese werden etwa 1.5 – 2.0 m über dem Mittelwasserstand resp. bis auf OKT der Ebene erwartet. Auch nach niederschlagsreichen Perioden sind hohe Grundwasserstände möglich. Während eines extremen Hochwasserereignisses (HHW) kann der Wasserspiegel vermutlich kurzfristig bis ca. 0.5 m über OKT der Ebene reichen. Mittels weiteren Handmessungen der Wasserspiegellage in den kommenden Monaten bis Jahren sind die obigen Angaben zu den Grundwasserständen zu überprüfen.

Das Grundwasser fliesst im besagten Abschnitt mit einem hydraulischen Gefälle zwischen ca. 5.0 – 6.7 ‰ gegen West-Nordwesten.

4.3 Flums: Streckenabschnitt zwischen km 9.5 bis km 10.3 (Sondierungen Nr. 24 – 33)

4.3.1 Grundwasserleiter

In der Region um Flums wird der Untergrund massgeblich und in Abhängigkeit der Lage von den Seezschottern und die Bachschuttablagerungen der Schils aufgebaut. Sie bauen zusammen einen bedeutsamen Grundwasserleiter auf und beherbergen ein nutzbares Grundwasservorkommen. Während die Kiessande der Seezschotter als gut bis sehr gut durchlässig zu klassieren sind (k-Wert bei $1 - 5 \times 10^{-3}$ m/s), sind die der Bachschuttablagerungen der Schils in der Regel als mässig gut bis gut durchlässig zu taxieren (k-Wert bei $1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-3}$ m/s). Die Überschwemmungsablagerungen sind erfahrungsgemäss nur schlecht durchlässig (k-Wert 1×10^{-6} bis 0.5×10^{-5} m/s).

4.3.2 Grundwasserspiegel und Grundwasserflussrichtung

Der Grundwasserspiegel im Hauptgrundwasserleiter liegt gemäss Grundwasserkarte des Kantons St. Gallen bei mittlerem Stand über den besagten Abschnitt auf Kote zwischen 438 m ü.M. (bei Streckenkilometer 9.5) und 435 m ü.M. (bei Streckenkilometer 10.3). Dies entspricht einer Tiefe von rund 2.5 m bis 3.5 m unter Oberkante Terrain (OKT).

Am Sondierungsstandort RKB25-25 konnte am 08. Oktober 2025 im installierten Piezometerrohr ein Wasserspiegel auf Kote ca. 437.5 m ü.M. (ca. 2.22 m unter OKT) beobachtet werden. Bei RKB25-29 und RKB25-33 wurde am 09. Oktober 2025 ein Wasserspiegel auf Kote ca. 434.8 m ü.M. (ca. 3.36 m unter OKT) resp. 434.7 m ü.M. (ca. 3.04 m unter OKT) gemessen. Dies deutet auf einen leichten Tiefstand des Grundwasserspiegels hin und deckt sich gut mit den Grundwasserspiegel-Erhebungen bei der kantonalen Messstelle Flums-Dorf (SG 3951).

Regelmässig wiederkehrende Tiefstände sind üblicherweise in den Wintermonaten Dezember bis Februar zu verzeichnen; diese liegen rund 0.7 m unter dem Mittelwasserstand. **Regelmässig wiederkehrende Hochwasserstände** treten in der Regel anlässlich der Schneeschmelze im Einzugsgebiet der Seez in den Monaten Mai bis Juli auf; diese werden etwa 1.0 m über dem Mittelwasserstand erwartet. Auch nach niederschlagsreichen Perioden sind hohe Grundwasserstände möglich. Während eines extremen Hochwasserereignisses (HHW) kann der Wasserspiegel vermutlich insbesondere in der Nähe der Seez kurzfristig bis OKT reichen. Mittels weiteren Handmessungen der Wasserspiegellage in den kommenden Monaten bis Jahren sind die obigen Angaben zu den Grundwasserständen zu überprüfen.

Das Grundwasser fliesst im besagten Abschnitt mit einem breit gefächerten hydraulischen Gefälle zwischen ca. 3.6 – 4.2 ‰ gegen Nordwesten.

4.4 Weesen: Streckenabschnitt zwischen km 29.1 bis km 31.6 (Sondierungen Nr. 34 – 53)

4.4.1 Grundwasserleiter

Die Deltaablagerungen bilden einen wichtigen Grundwasserleiter und beherbergen ein nutzbares Grundwasservorkommen von regionaler Bedeutung. Sie sind gut bis sehr gut durchlässig; erfahrungsgemäss liegt der k-Wert bei $1 - 5 \times 10^{-3}$ m/s; in siltig-sandigen Partien kann die Durchlässigkeit bis auf ca. $0.1 - 1 \times 10^{-5}$ m/s vermindert sein.

4.4.2 Grundwasserspiegel und Grundwasserfliessrichtung

Der Grundwasserspiegel im Hauptgrundwasserleiter liegt gemäss Grundwasserkarte des Kantons St. Gallen bei mittlerem Stand über den gesamten Abschnitt zwischen den Streckenkilometern 29.1 und 31.6 auf Koten zwischen 420 und 421 m ü.M. Dies entspricht einer Tiefe von rund 6.0 m (bei Streckenkilometer 29.1) bis ca. 3.0 m (bei Streckenkilometer 31.6) unter OKT (Niveau Gleistrasse).

Am Sondierungsstandort RKB25-34 konnte am 14. Oktober 2025 im installierten Piezometerrohren kein Wasserspiegel gemessen werden. Anlässlich der Messungen in den Piezometerrohren RKB25-37, RKB25-39, RKB25-45, RKB25-49 und RKB25-53 wurden zwischen dem 13. und dem 17. Oktober 2025 Grundwasserspiegelstände auf Kote von 419.6 m ü.M bis 420.8 m ü.M beobachtet und lag somit im ganzen Areal auf knapp unter dem Mittelwasserstand. Diese Angaben lassen sich nicht mit öffentlich zugänglichen Grundwasser-Erhebungsstellen vergleichen, da solche nicht vorliegen.

Tiefstände sind üblicherweise in den Wintermonaten Dezember bis Februar zu verzeichnen. Der Hochwasserstand des Grundwasserspiegels tritt in der Regel anlässlich der Schneeschmelze im Einzugsgebiet der Linth in den Monaten Mai bis Juli auf. Auch nach niederschlagsreichen Perioden sind hohe Grundwasserstände möglich. Mittels weiteren Handmessungen der Wasserspiegellage in den kommenden Monaten bis Jahren sind die obigen Angaben zu den Grundwasserständen zu überprüfen.

Das Grundwasser fliesst im besagten Abschnitt mit einem relativ breit gefächerten hydraulischen Gefälle zwischen ca. 2.5 – 5.7 ‰ gegen Norden.

4.5 Grundwasserschutz

Sämtliche betroffenen Teilstrecken resp. der gesamte Projektbereich befinden sich gemäss den Gewässerschutzkarten der Kantone St. Gallen und Glarus im Gewässerschutzbereich A_u, einem

besonders gefährdeten Bereich mit nutzbaren unterirdischen Gewässern sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete.

Während der Bauausführung muss darauf geachtet werden, dass keine Verschmutzungen des Grundwassers und des Grundwasserleiters vorkommen. Da nicht ausgeschlossen werden kann, dass während der Bauphase u.a. die Seeszschotter, Bachschuttablagerungen der Schils und Deltaablagerungen entblösst werden, sind solche Bereiche auf Verschmutzungen besonders anfällig.

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 Durchflussskapazität sind bei Bedarf gezielte Ersatzmassnahmen vorzusehen.

Dem Schutz des Grundwassers ist besondere Beachtung zu schenken; insbesondere sind die kantonalen Merkblätter des Kantons St. Gallen (u.a. AFU 173 „Bauten und Anlagen in Grundwassergebieten“ sowie AFU 002 „Umweltschutz auf Baustellen“) und des Kantons Glarus zu beachten.

5 Geologische Standortrisiken

5.1 Bahntechnikgebäude (BTG) Mels

5.1.1 Naturgefahren und Oberflächenabfluss

Der Standort für das Bahntechnikgebäude am Bahnhof Mels (Streckenmeter 2'738) liegt gemäss Naturgefahrenkarte in einem Bereich, in welchem es zu Überschwemmungen (Naturgefahr Wasser) kommen kann. Der Fläche wird nur eine Restgefährdung (Hinweisbereich) zugeordnet [1].

Für örtliche Starkregenereignisse werden in der Gefährdungskarte zum Oberflächenabfluss auf der Projektparzelle Fliesstiefen von weniger als 0.1 m angegeben [5]. Beim Oberflächenabfluss handelt es sich um Regenwasser, welches besonders bei starken Niederschlägen nicht versickert und über das offene Gelände abfließt und so zu erheblichen Schäden führen kann. Die Karte hat keine Rechtsverbindlichkeit und weist lediglich Hinweisscharakter auf. Weil schweizweit bis zu 50% der Hochwasserschäden durch Oberflächenabfluss verursacht werden, empfehlen wir diese Gefährdung in der weiteren Planung zu berücksichtigen resp. zu prüfen, um allenfalls notwendige Massnahmen möglichst frühzeitig in die architektonische Bauwerksplanung und die Umgebungsgestaltung miteinfließen zu lassen (z.B. Hochziehen von Gebäudeöffnungen und insbesondere Lichtschächten etwas über das Terrain, Fernhalten von Oberflächenwasser mittels Umgebungsgestaltung, etc.).

5.1.2 Radon

Die Radonkarte des Bundesamts für Gesundheit (BAG) gibt für das Gebiet um den Projektstandort die Wahrscheinlichkeit einer Überschreitung des Radonreferenzwerts von 300 Bq/m³ in Gebäuden als 2 % an; der Vertrauensindex ist hierbei mittel [5]. Dies kann als vergleichsweise geringe Radongefährdung gewertet werden.

Radon ist ein natürliches, radioaktives Edelgas, welches durch den Zerfall von natürlich in Böden und Gesteinen vorkommendem Radium, einem Zwischenprodukt in der radioaktiven Zerfallsreihe von Uran, entsteht. Radon kann relativ leicht aus dem Untergrund entweichen und sich über Bodenluft oder gelöst im Grundwasser ausbreiten. Dabei kann es auch in die Raumluft von Gebäuden gelangen und von Menschen eingeatmet werden. Radon ist gesundheitsschädlich.

Bei der Projektierung und Ausführung sind daher folgende Grundsätze und Vorsorgemassnahmen zu berücksichtigen:

- Radon aus dem Untergrund soll ungehindert (um den Neubau) an die Oberfläche gelangen und in die Atmosphäre entweichen können (gasgängige Sickerplatten auf den Aussenwänden oder gasdurchlässige Hinterfüllungen, keine Stausituationen, keine Gasfallen).
- Die Gebäudehülle im Kontakt zum Untergrund sollte wasserdicht und gasdicht ausgebildet sein (u.a. dichte Leitungsdurchführungen).
- Der Kellerbereich sollte gut durchlüftet sein und gegen die bewohnten, oberen Geschosse abgedichtet werden.

Zwischen dem Kellerbereich und den bewohnten Gebäudeteilen sind unter Umständen weitere Sicherungsmassnahmen vorzusehen (z.B. eine Gasdrainage). Weiterführende Informationen gibt die Broschüre des BAG «Radon – Vorsorgemassnahmen bei Neubauten» [6].

5.1.3 Erdbeben

Der Standort liegt gemäss Karte der Erdbeben-Gefährdungszonen nach SIA 261 [5] in der Zone 2. Für die erdbebengerechte Projektierung gemäss SIA-Norm 261 (Einwirkungen auf Tragwerke) ist der Untergrund im Untersuchungsgebiet aufgrund der Sondierergebnisse und bezogen auf das vorliegende Projekt der Baugrundklasse C zuzuordnen.

5.2 Bahntechnikgebäude (BTG) Flums

5.2.1 Naturgefahren und Oberflächenabfluss

Der Standort für das Bahntechnikgebäude am Bahnhof Flums (Streckenmeter 9'582) liegt gemäss Naturgefahrenkarte in einem Bereich, in welchem es zu Überschwemmungen (Naturgefahr Wasser) kommen kann. Der Fläche wird nur eine Restgefährdung (Hinweisbereich) zugeordnet [1].

Für örtliche Starkregenereignisse werden in der Gefährdungskarte zum Oberflächenabfluss auf den Projektparzellen Fliesstiefen von über 0.25 m angegeben [5]. Beim Oberflächenabfluss handelt es sich um Regenwasser, welches besonders bei starken Niederschlägen nicht versickert und über das offene Gelände abfließt und so zu erheblichen Schäden führen kann. Die Karte hat keine Rechtsverbindlichkeit und weist lediglich Hinweisscharakter auf. Weil schweizweit bis zu 50% der Hochwasserschäden durch Oberflächenabfluss verursacht werden, empfehlen wir diese Gefährdung in der weiteren Planung zu berücksichtigen resp. zu prüfen, um allenfalls notwendige Massnahmen möglichst frühzeitig in die architektonische Bauwerksplanung und die Umgebungsgestaltung miteinfließen zu lassen (z.B. Hochziehen von Gebäudeöffnungen und insbesondere Lichtschächten etwas über das Terrain, Fernhalten von Oberflächenwasser mittels Umgebungsgestaltung, etc.).

Die Notwendigkeit eines Objektschutznachweises hinsichtlich Oberflächenabfluss ist in der weiteren Projektierung zu prüfen. Bei Bedarf kann die Dr. Bernasconi AG gerne ihre Unterstützung bei der Erarbeitung des Objektschutznachweises anbieten.

5.2.2 Radon

Die Radonkarte des Bundesamts für Gesundheit (BAG) gibt für das Gebiet um den Projektstandort die Wahrscheinlichkeit einer Überschreitung des Radonreferenzwerts von 300 Bq/m³ in Gebäuden als 8 – 9 % an; der Vertrauensindex ist hierbei mittel [5]. Dies kann als vergleichsweise geringe Radongefährdung gewertet werden.

Radon ist ein natürliches, radioaktives Edelgas, welches durch den Zerfall von natürlich in Böden und Gesteinen vorkommendem Radium, einem Zwischenprodukt in der radioaktiven Zerfallsreihe von Uran, entsteht. Radon kann relativ leicht aus dem Untergrund entweichen und sich über Bodenluft oder gelöst im Grundwasser ausbreiten. Dabei kann es auch in die Raumluft von Gebäuden gelangen und von Menschen eingeatmet werden. Radon ist gesundheitsschädlich.

Bei der Projektierung und Ausführung sind daher folgende Grundsätze und Vorsorgemassnahmen zu berücksichtigen:

- Radon aus dem Untergrund soll ungehindert (um den Neubau) an die Oberfläche gelangen und in die Atmosphäre entweichen können (gasgängige Sickerplatten auf den Aussenwänden oder gasdurchlässige Hinterfüllungen, keine Stausituationen, keine Gasfallen).
- Die Gebäudehülle im Kontakt zum Untergrund sollte wasserdicht und gasdicht ausgebildet sein (u.a. dichte Leitungsdurchführungen).
- Der Kellerbereich sollte gut durchlüftet sein und gegen die bewohnten, oberen Geschosse abgedichtet werden.

Zwischen dem Kellerbereich und den bewohnten Gebäudeteilen sind unter Umständen weitere Sicherungsmassnahmen vorzusehen (z.B. eine Gasdrainage). Weiterführende Informationen gibt die Broschüre des BAG «Radon – Vorsorgemassnahmen bei Neubauten» [6].

5.2.3 Erdbeben

Der Standort liegt gemäss Karte der Erdbeben-Gefährdungszonen nach SIA 261 [5] in der Zone 2. 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 D zuzuordnen.

5.3 Bahntechnikgebäude (BTG) Weesen

5.3.1 Naturgefahren und Oberflächenabfluss

Der Standort für das Bahntechnikgebäude Weesen (Streckenmeter 30'597) liegt gemäss Naturgefahrenkarte des Kantons Glarus in einem nicht gefährdeten Bereich für sämtliche Hauptprozesse (Rutschung, Sturz, Lawine und Wasser) [2].

In der Gefährdungskarte zum Oberflächenabfluss für örtliche Starkregenereignisse werden auf dem Projektareal Fliesstiefen von maximal 0.1 m angegeben [5]. Beim Oberflächenabfluss handelt es sich um Regenwasser, welches besonders bei starken Niederschlägen nicht versickert und über das offene Gelände abfließt und so zu erheblichen Schäden führen kann. Die Karte hat keine Rechtsverbindlichkeit und weist lediglich Hinweisscharakter auf. Weil schweizweit bis zu 50% der Hochwasserschäden durch Oberflächenabfluss verursacht werden, empfehlen wir diese Gefährdung in der weiteren Planung zu berücksichtigen resp. zu prüfen, um allenfalls notwendige Massnahmen möglichst frühzeitig in die architektonische Bauwerksplanung und die Umgebungsgestaltung miteinfließen zu lassen (z.B. Hochziehen von Gebäudeöffnungen und insbesondere Lichtschächten etwas über das Terrain, Fernhalten von Oberflächenwasser mittels Umgebungsgestaltung, etc.).

5.3.2 Radon

Die Radonkarte des Bundesamts für Gesundheit (BAG) gibt für das Gebiet um den Projektstandort die Wahrscheinlichkeit einer Überschreitung des Radonreferenzwerts von 300 Bq/m³ in Gebäuden als 5 % an; der Vertrauensindex ist hierbei mittel [5]. Dies kann als vergleichsweise geringe Radongefährdung gewertet werden.

Radon ist ein natürliches, radioaktives Edelgas, welches durch den Zerfall von natürlich in Böden und Gesteinen vorkommendem Radium, einem Zwischenprodukt in der radioaktiven Zerfallsreihe von Uran, entsteht. Radon kann relativ leicht aus dem Untergrund entweichen und sich über Bodenluft oder gelöst im Grundwasser ausbreiten. Dabei kann es auch in die Raumluft von Gebäuden gelangen und von Menschen eingeatmet werden. Radon ist gesundheitsschädlich.

Bei der Projektierung und Ausführung sind daher folgende Grundsätze und Vorsorgemassnahmen zu berücksichtigen:

- Radon aus dem Untergrund soll ungehindert (um den Neubau) an die Oberfläche gelangen und in die Atmosphäre entweichen können (gasgängige Sickerplatten auf den Aussenwänden oder gasdurchlässige Hinterfüllungen, keine Stausituationen, keine Gasfallen).
- Die Gebäudehülle im Kontakt zum Untergrund sollte wasserdicht und gasdicht ausgebildet sein (u.a. dichte Leitungsdurchführungen).
- Der Kellerbereich sollte gut durchlüftet sein und gegen die bewohnten, oberen Geschosse abgedichtet werden.

Zwischen dem Kellerbereich und den bewohnten Gebäudeteilen sind unter Umständen weitere Sicherungsmassnahmen vorzusehen (z.B. eine Gasdrainage). Weiterführende Informationen gibt die Broschüre des BAG «Radon – Vorsorgemassnahmen bei Neubauten» [6].

5.3.3 Erdbeben

Der Standort liegt gemäss Karte der Erdbeben-Gefährdungszonen nach SIA 261 [5] in der Zone 2. 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 D zuzuordnen.

6 Bautechnische Verhältnisse

Für das vorliegende Projekt sind Neubauten resp. Erneuerung von zahlreichen technischen Anlagen geplant.

6.1 Bahntechnikgebäude (BTG) Mels

6.1.1 Projekt

Das ebenerdig geplante Bahntechnikgebäude wird mit Frostriegel in den Untergrund eingebunden. Die Frostriegel werden gemäss den vorliegenden Planunterlagen rund 1.2 m unter OKT reichen (UK Kote ca. 484.9 m ü.M.). Im Bereich, wo die Startgrube für die Leitungsquerung zu liegen kommt, wird lokal etwa 1.3 m tiefer ausgehoben (UK Kote ca. Kote 483.6 m ü.M.). Die bautechnischen Verhältnisse für die an den Schacht angeschlossene Querung wird im Kapitel 6.7 separat behandelt. Der Standort ist aus den Situationsplänen der Beilagen 1 ersichtlich.

Das heutige Terrain liegt bei rund 486.1 m ü.M.

6.1.2 Baugrundwerte

Der gesamte Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.1 beschrieben. Das Baugrundmodell ist schematisch im Anhang 1 dargestellt.

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 BTG Mels: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
	γ [kN/m ³]	M_E [MN/m ²]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert				Für das Projekt nicht relevant
Künstliche Auffüllungen				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
C) Seeschosoter				
leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis viel Sand feucht bis nass, locker bis mit- teldicht gelagert	(20) 21	(35) 45	(31) 34	0
D) Flusssande innerhalb von C)				
leicht bis mässig siltiger Sand, vereinzelt bis viel Kies feucht bis nass, locker bis mit- teldicht gelagert	19.5	(10) 15	(26) 30	0

*) Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.

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

6.1.3 Foundation

Die Bodenschichten und die künstlichen Auffüllungen (Schicht A) kommen aufgrund örtlicher Unterschiede in der Materialzusammensetzung und ihrer Setzungsempfindlichkeit als Fundationsunterlage nicht in Frage. Die kiesigen Seeszschotter (Schicht C) können als Baugrund von guter Tragfähigkeit mit nur kleiner Setzungsempfindlichkeit gewertet werden.

Die Bodenplatte des Erdgeschosses und die Unterkante der Forstriegel kommen gemäss Baugrundmodell (vgl. Anhang 1) innerhalb der setzungsempfindlichen, künstlichen Auffüllungen (Schicht A) zu liegen. Der tieferliegende Kabelschacht hingegen reicht mit seiner Unterkante bis in die gut tragfähigen Seeszschotter (Schicht C).

In Anbetracht des Ausmasses des Bauwerks (Grundfläche ca. $< 200 \text{ m}^2$) und der vermutlich eher geringen Gebäudelast kann im vorliegenden Baugrund eine **Flachfundation** ins Auge gefasst werden. Die Übertragungstiefe zwischen Gebäudesohle und Oberkante Seeszschotter wird gemäss den ausgeführten Sondierungen max. 1 m betragen. Unter diesen Voraussetzungen eignet sich ein Materialersatz mit schichtweise eingebrachtem kiesigem (Aushub)Material (nur unter der Voraussetzung eines chemisch und materialtechnisch höchstens schwach verschmutzten Aushubs; vgl. Kapitel 6.1.4). Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeits- bzw. Setzungsverhaltens mit möglichst kleinen, insbesondere differenziellen Setzungen (inkl. Kipptendenzen) ist ein **einwandfreier Abtrag sämtlicher Bauwerkslasten in die Seeszschotter** anzustreben. Auch bei abschnittweisem Auftreten von allfälligen sandig-siltigen Zwischenlagen (Schicht D) an der Fundationssohle und bis in etwa 0.3 m Tiefe darunter ist ein Lastabtrag in die kiesigen Seeszschotter angezeigt (Ausführung von un tiefen Schlitzten an der Fundationssohle in einem zu definierenden Raster). Der Übergang vom Materialersatz zum natürlichen Untergrund ist mit einem Geotextil auszustatten. Für die Einbringung eines Materialersatzes gilt generell, dass der anstehende Untergrund vorgängig mittels Walze zu verdichten ist. Dessen anschliessender Einbau hat in höchstens erdfeuchtem Zustand und schichtweise in Einbaulagen von maximal ca. 30 – 40 cm zu erfolgen, wobei jede Einbaulage mit geeigneten Geräten gleichmässig verdichtet werden muss. Steine und Blöcke im einzubringenden Material und im unmittelbar darunter anstehenden Seeszschotter sind vorgängig auszusortieren.

Als Alternative zu einem Materialersatz und bei Übertragungstiefen bis maximal etwa 2 – 3 m rückt die Realisierung von vertieften Einzel- und Streifenfundamenten (mit Magerbeton gefüllte Schächte und Gräben) unter tragenden Stützen und Wänden in den Vordergrund.

Für eine detaillierte Tragfähigkeitsbeurteilung ist eine Abnahme der Aushubsohle notwendig. Dies hat bauleitend, mit einer geologischen Fachperson abgestimmt, zu geschehen.

In den nachfolgenden *Figuren* sind die möglichen Bodenpressungen (Bemessungsniveau) für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche und Einzelfundamente (vgl. Figur 1) bzw. für streifenförmige Bodenplattenbereiche und Streifenfundamente (vgl. Figur 2) auf den Seeszschotter 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 ME $\gamma_E = 1.0$

Bei den Tragfähigkeitsabschätzungen wurde angenommen, dass die Bodenplatte über dem Wasserspiegel liegt eine Stärke von ca. 0.3 m aufweist.

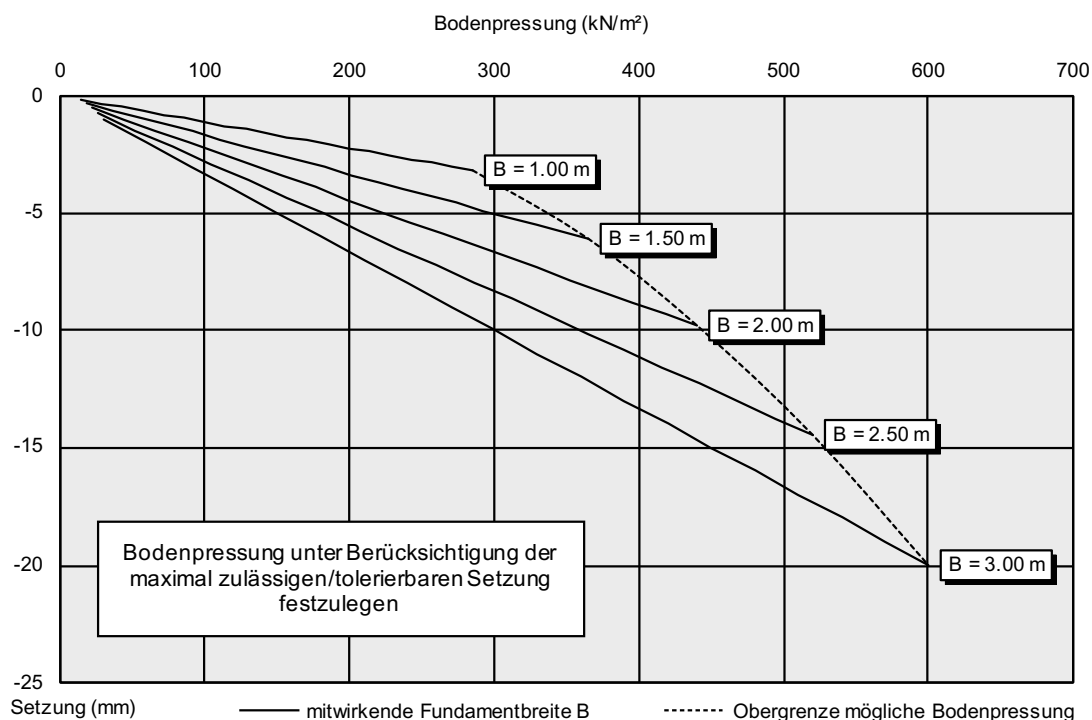
Für weitere Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der Tabelle 2 (Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse) in Rechnung gesetzt werden.

Figur 1: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche und Einzelfundamente im Seeszschotter (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	($\gamma_c = 1.5$)	0.0	kN/m ²	
Winkel der inneren Reibung φ_d'	($\gamma_{\tan\varphi} = 1.2$)	28.8	°	
Raumlast γ_d	($\gamma_\gamma = 1.0$)	21	kN/m ³	
effektiver Überlagerungsdruck q		8	kN/m ²	Bodenplatte, Stärke 0.3 m
Zusammendrückungsmodul M_{Ed}	($\gamma_E = 1.0$)	45	MN/m ²	Erstbelastung
Zusammendrückungsmodul M_{Ed}	($\gamma_E = 1.0$)	135	MN/m ²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		0	kN/m ²	
Konzentrationsfaktor Spannungsausbreitung		0.5		

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)
1.00	285	0	285	0	-3	-3
1.50	365	0	365	0	-6	-6
2.00	440	0	440	0	-10	-10
2.50	520	0	520	0	-14	-14
3.00	600	0	600	0	-20	-20

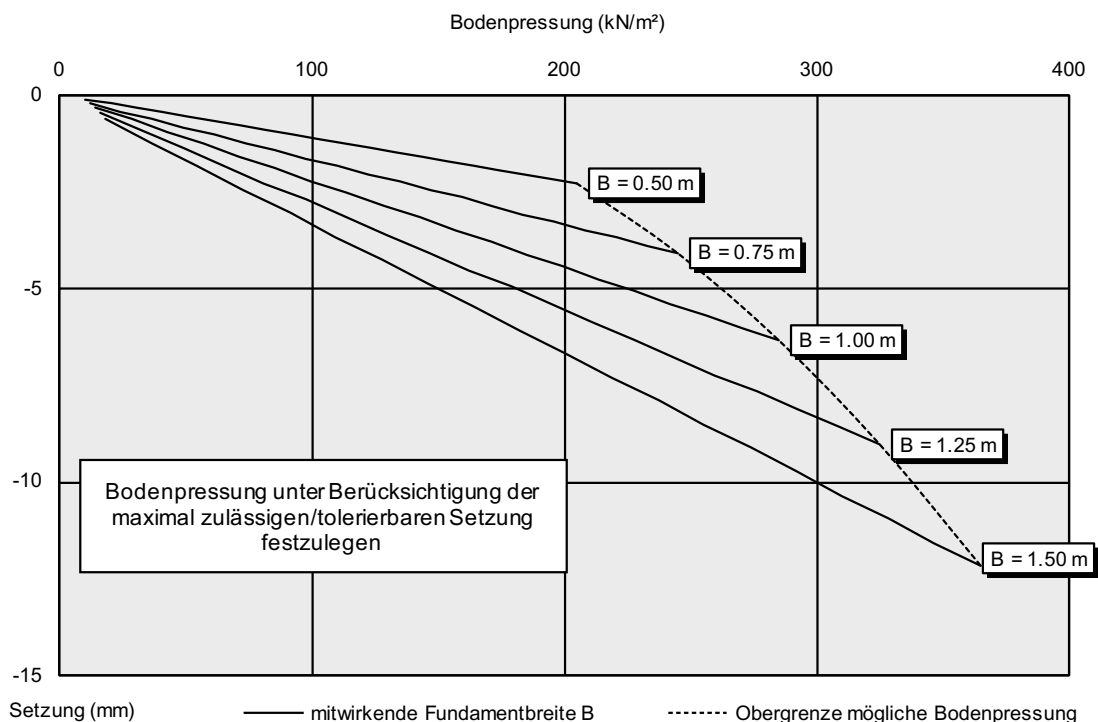


Figur 2: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende streifenförmige Bodenplattenbereiche und Streifenfundamente im Seeszschotter (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	($\gamma_c = 1.5$)	0.0	kN/m ²	
Winkel der inneren Reibung ϕ_d'	($\gamma_{\tan\phi} = 1.2$)	28.8	°	
Raumlast γ_d	($\gamma_\gamma = 1.0$)	21	kN/m ³	
effektiver Überlagerungsdruck q		8	kN/m ²	Bodenplatte, Stärke 0.3 m
Zusammendrückungsmodul M_{Ed}	($\gamma_E = 1.0$)	45	MN/m ²	Erstbelastung
Zusammendrückungsmodul $M_{E'd}$	($\gamma_E = 1.0$)	135	MN/m ²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		0	kN/m ²	
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	205	0	205	0	-2	-2
0.75	245	0	245	0	-4	-4
1.00	285	0	285	0	-6	-6
1.25	325	0	325	0	-9	-9
1.50	365	0	365	0	-12	-12



6.1.4 Aushub

Altlastensituation und Bodenbelastung

Die Projektparzellen sind weder im Kataster der belasteten Standorte (KbS) noch im Prüfgebiet für Bodenverschiebung verzeichnet [1]. Gemäss den für [9] durchgeführten Sondierungen liegen im Projektbereich aber *künstliche Auffüllungen* vor, die z.T. Fremdstoffe wie Ziegelbruchstücke enthalten. Sofern fremdstoffhaltiges Material angetroffen wird, ist solches je nach Fremdstoffanteil als belastet zu klassieren und kann nicht als unverschmutzter Aushub abgeführt bzw. deponiert werden (relevante Mehrkosten für Entsorgung des Aushubmaterial zu beachten; vgl. Kapitel unten "Aushub und Materialbewirtschaftung"). Nach aktuellem Kenntnisstand kann davon ausgegangen werden, dass im Untergrund abgesehen von lokal mit Bauschuttresten vermischtem Aushub keine weiteren Belastungen vorliegen. Dennoch ist bei Aushubarbeiten laufend auf Hinweise zu möglicherweise verschmutztem Material zu achten und im Verdachtsfall unverzüglich eine ausgewiesene Fachperson beizuziehen.

Aushub und Materialbewirtschaftung

Abbaubarkeit

Im Hinblick auf den maschinellen Aushub der Baugrube sind in den auszuhebenden Schichten von der Lagerungsdichte her gesehen mit den heute zur Verfügung stehenden schweren Maschinen keine Probleme zu erwarten. Die vorliegenden Lockergesteinsschichten gelten als normal abbaubar.

Erschwernisse treten insbesondere dann auf, wenn innerhalb der künstlichen Auffüllungen oder den Seezschottern grössere Steine oder Blöcke angetroffen werden, welche zu ihrem Abtransport zuerst zerkleinert werden müssen. Auch bei der Erstellung von lokalen Vertiefungen und Kanalisations- bzw. Schachtgräben muss beim Einsatz von nur kleinen Geräten mit erschwerten Aushubverhältnissen gerechnet werden. Es ist deshalb zu empfehlen, im Aushubdevis diesen Punkt hervorzuheben, damit die entsprechenden Preise zum vornherein klar definiert sind und nachträglich keine Probleme auftreten.

Verwendung des Aushubmaterials

Beim Aushub nachweislich unverschmutztes Material kann frei verwendet werden; kiesig-sandiges Material ist in höchstens erdfeuchtem Zustand allgemein für die Weiterverwendung als Hinfüllmaterial mit geringen Anforderungen an die Verdichtung und Durchlässigkeit geeignet (ohne Anspruch auf Frostsicherheit). Tonig-siltiges bis siltig-sandiges Aushubmaterial kommt demgegenüber im trockenen und höchstens schwach verschmutzten Zustand praktisch nur für die Umgebungsgestaltung in Frage oder muss andernfalls aufgrund seiner schlechten erdbaumechanischen Eigenschaften abgeführt werden. Dabei ist zu beachten, dass für feinkörniges

Material je nach Durchnässung und Organikanteil unter Umständen erhöhte Transport- und Entsorgungskosten anfallen können.

Sofern belastetes Aushubmaterial anfällt, ist dieses gesetzes- und vollzugskonform gemäss der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) zu handhaben [8]. In diesem Zusammenhang weisen wir darauf hin, dass Aushub ab einem Fremdstoffanteil > 1 % technisch bereits als belastet zu klassieren ist und entsprechend verschärfte Anforderungen an die Wiederverwertung vor Ort (bis max. 5 % Fremdstoffanteil zulässig) und die Entsorgung des Materials gelten (d.h. Mehrkosten bei Materialabfuhr inkl. Deponierung von belastetem Aushubmaterial zu erwarten).

Die geotechnischen Eigenschaften des künstlich eingebrachten Materials sind bis anhin nicht bekannt und bleiben an dieser Stelle somit offen.

Schutz der Aushubsohle

Die Aushubsohle sollte sofort nach dessen Freilegung mit einer schützenden Magerbetonschicht abgedeckt werden. Eine Durchnässung resp. ein Befahren der Aushubsohle hätte eine Auflockerung und eine damit verbundene Tragfähigkeitseinbusse zur Folge. Wegen des teils hohen Anteils an Steinen und Blöcken in den Seezschottern kann vermutlich keine ebene Aushubsohle erreicht werden und setzt deshalb voraussichtlich einen Mehrverbrauch an einzubringendem Magerbeton voraus.

6.1.5 Baugrubenabschluss

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können *freie Abböschungen* gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen Bodenschichten bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung und in den Seezschottern von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Auflasten und Materialdeponien müssen aus Stabilitätsgründen genügend weit von der Böschungskrone entfernt angeordnet werden. Der Abstand muss mindestens so gross sein wie die vertikale Böschungshöhe.

Alle Böschungen müssen gegen Vernässung durch Niederschlag abgedeckt/geschützt werden. Dort, wo aus den Böschungen allenfalls stärkere Sickerwasseraustritte mit Materialausschwemmungen beobachtet werden, müssen die entsprechenden Abschnitte mit Filterbeton abgedeckt werden.

Dort, wo sich aus Platzgründen steilere Böschungen aufdrängen als oben angegeben, müssen diese mit zusätzlichen baulichen Massnahmen gesichert werden. Dabei stehen bei Böschungsneigungen bis maximal ca. 50° unter die Aushubsohle eingebundene *Filterbetonauflagen* (mit eingelegter Bewehrungsmatte) im Vordergrund. Steilere Böschungen mit Neigungen bis maximal ca.

60° können z.B. mit einer so genannten *Baumeister-Rühlwand* mit eventuell zusätzlicher Innenabstützung gesichert werden. Die Träger müssen dabei deutlich unter die definitive Aushubsohle in den Untergrund eingebunden werden und der Aushub sowie die Erstellung der Wandsegmente müssen in kurzen Etappen erfolgen. Dies setzt kurzfristig standfeste Böschungen voraus. Die Ausfachung sollte ebenfalls deutlich unter die definitive Aushubsohle eingebracht werden und sie soll am Fuss eine Mächtigkeit von mindestens 50 cm aufweisen; zur besseren Stabilität kann die Ausfachung z.B. mit bewehrtem, perforiertem Konstruktionsbeton erfolgen.

6.1.6 Bauwasserhaltung

Anhand der Beobachtungen während der Sondierarbeiten und den Kenntnissen aus der Umgebung wird die Aushubsohle vermutlich selbst bei hohen Grundwasserständen nicht ins Grundwasser zu liegen kommen. Um den Projektstandort existieren keine topographischen Erhebungen, die einen Hangwasserzufluss bezwecken könnten. Deshalb kann die Bauwasserhaltung ausschliesslich auf den massgebenden Meteorwasseranfall ausgelegt werden.

Zur Trockenhaltung der Baugrube wird empfohlen, eine offene Wasserhaltung mit **Pumpensümpfen**, allenfalls ergänzt mit einzelnen Stichdrainagen resp. Drainagegräben, vorzusehen, sofern das Meteorwasser nicht bereits an der Baugrubensohle versickert.

Der Betrieb der Bauwasserhaltung muss überwacht werden (vgl. Kapitel 6.23). Die Ableitung des in der Baugrube anfallenden Wassers hat nach SIA-Empfehlung 431 zu erfolgen. Bei geeigneter Wasserqualität kann das gefasste Niederschlagswasser aus der Baugrube prioritär oberflächlich versickert werden; andernfalls ist eine Einleitung in die Schmutz- / Mischabwasserkanalisation vorzusehen. Dazu ist das anfallende Wasser in einem Absetzbecken und allenfalls auch in einer Neutralisationsanlage vorzuklären. Die einschlägigen Vorschriften des Amtes für Natur und Umwelt über die Baustellenentwässerungen sind dabei zu beachten [4].

Die Ableitung von zementhaltigen Abwässern mit hohen pH-Werten oder Abwässern mit hohem Feststoffanteil oder hoher Trübung ist ohne entsprechende Vorbehandlung (über Absetzbecken und Neutralisationsanlagen) nicht gestattet. Solche Abwässer müssen nach deren Vorbehandlung in die Schmutz-/Mischwasserkanalisation abgeleitet werden. Hierbei sind die kantonalen Vorschriften zu beachten.

6.1.7 Abdichtung und Auftriebssicherung

Obwohl die projektierte Gebäudesohle deutlich über den Grundwasserspiegel zu liegen kommt, ist es im vorliegenden Fall dennoch zweckmässig, die Boden-/Wandanschlüsse wasserdicht auszubilden und alle in den Untergrund eintauchenden Bauteile vor Staunässe zu schützen (z.B. Schwarzanstrich). Ein eigentlicher Wasserdruck resp. Auftrieb muss aber gemäss derzeitigem Wissenstand nicht in Rechnung gesetzt werden.

Falls beim Bau Dachwasser konzentriert in einer Anlage zur Versickerung gebracht wird (vgl. Kapitel 7.2), müssen die in diesem Bereich in den Untergrund reichenden Aussenwände (u.a. Kabelschacht) bis auf OK Terrain isoliert resp. wasserdicht ausgebildet werden.

6.2 Bahntechnikgebäude (BTG) Flums

6.2.1 Projekt

Das ebenerdig geplante Bahntechnikgebäude wird mit Frostriegel in den Untergrund eingebunden. Die Frostriegel werden gemäss den vorliegenden Planunterlagen rund 1.0 m unter OKT reichen (UK Kote ca. 440.1 m ü.M.). Im Bereich, wo der Schacht bzw. die Startgrube für die Leitungsquerung zu liegen kommt, wird lokal etwa 1.5 m tiefer ausgehoben (UK Kote ca. Kote 438.6 m ü.M.). Die bautechnischen Verhältnisse für die an den Schacht angeschlossene Querung wird im Kapitel 6.11 separat behandelt. Der Standort ist aus den Situationsplänen der Beilagen 1 ersichtlich.

Das heutige Terrain liegt bei rund 441.1 m ü.M.

6.2.2 Baugrundwerte

Der gesamte Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.3 beschrieben. Das Baugrundmodell ist schematisch im Anhang 1 dargestellt.

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden Tabelle 3 verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 3 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse BTG Flums: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
		γ [kN/m ³]		
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert		Für das Projekt nicht relevant		
Künstliche Auffüllungen				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
B) Überschwemmungsablagerungen				
leicht bis mässig toniger Silt, nicht bis wenig plastisch, wenig bis viel Feinsand, z.T. organische Beimengungen weich bis steif	(18) 18.5	(2) 3	(21) 25	(1) 2
mässig bis stark siltiger Feinsand, vereinzelt bis wenig Kies, z.T. wenig organische Beimengungen erdfeucht, locker gelagert	(19) 19.5	(5) 10	(25) 28	0
E1) Bachschuttablagerungen der Schils, feinkörnig				
toniger Silt, nicht bis wenig plastisch, wenig bis reichlich Feinsand sehr weich bis weich	(18.5) 19	(4) 6	(22) 26	(1) 3
E2) Bachschuttablagerungen der Schils, grobkörnig				
leicht bis mässig siltiger Kiessand feucht bis nass, locker bis mit- teldicht gelagert	20	(25) 35	(30) 32	0

*) Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.

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

6.2.3 Foundation

Die Bodenschichten und die künstlichen Auffüllungen (Schicht A) kommen aufgrund örtlicher Unterschiede in der Materialzusammensetzung und ihrer Setzungsempfindlichkeit als Fundationsunterlage nicht in Frage. Die generell schlecht tragfähigen bzw. setzungsanfälligen sowie feuchtigkeits- und frostempfindlichen Überschwemmungsablagerungen (Schichten B) bieten ebenfalls keine geeignete Fundationsunterlage. Die Bachschuttablagerungen der Schils (Schicht E) können als Baugrund von mässig guter bis guter Tragfähigkeit mit mässiger Setzungsempfindlichkeit gewertet werden.

Die Bodenplatte des Erdgeschosses und die Unterkante der Forstriegel kommen gemäss Baugrundmodell (vgl. Anhang 1) innerhalb der künstlichen Auffüllungen (Schicht A) und den Überschwemmungsablagerungen (Schicht B) zu liegen. Der tieferliegende Kabelschacht hingegen reicht mit seiner Unterkante bis in die mässig gut bis gut tragfähigen Bachschuttablagerungen der Schils (Schicht E).

In Anbetracht des Ausmasses des Bauwerks (Grundfläche ca. $< 200 \text{ m}^2$) und der vermutlich eher geringen Gebäudelast kann im vorliegenden Baugrund eine **Flachfundation** ins Auge gefasst werden. Die Übertragungstiefe zwischen Gebäudesohle und Oberkante Bachschuttablagerungen der Schils wird gemäss den ausgeführten Sondierungen max. 1 m betragen. Unter diesen Voraussetzungen eignet sich ein Materialersatz mit schichtweise eingebrachtem kiesigem (Aus-hub)Material (nur unter der Voraussetzung eines chemisch und materialtechnisch höchstens schwach verschmutzten Aushubs; vgl. Kapitel 6.2.4). Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeits- bzw. Setzungsverhaltens mit möglichst kleinen, insbesondere differenziellen Setzungen (inkl. Kipptendenzen) ist ein **einwandfreier Abtrag sämtlicher Bauwerkslasten in die kiesigen Bereiche der Bachschuttablagerungen der Schils** anzustreben. Auch bei abschnittweisem Auftreten von allfälligen feinkörnigen Zwischenlagen (Schicht E1) an der Fundationssohle und bis in etwa 0.3 m Tiefe darunter ist ein Lastabtrag in die kiesigen Bachschuttablagerungen angezeigt (Ausführung von untiefen Schlitzten an der Fundationssohle in einem zu definierenden Raster). Der Übergang vom Materialersatz zum natürlichen Untergrund ist mit einem Geotextil auszustatten. Für die Einbringung eines Materialersatzes gilt generell, dass der anstehende Untergrund vorgängig mittels Walze zu verdichten ist. Dessen anschliessender Einbau hat in höchstens erdfeuchtem Zustand und schichtweise in Einbaulagen von maximal ca. 30 – 40 cm zu

erfolgen, wobei jede Einbaulage mit geeigneten Geräten gleichmässig verdichtet werden muss. Steine und Blöcke im einzubringenden Material und in den unmittelbar darunter anstehenden Bachschuttablagerungen sind vorgängig auszusortieren.

Als Alternative zu einem Materialersatz und bei Übertragungstiefen bis maximal etwa 2 – 3 m rückt die Realisierung von vertieften Einzel- und Streifenfundamenten (mit Magerbeton gefüllte Schächte und Gräben) unter tragenden Stützen und Wänden in den Vordergrund.

Für eine detaillierte Tragfähigkeitsbeurteilung ist eine Abnahme der Aushubsohle notwendig. Dies hat bauleitend, mit einer geologischen Fachperson abgestimmt, zu geschehen.

In den nachfolgenden *Figuren* sind die möglichen Bodenpressungen (Bemessungsniveau) für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche und Einzelfundamente (vgl. Figur 3) bzw. für streifenförmige Bodenplattenbereiche und Streifenfundamente (vgl. Figur 4) auf die Bachschuttablagerungen 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 angenommen, dass die Bodenplatte unter dem Wasserspiegel liegt und eine Stärke von ca. 0.3 m aufweist.

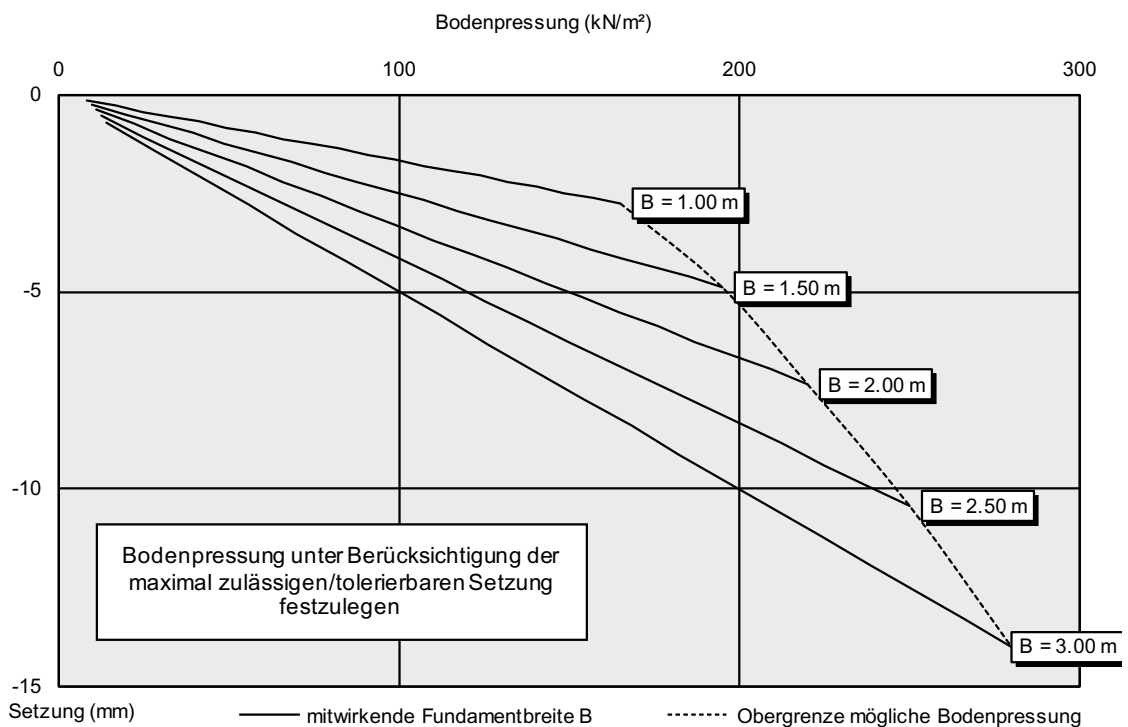
Für weitere Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der Tabelle 3 (Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse) in Rechnung gesetzt werden.

Figur 3: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche und Einzelfundamente in kiesigen Abschnitten der Bachschuttablagerungen der Schils (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	$(\gamma_c = 1.5)$	0.0	kN/m ²	
Winkel der inneren Reibung φ_d'	$(\gamma_{\tan\varphi} = 1.2)$	27.1	°	
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_{Ed}	$(\gamma_E = 1.0)$	90	MN/m ²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		0	kN/m ²	
Konzentrationsfaktor Spannungsausbreitung		0.5		

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)
1.00	165	0	165	0	-3	-3
1.50	195	0	195	0	-5	-5
2.00	220	0	220	0	-7	-7
2.50	250	0	250	0	-10	-10
3.00	280	0	280	0	-14	-14

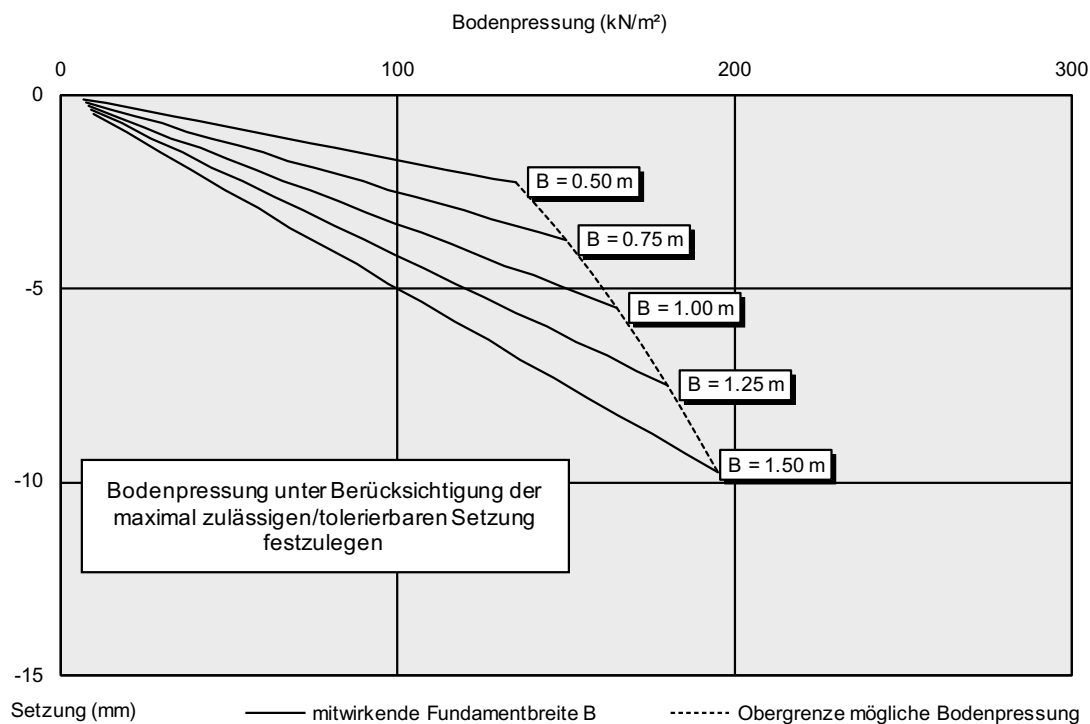


Figur 4: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende streifenförmige Bodenplattenbereiche und Streifenfundamente in kiesigen Abschnitten der Bachschuttablagerungen der Schils (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	($\gamma_c = 1.5$)	0.0	kN/m ²	
Winkel der inneren Reibung φ_d'	($\gamma_{\tan\varphi} = 1.2$)	27.1	°	
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		0	kN/m ²	
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	135	0	135	0	-2	-2
0.75	150	0	150	0	-4	-4
1.00	165	0	165	0	-6	-6
1.25	180	0	180	0	-8	-8
1.50	195	0	195	0	-10	-10



6.2.4 Aushub

Altlastensituation und Bodenbelastung

Die Projektparzellen sind weder im Kataster der belasteten Standorte (KbS) noch im Prüfgebiet für Bodenverschiebung verzeichnet [1]. Gemäss den für [10] durchgeführten Sondierungen liegen im Projektbereich aber *künstliche Auffüllungen* vor, die z.T. Fremdstoffe wie Beton- und Ziegelbruchstücke enthalten. Sofern fremdstoffhaltiges Material angetroffen wird, ist solches je nach Fremdstoffanteil als belastet zu klassieren und kann nicht als unverschmutzter Aushub abgeführt bzw. deponiert werden (relevante Mehrkosten für Entsorgung des Aushubmaterial zu beachten; vgl. Kapitel unten "Aushub und Materialbewirtschaftung"). Nach aktuellem Kenntnisstand kann davon ausgegangen werden, dass im Untergrund abgesehen von lokal mit Bauschuttresten vermischtem Aushub keine weiteren Belastungen vorliegen. Dennoch ist bei Aushubarbeiten laufend auf Hinweise zu möglicherweise verschmutztem Material zu achten und im Verdachtsfall unverzüglich eine ausgewiesene Fachperson beizuziehen.

Aushub und Materialbewirtschaftung

Abbaubarkeit

Im Hinblick auf den maschinellen Aushub der Baugrube sind in den auszuhebenden Schichten von der Lagerungsdichte her gesehen mit den heute zur Verfügung stehenden schweren Maschinen keine Probleme zu erwarten. Die vorliegenden Lockergesteinsschichten gelten als normal abbaubar.

Erschwernisse treten insbesondere dann auf, wenn innerhalb der künstlichen Auffüllungen oder den Bachschuttablagerungen grössere Steine oder Blöcke angetroffen werden, welche zu ihrem Abtransport zuerst zerkleinert werden müssen. Auch bei der Erstellung von lokalen Vertiefungen und Kanalisations- bzw. Schachtgräben muss beim Einsatz von nur kleinen Geräten mit erschwerten Aushubverhältnissen gerechnet werden. Es ist deshalb zu empfehlen, im Aushubdevis diesen Punkt hervorzuheben, damit die entsprechenden Preise zum vornherein klar definiert sind und nachträglich keine Probleme auftreten.

Verwendung des Aushubmaterials

Beim Aushub nachweislich unverschmutztes Material kann frei verwendet werden; kiesig-sandiges Material ist in höchstens erdfeuchtem Zustand allgemein für die Weiterverwendung als Hinterfüllungsmaterial mit geringen Anforderungen an die Verdichtung und Durchlässigkeit geeignet (ohne Anspruch auf Frostsicherheit). Tonig-siltiges bis siltig-sandiges Aushubmaterial kommt demgegenüber im trockenen und höchstens schwach verschmutzten Zustand praktisch nur für die Umgebungsgestaltung in Frage oder muss andernfalls aufgrund seiner schlechten erdbaumechanischen Eigenschaften abgeführt werden. Dabei ist zu beachten, dass für feinkörniges

Material je nach Durchnässung und Organikanteil unter Umständen erhöhte Transport- und Entsorgungskosten anfallen können.

Sofern belastetes Aushubmaterial anfällt, ist dieses gesetzes- und vollzugskonform gemäss der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) zu handhaben [8]. In diesem Zusammenhang weisen wir darauf hin, dass Aushub ab einem Fremdstoffanteil > 1 % technisch bereits als belastet zu klassieren ist und entsprechend verschärfte Anforderungen an die Wiederverwertung vor Ort (bis max. 5 % Fremdstoffanteil zulässig) und die Entsorgung des Materials gelten (d.h. Mehrkosten bei Materialabfuhr inkl. Deponierung von belastetem Aushubmaterial zu erwarten).

Die geotechnischen Eigenschaften des künstlich eingebrachten Materials sind bis anhin nicht bekannt und bleiben an dieser Stelle somit offen.

Schutz der Aushubsohle

Sämtliche feinkörnigen Schichten und die silt- und sandreichen Kiesabschnitte innerhalb des Bachschutts der Schils reagieren empfindlich auf Witterungseinflüsse. Es ist deshalb zu empfehlen, nach Erreichen der definitiven Aushubsohle diese sofort mit einer schützenden Magerbetonschicht abzudecken. Eine Durchnässung der Sohle hätte eine Auflockerung und eine damit verbundene Tragfähigkeitseinbusse zur Folge.

6.2.5 Baugrubenabschluss

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können *freie Abböschungen* gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den feinkörnigen, bindigen Überschwemmungsablagerungen und den feinkörnigen Abschnitten innerhalb der Bachschuttablagerungen der Schils bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung und in den kiesigen Bachschuttablagerungen der Schils von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität auch bei abgesenktem Grundwasserspiegel unter die Baugrubensohle nicht gewährleistet werden. Bei den Überschwemmungsablagerungen ist insbesondere die Austrocknung oder Vernässung dieser Schicht zu beachten, denn diese können eine Instabilität von ganzen Schichtpaketen verursachen.

Auflasten und Materialdeponien müssen aus Stabilitätsgründen genügend weit von der Böschungskrone entfernt angeordnet werden. Der Abstand muss mindestens so gross sein wie die vertikale Böschungshöhe.

Alle Böschungen müssen gegen Vernässung durch Niederschlag abgedeckt/geschützt werden. Dort, wo aus den Böschungen allenfalls stärkere Sickerwasseraustritte mit Materialausschwemmungen beobachtet werden, müssen die entsprechenden Abschnitte mit Filterbeton abgedeckt werden.

Dort, wo sich aus Platzgründen steilere Böschungen aufdrängen als oben angegeben, müssen diese mit zusätzlichen baulichen Massnahmen gesichert werden. Dabei stehen bei Böschungseigungen bis maximal ca. 50° unter die Aushubsohle eingebundene *Filterbetonauflagen* (mit eingelegter Bewehrungsmatte) im Vordergrund. Steilere Böschungen mit Neigungen bis maximal ca. 60° können z.B. mit einer so genannten *Baumeister-Rühlwand* mit eventuell zusätzlicher Innenabstützung gesichert werden. Die Träger müssen dabei deutlich unter die definitive Aushubsohle in den Untergrund eingebunden werden und der Aushub sowie die Erstellung der Wandsegmente müssen in kurzen Etappen erfolgen. Dies setzt kurzfristig standfeste Böschungen voraus. Die Ausfachung sollte ebenfalls deutlich unter die definitive Aushubsohle eingebracht werden und sie soll am Fuss eine Mächtigkeit von mindestens 50 cm aufweisen; zur besseren Stabilität kann die Ausfachung z.B. mit bewehrtem, perforiertem Konstruktionsbeton erfolgen.

6.2.6 Bauwasserhaltung

Anhand der Beobachtungen während der Sondierarbeiten und den bisher gewonnenen Kenntnissen aus der Umgebung wird die Aushubsohle bei Aushubtiefen von maximal rund 1.0 m unter OKT über dem Grundwasserspiegel zu liegen kommen. Nach intensiven Niederschlägen oder nach einer Schneeschmelze kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass entlang von durchlässigeren Schichten innerhalb der Bachschuttablagerungen der Schils eine Wasserzirkulation eintreten kann. Der Wasseranfall wird aber bescheiden sein und ist gegenüber dem Meteorwasseranfall (Regen und/oder Schneeschmelze) mengenmässig unbedeutend. Die Bauwasserhaltung ist daher allen voran auf den massgebenden Anfall von Meteorwasser auszulegen.

Zur Trockenhaltung der Baugrube wird empfohlen, eine offene Wasserhaltung mit **Pumpensümpfen**, allenfalls ergänzt mit einzelnen Stichdrainagen resp. Drainagegräben, vorzusehen, sofern das Meteorwasser nicht bereits an der Baugrubensohle versickert.

Der Betrieb der Bauwasserhaltung muss überwacht werden (vgl. Kapitel 6.2.6). Die Ableitung des in der Baugrube anfallenden Wassers hat nach SIA-Empfehlung 431 zu erfolgen. Bei geeigneter Wasserqualität kann das gefasste Niederschlagswasser aus der Baugrube prioritär oberflächlich versickert werden; andernfalls ist eine Einleitung in die Schmutz- / Mischabwasserkanalisation vorzusehen. Dazu ist das anfallende Wasser in einem Absetzbecken und allenfalls auch in einer Neutralisationsanlage vorzuzulassen. Die einschlägigen Vorschriften des Amtes für Natur und Umwelt über die Baustellenentwässerungen sind dabei zu beachten [4].

Die Ableitung von zementhaltigen Abwässern mit hohen pH-Werten oder Abwässern mit hohem Feststoffanteil oder hoher Trübung ist ohne entsprechende Vorbehandlung (über Absetzbecken und Neutralisationsanlagen) nicht gestattet. Solche Abwässer müssen nach deren Vorbehandlung in die Schmutz-/Mischwasserkanalisation abgeleitet werden. Hierbei sind die kantonalen Vorschriften zu beachten.

6.2.7 Abdichtung und Auftriebssicherung

Obwohl die projektierte Gebäudesohle über den Grundwasserspiegel zu liegen kommt, ist es im vorliegenden Fall dennoch zweckmässig, die Boden-/Wandanschlüsse wasserdicht auszubilden und alle in den Untergrund eintauchenden Bauteile vor Staunässe zu schützen (z.B. Schwarzanstrich). Ein eigentlicher Wasserdruck resp. Auftrieb muss aber gemäss derzeitigem Wissenstand nicht in Rechnung gesetzt werden.

Falls beim Bau Dachwasser konzentriert in einer Anlage zur Versickerung gebracht wird (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), müssen die in diesem Bereich die in den Untergrund reichenden Aussenwände (u.a. Kabelschacht) bis auf OK Terrain isoliert resp. wasserdicht ausgebildet und auf den entsprechenden lokalen Wasserdruck dimensioniert werden.

6.3 Bahntechnikgebäude (BTG) Weesen

6.3.1 Projekt

Das ebenerdig geplante Bahntechnikgebäude wird mit Frostriegel in den Untergrund eingebunden. Die Frostriegel werden gemäss den vorliegenden Planunterlagen rund 1.0 – 1.5 m unter OKT reichen (UK Kote ca. 422.6 m ü.M.). Im Bereich, wo die Startgrube für die Leitungsquerung zu liegen kommt, wird lokal etwa 1.3 m tiefer ausgehoben (UK Kote ca. Kote 421.3 m ü.M.). Die bautechnischen Verhältnisse für die an den Schacht angeschlossene Querung wird im Kapitel 6.15 separat behandelt. Der Standort ist aus den Situationsplänen der Beilagen 1 ersichtlich.

Das heutige Terrain liegt bei rund 424.0 m ü.M.

6.3.2 Baugrundwerte

Der gesamte Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.4 beschrieben. Das Baugrundmodell ist schematisch im Anhang 1 dargestellt.

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden Tabelle 4 verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 4 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse BTG Weesen: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
	γ [kN/m ³]	M_E [MN/m ²]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert				Für das Projekt nicht relevant
Künstliche Auffüllungen				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
F1) Deltaablagerungen, feinkörnig				
leicht toniger Silt, nicht plastisch bis plastisch, wenig bis viel Feinsand, z.T. organische Beimengungen sehr weich bis steif bis hin zu tonig-siltiger Feinsand, vereinzelt Kies, z.T. wenig organische Beimengungen erdfeucht, locker gelagert	(19) 19.5	(5) 15	(24) 28	0
F2) Deltaablagerungen, grobkörnig				
leicht bis mässig siltiger Kiessand erdfeucht bis nass, locker bis mitteldicht gelagert	(20) 20.5	(30) 45	(30) 34	0

*) Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.

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

6.3.3 Foundation

Die feinkörnigen Deltaablagerungen (Schicht F1) sind als schlecht tragfähig und setzungsempfindlich zu klassieren. Deshalb wurden in den Bereichen der Gleisanlagen und auf dem Bahnhofareal weiträumig künstliche Auffüllungen (Schicht A) eingebracht. Diese weisen lagen- und tiefenabhängige Unterschiede in der Materialzusammensetzung und Lagerungsdichte auf, was eine Heterogenität hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit und Setzungsempfindlichkeit hervorruft. Die grobkörnigen Deltaablagerungen (Schicht F2) können als Baugrund von mässig guter bis guter Tragfähigkeit mit mässiger Setzungsempfindlichkeit gewertet werden.

Die Bodenplatte des Bahntechnikgebäudes Weesen und die Unterkante der Forstriegel kommen gemäss Baugrundmodell (vgl. Anhang 1) innerhalb der künstlichen Auffüllungen (Schicht A) zu liegen. Dasselbe gilt für den tieferreichenden Kabelschacht und die dazugehörige Leitungsquerung (vgl. Kapitel 6.15).

Um eine Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeits- bzw. Setzungsverhaltens mit möglichst kleinen, insbesondere differenziellen Setzungen (inkl. Kipptendenzen) innerhalb der künstlichen Auffüllungen zu erreichen, ist ab Aushubniveau ein flächiger Materialersatz (Kieskoffer) aus schichtweise eingebrachtem kiesigem (Recycling-)Material und einer Mächtigkeit von mindestens 0.5 m unter vorzusehen. Zur besseren Lastverteilung und Lastabtragung soll der Materialersatz allseitig etwa 1 m über die Bodenplatte hinaus ausgebildet werden. Der Übergang vom Koffermaterial zu den bereits bestehenden künstlichen Auffüllungen ist mit einem Geotextil auszustatten. Für die Einbringung eines Materialersatzes gilt generell, dass der anstehende Untergrund vorgängig mittels Walze zu verdichten ist. Dessen anschliessender Einbau hat in höchstens erdfeuchtem Zustand und schichtweise in Einbaulagen von maximal ca. 30 – 40 cm zu erfolgen, wobei jede Einbaulage mit geeigneten Geräten gleichmässig verdichtet werden muss. Grössere Steine und Blöcke im einzubringenden Kiesmaterial müssen vorgängig aussortiert werden. In Anbetracht des Ausmasses des Bauwerks (Grundfläche ca. < 200 m²) kann unter diesen Voraussetzungen im vorliegenden Baugrund, unter Inkaufnahme von gewissen Setzungen, eine **Flachfoundation** ins Auge gefasst werden.

Für eine detaillierte Tragfähigkeitsbeurteilung ist eine Abnahme der Aushubsohle notwendig. Dies hat bauleitend, mit einer geologischen Fachperson abgestimmt, zu geschehen.

In den nachfolgenden *Figuren* sind die möglichen Bodenpressungen (Bemessungsniveau) für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche und Einzelfundamente (vgl. Figur 5) bzw. für streifenförmige Bodenplattenbereiche und Streifenfundamente (vgl. Figur 6) auf die künstlichen Auffüllungen 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 angenommen, dass die Bodenplatte über dem Wasserspiegel liegt und eine Stärke von ca. 0.3 m aufweist.

Für weitere Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der Tabelle 4 (Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse) in Rechnung gesetzt werden.

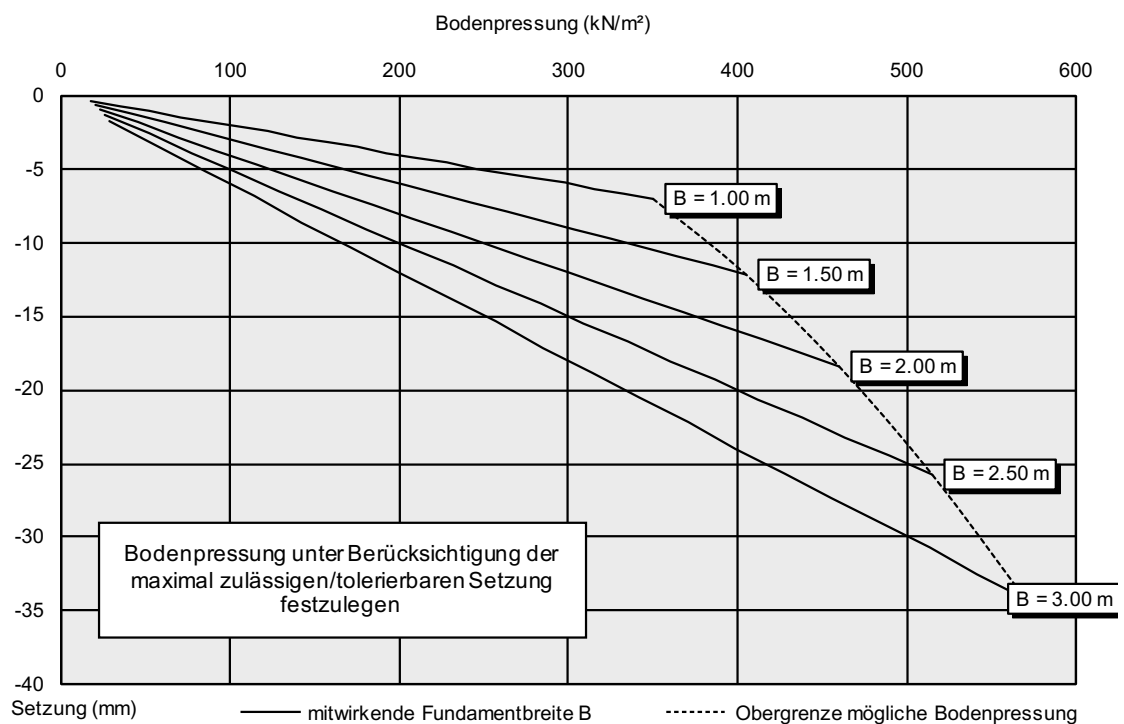
Als Alternative zu einem Materialersatz und bei Übertragungstiefen bis auf die grobkörnigen Deltaablagerungen von bis zu etwa 2 – 3 m rückt die Realisierung von vertieften Einzel- und Streifenfundamenten (mit Magerbeton gefüllte Schächte und Gräben) unter tragenden Stützen und Wänden in den Vordergrund.

Figur 5: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche und Einzelfundamente in den künstlichen Auffüllungen (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	($\gamma_c = 1.5$)	0.0	kN/m ²	
Winkel der inneren Reibung φ_d'	($\gamma_{\tan\varphi} = 1.2$)	27.0	°	
Raumlast γ_d	($\gamma_r = 1.0$)	20	kN/m ³	
effektiver Überlagerungsdruck q		18	kN/m ²	Bodenplatte, Stärke 0.3 m + 0.5 m Kieskoffer
Zusammendrückungsmodul M_{Ed}	($\gamma_E = 1.0$)	25	MN/m ²	Erstbelastung
Zusammendrückungsmodul $M_{E'd}$	($\gamma_E = 1.0$)	75	MN/m ²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		0	kN/m ²	
Konzentrationsfaktor Spannungsausbreitung		0.5		

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)
1.00	350	0	350	0	-7	-7
1.50	405	0	405	0	-12	-12
2.00	460	0	460	0	-18	-18
2.50	515	0	515	0	-26	-26
3.00	570	0	570	0	-34	-34

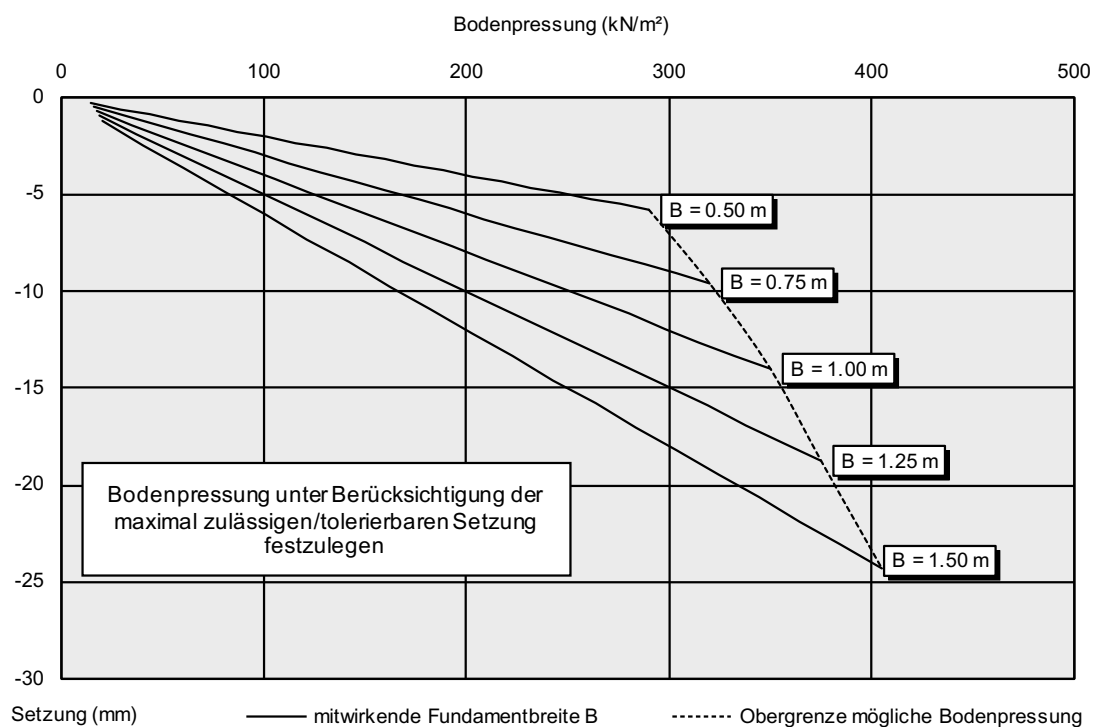


Figur 6: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende streifenförmige Bodenplattenbereiche und Streifenfundamente in den künstlichen Auffüllungen (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	($\gamma_c = 1.5$)	0.0	kN/m ²	
Winkel der inneren Reibung φ_d'	($\gamma_{\tan\varphi} = 1.2$)	27.0	°	
Raumlast γ_d	($\gamma_\gamma = 1.0$)	20	kN/m ³	
effektiver Überlagerungsdruck q		18	kN/m ²	Bodenplatte, Stärke 0.3 m
Zusammendruckmodul M_{Ed}	($\gamma_E = 1.0$)	25	MN/m ²	Erstbelastung
Zusammendruckmodul M_{Ed}	($\gamma_E = 1.0$)	75	MN/m ²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		0	kN/m ²	
Konzentrationsfaktor Spannungsausbreitung		1.0		

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)
0.50	290	0	290	0	-6	-6
0.75	320	0	320	0	-10	-10
1.00	350	0	350	0	-14	-14
1.25	375	0	375	0	-19	-19
1.50	405	0	405	0	-24	-24



6.3.4 Aushub

Altlastensituation und Bodenbelastung

Die Projektparzellen sind weder im Kataster der belasteten Standorte (KbS) noch im Prüfgebiet für Bodenverschiebung verzeichnet [1]. Gemäss den für [11] durchgeführten Sondierungen liegen im Projektbereich jedoch *künstliche Auffüllungen* vor, die z.T. Fremdstoffe wie Beton- und Ziegelbruchstücke enthalten. Sofern fremdstoffhaltiges Material angetroffen wird, ist solches je nach Fremdstoffanteil als belastet zu klassieren und kann nicht als unverschmutzter Aushub abgeführt bzw. deponiert werden (relevante Mehrkosten für Entsorgung des Aushubmaterial zu beachten; vgl. Kapitel unten "Aushub und Materialbewirtschaftung"). Nach aktuellem Kenntnisstand kann davon ausgegangen werden, dass im Untergrund abgesehen von lokal mit Bauschuttresten vermischtem Aushub keine weiteren Belastungen vorliegen. Dennoch ist bei Aushubarbeiten laufend auf Hinweise zu möglicherweise verschmutztem Material zu achten und im Verdachtsfall unverzüglich eine ausgewiesene Fachperson beizuziehen.

Aushub und Materialbewirtschaftung

Abbaubarkeit

Im Hinblick auf den maschinellen Aushub der Baugrube sind in den auszuhebenden Schichten von der Lagerungsdichte her gesehen mit den heute zur Verfügung stehenden schweren Maschinen keine Probleme zu erwarten. Die vorliegenden Lockergesteinsschichten gelten als normal abbaubar.

Erschwernisse treten insbesondere dann auf, wenn innerhalb der künstlichen Auffüllungen grössere Steine oder Blöcke angetroffen werden, welche zu ihrem Abtransport zuerst zerkleinert werden müssen. Auch bei der Erstellung von lokalen Vertiefungen und Kanalisations- bzw. Schachtgräben muss beim Einsatz von nur kleinen Geräten mit erschwerten Aushubverhältnissen gerechnet werden. Es ist deshalb zu empfehlen, im Aushubdevis diesen Punkt hervorzuheben, damit die entsprechenden Preise zum vornherein klar definiert sind und nachträglich keine Probleme auftreten.

Verwendung des Aushubmaterials

Beim Aushub nachweislich unverschmutztes Material kann frei verwendet werden; kiesig-sandiges Material ist in höchstens erdfeuchtem Zustand allgemein für die Weiterverwendung als Hinterfüllungsmaterial mit geringen Anforderungen an die Verdichtung und Durchlässigkeit geeignet (ohne Anspruch auf Frostsicherheit).

Sofern belastetes Aushubmaterial anfällt, ist dieses gesetzes- und vollzugskonform gemäss der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) zu handhaben [8]. In

diesem Zusammenhang weisen wir darauf hin, dass Aushub ab einem Fremdstoffanteil > 1 % technisch bereits als belastet zu klassieren ist und entsprechend verschärfte Anforderungen an die Wiederverwertung vor Ort (bis max. 5 % Fremdstoffanteil zulässig) und die Entsorgung des Materials gelten (d.h. Mehrkosten bei Materialabfuhr inkl. Deponierung von belastetem Aushubmaterial zu erwarten).

Die geotechnischen Eigenschaften des künstlich eingebrachten Materials sind bis anhin nicht bekannt und bleiben an dieser Stelle somit offen.

Schutz der Aushubsohle

Die Aushubsohle sollte sofort nach dessen Freilegung mit einer schützenden Magerbetonschicht abgedeckt werden. Eine Durchnässung resp. ein Befahren der Aushubsohle hätte eine Auflockerung und eine damit verbundene Tragfähigkeitseinbusse zur Folge. Es ist nicht auszuschliessen, dass in den künstlichen Auffüllungen ein hoher Steinanteil angetroffen wird, in welchem evtl. keine ebene Aushubsohle erreicht werden kann und deshalb einen Mehrverbrauch an einzubringendem Magerbeton voraussetzen würde.

6.3.5 Baugrubenabschluss

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können *freie Abböschungen* gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den künstlichen Auffüllungen von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Auflasten und Materialdeponien müssen aus Stabilitätsgründen genügend weit von der Böschungskrone entfernt angeordnet werden. Der Abstand muss mindestens so gross sein wie die vertikale Böschungshöhe.

Alle Böschungen müssen gegen Vernässung durch Niederschlag abgedeckt/geschützt werden. Dort, wo aus den Böschungen allenfalls stärkere Sickerwasseraustritte mit Materialausschwemmungen beobachtet werden, müssen die entsprechenden Abschnitte mit Filterbeton abgedeckt werden.

Dort, wo sich aus Platzgründen steilere Böschungen aufdrängen als oben angegeben, müssen diese mit zusätzlichen baulichen Massnahmen gesichert werden. Dabei stehen bei Böschungsneigungen bis maximal ca. 50° unter die Aushubsohle eingebundene *Filterbetonauflagen* (mit eingelegter Bewehrungsmatte) im Vordergrund. Steilere Böschungen mit Neigungen bis maximal ca. 60° können z.B. mit einer so genannten *Baumeister-Rühlwand* mit eventuell zusätzlicher Innenabstützung gesichert werden. Die Träger müssen dabei deutlich unter die definitive Aushubsohle in den Untergrund eingebunden werden und der Aushub sowie die Erstellung der Wandsegmente müssen in kurzen Etappen erfolgen. Dies setzt kurzfristig standfeste Böschungen voraus. Die Ausfachung sollte ebenfalls deutlich unter die definitive Aushubsohle eingebracht werden und sie

soll am Fuss eine Mächtigkeit von mindestens 50 cm aufweisen; zur besseren Stabilität kann die Ausfachung z.B. mit bewehrtem, perforiertem Konstruktionsbeton erfolgen.

6.3.6 Bauwasserhaltung

Anhand der Beobachtungen während der Sondierarbeiten und den bisher gewonnenen Kenntnissen aus der Umgebung wird die Aushubsohle über dem Grundwasserspiegel zu liegen kommen. Um den Projektstandort existieren keine topographischen Erhebungen, die höher liegen als der Projektstandort und einen Hangwasserzufluss bezwecken könnten. Deshalb kann die Bauwasserhaltung ausschliesslich auf den massgebenden Meteorwasseranfall ausgelegt werden.

Zur Trockenhaltung der Baugrube wird empfohlen, eine offene Wasserhaltung mit **Pumpensümpfen**, allenfalls ergänzt mit einzelnen Stichdrainagen resp. Drainagegräben, vorzusehen, sofern das Meteorwasser nicht bereits an der Baugrubensohle versickert.

Der Betrieb der Bauwasserhaltung muss überwacht werden (vgl. Kapitel 6.3.6). Die Ableitung des in der Baugrube anfallenden Wassers hat nach SIA-Empfehlung 431 zu erfolgen. Bei geeigneter Wasserqualität kann das gefasste Niederschlagswasser aus der Baugrube prioritär oberflächlich versickert werden; andernfalls ist eine Einleitung in die Schmutz- / Mischabwasserkanalisation vorzusehen. Dazu ist das anfallende Wasser in einem Absetzbecken und allenfalls auch in einer Neutralisationsanlage vorzuklären. Die einschlägigen Vorschriften des Departements für Bau und Umwelt des Kantons Glarus über die Baustellenentwässerungen sind dabei zu beachten [3].

Die Ableitung von zementhaltigen Abwässern mit hohen pH-Werten oder Abwässern mit hohem Feststoffanteil oder hoher Trübung ist ohne entsprechende Vorbehandlung (über Absetzbecken und Neutralisationsanlagen) nicht gestattet. Solche Abwässer müssen nach deren Vorbehandlung in die Schmutz-/Mischwasserkanalisation abgeleitet werden. Hierbei sind die kantonalen Vorschriften zu beachten.

6.3.7 Abdichtung und Auftriebssicherung

Obwohl die projektierte Gebäudesohle über den Grundwasserspiegel zu liegen kommt, ist es im vorliegenden Fall dennoch zweckmässig, die Boden-/Wandanschlüsse wasserdicht auszubilden und alle in den Untergrund eintauchenden Bauteile vor Staunässe zu schützen (z.B. Schwarzanstrich). Ein eigentlicher Wasserdruck resp. Auftrieb muss aber gemäss derzeitigem Wissenstand nicht in Rechnung gesetzt werden.

6.4 Querung 958

6.4.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts ist beim Streckenmeter 958 eine Unterquerung des Gleistrassees erforderlich. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen beinhaltet die Querung ein Polyethylen-Rohr mit einem Durchmesser von Ø 150 mm, welches in einem offenen Schacht (Länge ca. 10 m) verbaut werden soll. Die Unterkante des Rohres liegt ca. 1.5 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage. Die Aushubsohle wird ca. in derselben Tiefe liegen. An diesem Standort wurden keine projektspezifischen Sondierungen durchgeführt, wodurch die für diesen Standort gemachten Angaben auf Kenntnissen und Erfahrungen aus der Umgebung basieren und mit Vorsicht zu behandeln sind.

Die lagemässige Anordnung der Querung ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 ersichtlich.

6.4.2 Bettung der Leitung

Aus den Interpretationen der Kenntnisse aus der Umgebung geht hervor, dass die Sohle der Leitungsquerung innerhalb von locker gelagerten, künstlichen Auffüllungen des Bahndamms (Schicht A) oder Überschwemmungsablagerungen (Schicht B) zu liegen kommt. Ein Auftreten der Seezschotter (Schicht C) ist auf Aushubniveau nicht auszuschliessen. Bezüglich der Bettung können in diesen locker gelagerten Schichten, insbesondere in den siltigen Partien der Überschwemmungsablagerungen, Setzungen nicht ausgeschlossen werden.

6.4.3 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Die Oberkante des Rohres liegt beim offenen Verbau ca. 1.3 m unter dem heutigen Schotterbett der Gleisanlage. Falls Schotter angetroffen wird, muss mit grösseren Steinen und Blöcken gerechnet werden, die den Vortrieb erschweren können.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote von ca. 481 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 485 m ü.M. und somit auch oberhalb der zu erwartenden Grundwasserhochständen.

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

Da am Standort keine Sondierungen durchgeführt wurden, aber ein beträchtliches Risiko für Setzungen besteht, wird von einem offenen Verbau an der Gleisanlage abgeraten. Stattdessen sollte eine grabenlose Querung der Gleise angestrebt werden, wie sie für den grössten Teil der weiteren Querungen vorgesehen ist. Ob für die Querung ein Pressbohrvortrieb nötig sein wird oder ein

Bodenverdrängungshammer (Erdrakete) ausreicht, kann erst nach standortspezifischen Baugrunduntersuchung definiert werden.

6.4.4 Baugrubenabschluss der Start- und Zielgrube

Am Standort liegen die Aushubsohlen des Start- und Zielgrube voraussichtlich ca. 1 – 2 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen Überschwemmungsablagerungen bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung und in den Seezschottern von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Im Bereich des Zielschachts auf der Nordseite der Gleisanlage drängt sich aus Platz- und Stabilitätsgründen die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** auf. Bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) steht ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenabstützung im Vordergrund.

Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden. Auflasten im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemessung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.4.5 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhaltung werden im Kapitel 6.1.6 behandelt.

6.5 Querung 1'866

6.5.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts ist beim Streckenmeter 1'866 eine Unterquerung des Gleistrassees erforderlich. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen beinhaltet die Querung ein Polyethylen-Rohr mit einem Durchmesser von Ø 150 mm, welches in einem offenen Schacht (Länge ca. 10 m) oder mit Hilfe einer Erdrakete verbaut werden soll. Der Vortrieb erfolgt horizontal. Die Unterkante des Rohres liegt ca. 1.5 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage. Die Aushubsohlen des Start- und Zielschachtes liegen vermutlich einige Dezimeter tiefer.

Die Lage der Querung ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 ersichtlich.

6.5.2 Baugrundwerte

Der Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.1 beschrieben.

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondierergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden Tabelle 5 verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 5 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 1'866: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
		γ [kN/m ³]		
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert			Für das Projekt nicht relevant	
Künstliche Auffüllungen				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
B) Überschwemmungsablagerungen				
leicht bis mässig toniger Silt, nicht bis wenig plastisch, wenig bis viel Feinsand, z.T. organische Beimengungen weich bis steif	(18) 18.5	(2) 3	(21) 25	(1) 2
mässig bis stark siltiger Feinsand, vereinzelt bis wenig Kies, z.T. wenig organische Beimengungen erdfeucht, locker gelagert	(19) 19.5	(5) 10	(25) 28	0
C) Seeschosotter				
leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis viel Sand feucht bis nass, locker bis mitteldicht gelagert	(20) 21	(35) 45	(31) 34	0
D) Flusssande innerhalb von C)				
leicht bis mässig siltiger Sand, vereinzelt bis viel Kies feucht bis nass, locker bis mitteldicht gelagert	19.5	(10) 15	(26) 30	0

*) Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.

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

6.5.3 Bettung der Leitung

Aus den Sondierungen RKB25-1 und RS25-1 geht hervor, dass die Sohle der Leitungsquerung grösstenteils innerhalb der locker bis mitteldicht gelagerten, künstlichen Auffüllungen (Schicht A) und den Überschwemmungsablagerungen (Schicht B) zu liegen kommt. Hinsichtlich der Bettung resp. der Setzungen der neuen Leitung sind aufgrund der geringen Last keine grösseren Probleme zu erwarten. Die Setzungen dürften generell klein ausfallen.

6.5.4 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Gemäss den am Standort durchgeführten Sondierungen verläuft der Vortrieb im Übergangsbereich der locker bis mitteldicht gelagerten, künstlichen Auffüllungen zu den setzungsempfindlichen Überschwemmungsablagerungen. Abweichungen der Schichtgrenze «künstliche Auffüllungen/Überschwemmungsablagerungen» sind jedoch zu erwarten, da die genaue Grenze auf der gegenüberliegenden Seite des Trassees nicht erörtert werden durfte. Deshalb dürfte der Vortrieb im Bereich des Startschachts der Unterstossung noch in der locker bis mitteldicht gelagerten Auffüllung liegen und im weiteren Verlauf stellenweise in die Überschwemmungsablagerungen übergehen. In der künstlichen Auffüllung muss mit grösseren Steinen und Blöcken gerechnet werden, die den Vortrieb erschweren können.

Die Unterkante des Rohres liegt ca. 1.5 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote von ca. 481 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 488 m ü.M. und somit vollständig oberhalb der zu erwartenden Grundwasserhochstände.

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

Für das Planungsunternehmen steht am Standort dieser Querung sowohl ein offener Grabenbau als auch ein grabenloser Vortrieb mittels Bodenverdrängungshammer zur Debatte. Der vorliegende Untergrund ist in der geplanten Tiefe der Querung als setzungsempfindlich einzustufen,

wodurch ein offener Grabenbau nicht zu empfehlen ist. Die Querung verläuft gemäss den Sondierungen an der Schichtgrenze der kiesig-sandigen, künstlichen Auffüllungen des Bahndammes zu den Überschwemmungsablagerungen. Die Mächtigkeit der Auffüllungen dürfte im zentralen Gleisbereich mächtiger ausfallen, als es die Sondierungen wiedergeben. Da für die Auffüllung ein hoher Grobkornanteil anzunehmen ist, ist der Einsatz eines Bodenverdrängungshammers (Erdrakete) nicht zu empfehlen, da die Rakete leicht abgelenkt oder steckenbleiben kann. Anstelle dessen ist mit einem Pressbohrvortrieb das Risiko deutlich minimiert.

Für den (richtiggesteuerten) Pressbohrvortrieb wird ein Startschacht mit Widerlager und Anfahrwand benötigt, sowie eine Zielschacht für die Bergung des Bohrkopfes. In der Auffüllung und in den Überschwemmungsablagerungen sind bei den Widerlagern hinsichtlich Bettung und Fundation keine Probleme zu erwarten.

In der Auffüllung sind keine grösseren Stabilitätsprobleme an der Ortsbrust zu erwarten. Allfällige Instabilitäten an der Ortsbrust könnten jedoch lokal beim Anbohren von silt- und sandfreien Partien in der Auffüllung mit rolligem Verhalten oder sanddominierten Bereichen auftreten. Das Setzungsrisiko an der Terrainoberfläche ist bei einer Überdeckung von nur ca. 2 m durchaus vorhanden, da mit locker gelagerten und z.T. rolligen Auffüllungen zu rechnen ist.

Innerhalb der Auffüllung können grössere Steine und sogar Blöcke vorhanden sein, deren Häufigkeit mit den Rammkernbohrungen nicht ermittelt werden konnten. Blöcke, die in das Kanalprofil hineinragen dürfen auf keinen Fall herausgerissen werden, da sonst Hohlräume entstehen, die zu Setzungen an der Terrainoberfläche führen können. Blöcke müssten deshalb an der Ortsbrust innerhalb des Kanalprofils mechanisch abgebaut werden.

6.5.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielgrube

Bei der Unterstossung liegen die Aushubsohlen des Start- und Zielgrube bis zu ca. 2.5 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen Überschwemmungsablagerungen bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung und in den Seezschottern von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Aus Platz- und Stabilitätsgründen wird am Standort vermutlich die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** von Nöten sein. Bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) stehen gerammte resp. einvibrierte Spundwände oder ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenabstützung im Vordergrund.

Als Dimensionierungsgrundlage für den vertikalen Baugrubenabschluss können die Baugrundwerte der Tabelle 5 in Rechnung gesetzt werden. Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden. Auflasten

im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemessung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.5.6 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhaltung werden im Kapitel 6.1.6 behandelt.

6.6 Querung 2'339

6.6.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts ist beim Streckenmeter 2'339 eine Unterquerung des Gleistrassees erforderlich. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen beinhaltet die Querung ein Stahlrohr Ø 400 mm, welches mit Pressbohrvortrieb (Länge ca. 18 m) verbaut werden soll. Der Vortrieb erfolgt horizontal. Die Unterkante des Rohres liegt ca. 1.8 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage. Die Aushubsohlen des Start- und Zielschachtes liegen vermutlich einige Dezimeter tiefer.

Die Lage der Querung ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 ersichtlich.

6.6.2 Baugrundwerte

Der Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.1 beschrieben.

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden Tabelle 6 verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 6 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 2'339: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
	γ [kN/m ³]	M_E [MN/m ²]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert				Für das Projekt nicht relevant
Künstliche Auffüllungen				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
C) Seeschosoter				
leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis viel Sand feucht bis nass, locker bis mit- teldicht gelagert	(20) 21	(35) 45	(31) 34	0
D) Flusssande innerhalb von C)				
leicht bis mässig siltiger Sand, vereinzelt bis viel Kies feucht bis nass, locker bis mit- teldicht gelagert	19.5	(10) 15	(26) 30	0

*) Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.

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

6.6.3 Bettung der Leitung

Aus den Sondierungen RKB25-3, RS25-2 und RS25-4 geht hervor, dass die Sohle der Leitungsquerung grösstenteils innerhalb der locker bis mitteldicht gelagerten Seeszschotter (Schicht C) zu liegen kommt. Hinsichtlich der Bettung resp. der Setzungen der neuen Leitung sind keine Probleme zu erwarten. Die Setzungen dürften generell klein ausfallen. Setzungen dürften verstärkt eintreten, wenn auf Aushubniveau Flusssande (Schicht D) vorkommen. Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeits- bzw. Setzungsverhaltens mit möglichst kleinen, insbesondere differenziellen Setzungen (inkl. Kipptendenzen) wird demnach eine **einwandfreie Bettung der Leitung in die Seeszschotter** empfohlen.

6.6.4 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Gemäss den Sondierungen verläuft der geplante, grabenlose Vortrieb mehrheitlich in den locker bis mitteldicht gelagerten Seeszschottern. Abweichungen der Schichtgrenze «künstliche Auffüllungen/Seeszschotter» sind zu erwarten, da der genaue Verlauf der Aufschüttung des Trassees zwischen den Sondierungen nicht genau bekannt ist. Deshalb ist nicht auszuschliessen, dass der Vortrieb stellenweise auch in der locker bis mitteldicht gelagerten Auffüllung liegt. Im Schotter und in den Auffüllungen muss mit grösseren Steinen und Blöcken gerechnet werden, die den Vortrieb erschweren können.

Die Oberkante des Stahlrohrs liegt bei der Unterstossung ca. 1.4 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote von ca. 478.4 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 486 m ü.M. und somit vollständig oberhalb der zu erwartenden Grundwasserhochstände.

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

Ein Pressbohrverfahren kommt dann zum Einsatz, wenn Hindernisse wie vorliegend das Bahntrasse geradlinig unterquert werden müssen. Im vorliegenden Fall werden Stahlrohre mit der Nennweite von ca. 400 mm in Etappen eingepresst und im Pressschacht sukzessive verschweisst. Der Materialabbau an der Ortsbrust erfolgt mechanisch. Das Erdmaterial wird mittels Bohrschnecke zurückgefördert. Den Pressbohrvortrieb gibt es als nicht steuerbares und als steuerbares Verfahren.

Für den (richtig gesteuerten) Pressbohrvortrieb wird ein Startschacht mit Widerlager und Anfahrwand benötigt, sowie eine Zielschacht für die Bergung des Bohrkopfes. Im Schotter sind bei den Widerlagern hinsichtlich Bettung und Foundation keine Probleme zu erwarten.

Im kiesigen Seeszotter und in der Auffüllung sind keine grösseren Stabilitätsprobleme an der Ortsbrust zu erwarten. Allfällige Instabilitäten an der Ortsbrust könnten jedoch lokal beim Anbohren von silt- und sandfreien Partien im Schotter und in der Auffüllung mit rolligem Verhalten oder sanddominierten Bereichen auftreten. Das Setzungsrisiko an der Terrainoberfläche ist bei einer Überdeckung von nur ca. 2 m durchaus vorhanden, da mit locker gelagerten und z.T. rolligen Auffüllungen zu rechnen ist.

Innerhalb der Seeszotter können grössere Steine und sogar Blöcke vorhanden sein. Blöcke, die in das Kanalprofil hineinragen dürfen auf keinen Fall herausgerissen werden, da sonst Hohlräume entstehen, die zu Setzungen an der Terrainoberfläche führen können. Blöcke müssten deshalb an der Ortsbrust innerhalb des Kanalprofils mechanisch abgebaut werden.

6.6.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielgrube

Bei der Unterstossung liegen die Aushubsohlen des Start- und Zielgrube ca. 2 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen Überschwemmungsablagerungen bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung und in den Seeszottern von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Wenn sich aus Platz- und Stabilitätsgründen die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** aufdrängt, stehen bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) gerammte resp. einvibrierte Spundwände oder ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenabstützung im Vordergrund.

Als Dimensionierungsgrundlage für den vertikalen Baugrubenabschluss können die Baugrundwerte der Tabelle 6 in Rechnung gesetzt werden. Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden. Auflasten im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemessung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.6.6 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhaltung werden im Kapitel 6.1.6 behandelt.

6.7 Querung 2'738 (BTG Mels)

6.7.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts ist am Standort des Bahntechnikgebäudes Mels (Streckenmeter 2'738) eine Unterquerung des Gleistrassees erforderlich. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen beinhaltet die Querung ein Stahlrohr Ø 600 mm, welches mit Pressbohrvortrieb (Länge ca. 22 m) verbaut werden soll. Der Vortrieb erfolgt horizontal. Die Unterkante des Rohres liegt ca. 2.0 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage. Die Aushubsohlen des Start- und Zielschachtes liegen ca. 2.2 – 2.6 m unter Terrain auf Kote ca. 483.6 m ü.M. Zwischen den Gleisen werden 3 weitere Zwischenschächte erstellt, deren Aushubsohlen auf Kote ca. 483.8 m ü.M. zu liegen kommen.

Die lage- und niveaumässige Anordnung der Querung sowie der Start – und Zielschächte ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 und den geologisch bearbeiteten Profilen in den Anhängen 1 ersichtlich.

6.7.2 Baugrundwerte

Der Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.1 beschrieben.

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden Tabelle 7 verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 7 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 2'738: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
	γ [kN/m ³]	M_E [MN/m ²]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert				Für das Projekt nicht relevant
Künstliche Auffüllungen				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
C) Seeschosoter				
leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis viel Sand feucht bis nass, locker bis mit- teldicht gelagert	(20) 21	(35) 45	(31) 34	0
D) Flusssande innerhalb von C)				
leicht bis mässig siltiger Sand, vereinzelt bis viel Kies feucht bis nass, locker bis mit- teldicht gelagert	19.5	(10) 15	(26) 30	0

*) Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.

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

6.7.3 Bettung der Leitung

Aus dem geologisch bearbeiteten Profil (vgl. Anhang 1) geht hervor, dass die Sohle der Leitungsquerung grösstenteils innerhalb der locker bis mitteldicht gelagerten, künstlichen Auffüllungen (Schicht A) zu liegen kommt. Im Bereich des nördlichen Endes der Querung fällt die Auffüllung nicht mehr gleich mächtig auf, sodass der Endschacht und die Leitung innerhalb der dichter gelagerten Seeszschotter (Schicht C) zu liegen kommen, wobei eine rund 0.5 m mächtige Schicht aus Flusssand (Schicht D) ab einer Tiefe von ca. 0.8 m besteht. Hinsichtlich der Bettung resp. der Setzungen der neuen Leitung sind jedoch keine Probleme zu erwarten. Die Setzungen dürften generell klein ausfallen. Setzungen dürften verstärkt eintreten, wenn auf Aushubniveau weitere Flusssande (Schicht D) vorkommen. Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeits- bzw. Setzungsverhaltens mit möglichst kleinen, insbesondere differenziellen Setzungen (inkl. Kipptendenzen) wird demnach eine **einwandfreie Bettung der Leitung in die Seeszschotter** empfohlen.

6.7.4 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Gemäss dem geologisch bearbeiteten Profil (vgl. Anhang 1) verläuft der geplante, grabenlose Vortrieb mehrheitlich in den locker bis mitteldicht gelagerten, künstlichen Auffüllungen. Abweichungen der Schichtgrenze «künstliche Auffüllungen/Seeszschotter» sind jedoch zu erwarten, da der genaue Verlauf der Aufschüttung des Trassees zwischen den Sondierungen nicht genau bekannt ist. Deshalb dürfte der Vortrieb im Bereich des Startschachts der Unterstossung noch in der locker bis mitteldicht gelagerten Auffüllung liegen und im weiteren Verlauf in die locker bis mitteldicht gelagerten Seeszschotter übergehen. Im Schotter muss mit grösseren Steinen und Blöcken gerechnet werden, die den Vortrieb erschweren können.

Die Oberkante des Stahlrohrs liegt bei der Unterstossung ca. 1.3 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote von ca. 475 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 484 m ü.M. und somit vollständig oberhalb der zu erwartenden Grundwasserhochstände.

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

Das geplante Pressbohrverfahren kommt dann zum Einsatz, wenn Hindernisse wie vorliegend das Bahntrassees geradlinig unterquert werden müssen. Im vorliegenden Fall werden Stahlrohre mit der Nennweite von ca. 600 mm in Etappen eingepresst und im Pressschacht sukzessive verschweisst. Der Materialabbau an der Ortsbrust erfolgt mechanisch. Das Erdmaterial wird mittels Bohrschnecke zurückgeführt. Den Pressbohrvortrieb gibt es als nicht steuerbares und als steuerbares Verfahren.

Für den (richtiggesteuerten) Pressbohrvortrieb wird ein Startschacht mit Widerlager und Anfahrwand benötigt, sowie eine Zielschacht für die Bergung des Bohrkopfes. Im Schotter sind bei den Widerlagern hinsichtlich Bettung und Foundation keine Probleme zu erwarten.

Im kiesigen Seezschotter und in der Auffüllung sind grössere Stabilitätsprobleme an der Ortsbrust nicht zu erwarten. Allfällige Instabilitäten an der Ortsbrust könnten jedoch lokal beim Anbohren von silt- und sandfreien Partien im Schotter und in der Auffüllung mit rolligem Verhalten oder sanddominierten Bereichen auftreten. Das Setzungsrisiko an der Terrainoberfläche ist bei einer Überdeckung von nur ca. 2 m durchaus vorhanden, da mit locker gelagerten und z.T. rolligen Auf- und Hinterfüllungen zu rechnen ist.

Innerhalb der Seezschotter können grössere Steine und sogar Blöcke vorhanden sein. Blöcke, die in das Kanalprofil hineinragen, dürfen auf keinen Fall herausgerissen werden, da sonst Hohlräume entstehen, die zu Setzungen an der Terrainoberfläche führen können. Blöcke müssten deshalb an der Ortsbrust innerhalb des Kanalprofils mechanisch abgebaut werden.

6.7.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielgrube

Bei der Unterstossung liegen die Aushubsohlen des Start- und Zielgrube ca. 2.5 m resp. 2.3 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen Überschwemmungsablagerungen bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung und in den Seezschottern von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Im Bereich des Zielschachts auf der Nordseite der Gleisanlage drängt sich aus Platz- und Stabilitätsgründen die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** auf. Bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) stehen gerammte resp. einvibrierte Spundwände oder ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenabstützung im Vordergrund.

Als Dimensionierungsgrundlage für den vertikalen Baugrubenabschluss können die Baugrundwerte der Tabelle 7 in Rechnung gesetzt werden. Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden. Auflasten im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemessung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.7.6 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhaltung werden im Kapitel 6.1.6 behandelt.

6.8 Querung 2'969

6.8.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts ist beim Streckenmeter 2'969 eine Unterquerung des Gleistrassees erforderlich. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen beinhaltet die Querung ein Polyethylen-Rohr mit einem Durchmesser von Ø 150 mm, welches über eine Strecke von ca. 16 m verbaut werden soll. Der Vortrieb erfolgt horizontal und ist mit Hilfe einer Erdrakete geplant. Die Unterkante des Rohres liegt ca. 1.5 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage. Die Aushubsohlen des Start- und Zielschachtes liegen vermutlich einige Dezimeter tiefer.

Die Lage der Querung ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 ersichtlich.

6.8.2 Baugrundwerte

Der Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.1 beschrieben.

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondierergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden Tabelle 8 verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 8 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 2'969: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
	γ [kN/m ³]	M_E [MN/m ²]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert				Für das Projekt nicht relevant
<i>Künstliche Auffüllungen</i>				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
B) Überschwemmungsablagerungen				
leicht bis mässig toniger Silt, nicht bis wenig plastisch, wenig bis viel Feinsand, z.T. organische Beimengungen weich bis steif	(18) 18.5	(2) 3	(21) 25	(1) 2
mässig bis stark siltiger Feinsand, vereinzelt bis wenig Kies, z.T. wenig organische Beimengungen erdfeucht, locker gelagert	(19) 19.5	(5) 10	(25) 28	0
C) Seezsotter				
leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis viel Sand feucht bis nass, locker bis mit- teldicht gelagert	(20) 21	(35) 45	(31) 34	0
D) Flusssande innerhalb von C)				
leicht bis mässig siltiger Sand, vereinzelt bis viel Kies feucht bis nass, locker bis mit- teldicht gelagert	19.5	(10) 15	(26) 30	0

*) Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.

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

6.8.3 Bettung der Leitung

Aus den Sondierungen RKB25-8 und RS25-7 geht hervor, dass die Sohle der Leitungsquerung vollständig innerhalb der locker bis mitteldicht gelagerten, künstlichen Auffüllungen (Schicht A) zu liegen kommt. Knapp darunter folgt eine geringmächtige Schicht (ca. 0.4 m mächtig) aus Überschwemmungsablagerungen (Schicht B). Ab ca. 2.4 m Tiefe wird der Untergrund von Seeszschottern (Schicht C) aufgebaut. Hinsichtlich der Bettung resp. der Setzungen der neuen Leitung sind, aufgrund der geringen Last, keine Probleme zu erwarten. Die Setzungen dürften generell klein ausfallen. Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeits- bzw. Setzungsverhaltens mit möglichst kleinen, insbesondere differenziellen Setzungen (inkl. Kipptendenzen) wird eine **einwandfreie Bettung der Leitung in die Seeszschotter** empfohlen.

6.8.4 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Gemäss den ausgeführten Sondierungen verläuft der geplante, grabenlose Vortrieb mehrheitlich in den locker bis mitteldicht gelagerten, künstlichen Auffüllungen. In den Auffüllungen muss mit grösseren Steinen und Blöcken gerechnet werden, die den Vortrieb erschweren können.

Die Oberkante des Stahlrohrs liegt bei der Unterstossung ca. 1.5 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote von ca. 473.6 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 484.3 m ü.M. und somit vollständig oberhalb der zu erwartenden Grundwasserhochstände.

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

In der mehrheitlich kiesigen Auffüllung ist vom Einsatz einer Erdrakete abzuraten und stattdessen ein Pressbohrvortrieb zu empfehlen. Hier sind grössere Stabilitätsprobleme an der Ortsbrust nicht zu erwarten. Allfällige Instabilitäten an der Ortsbrust könnten jedoch lokal beim Anbohren von silt- und sandfreien Partien in der Auffüllung mit rolligem Verhalten oder sanddominierten Bereichen

auftreten. Das Setzungsrisiko an der Terrainoberfläche ist bei einer Überdeckung von nur ca. 2 m durchaus vorhanden, da mit locker gelagerten und z.T. rolligen Auf- und Hinterfüllungen zu rechnen ist.

Innerhalb der Auffüllungen können grössere Steine und sogar Blöcke vorhanden sein. Blöcke, die in das Kanalprofil hineinragen dürfen auf keinen Fall herausgerissen werden, da sonst Hohlräume entstehen, die zu Setzungen an der Terrainoberfläche führen können. Blöcke müssten deshalb an der Ortsbrust innerhalb des Kanalprofils mechanisch abgebaut werden.

6.8.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielgrube

Bei der Unterstossung liegen die Aushubsohlen des Start- und Zielgrube ca. 2 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen Überschwemmungsablagerungen bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung und in den Seezschottern von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Im Bereich des Zielschachts auf der Nordseite der Gleisanlage drängt sich aus Platz- und Stabilitätsgründen die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** auf. Bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) stehen gerammte resp. einvibrierte Spundwände oder ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenabstützung im Vordergrund.

Als Dimensionierungsgrundlage für den vertikalen Baugrubenabschluss können die Baugrundwerte der Tabelle 8 in Rechnung gesetzt werden. Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden. Auflasten im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemessung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.8.6 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhaltung werden im Kapitel 6.1.6 behandelt.

6.9 Querung 3'106

6.9.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts ist beim Streckenmeter 3'106 eine Unterquerung des Gleistrassees erforderlich. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen beinhaltet die Querung jeweils ein Polyethylen-Rohr mit einem Durchmesser von Ø 150 mm, welches über eine Strecke von ca. 16 m verbaut werden soll. Der Vortrieb erfolgt horizontal und ist mit Hilfe einer Erdrakete geplant. Die Unterkante des Rohres liegt ca. 1.5 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage. Die Aushubsohlen des Start- und Zielschachtes liegen vermutlich einige Dezimeter tiefer.

Die Lage der Querung ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 ersichtlich und der Schichtaufbau im geologisch bearbeiteten Profil in den Anhängen 1 ersichtlich.

6.9.2 Baugrundwerte

Der Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.1 beschrieben. Das Baugrundmodell ist schematisch im Anhang 1 dargestellt.

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden Tabelle 9 verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 9 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 3'106: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
	γ [kN/m ³]	M_E [MN/m ²]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert				Für das Projekt nicht relevant
<i>Künstliche Auffüllungen</i>				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
B) Überschwemmungsablagerungen				
leicht bis mässig toniger Silt, nicht bis wenig plastisch, wenig bis viel Feinsand, z.T. organische Beimengungen weich bis steif	(18) 18.5	(2) 3	(21) 25	(1) 2
mässig bis stark siltiger Feinsand, vereinzelt bis wenig Kies, z.T. wenig organische Beimengungen erdfeucht, locker gelagert	(19) 19.5	(5) 10	(25) 28	0
C) Seezsotter				
leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis viel Sand feucht bis nass, locker bis mit- teldicht gelagert	(20) 21	(35) 45	(31) 34	0
D) Flusssande innerhalb von C)				
leicht bis mässig siltiger Sand, vereinzelt bis viel Kies feucht bis nass, locker bis mit- teldicht gelagert	19.5	(10) 15	(26) 30	0

*) Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.

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

6.9.3 Bettung der Leitung

Aus dem geologisch bearbeiteten Profil (vgl. Anhang 1) geht hervor, dass die Sohle der Leitungsquerung grösstenteils entlang des Übergangsbereichs zwischen den locker bis mitteldicht gelagerten, künstlichen Auffüllungen (Schicht A) und den Überschwemmungsablagerungen (Schicht B) zu liegen kommt. Hinsichtlich der Bettung resp. der Setzungen der neuen Leitung sind aufgrund der geringen Last keine grösseren Probleme zu erwarten. Die Setzungen dürften generell klein ausfallen. Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeits- bzw. Setzungsverhaltens mit möglichst kleinen, insbesondere differenziellen Setzungen (inkl. Kipptendenzen) wird eine **einwandfreie Bettung der Leitung in die Seeszschotter** empfohlen.

6.9.4 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Gemäss dem geologisch bearbeiteten Profil (vgl. Anhang 1) verläuft der geplante, grabenlose Vortrieb am Übergang zwischen künstliche Auffüllung und Überschwemmungsablagerungen. Abweichungen der Schichtgrenze «künstliche Auffüllungen/Überschwemmungsablagerungen» sind zu erwarten, da der genaue Verlauf der Aufschüttung des Trassees bzw. dessen Mächtigkeit im zentralen Gleisbereich nicht genau bekannt ist. In den Auffüllungen muss mit grösseren Steinen und Blöcken gerechnet werden, die den Vortrieb erschweren können.

Die Oberkante des Stahlrohrs liegt bei der Unterstossung ca. 1.3 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote von ca. 472.8 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 483 m ü.M. und somit vollständig oberhalb der zu erwartenden Grundwasserhochstände.

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

In der mehrheitlich kiesigen Auffüllung ist vom Einsatz einer Erdrakete abzuraten und stattdessen ein Pressbohrvortrieb zu empfehlen. Hier sind grössere Stabilitätsprobleme an der Ortsbrust nicht

zu erwarten. Allfällige Instabilitäten an der Ortsbrust könnten jedoch lokal beim Anbohren von silt- und sandfreien Partien in der Auffüllung mit rolligem Verhalten oder sanddominierten Bereichen auftreten. Das Setzungsrisiko an der Terrainoberfläche ist bei einer Überdeckung von nur ca. 2 m durchaus vorhanden, da mit locker gelagerten und z.T. rolligen Auf- und Hinterfüllungen zu rechnen ist.

Innerhalb der Auffüllungen können grössere Steine und sogar Blöcke vorhanden sein. Blöcke, die in das Kanalprofil hineinragen dürfen auf keinen Fall herausgerissen werden, da sonst Hohlräume entstehen, die zu Setzungen an der Terrainoberfläche führen können. Blöcke müssten deshalb an der Ortsbrust innerhalb des Kanalprofils mechanisch abgebaut werden.

6.9.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielgrube

Bei der Unterstossung liegen die Aushubsohlen des Start- und Zielgrube ca. 2 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen Überschwemmungsablagerungen bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung und in den Seeszschottern von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Im Bereich des Zielschachts auf der Nordseite der Gleisanlage drängt sich aus Platz- und Stabilitätsgründen die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** auf. Bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) stehen gerammte resp. einvierte Spundwände oder ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenabstützung im Vordergrund.

Als Dimensionierungsgrundlage für den vertikalen Baugrubenabschluss können die Baugrundwerte der Tabelle 9 in Rechnung gesetzt werden. Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden. Auflasten im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemessung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.9.6 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhaltung werden im Kapitel 6.1.6 behandelt.

6.10 Querung 9'143 und 9'300

6.10.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts sind bei den Streckenmetern 9'143 und 9'300 Unterquerung des Gleistrassees erforderlich. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen beinhaltet die Querung jeweils ein Polyethylen-Rohr mit einem Durchmesser von Ø 150 mm, welches über eine Länge von jeweils 6 m verbaut werden soll. Das Vortriebsverfahren ist bei Querung 9'143 mittels Erdrakete vorgesehen und bei Querung 9'300 offen. Die Unterkante des Rohres liegt ca. 1.5 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage. Die Aushubsohlen des Start- und Zielschachtes liegen vermutlich einige Dezimeter tiefer. An diesem Standort wurden keine projektspezifischen Sondierungen durchgeführt, wodurch die für diesen Standort gemachten Angaben auf Kenntnissen und Erfahrungen aus der Umgebung basieren und mit Vorsicht zu behandeln sind.

Die lagemässige Anordnung der Querung ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 ersichtlich.

6.10.2 Bettung der Leitungen

Aus unseren Kenntnissen und Erfahrungen am Standort geht hervor, dass die Sohle der Leitungsquerungen gänzlich im Übergangsbereich von den künstlichen Auffüllungen (Schicht A) zu den feinkörnigen Überschwemmungsablagerungen (Schicht B) zu liegen kommt. Bezüglich der Bettung können in diesen locker gelagerten Schichten, insbesondere in den siltigen Partien der Überschwemmungsablagerungen, Setzungen nicht ausgeschlossen werden. Diese dürften aufgrund der geringen Last und Länge der Querung relativ gering ausfallen.

6.10.3 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Gemäss unseren Kenntnissen und Erfahrungen am Standort verlaufen die Querungen in den locker bis mitteldicht gelagerten, künstlichen Auffüllungen und in den Überschwemmungsablagerungen. Abweichungen der Schichtgrenze «künstliche Auffüllungen/Überschwemmungsablagerungen» sind jedoch zu erwarten, da der genaue Verlauf der Aufschüttung des Trassees nicht genau bekannt ist. Falls Schotter angetroffen wird, muss mit grösseren Steinen und Blöcken gerechnet werden, die den Vortrieb erschweren können.

Die Oberkante des Rohres liegt beim offenen Verbau ca. 1.3 m unter dem heutigen Schotterbett der Gleisanlage.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote zwischen ca. 439 und 439.5 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 440.5 m ü.M. Dies entspricht ungefähr einem regelmässig wiederkehrenden Hochstand.

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

Da am Standort keine Sondierungen durchgeführt wurden, aber ein beträchtliches Risiko für Setzungen besteht, wird von einem offenen Verbau an der Gleisanlage abgeraten. Stattdessen sollte eine grabenlose Querung der Gleise angestrebt werden. Ob für die Querung ein Pressbohrvortrieb nötig sein wird oder ein Bodenverdrängungshammer (Erdrakete) ausreicht, kann erst nach standortspezifischen Baugrunduntersuchung definiert werden.

6.10.4 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte

Am Standort liegen die Aushubsohlen des Start- und Zielgrube voraussichtlich ca. 1.5 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen Überschwemmungsablagerungen bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Im Bereich des Zielschachts auf der Nordostseite der Gleisanlage drängt sich aus Platz- und Stabilitätsgründen die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** auf. Bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) stehen gerammte resp. einviбриerte Spundwände oder ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenabstützung im Vordergrund.

Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden. Auflasten im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemessung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.10.5 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhaltung werden im Kapitel 6.2.6 behandelt.

6.11 Querung 9'582 (BTG Flums)

6.11.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts ist am Standort des Bahntechnikgebäudes Flums (Streckenmeter 9'582) eine Unterquerung des Gleistrassees erforderlich. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen beinhaltet die Querung ein Stahlrohr Ø 600 mm, welches mit Pressbohrvortrieb (Länge ca. 35 m) verbaut werden. Der Vortrieb erfolgt horizontal. Die Unterkante des Rohres liegt ca. 2.0 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage. Die Aushubsohlen des Start- und Zielschachtes liegen ca. 2.1 – 2.5 m unter Terrain auf Kote ca. 438.6 m ü.M. Zwischen den Gleisen werden 3 weitere Zwischenschächte erstellt, deren Aushubsohlen auf Kote ca. ca. 438.8 m ü.M. zu liegen kommen.

Die lage- und niveaumässige Anordnung der Querung sowie der Start – und Zielschächte ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 und den geologisch bearbeiteten Profilen in den Anhängen 1 ersichtlich.

6.11.2 Baugrundwerte

Der gesamte Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.3 beschrieben. Das Baugrundmodell ist schematisch im Anhang 1 dargestellt.

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden Tabelle 10 verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 10 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 9'582: geschätzte Mittelwerte X_m
(in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
	γ [kN/m ³]	M_E [MN/m ²]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert				Für das Projekt nicht relevant
<i>Künstliche Auffüllungen</i>				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
B) Überschwemmungsablagerungen				
leicht bis mässig toniger Silt, nicht bis wenig plastisch, wenig bis viel Feinsand, z.T. organische Beimengungen weich bis steif	(18) 18.5	(2) 3	(21) 25	(1) 2
mässig bis stark siltiger Feinsand, vereinzelt bis wenig Kies, z.T. wenig organische Beimengungen erdfeucht, locker gelagert	(19) 19.5	(5) 10	(25) 28	0
E1) Bachschuttablagerungen der Schils, feinkörnig				
toniger Silt, nicht bis wenig plastisch, wenig bis reichlich Feinsand sehr weich bis weich	(18.5) 19	(4) 6	(22) 26	(1) 3
E2) Bachschuttablagerungen der Schils, grobkörnig				
leicht bis mässig siltiger Kiessand feucht bis nass, locker gelagert	20	(25) 35	(30) 32	0

*) Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.

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

6.11.3 Bettung der Leitungen

Aus dem geologisch bearbeiteten Profil (vgl. Anhang 1) geht hervor, dass die Sohle der Leitungsquerung gänzlich im Übergangsbereich von den feinkörnigen Überschwemmungsablagerungen (Schicht B) zu den locker bis mitteldicht gelagerten Bachschuttablagerungen der Schils (Schicht E) zu liegen kommt. Sämtliche Schächte liegen oberflächennah innerhalb der künstlichen Auffüllungen (Schicht A) bis sie im Sohlenbereich den oben beschriebenen Übergangsbereich erreichen. Aufgrund der frequentierten Wechsellagerung zwischen gut und schlecht tragfähigen Schichten bzw. der Heterogenität des Untergrundes hinsichtlich Setzungsempfindlichkeit ist durch den Eingriff mit gewissen Setzungen zu rechnen. Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeits- bzw. Setzungsverhaltens mit möglichst kleinen, insbesondere differenziellen Setzungen (inkl. Kipptendenzen) wird eine **einwandfreie Bettung der Leitung sowie der Start-, Zwischen- und Zielschächte in die Bachschuttablagerungen** empfohlen.

6.11.4 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Gemäss dem geologisch bearbeiteten Profil (vgl. Anhang 1) verläuft der geplante, grabenlose Vortrieb gänzlich an der Grenze zwischen den Überschwemmungsablagerungen und den Bachschuttablagerungen der Schils. In diesem Bereich ist der genaue Verlauf der Schichtgrenzen des Trassees zwischen den Sondierungen höchst unsicher. Deshalb dürfte der Vortriebsverlauf über die gesamte Distanz sehr heterogen ausfallen. Es ist jedoch nicht mit grösseren Steinen und Blöcken zu rechnen, die den Vortrieb erschweren können.

Die Unterkante des Stahlrohrs liegt bei der Unterstossung ca. 2.0 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote von ca. 437.8 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 439.0 m ü.M. und somit nur knapp über dem regelmässig wiederkehrenden Hochwasserstand (ca. 438.8 m ü.M.).

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

Im vorliegenden Fall werden Stahlrohre mit der Nennweite von ca. 600 mm in Etappen eingepresst und im Pressschacht sukzessive verschweisst. Der Materialabbau an der Ortsbrust erfolgt mechanisch. Das Erdmaterial wird mittels Bohrschnecke zurückgefördert. Den Pressbohrvortrieb gibt es als nicht steuerbares und als steuerbares Verfahren. Für den (richtig gesteuerten) Pressbohrvortrieb wird ein Startschacht mit Widerlager und Anfahrwand benötigt, sowie eine Zielschacht für die Bergung des Bohrkopfes.

Die künstlichen Auffüllungen und die Überschwemmungsablagerungen dürften nur bedingt standfest sein. Dies kann zu erheblichen Stabilitätsproblemen an der Ortsbrust führen.

Der geplante grabenlose Pressbohrvortrieb verläuft genau im Übergangsbereich von den Überschwemmungsablagerungen zu Bachschuttablagerungen der Schils. Steine und grössere Blöcke können beim geplanten Vortrieb zu Steuerungsschwierigkeiten führen. Im Bereich des Perrons und möglicherweise auch in der Böschung zum Kleinen Seezkanal besteht das Risiko, dass alte Bauhilfsmassnahmen angetroffen werden, die den Vortrieb ebenfalls erschweren können oder sogar verunmöglichen. Das für den Pressvortrieb benötigte Betonwiderlager muss bis in kiesige Bereiche der Bachschuttablagerungen eingebunden werden. Allenfalls ist als Fundationsverbesserung ein einwandfrei verdichteter, mit Vlies unterlegter, Kieskoffer erforderlich. Es ist zu empfehlen, dass in der Ausschreibung ausdrücklich auf diese Materialeigenschaften und allfällige Hindernisse hingewiesen wird. Weiter könnte auch ein hochliegender Grundwasserspiegel die Arbeiten erschweren.

Innerhalb der Bachschuttablagerungen können grössere Steine und sogar Blöcke vorhanden sein. Blöcke, die in das Kanalprofil hineinragen dürfen auf keinen Fall herausgerissen werden, da sonst Hohlräume entstehen, die zu Setzungen an der Terrainoberfläche führen können. Blöcke müssten deshalb an der Ortsbrust innerhalb des Kanalprofils mechanisch abgebaut werden.

Da die Überdeckung über dem Pressbohrvortrieb nur bis max. 2.0 m mächtig ist, besteht ein erhebliches Risiko für einen Tagbruch. Es ist zu prüfen, ob die Querung auch mit einem anderen grabenlosen Vortrieb erstellt werden kann. Es ist davon auszugehen, dass z.B. mit einem Schlagrohrvortrieb das Tagbruchrisiko deutlich geringer ausfallen würde.

Es empfiehlt sich die Vortriebsmethode mit einer spezialisierten Unternehmung zu besprechen.

6.11.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte

Bei der Unterstossung liegen die Aushubsohlen des Start- und Zielgrube ca. 2.5 m resp. 2.3 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen Überschwemmungsablagerungen bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der

grobkörnigen, künstlichen Auffüllung und in den Bachschuttablagerungen von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Im Bereich des Zielschachts auf der Nordostseite der Gleisanlage drängt sich aus Platz- und Stabilitätsgründen die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** auf. Bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) stehen gerammte resp. einvierte Spundwände oder ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenabstützung im Vordergrund.

Als Dimensionierungsgrundlage für den vertikalen Baugrubenabschluss können die Baugrundwerte der Tabelle 10 in Rechnung gesetzt werden. Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden. Auflasten im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemessung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.11.6 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhaltung werden im Kapitel 6.2.6 behandelt. Um das Risiko einer Flutung der Baugruben zu minimieren, wird eine Ausführung der Querung bei tiefen Grundwasserständen im Winterhalbjahr empfohlen.

6.12 Querungen 9'947, 10'036, 10'133, 10'284 und 10'396

6.12.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts sind an den Streckenmetern 9'947, 10'036, 10'133, 10'284 und 10'396 jeweils eine Unterquerung des Gleistrassees erforderlich. Die Vortriebe erfolgen horizontal, wofür, gemäss vorliegenden Unterlagen des Ingenieurunternehmens, sowohl ein Pressbohrvortrieb als auch eine Erdrakete in Betracht gezogen wird. Die Vortriebe weisen Längen zwischen 6 und 24 m auf. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen beinhalten die Querung 10'133 und 10'284 ein Stahlrohr Ø 300 mm, welches mit Pressbohrvortrieb (Länge ca. 16 bzw. 24 m) verbaut werden. Die Unterkante der Rohre liegen zwischen ca. 1.5 und 1.7 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage. Die Aushubsohlen des Start- und Zielschachtes liegen vermutlich einige Dezimeter tiefer.

Die lage- und niveaumässige Anordnung der Querungen ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 ersichtlich. Für die Querungen 10'133 und 10'251 wurden zusätzlich geologisch bearbeitete Profile erstellt (vgl. Anhänge 1).

6.12.2 Baugrundwerte

Der gesamte Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.3 beschrieben.

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden Tabelle 11 verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 11 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 9'947 bis 10'396: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
	γ [kN/m ³]	M_E [MN/m ²]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert				Für das Projekt nicht relevant
<i>Künstliche Auffüllungen</i>				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
B) Überschwemmungsablagerungen				
leicht bis mässig toniger Silt, nicht bis wenig plastisch, wenig bis viel Feinsand, z.T. organische Beimengungen weich bis steif	(18) 18.5	(2) 3	(21) 25	(1) 2
mässig bis stark siltiger Feinsand, vereinzelt bis wenig Kies, z.T. wenig organische Beimengungen erdfeucht, locker gelagert	(19) 19.5	(5) 10	(25) 28	0
C) Seezsotter				
leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis viel Sand feucht bis nass, locker bis mit- teldicht gelagert	(20) 21	(35) 45	(31) 34	0

*) *Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.*

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

6.12.3 Bettung der Leitungen

Aus den geologisch bearbeiteten Profilen (vgl. Anhang 1) und den Sondierprofilen (vgl. Anhang 2 und Beilagen 2) geht hervor, dass die Sohlen der Querungen in den künstlichen Auffüllungen (Schicht A), den feinkörnigen Überschwemmungsablagerungen (Schicht B) oder in deren jeweiligen Übergangsbereichen bishin zum Übergangsbereich der Überschwemmungsablagerungen zu den Seezschottern zu liegen kommen. Aufgrund der frequentierten Wechsellagerung zwischen gut und schlecht tragfähigen Schichten bzw. der Heterogenität des Untergrundes hinsichtlich Setzungsempfindlichkeit ist durch den Eingriff mit gewissen Setzungen zu rechnen. Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeits- bzw. Setzungsverhaltens mit möglichst kleinen, insbesondere differenziellen Setzungen (inkl. Kipptendenzen) wird eine **einwandfreie Bettung der Leitung sowie der Start-, Zwischen- und Zielschächte in die Seezschotter** empfohlen.

6.12.4 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Gemäss den erarbeiteten Profilen verlaufen die geplanten, grabenlosen Vortriebe gänzlich in den unbeständigen Schichtverläufen zwischen den künstlichen Auffüllungen, den Überschwemmungsablagerungen und den Seezschottern. In diesen Bereichen ist der genaue Verlauf der Schichtgrenzen des Trassees zwischen den Sondierungen unsicher. Deshalb dürfte der Vortriebsverlauf über die gesamte Distanz sehr heterogen ausfallen. Es ist auch mit grösseren Steinen und Blöcken zu rechnen, die den Vortrieb erschweren können.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote von ca. 435.2 – 436.4 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 437.0 m ü.M. und somit zum Teil knapp unter dem regelmässig wiederkehrenden Hochwasserstand (ca. 436.2 – 437.4 m ü.M.).

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

Im vorliegenden Fall werden u.a. Stahlrohre mit der Nennweite von ca. 300 mm in Etappen eingepresst und im Pressschacht sukzessive verschweisst. Die künstlichen Auffüllungen und die Überschwemmungsablagerungen dürften nur bedingt standfest sein. Dies kann zu erheblichen Stabilitätsproblemen an der Ortsbrust führen.

Der geplante grabenlose Pressbohrvortrieb verläuft genau im Übergangsbereich von den Überschwemmungsablagerungen zu den Seeszschottern. Steine und grössere Blöcke können beim geplanten Vortrieb zu Steuerungsschwierigkeiten führen. Im Bereich der Flumroc AG und der Böschung zum Kleinen Seezkanal besteht das Risiko, dass alte Bauhilfsmassnahmen angetroffen werden, die den Vortrieb ebenfalls erschweren können oder sogar verunmöglichen. Das für den Pressvortrieb benötigte Betonwiderlager muss bis in kiesige Bereiche der Seeszschotter eingebunden werden. Allenfalls ist als Fundationsverbesserung ein einwandfrei verdichteter, mit Vlies unterlegter, Kieskoffer erforderlich. Es ist zu empfehlen, dass in der Ausschreibung ausdrücklich auf diese Materialeigenschaften und allfällige Hindernisse hingewiesen wird. Weiter könnte auch ein hochliegender Grundwasserspiegel die Arbeiten erschweren.

Weiter könnte auch ein hochliegender Grundwasserspiegel die Arbeiten erschweren.

Innerhalb der Seeszschotter können grössere Steine und sogar Blöcke vorhanden sein. Blöcke, die in das Kanalprofil hineinragen dürfen auf keinen Fall herausgerissen werden, da sonst Hohlräume entstehen, die zu Setzungen an der Terrainoberfläche führen können. Blöcke müssten deshalb an der Ortsbrust innerhalb des Kanalprofils mechanisch abgebaut werden.

Da die Überdeckung über dem Pressbohrvortrieb nur bis max. 2.0 m mächtig ist, besteht ein erhebliches Risiko für einen Tagbruch. Es ist zu prüfen, ob die Querung auch mit einem anderen grabenlosen Vortrieb erstellt werden kann. Es ist davon auszugehen, dass z.B. mit einem Schlagrohrvortrieb das Tagbruchrisiko deutlich geringer ausfallen würde.

Aufgrund der Heterogenität der in diesem Abschnitt vorliegenden Schichtverläufe (Mächtigkeiten) und Materialzusammensetzungen ist es absolut empfehlenswert, sämtliche Vortriebe mittels Bohrortrieb zu bewältigen. Gegebenenfalls lassen sich lediglich die beiden kürzesten Querungen von 6 Länge mittels Bodenverdrängungshammers (Erdrakete) erstellen.

6.12.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte

Bei der Unterstossung liegen die Aushubsohlen der Start- und Zielgruben in Tiefen von bis zu ca. 2.5 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen Überschwemmungsablagerungen bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung und in den Seeszschottern von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Im Bereich des Zielschachts auf der Nordostseite der Gleisanlage drängt sich aus Platz- und Stabilitätsgründen die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** auf. Bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) stehen gerammte resp. einvierte Spundwände oder ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenabstützung im Vordergrund.

Als Dimensionierungsgrundlage für den vertikalen Baugrubenabschluss können die Baugrundwerte der Tabelle 11 in Rechnung gesetzt werden. Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden. Auflasten im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemessung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.12.6 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhaltung werden im Kapitel 6.2.6 behandelt. Um das Risiko einer Flutung der Baugruben zu minimieren, wird eine Ausführung der Querung bei tiefen Grundwasserständen im Winterhalbjahr empfohlen.

6.13 Querung 10'713

6.13.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts ist beim Streckenmeter 10'713 Unterquerung des Gleistrassees erforderlich. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen beinhaltet die Querung jeweils ein Polyethylen-Rohr mit einem Durchmesser von Ø 150 mm, welches über eine Länge von ca. 12 m verbaut werden soll. Der Vortrieb erfolgt horizontal und ist mit Hilfe einer Erdrakete geplant. Die Unterkante des Rohres liegt ca. 1.5 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage. An diesem Standort wurden keine projektspezifischen Sondierungen durchgeführt, wodurch die für diesen Standort gemachten Angaben auf Kenntnissen und Erfahrungen aus der Umgebung basieren und mit Vorsicht zu behandeln sind. Die Aushubsohlen des Start- und Zielschachtes liegen vermutlich einige Dezimeter tiefer.

Die lagemässige Anordnung der Querung ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 ersichtlich.

6.13.2 Bettung der Leitungen

Aus den Interpretationen der Kenntnisse aus der Umgebung geht hervor, dass die Sohle der Leitungsquerung innerhalb von locker gelagerten, künstlichen Auffüllungen des Bahndamms (Schicht A) oder Überschwemmungsablagerungen (Schicht B) zu liegen kommt. Ein Auftreten von

kiesigen Schichten der Seezschotter (Schicht C) ist auf Aushubniveau nicht auszuschliessen. Bezüglich der Bettung können in diesen locker gelagerten Schichten, insbesondere in den siltigen Partien der Überschwemmungsablagerungen, Setzungen nicht ausgeschlossen werden.

6.13.3 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Gemäss unseren Kenntnissen und Erfahrungen am Standort verlaufen die Querungen in den locker bis mitteldicht gelagerten, künstlichen Auffüllungen und in den Überschwemmungsablagerungen. Abweichungen der Schichtgrenze «künstliche Auffüllungen/Überschwemmungsablagerungen» sind jedoch zu erwarten, da der genaue Verlauf der Aufschüttung des Trassees nicht genau bekannt ist. Falls Schotter angetroffen wird, muss mit grösseren Steinen und Blöcken gerechnet werden, die den Vortrieb erschweren können.

Die Oberkante des Rohres liegt beim offenen Verbau ca. 1.3 m unter dem heutigen Schotterbett der Gleisanlage.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote zwischen ca. 433.5 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 434.5 m ü.M. Dies entspricht ungefähr einem regelmässig wiederkehrenden Hochstand.

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

Für das Planungsunternehmen steht am Standort dieser Querung ein grabenloser Vortrieb mittels Bodenverdrängungshammer (Erdrakete) zur Debatte. Da für die Auffüllung ein hoher Grobkornanteil anzunehmen ist, ist der Einsatz eines Bodenverdrängungshammers (Erdrakete) nicht zu empfehlen, da die Rakete leicht abgelenkt oder steckenbleiben kann. Anstelle dessen ist mit einem Pressbohrvortrieb das Risiko deutlich minimiert. Aufgrund der geringen Länge der Querungen und da nicht ausgeschlossen ist, dass auf Bettungsniveau feinkörnige Schichten vorhanden sind, ist die Anwendung des Bodenverdrängungsverfahrens trotzdem nicht gänzlich ausgeschlossen. Das genauere Vortriebsverfahren kann erst nach einer standortspezifischen Baugrunduntersuchung definiert werden.

6.13.4 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte

Am Standort liegen die Aushubsohlen des Start- und Zielgrube voraussichtlich ca. 1.5 – 2.0 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen

Überschwemmungsablagerungen bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung und in den Seeszschottern von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Im Bereich des Zielschachts auf der Nordostseite der Gleisanlage drängt sich aus Platz- und Stabilitätsgründen die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** auf. Bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) stehen gerammte resp. einvi-brierte Spundwände oder ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenab-stützung im Vordergrund.

Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden. Auflasten im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemes-sung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.13.5 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhal-tung werden im Kapitel 6.2.6 behandelt. Um das Risiko einer Flutung der Baugruben zu minimie-ren, wird eine Ausführung der Querung bei tiefen Grundwasserständen im Winterhalbjahr emp-fohlen.

6.14 Querungen 29'986, 30'084 und 30'245

6.14.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts sind bei den Streckenmetern 29'986, 30'084 und 30'245 Unterquerungen des Gleistrassees erforderlich. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen be-inhalten diese Querungen je ein Polyethylen-Rohr mit einem Durchmesser von Ø 150 mm. Die Vortriebe erfolgen horizontal und wofür, gemäss vorliegenden Unterlagen des Ingenieurunterneh-mens, sowohl ein Pressbohrvortrieb als auch eine Erdrakete in Betracht gezogen wird. Die Vor-triebe weisen Längen zwischen 10 und 15 m auf. Die Unterkante der Rohre liegen alle ca. 1.5 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage. Die Aushubsohlen des Start- und Zielschachtes liegen vermutlich einige Dezimeter tiefer.

Die lagemässige Anordnung der Querung ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 ersichtlich. Das geologisch bearbeitete Profil 30'245 ist in den Anhängen 1 zu finden.

6.14.2 Baugrundwerte

Der gesamte Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.4 beschrieben.

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden Tabelle 12 verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 12 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 29'987 bis 30'245: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
	γ [kN/m ³]	M_E [MN/m ²]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert				Für das Projekt nicht relevant
Künstliche Auffüllungen				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
F1) Deltaablagerungen, feinkörnig				
leicht toniger Silt, nicht plastisch bis plastisch, wenig bis viel Feinsand, z.T. organische Beimengungen sehr weich bis steif bis hin zu tonig-siltiger Feinsand, vereinzelt Kies, z.T. wenig organische Beimengungen erdfeucht, locker gelagert	(19) 19.5	(5) 15	(24) 28	0
F2) Deltaablagerungen, grobkörnig				
leicht bis mässig siltiger Kiessand erdfeucht bis nass, locker bis mitteldicht gelagert	(20) 20.5	(30) 45	(30) 34	0

*) *Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.*

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

6.14.3 Bettung der Leitungen

Aus dem geologisch bearbeiteten Profil 30'245 (vgl. Anhang 1) und den durchgeführten Sondierungen geht hervor, dass die Sohle der Leitungsquerung vollständig innerhalb der locker gelagerten, künstlichen Auffüllungen (Schicht A) zu liegen kommt. Aufgrund der geringen Lagerungsdichte ist durch den Eingriff mit gewissen Setzungen zu rechnen.

6.14.4 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Gemäss den durchgeführten Sondierungen verlaufen die geplanten Vortriebe gänzlich in den locker gelagerten, künstlichen Auffüllungen. Innerhalb der Auffüllung muss mit grösseren Steinen und Blöcken gerechnet werden, die den Vortrieb erschweren können.

Die Oberkante der Rohre liegt bei der Unterstossung ca. 1.3 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote von ca. 420.5 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 422.8 m ü.M. und somit vollständig oberhalb der zu erwartenden Grundwasserhochstände.

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

In der mehrheitlich kiesigen Auffüllung ist vom Einsatz einer Erdrakete abzuraten und stattdessen ein Pressbohrvortrieb zu empfehlen. Die künstlichen Auffüllungen dürften nur bedingt standfest sein. Dies kann zu erheblichen Stabilitätsproblemen an der Ortsbrust führen.

Die in den künstlichen Auffüllungen zu erwartende Steine und grössere Blöcke können beim geplanten Vortrieb zu Steuerungsschwierigkeiten führen. Im Bereich des Gleises und

möglicherweise auch in der Böschung zur natürlich gewachsenen Ebene besteht das Risiko, dass alte Bauhilfsmassnahmen angetroffen werden, die den Vortrieb ebenfalls erschweren können oder sogar verunmöglichen. Das für den Pressvortrieb benötigte Betonwiderlager muss bis in kiesige Bereiche der Deltaablagerungen oder den künstlichen Auffüllungen eingebunden werden. Allenfalls ist als Fundationsverbesserung ein einwandfrei verdichteter, mit Vlies unterlegter, Kieskoffer erforderlich. Es ist zu empfehlen, dass in der Ausschreibung ausdrücklich auf diese Materialeigenschaften und allfällige Hindernisse hingewiesen wird. Weiter könnte auch ein hochliegender Grundwasserspiegel die Arbeiten erschweren.

Blöcke, die in das Kanalprofil hineinragen, dürfen auf keinen Fall herausgerissen werden, da sonst Hohlräume entstehen, die zu Setzungen an der Terrainoberfläche führen können. Blöcke müssten deshalb an der Ortsbrust innerhalb des Kanalprofils mechanisch abgebaut werden.

Da die Überdeckung über dem Pressbohrvortrieb nur bis max. 1.5 m mächtig ist, besteht ein erhebliches Risiko für einen Tagbruch. Es ist zu prüfen, ob die Querung auch mit einem anderen grabenlosen Vortrieb erstellt werden kann. Es ist davon auszugehen, dass z.B. mit einem Schlagrohrvortrieb das Tagbruchrisiko deutlich geringer ausfallen würde.

Es empfiehlt sich die Vortriebsmethode mit einer spezialisierten Unternehmung zu besprechen.

6.14.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte

Bei der Unterstossung liegen die Aushubsohlen des Start- und Zielgrube ca. 2 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen Bodenschichten bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Im Bereich des Zielschachts auf der Nordseite der Gleisanlage drängt sich aus Platz- und Stabilitätsgründen die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** auf. Bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) stehen gerammte resp. einvibrierte Spundwände oder ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenabstützung im Vordergrund.

Als Dimensionierungsgrundlage für den vertikalen Baugrubenabschluss können die Baugrundwerte der Tabelle 12 in Rechnung gesetzt werden. Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden. Auflasten im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemessung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.14.6 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhaltung werden im Kapitel 6.3.6 behandelt.

6.15 Querung 30'602 (BTG Weesen)

6.15.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts ist am Standort des Bahntechnikgebäudes Weesen (Streckenmeter 30'602) eine Unterquerung des Gleistrassees erforderlich. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen beinhaltet die Querung ein Stahlrohr Ø 600 mm, welches mit Pressbohrvortrieb (Länge ca. 28 m) verbaut werden. Der Vortrieb erfolgt horizontal. Die Unterkante des Rohres liegt ca. 2.0 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage. Die Aushubsohlen des Start- und Zielschachtes liegen ca. 1.9 – 2.4 m unter heutigem Terrain auf Kote ca. 421.3 – 421.5 m ü.M. Im Bereich der Gleisanlagen werden 4 weitere Zwischenschächte erstellt, deren Aushubsohlen auf Kote ca. ca. 421.8 - 421.9 m ü.M. zu liegen kommen.

Die lage- und niveaumässige Anordnung der Querung sowie der Start – und Zielschächte ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 und den geologisch bearbeiteten Profilen in den Anhängen 1 ersichtlich.

6.15.2 Baugrundwerte

Der gesamte Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.4 beschrieben. Das Baugrundmodell ist schematisch im Anhang 1 dargestellt.

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden Tabelle 13 verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 13 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 30'602: geschätzte Mittelwerte X_m
(in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
	γ [kN/m ³]	M_E [MN/m ²]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert				Für das Projekt nicht relevant
<i>Künstliche Auffüllungen</i>				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
F1) Deltaablagerungen, feinkörnig				
leicht toniger Silt, nicht plastisch bis plastisch, wenig bis viel Feinsand, z.T. organische Beimengungen sehr weich bis steif bis hin zu tonig-siltiger Feinsand, vereinzelt Kies, z.T. wenig organische Beimengungen erdfeucht, locker gelagert	(19) 19.5	(5) 15	(24) 28	0
F2) Deltaablagerungen, grobkörnig				
leicht bis mässig siltiger Kiessand erdfeucht bis nass, locker bis mitteldicht gelagert	(20) 20.5	(30) 45	(30) 34	0

*) Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.

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

6.15.3 Bettung der Leitungen

Aus dem geologisch bearbeiteten Profil (vgl. Anhang 1) geht hervor, dass die Sohle der Leitungsquerung vollständig innerhalb der locker gelagerten, künstlichen Auffüllungen (Schicht A) zu liegen kommt. Aufgrund der geringen Lagerungsdichte ist durch den Eingriff mit gewissen Setzungen zu rechnen.

6.15.4 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Gemäss dem geologisch bearbeiteten Profil (vgl. Anhang 1) verläuft der geplante, grabenlose Vortrieb gänzlich in den locker gelagerten, künstlichen Auffüllungen. Innerhalb der Auffüllung muss mit grösseren Steinen und Blöcken gerechnet werden, die den Vortrieb erschweren können.

Die Oberkante des Stahlrohrs liegt bei der Unterstossung ca. 1.4 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote von ca. 420.2 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 422 m ü.M. und somit vermutlich vollständig oberhalb der zu erwartenden Grundwasserhochstände.

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

Im vorliegenden Fall werden Stahlrohre mit der Nennweite von ca. 600 mm in Etappen eingepresst und im Pressschacht sukzessive verschweisst. Der Materialabbau an der Ortsbrust erfolgt mechanisch. Das Erdmaterial wird mittels Bohrschnecke zurückgefördert. Den Pressbohrvortrieb gibt es als nicht steuerbares und als steuerbares Verfahren. Für den (richtig gesteuerten) Pressbohrvortrieb wird ein Startschacht mit Widerlager und Anfahrwand benötigt, sowie eine Zielschacht für die Bergung des Bohrkopfes.

Die künstlichen Auffüllungen dürften nur bedingt standfest sein. Dies kann zu erheblichen Stabilitätsproblemen an der Ortsbrust führen.

Der geplante grabenlose Pressbohrvortrieb gänzlich innerhalb der künstlichen Auffüllung. Steine und grössere Blöcke können beim geplanten Vortrieb zu Steuerungsschwierigkeiten führen. Im Bereich des Perrons und möglicherweise auch in der Böschung zur natürlich gewachsenen Ebene besteht das Risiko, dass alte Bauhilfsmassnahmen angetroffen werden, die den Vortrieb ebenfalls erschweren können oder sogar verunmöglichen. Das für den Pressvortrieb benötigte Betonwiderlager muss bis in kiesige Bereiche der künstlichen Auffüllungen eingebunden werden. Allenfalls ist als Fundationsverbesserung ein einwandfrei verdichteter, mit Vlies unterlegter, Kieskoffer erforderlich. Es ist zu empfehlen, dass in der Ausschreibung ausdrücklich auf diese Materialeigenschaften und allfällige Hindernisse hingewiesen wird. Weiter könnte auch ein hochliegender Grundwasserspiegel die Arbeiten erschweren.

Steine und Blöcke der künstlichen Auffüllungen, die in das Kanalprofil hineinragen dürfen auf keinen Fall herausgerissen werden, da sonst Hohlräume entstehen, die zu Setzungen an der Terrainoberfläche führen können. Blöcke müssten deshalb an der Ortsbrust innerhalb des Kanalprofils mechanisch abgebaut werden.

Da die Überdeckung über dem Pressbohrvortrieb nur bis max. 2.0 m mächtig ist, besteht ein erhebliches Risiko für einen Tagbruch. Es ist zu prüfen, ob die Querung auch mit einem anderen grabenlosen Vortrieb erstellt werden kann. Es ist davon auszugehen, dass z.B. mit einem Schlagrohrvortrieb das Tagbruchrisiko deutlich geringer ausfallen würde.

Es empfiehlt sich die Vortriebsmethode mit einer spezialisierten Unternehmung zu besprechen.

6.15.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte

Bei der Unterstossung liegen die Aushubsohlen des Start- und Zielgrube ca. 2.5 m resp. 2.3 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen Bodenschichten und Deltaablagerungen bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung und in den grobkörnigen Deltaablagerungen von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Im Bereich des Zielschachts auf der Nordseite der Gleisanlage drängt sich aus Platz- und Stabilitätsgründen die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** auf. Bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) stehen gerammte resp. einvibrierte Spundwände oder ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenabstützung im Vordergrund.

Als Dimensionierungsgrundlage für den vertikalen Baugrubenabschluss können die Baugrundwerte der Tabelle 13 in Rechnung gesetzt werden. Die zu erwartenden Deformationen, die

einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden. Auflasten im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemessung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.15.6 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhaltung werden im Kapitel 6.3.6 behandelt.

6.16 Querungen 30'768, 30'875 und 30'998

6.16.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts sind bei den Streckenmetern 30'768, 30'875 und 30'998 Unterquerungen des Gleistrassees erforderlich. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen beinhalten diese Querungen je ein Polyethylen-Rohr mit einem Durchmesser von Ø 150 mm. Die Vortriebe erfolgen horizontal und wofür, gemäss vorliegenden Unterlagen des Ingenieurunternehmens, sowohl ein grabenloser Pressbohrvortrieb als auch ein offener Grabenverbau in Betracht gezogen wird. Die Vortriebe weisen Längen zwischen 6 und 16 m auf. Die Unterkante der Rohre liegen zwischen ca. 1.5 und 1.8 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage. Die Aushubsohlen der jeweiligen Start- und Zielschächte liegen vermutlich einige Dezimeter tiefer.

Die lagemässige Anordnung der Querung ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 ersichtlich. Das geologisch bearbeitete Profil 30'998 ist in den Anhängen 1 zu finden.

6.16.2 Baugrundwerte

Der gesamte Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.4 beschrieben.

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden Tabelle 14 verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 14 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 30'768 bis 30'998: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
		γ [kN/m ³]		
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert				Für das Projekt nicht relevant
Künstliche Auffüllungen				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
F1) Deltaablagerungen, feinkörnig				
leicht toniger Silt, nicht plastisch bis plastisch, wenig bis viel Feinsand, z.T. organische Beimengungen sehr weich bis steif bis hin zu tonig-siltiger Feinsand, vereinzelt Kies, z.T. wenig organische Beimengungen erdfeucht, locker gelagert	(19) 19.5	(5) 15	(24) 28	0
F2) Deltaablagerungen, grobkörnig				
leicht bis mässig siltiger Kiessand erdfeucht bis nass, locker bis mitteldicht gelagert	(20) 20.5	(30) 45	(30) 34	0

*) Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.

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

6.16.3 Bettung der Leitungen

Aus dem geologisch bearbeiteten Profil 30'998 (vgl. Anhang 1) und den durchgeführten Sondierungen geht hervor, dass die Sohle der Leitungsquerung bei km 30'768 vollständig innerhalb der locker gelagerten, künstlichen Auffüllungen (Schicht A) und diejenigen der Querungen bei km 30'875 und 30'998 innerhalb der überwiegend grobkörnigen Deltaablagerungen (Schicht F2) zu liegen kommen. Aufgrund der geringen Lagerungsdichte ist durch den Eingriff mit gewissen Setzungen zu rechnen.

6.16.4 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Gemäss den durchgeführten Sondierungen verlaufen die geplanten Vortriebe gänzlich in den locker gelagerten, künstlichen Auffüllungen oder in den grobkörnigen Deltaablagerungen. Innerhalb dieser Schichten muss mit grösseren Steinen und Blöcken gerechnet werden, die den Vortrieb erschweren können.

Die Oberkante der Rohre liegt bei der Unterstossung ca. 1.3 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote von ca. 420.2 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 422.7 m ü.M. und somit vermutlich vollständig oberhalb der zu erwartenden Grundwasserhochstände.

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

Der vorliegende Untergrund erlaubt grundsätzlich einen offenen Grabenbau. Das Setzungsrisiko wird dabei aber als nicht unwesentlich erachtet, sodass auf diese Vortriebsart abgeraten wird. Stattdessen ist für alle Querungen ein Bohrvortrieb zu empfehlen. Die künstlichen Auffüllungen und Deltaablagerungen dürften nur bedingt standfest sein. Dies kann zu erheblichen Stabilitätsproblemen an der Ortsbrust führen.

Die in den künstlichen Auffüllungen zu erwartende Steine und grössere Blöcke können beim geplanten Vortrieb zu Steuerungsschwierigkeiten führen. Im Bereich des Gleises und möglicherweise auch in der Böschung zur natürlich gewachsenen Ebene besteht das Risiko, dass alte Bauhilfsmassnahmen angetroffen werden, die den Vortrieb ebenfalls erschweren können oder sogar verunmöglichen. Das für den Pressvortrieb benötigte Betonwiderlager muss bis in kiesige Bereiche der künstlichen Auffüllungen oder der Deltaablagerungen eingebunden werden. Allenfalls ist als Fundationsverbesserung ein einwandfrei verdichteter, mit Vlies unterlegter, Kieskoffer erforderlich. Es ist zu empfehlen, dass in der Ausschreibung ausdrücklich auf diese Materialeigenschaften und allfällige Hindernisse hingewiesen wird. Weiter könnte auch ein hochliegender Grundwasserspiegel die Arbeiten erschweren.

Steine und Blöcke der künstlichen Auffüllungen, die in das Kanalprofil hineinragen dürfen auf keinen Fall herausgerissen werden, da sonst Hohlräume entstehen, die zu Setzungen an der Terrainoberfläche führen können. Blöcke müssten deshalb an der Ortsbrust innerhalb des Kanalprofils mechanisch abgebaut werden.

Da die Überdeckung über dem Pressbohrvortrieb nur bis max. 1.5 m mächtig ist, besteht ein erhebliches Risiko für einen Tagbruch. Es ist zu prüfen, ob die Querung auch mit einem anderen grabenlosen Vortrieb erstellt werden kann. Es ist davon auszugehen, dass z.B. mit einem Schlagrohrvortrieb das Tagbruchrisiko deutlich geringer ausfallen würde.

6.16.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte

Bei der Unterstossung liegen die Aushubsohlen des Start- und Zielgrube ca. 2 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen Bodenschichten bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung und Deltaablagerungen von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Im Bereich des Zielschachts auf der Nordseite der Gleisanlage drängt sich aus Platz- und Stabilitätsgründen die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** auf. Bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) stehen gerammte resp. einvibrierte Spundwände oder ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenabstützung im Vordergrund.

Als Dimensionierungsgrundlage für den vertikalen Baugrubenabschluss können die Baugrundwerte der Tabelle 14 in Rechnung gesetzt werden. Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden. Auflasten im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemessung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.16.6 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhaltung werden im Kapitel 6.3.6 behandelt.

6.17 Querungen 31'068 und 31'094

6.17.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts sind bei den Streckenmetern 31'068 und 31'094 Unterquerungen des Gleistrassees erforderlich. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen beinhalten diese Querungen je ein Polyethylen-Rohr mit einem Durchmesser von Ø 150 mm. Die Vortriebe erfolgen horizontal und wofür, gemäss vorliegenden Unterlagen des Ingenieurunternehmens, ein offener Grabenverbau in Betracht gezogen wird. Die Vortriebe weisen Längen von je 6 m auf. Die Unterkante der Rohre liegen auf ca. 1.5 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage. Die Aushubsohlen des Start- und Zielschachtes liegen vermutlich einige Dezimeter tiefer.

Die lagemässige Anordnung der Querungen ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 ersichtlich.

6.17.2 Baugrundwerte

Der gesamte Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.4 beschrieben.

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden Tabelle 15 verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 15 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 31'086 bis 31'094: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
	γ [kN/m ³]	M_E [MN/m ²]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert				Für das Projekt nicht relevant
<i>Künstliche Auffüllungen</i>				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
F1) Deltaablagerungen, feinkörnig				
leicht toniger Silt, nicht plastisch bis plastisch, wenig bis viel Feinsand, z.T. organische Beimengungen sehr weich bis steif bis hin zu tonig-siltiger Feinsand, vereinzelt Kies, z.T. wenig organische Beimengungen erdfeucht, locker gelagert	(19) 19.5	(5) 15	(24) 28	0
F2) Deltaablagerungen, grobkörnig				
leicht bis mässig siltiger Kiessand erdfeucht bis nass, locker bis mitteldicht gelagert	(20) 20.5	(30) 45	(30) 34	0

*) Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.

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

6.17.3 Bettung der Leitungen

Aus den durchgeführten Sondierungen geht hervor, dass die Sohle der Leitungsquerungen im Übergangsbereich zwischen den künstlichen Auffüllungen (Schicht A) und den grobkörnigen Deltaablagerungen (Schicht F2) zu liegen kommt. Aufgrund der geringen Lagerungsdichte ist durch den Eingriff mit gewissen Setzungen zu rechnen. Setzungen dürften verstärkt eintreten, wenn auf Aushubniveau feinkörnige Deltaablagerungen (Schicht F1) vorkommen. Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeits- bzw. Setzungsverhaltens mit möglichst kleinen, insbesondere differenziellen Setzungen (inkl. Kipptendenzen) wird demnach eine **einwandfreie Bettung der Leitung in die grobkörnigen Deltaablagerungen** empfohlen

6.17.4 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Gemäss den durchgeführten Sondierungen verläuft der geplante, offene Vortrieb im Übergangsbereich der locker gelagerten, künstlichen Auffüllungen zu den locker gelagerten grobkörnigen Deltaablagerungen. Innerhalb der Auffüllung muss mit grösseren Steinen und Blöcken gerechnet werden, die den Vortrieb erschweren können.

Die Oberkante des Stahlrohrs liegt bei der Unterstossung ca. 1.3 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote von ca. 420.4 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 422.5 m ü.M. und somit vermutlich vollständig oberhalb der zu erwartenden Grundwasserhochstände.

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

Der vorliegende Untergrund erlaubt grundsätzlich einen offenen Grabenbau. Das Setzungsrisiko wird dabei aber als nicht unwesentlich erachtet, sodass auf diese Vortriebsart abgeraten wird. Stattdessen ist für diese Querungen ein Bohrvortrieb zu empfehlen. Die künstlichen Auffüllungen

und Deltaablagerungen dürften nur bedingt standfest sein. Dies kann zu erheblichen Stabilitätsproblemen an der Ortsbrust führen.

Die in den künstlichen Auffüllungen zu erwartende Steine und grössere Blöcke können beim geplanten Vortrieb zu Steuerungsschwierigkeiten führen. Im Bereich des Gleises und möglicherweise auch in der Böschung zur natürlich gewachsenen Ebene besteht das Risiko, dass alte Bauhilfsmassnahmen angetroffen werden, die den Vortrieb ebenfalls erschweren können oder sogar verunmöglichen. Das für den Pressvortrieb benötigte Betonwiderlager muss bis in kiesige Bereiche der künstlichen Auffüllungen oder der Deltaablagerungen eingebunden werden. Falls feinkörnige Deltaablagerungen vorgefunden werden, ist als Fundationsverbesserung ein einwandfrei verdichteter, mit Vlies unterlegter, Kieskoffer erforderlich. Es ist zu empfehlen, dass in der Ausschreibung ausdrücklich auf diese Materialeigenschaften und allfällige Hindernisse hingewiesen wird.

Steine und Blöcke der künstlichen Auffüllungen, die in das Kanalprofil hineinragen dürfen auf keinen Fall herausgerissen werden, da sonst Hohlräume entstehen, die zu Setzungen an der Terrainoberfläche führen können. Blöcke müssten deshalb an der Ortsbrust innerhalb des Kanalprofils mechanisch abgebaut werden.

Da die Überdeckung über dem Pressbohrvortrieb nur bis max. 1.5 m mächtig ist, besteht ein erhebliches Risiko für einen Tagbruch. Es ist zu prüfen, ob die Querung auch mit einem anderen grabenlosen Vortrieb erstellt werden kann. Es ist davon auszugehen, dass z.B. mit einem Schlagrohrvortrieb das Tagbruchrisiko deutlich geringer ausfallen würde.

6.17.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte

Bei der Unterstossung liegen die Aushubsohlen des Start- und Zielgrube ca. 2 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den feinkörnigen Deltaablagerungen und den allenfalls vorhandenen feinkörnigen, bindigen Bodenschichten bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung und in den grobkörnigen Deltaablagerungen von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Im Bereich des Zielschachts auf der Nordseite der Gleisanlage drängt sich aus Platz- und Stabilitätsgründen die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** auf. Bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) stehen gerammte resp. einvibrierte Spundwände oder ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenabstützung im Vordergrund.

Als Dimensionierungsgrundlage für den vertikalen Baugrubenabschluss können die Baugrundwerte der Tabelle 15 in Rechnung gesetzt werden. Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden.

Auflasten im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemessung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.17.6 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhaltung werden im Kapitel 6.3.6 behandelt.

6.18 Querungen 31'301 und 31'571

6.18.1 Projekt

Im Rahmen des vorliegenden Projekts sind bei den Streckenmetern 31'301 und 31'571 Unterquerung des Gleistrassees erforderlich. Gemäss den vorliegenden Projektunterlagen beinhalten diese Querungen je ein Polyethylen-Rohr mit einem Durchmesser von Ø 150 mm. Die Vortriebe erfolgen horizontal und wofür, gemäss vorliegenden Unterlagen des Ingenieurunternehmens, sowohl ein Pressbohrvortrieb als auch eine Erdrakete in Betracht gezogen wird. Die Vortriebe weisen eine Länge von je 10 m auf. Die Unterkante der Rohre liegen alle ca. 1.5 unter dem Schotterbett der Gleisanlage. Die Aushubsohlen des Start- und Zielschachtes liegen vermutlich einige Dezimeter tiefer.

Die lagemässige Anordnung der Querungen ist aus den Situationsplänen der Beilage 1 ersichtlich.

6.18.2 Baugrundwerte

Der gesamte Untergrundaufbau wurde im Kapitel 3.4 beschrieben.

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden Tabelle 16 verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 16 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse Streckenmeter 31'301 bis 31'571: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr})

Schicht / Lithologie	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul*	Reibungs- winkel	Kohäsion
		Erstbelastung		
	γ [kN/m ³]	M_E [MN/m ²]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]
A) Ober- / Unterboden				
siltiger Sand, wenig bis viel Kies, z.T. organische Beimengungen, humos, durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert				Für das Projekt nicht relevant
<i>Künstliche Auffüllungen</i>				
leicht bis mässig siltiger Kiessand, trocken, locker bis dicht gelagert	(19) 20	(10) 25	(29) 32	0
F1) Deltaablagerungen, feinkörnig				
leicht toniger Silt, nicht plastisch bis plastisch, wenig bis viel Feinsand, z.T. organische Beimengungen sehr weich bis steif bis hin zu tonig-siltiger Feinsand, vereinzelt Kies, z.T. wenig organische Beimengungen erdfeucht, locker gelagert	(19) 19.5	(5) 15	(24) 28	0
F2) Deltaablagerungen, grobkörnig				
leicht bis mässig siltiger Kiessand erdfeucht bis nass, locker bis mitteldicht gelagert	(20) 20.5	(30) 45	(30) 34	0

*) Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist um etwa Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.

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

6.18.3 Bettung der Leitungen

Aus den durchgeführten Sondierungen geht hervor, dass die Sohle der Leitungsquerung vollständig innerhalb der dominant feinkörnigen Deltaablagerungen (Schicht F1) zu liegen kommt. Bezüglich der Bettung resp. der zu erwartenden Setzungen der Querung sind die geologischen Verhältnisse somit eher als ungünstig zu bezeichnen. Es ist mit gewissen Setzungen zu rechnen, welche langsam eintreten. Der Untergrund wird aber ausschliesslich im Wiederbelastungsbereich beansprucht, so dass nur kleine Setzungen zu erwarten sind. Über die gesamte Verlegungsstrecke sind auch kleine Setzungsdifferenzen zu erwarten. Bei einer offenen Grabenbauweise sind die zu erwartenden Setzungen der neuen Leitungen wegen der nachträglichen Grabenauffüllung grösser als bei einem unterirdischen Vortrieb.

6.18.4 Vortriebsverfahren

Allgemeine Angaben

Die Oberkante des Rohres liegt bei der Unterstossung ca. 1.3 m unter dem Schotterbett der Gleisanlage.

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel auf einer Kote von ca. 420.7 m ü.M.; die Unterkante des Vortriebs liegt auf ca. 422.7 m ü.M. und somit vollständig oberhalb der zu erwartenden Grundwasserhochstände.

Vortriebsverfahren und Empfehlungen

Der vorliegende Untergrund ist in der geplanten Tiefe der Querung als setzungsempfindlich einzustufen, wodurch ein offener Grabenbau an Gleisanlagen nicht zu empfehlen ist. Stattdessen ist für beide Querungen ein Bohrvortrieb zu empfehlen. Die künstlichen Auffüllungen dürften nur bedingt standfest sein. Dies kann zu erheblichen Stabilitätsproblemen an der Ortsbrust führen.

Die in den künstlichen Auffüllungen zu erwartende Steine und grössere Blöcke können beim geplanten Vortrieb zu Steuerungsschwierigkeiten führen. Im Bereich des Gleises und möglicherweise auch in der Böschung zur natürlich gewachsenen Ebene besteht das Risiko, dass alte

Bauhilfsmassnahmen angetroffen werden, die den Vortrieb ebenfalls erschweren können oder sogar verunmöglichen. Als Fundationsverbesserung für das für den Pressvortrieb benötigte Betonwiderlager ist ein einwandfrei verdichteter, mit Vlies unterlegter, Kieskoffer erforderlich. Es ist zu empfehlen, dass in der Ausschreibung ausdrücklich auf diese Materialeigenschaften und allfällige Hindernisse hingewiesen wird.

Steine und Blöcke der künstlichen Auffüllungen, die in das Kanalprofil hineinragen dürfen auf keinen Fall herausgerissen werden, da sonst Hohlräume entstehen, die zu Setzungen an der Terrainoberfläche führen können. Blöcke müssten deshalb an der Ortsbrust innerhalb des Kanalprofils mechanisch abgebaut werden.

Da die Überdeckung über dem Pressbohrvortrieb nur bis max. 1.5 m mächtig ist, besteht ein erhebliches Risiko für einen Tagbruch. Es ist zu prüfen, ob die Querung auch mit einem anderen grabenlosen Vortrieb erstellt werden kann. Es ist davon auszugehen, dass z.B. mit einem Schlagrohrvortrieb das Tagbruchrisiko deutlich geringer ausfallen würde. Da ausserdem beim Spülbohrverfahren das Bodenmaterial nicht entnommen, sondern nur verdrängt wird und allenfalls vorhandene Poren um den geschaffenen Hohlraum mit der abdichtend wirkenden Bentonit-Suspension gefüllt werden, ist das Setzungsrisiko an der Terrainoberfläche gering. Es empfiehlt sich, die Spülbohrungen so tief anzuordnen, dass möglichst keine künstlichen Auffüllungen durchfahren werden müssen.

Beim Spülbohrverfahren können sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung relativ enge Radien gefahren und damit Hindernisse umgangen werden. Im ungünstigsten Fall müsste die Spülbohrung verfüllt und neu angesetzt werden.

6.18.5 Baugrubenabschluss der Start- und Zielschächte

Bei der Unterstossung liegen die Aushubsohlen des Start- und Zielgrube ca. 2 m unter der Terrainoberkante.

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können **freie Abböschungen** gewählt werden. Beim vorliegenden Untergrund kann in den feinkörnigen, bindigen Deltaablagerungen bei freien Böschungsneigungen von mehr als 1:1 bzw. in der grobkörnigen, künstlichen Auffüllung von mehr als 2:3 die langfristige Stabilität nicht gewährleistet werden.

Im Bereich des Zielschachts auf der Nordseite der Gleisanlage drängt sich aus Platz- und Stabilitätsgründen die Erstellung eines **vertikalen Baugrubenabschlusses** auf. Bei den vorliegenden Gegebenheiten (relativ geringe Baugrubentiefe, Geologie etc.) stehen gerammte resp. einvibrierte Spundwände oder ein Grabenverbau mit Kanaldielen mit allenfalls zusätzlicher Innenabstützung im Vordergrund.

Als Dimensionierungsgrundlage für den vertikalen Baugrubenabschluss können die Baugrundwerte der Tabelle 16 in Rechnung gesetzt werden. Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen rechnerisch nachgewiesen werden.

Auflasten im Nahbereich der Schächte müssen in der Bemessung der Baugrubenabschlüsse berücksichtigt werden.

6.18.6 Bauwasserhaltung

Die für die Start-, Zwischen- und Zielschächte zu beachtende Punkte hinsichtlich der Wasserhaltung werden im Kapitel 6.3.6 behandelt.

6.19 Weitere Hinweise Baugrubenabschlüsse

Beim Einbringen von Spundwand- und den Grabendielenprofilen 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 Gleisanlagen, Nachbarbauten und Strassen vor Baubeginn eine Zustandsaufnahme durchführen zu lassen. Darüber hinaus wird empfohlen, 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 an nahe gelegenen Gleissystemen, Strassen 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.

Ausserdem ist auf die folgenden weiteren Hinweise zu achten (insbesondere in locker gelagerten, setzungs- und/oder strukturempfindlichen Schichten):

- Materialaustrag in feinkörnigem Untergrund beim Ziehen der Spundwände
- Erschütterungen beim Einbringen/Ziehen der Spundwandprofile können zu einer Verflüssigung von siltig-sandigen und/oder strukturempfindlichen Schichten und damit verbunden zu Scherfestigkeitsverlusten und Setzungen infolge Strukturzusammenbruch führen
- Schäden an neu erstellten, flach fundierten Bauwerken (z.B. BTG, Werkleitungen etc.) nach Ziehen der Spundwände
- Setzungsmulde kann auch weiter als "näherer Wandbereich" reichen
- Setzungen infolge Vibrationen bei der Verdichtung der Grabenauffüllung (Vibroplatte)
- Rückstellungen für nachträgliche Schadensbehebung vorsehen

Allfällig vorhandene, rollige oder sanddominierte Partien in den künstlichen Auffüllungen sowie Bereiche mit wenig standfesten Schichten wie die Überschwemmungsablagerungen, Sandlinsen innerhalb des Schotter, Delta-oder den Hinterwasserablagerungen können bei den Ausfachungsarbeiten zu Erschwernissen führen und kleine Ausfachungsetappen erfordern.

Beim Rückbau der Spriessung im Zuge der Wiederverfüllung der Schächte (bei maschineller Verdichtung) ist darauf zu achten, dass der Baugrubenabschluss stets ausreichend abgestützt resp. ausgespriesst bleibt. Da die Schächte im Nachbereich der Bahnanlage sind, ist diesem Aspekt besonders Rechnung zu tragen.

6.20 Aushub Start-/Zielgruben im Bereich der Querungen

Altlastensituation und Bodenbelastung

Die betroffenen Projektparzellen selbst sind weder im Kataster der belasteten Standorte (KbS) noch im Prüfgebiet für Bodenverschiebung verzeichnet [1]. In folgenden Abschnitten grenzen die Projektstandorte an Parzellen, die im Kataster der belasteten Standorte vermerkt sind:

- Querung 2'969: Betriebsstandort Nr. 3274B0015 der Massnahmenklasse A
- Standort BTG Flums: Betriebsstandort Nr. 3292B0010 der Massnahmenklasse C
- Querung 10'133: Betriebsstandort Nr. 3292B0018 der Massnahmenklasse C
- Querungen 10'284 und 10'396: Ablagerungsstandort Nr. 3298A0020 der Massnahmenklasse C

Gemäss den Berichten [9] bis [11] und den hier durchgeführten Sondierungen sind entlang des Projektbereichs zudem *künstliche Auffüllungen* vorhanden, die z.T. Fremdstoffe wie Ziegelbruchstücke oder sehr lokal schlackeartige Fremdbestandteile (vgl. z.B. Anhang 2, RKB25-31) enthalten. Sofern fremdstoffhaltiges Material angetroffen wird, ist solches je nach Fremdstoffanteil materialtechnisch als verschmutzt zu klassieren und kann nicht als unverschmutzter Aushub abgeführt bzw. deponiert werden (relevante Mehrkosten für Entsorgung des Aushubmaterial zu beachten; vgl. Kapitel Aushub und Materialbewirtschaftung). Abgesehen von solchen lokal fremdstoffhaltigen Auffüllungen kann nach aktuellem Kenntnisstand und dem Fehlen konkreter Verdachtsflächen gemäss KbS davon ausgegangen werden, dass im Untergrund grösstenteils keine relevanten Belastungen vorliegen. Dennoch ist bei Aushubarbeiten laufend auf Hinweise zu möglicherweise verschmutztem Material zu achten. Dies insbesondere im Gleisbereich vor der Flumroc AG in Flums (Streckenabschnitt 9'900 bis 10'500), in welchem die schlackeartigen Fremdbestandteile vorgefunden wurden. Im Verdachtsfall ist unverzüglich eine ausgewiesene Fachperson beizuziehen.

Aushub und Materialbewirtschaftung

Abbaubarkeit

Im Hinblick auf den maschinellen Aushub der Baugrube sind in den auszuhebenden Schichten von der Lagerungsdichte her gesehen mit den heute zur Verfügung stehenden schweren Maschinen keine Probleme zu erwarten. Die vorliegenden Lockergesteinsschichten gelten als normal abbaubar.

Erschwernisse treten insbesondere dann auf, wenn innerhalb der künstlichen Auffüllungen oder den grobkörnigen Schichten, insbesondere den Seezschottern und Bachschuttablagerungen der Schils, grössere Steine oder Blöcke angetroffen werden, welche zu ihrem Abtransport zuerst zerkleinert werden müssen. Bei der Erstellung von auch nur lokalen Vertiefungen und Kanalisations- bzw. Schachtgräben muss beim Einsatz von nur kleinen Geräten in diesen Bereichen mit erschwerten Aushubverhältnissen gerechnet werden. Es ist deshalb zu empfehlen, im Aushubdevis diesen Punkt hervorzuheben, damit die entsprechenden Preise zum vornherein klar definiert sind und nachträglich keine Probleme auftreten.

Verwendung des Aushubmaterials

Beim Aushub nachweislich unverschmutztes Material kann frei verwendet werden; kiesig-sandiges Material ist in höchstens erdfeuchtem Zustand allgemein für die Weiterverwendung als Hinterfüllungsmaterial mit geringen Anforderungen an die Verdichtung und Durchlässigkeit geeignet (ohne Anspruch auf Frostsicherheit). Tonig-siltiges bis siltig-sandiges Aushubmaterial kommt demgegenüber im trocknen und höchstens erdfeuchten Zustand praktisch nur für die Umgebungsgestaltung in Frage oder muss andernfalls aufgrund seiner schlechten erdbaumechanischen Eigenschaften abgeführt werden. Dabei ist zu beachten, dass für feinkörniges Material je nach Durchnässung und Organikanteil unter Umständen erhöhte Transport- und Entsorgungskosten anfallen können.

Sofern verschmutztes Aushubmaterial anfällt, ist dieses gesetzes- und vollzugskonform gemäss der Abfallverordnung (VVEA) zu handhaben [8]. In diesem Zusammenhang weisen wir darauf hin, dass Aushub ab einem Fremdstoffanteil > 1 % technisch bereits als verschmutzt zu klassieren ist und entsprechend verschärfte Anforderungen an die Wiederverwertung vor Ort (bis max. 5 % Fremdstoffanteil zulässig) und die Entsorgung des Materials gelten (d.h. Mehrkosten bei Materialabfuhr inkl. Deponierung von verschmutztem Aushubmaterial zu erwarten).

Die geotechnischen Eigenschaften des künstlich eingebrachten Materials sind bis anhin nicht bekannt und bleiben an dieser Stelle somit offen.

Schutz der Aushubsohle

Die Aushubsohle sollte sofort nach dessen Freilegung mit einer schützenden Magerbetonschicht abgedeckt werden. Eine Durchnässung resp. ein Befahren der Aushubsohle hätte eine

Auflockerung und eine damit verbundene Tragfähigkeitseinbusse zur Folge. Wegen des teils hohen Anteils an Steinen und Blöcken in den Seeszschottern und Bachschuttablagerungen der Schils sowie evtl. in den künstlichen Auffüllungen kann in den betroffenen Bereichen vermutlich keine ebene Aushubsohle erreicht werden und setzt deshalb voraussichtlich einen Mehrverbrauch an einzubringendem Magerbeton voraus.

6.21 Signalfundamente

Beschrieb

Im gesamten Projektabschnitt zwischen km 0 – 33 ist der Neubau von Signalmasten erforderlich. Im Falle des Stellwerkersatzes Mels betrifft es den Abschnitt zwischen Streckenkilometer 0.9 und 4.5, in Flums zwischen km 4.9 und 11.7 und in Weesen zwischen km 29.6 und 32.8.

Für Standardfundamente für Signalmasten ist üblicherweise eine maximale Fundationstiefe von 2 m ab Schienenoberkante (SOK) zu berücksichtigen.

Für sämtliche Aushubarbeiten sind die Grundwasserverhältnisse zu beachten (vgl. Kapitel 4) und falls nötig die erforderlichen Massnahmen zur Absenkung des Grundwasserspiegels zu planen und umzusetzen.

Fundation Bereich Mels

Die Sondierprofile in den ersten 4.5 Streckenkilometern veranschaulichen, dass die Unterkante (UK) der Fundamente in 2 m Tiefe ab SOK weitgehend in den Seeszschottern oder in den dazugehörigen Flusssanden zu liegen kommen. Die kiesigen Seeszschotter eignen sich gut für eine Flachfundation. Die Flusssande müssen als Schicht mit mässig guter Tragfähigkeit und mittlerer Setzungsempfindlichkeit klassiert werden.

Kommen UK Fundamente noch in die bestehende künstliche Aufschüttung oder in die Flusssande zu liegen, empfiehlt es sich, die Lasten konsequent bis auf den kiesigen Schotter hinunter abzuleiten. Hierbei ist bei Übertragungstiefen < 1 m ein Materialersatz der schlecht tragfähigen Schichten durch einen schichtweise eingebrachten, einwandfrei verdichteten Kieskoffer (mit Geotextil unterlegt) denkbar. Bei grösseren Übertragungstiefen wäre gegebenenfalls ein anderer Fundamenttyp oder eine Fundation mit Mikropfählen zu prüfen. Den Horizontallasten ist die nötige Beachtung zu schenken.

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

Rietbereich zwischen Mels und Flums

Die Sondierprofile im Streckenbereich zwischen den Kilometern 4.9 und ca. 9.0 zeigen, dass die Unterkante (UK) der Fundamente in 2 m Tiefe ab SOK in den schlecht tragfähigen

Überschwemmungsablagerungen zu liegen kommen; diese Schicht eignet sich nicht für die Fundation. Ausserdem haben die torfhaltigen Einschlüsse innerhalb der Überschwemmungsablagerungen die Besonderheit, dass sie bereits bei geringer Auflast zusammengedrückt werden oder bei Austrocknung bedeutend an Volumen verlieren und auf diese Weise unerwünschte Setzungen verursachen.

Für die Fundation wird ein Materialersatz von ca. 0.5 – 0.6 m unterhalb UK Signalfundament mittels einen schichtweise eingebrachten, einwandfrei verdichteten Kieskoffer (mit Geotextil unterlegt) vorgeschlagen. Bei grossen Horizontalkräften (z.B. durch Wind) werden allenfalls kurze Pfähle notwendig sein.

Bei den Aushubarbeiten ist den gespannten Grundwasserverhältnissen die nötige Beachtung zu schenken, um das Risiko eines potentiellen Sohlenaufbruchs zu verhindern. Allenfalls muss dafür der Grundwasserdruck in den Seeszschottern abgesenkt werden oder anderweitige Massnahmen ins Auge gefasst werden. Diesbezügliche Abklärungen müssen im weiteren Projektverlauf vorgenommen werden.

Für Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der Tabelle 8 verwendet werden.

Fundation Bereich Flums

Die Sondierprofile veranschaulichen, dass UK Fundamente in 2 m Tiefe ab SOK weitgehend innerhalb der künstlichen Auffüllungen, der Überschwemmungsablagerungen» oder des Schichtpakets «Bachschuttablagerungen der Schils/Seeszschotter» resp. in deren Schichtübergang zu liegen kommen. Die künstlichen Auffüllungen und die Überschwemmungsablagerungen eignen sich nicht für die Fundation. Lokal kommen UK Fundamente in den Schotter oder dem Bachschutt zu liegen, die sich als Fundationsschicht eignen.

Kommen UK Fundamente noch in den künstlichen Auffüllungen oder den Überschwemmungsablagerungen zu liegen, empfiehlt es sich, die Lasten konsequent bis auf die Bachschuttablagerungen resp. den Schotter hinunter abzuleiten. Hierbei ist bei Übertragungstiefen < 1 m ein Materialersatz der schlecht tragfähigen Schichten durch einen schichtweise eingebrachten, einwandfrei verdichteten Kieskoffer (mit Geotextil unterlegt) denkbar, wobei allerdings der Grundwasserspiegel berücksichtigt werden muss. Bei grösseren Übertragungstiefen wäre gegebenenfalls ein anderer Fundamenttyp oder eine Fundation mit Mikropfählen zu prüfen. Den Horizontallasten ist die nötige Beachtung zu schenken.

Für Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der Tabelle 3 verwendet werden.

Fundation Bereich Weesen

Die Sondierprofile im Streckenabschnitt zwischen den Streckenkilometern 29 und 31.5 zeigen auf, dass UK Fundamente in 2 m Tiefe ab SOK weitgehend in das Schichtpaket "künstliche

Auffüllungen" zu liegen kommen. Diese Schicht eignet sich nicht für die Foundation. Ausserdem haben die torfhaltigen Einschlüsse innerhalb der feinkörnigen Deltaablagerungen im letzten Teilbereich des Projektperimeters (vgl. Kapitel 3.4) die Besonderheit, dass sie bereits bei geringer Auflast zusammengedrückt werden oder bei Austrocknung bedeutend an Volumen verlieren und auf diese Weise unerwünschte Setzungen verursachen.

Es empfiehlt sich also die UK Fundamente bzw. deren Lasten konsequent bis auf kiesige Bereiche der Deltaablagerungen hinunter abzuleiten. Hierbei ist bei Übertragungstiefen < 1 m ein Materialersatz der schlecht tragfähigen Schichten durch einen schichtweise eingebrachten, einwandfrei verdichteten Kieskoffer (mit Geotextil unterlegt) denkbar, wobei allerdings der Grundwasserspiegel berücksichtigt werden muss. Bei grösseren Übertragungstiefen oder nicht Vorhandensein von kiesigen Partien in den Deltaablagerungen wäre gegebenenfalls ein anderer Fundamenttyp oder eine Foundation mit Mikropfählen zu prüfen. Den Horizontallasten ist die nötige Beachtung zu schenken

Für Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der Tabelle 4 verwendet werden.

6.22 Bankette

Über den gesamten Projektbereich ist in vier Abschnitten die Sanierung der bestehenden Bankette erforderlich. Gemäss den vorliegenden Informationen haben sich die bestehenden Bankette in etlichen Bereichen entlang des Projektabschnitts verschoben.

Für die Frage, weshalb sich die bestehenden Bankette stellenweise verschoben haben, lassen die Sondierergebnisse nur Mutmassungen zu. Grundsätzlich sind unter Einbezug der angetroffenen Lagerungsdichte und Materialzusammensetzung folgende Ursachen denkbar:

- Böschungen zu steil: das eingebrachte Material wurde zu steil geböscht; unter Aufbringen der (geringen) Last führt dies über Zeit zum Abrutschen des Böschungsmaterials; insbesondere in der Nähe von bereits vorhandenen Gewässergräben.
- Bahndammschüttung über schlecht tragfähigen Schichten: Durch die Lastwirkung der Dammschüttung hat sich Untergrund unterschiedlich gesetzt (differentielle Setzungen).
- heterogene Bahndammschüttung: Materialunterschiede oder eine unterschiedliche Verdichtung beim Einbau des geschütteten Materials können zu unterschiedlichem Setzungsverhalten und differenziellen Verschiebungen geführt haben.
- Kurvenlagen: die dynamische Auflast des Zugverkehrs führt über Zeit zu Verschiebungen des Dammmaterials und damit auch zu Verschiebungen des Banketts.
- evtl. Verwendung von Dammmaterial ungenügender Qualität: das in den Sondierungen angetroffene Dammmaterial dürfte sich – soweit beurteilbar – für die Ausbildung von Dämmen eignen. Da der auf den Projektabschnitten gewählte Sondierabstand auf weiten

Teilstrecken jedoch ca. 300 m nicht unterschreitet, kann das Vorhandensein von lokal minderwertigem Dammmaterial nicht ausgeschlossen werden.

Die Bankette kommen vermutlich in allen vier Bereichen unmittelbar neben dem Gleisschotter untief in die sehr unterschiedlich mächtigen Bahndammschüttung (hier als künstliche Auffüllung bezeichnet) im Gleisbereich oder stellenweise in die schlecht tragfähigen Überschwemmungsablagerungen zu liegen. Aufgrund der geringen Lasten dürften die künstlichen Auffüllungen im Gleisbereich für die Foundation der Bankette generell ausreichend sein. Im Falle der Überschwemmungsablagerungen müssen ggf. noch zusätzliche Massnahmen getroffen werden. Zusätzlich müssen die dazugehörigen Halterungen (gerammte Stahlrohrlanzen) genügend tief in den Untergrund reichen und in genügend kleinen Abständen angelegt werden, damit sie Ihre Wirkung optimal erzielen. Dies gilt es für jeden der vier Standorte einzeln zu prüfen.

Als Dimensionierungsgrundlage für die Pfählung können für den Lastfall "Druck" im ungestörten Untergrund vorläufig folgende, grob geschätzte **äussere Tragwiderstände** (Bruch des anstehenden Untergrundes, charakteristische Werte X_k) in Rechnung gesetzt werden:

Überschwemmungsablagerungen (Mittelwerte inkl. Torfhorizonte):

Mantelreibung: 10 – 20 kN/m²

Seezschotter, locker bis mitteldicht gelagert (Mittelwerte inkl. Flusssandlinsen):

Mantelreibung: 60 – 90 kN/m²

Spitzenwiderstand: Abschätzung mit Tragfähigkeitsformel (z.B. nach Lang/Huder), maximal 3'000 – 3'500 kN/m²

Bachschuttablagerungen der Schils, locker bis mitteldicht gelagert (Mittelwerte inkl. Linsen aus Überschwemmungsablagerungen):

Mantelreibung: 70 – 100 kN/m²

Spitzenwiderstand: Abschätzung mit Tragfähigkeitsformel (z.B. nach Lang/Huder), maximal 3'000 – 4'000 kN/m²

Der Anteil der Mantelreibung in den künstlichen Auffüllungen sollte zum vornherein vernachlässigt werden. Bei hohen Grundwasserdrücken müssen die Pfähle von Analgenteilen mit kleinen Lasten allenfalls auf "Zug" beansprucht werden. Dafür sind die obig genannten Werte für die Mantelreibung um rund 40% zu reduzieren.

Für die Foundation der neuen Bankette empfiehlt es sich, das Bahndammmaterial und die Böschungsneigungen in Bereichen mit deutlichen Bankettverschiebungen eingehender zu prüfen und gegebenenfalls diesbezügliche Verbesserungen vorzunehmen (z.B. Einbringen von besserem Dammmaterial, Anpassen der Böschungsneigung etc.).

Für sämtliche Aushubarbeiten sind die Grundwasserverhältnisse zu beachten (vgl. Kapitel 4) und falls nötig die erforderlichen Massnahmen zur Absenkung des Grundwasserspiegels zu planen und umzusetzen.

6.22.1 Streckenabschnitt 3'024 – 5'193

Angetroffene Verhältnisse

Dieser Abschnitt reicht vom Bereich Mels bis in den Rietbereich zwischen Mels und Flums. Die Schichten unterhalb der künstlichen Auffüllung des Bahndamms (Schicht A) bestehen zuerst aus schlecht tragfähigen Überschwemmungsablagerungen (Schicht B) und werden mit zunehmender Tiefe von den guttragfähigen Seezschottern (Schicht C) abgelöst. Während die Überschwemmungsablagerungen im Bereich des ersten Teils des Banketts nur einige Dezimeter mächtig sind, nimmt diese im weiteren Streckenverlauf deutlich zu, bis sie im Riet zwischen Mels und Flums mehrere Meter mächtig sind (vgl. Kapitel 3). Zudem verläuft dieser zweite Bankettabschnitt entlang einer steilen Böschung zum Kleinen Seezkanal.

Foundation

Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeits- und Setzungsverhaltens mit möglichst kleinen Setzungen und vor allem Setzungsdifferenzen wird empfohlen, die Lasten der Bankette konsequent auf die kiesigen Partien der Auffüllung (Schicht A) abzuleiten. Je nach Lage entlang der Strecke kann dies stellenweise potentiell nicht gewährleistet werden, da an der Bankettsohle bereits Überschwemmungsablagerungen auftreten können.

In solchen Fällen kann für das neue Bankett eine geringmächtige, ca. 0.5 – 0.6 m mächtige Foundationsschicht eingebracht werden, um den Material- und Lagerungsdichteunterschieden entgegenzuwirken. In exponierten Lagen (steile Böschung) empfiehlt es sich allenfalls, das Bankett tiefer in die Böschungen einzubinden, wo möglich bis zu den Seezschottern (Schicht C; massgebend: Tiefe des Seezschotter und talseitige Einbindung).

Es gilt, die talseitig angelegten Halterungen bis in die Seezschotter auszuführen. Die äusseren Tragwiderstände sind zu Beginn des Kapitels 6.22 angegeben.

Für Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der Tabelle 8 verwendet werden.

6.22.2 Streckenabschnitt 5'519 – 6'127

Angetroffene Verhältnisse

Dieser Abschnitt verläuft vollständig innerhalb des Rietbereichs zwischen Mels und Flums, wo die Materialzusammensetzungen unterhalb der künstlichen Auffüllung des Bahndamms durchwegs von den schlecht tragfähigen Überschwemmungsablagerungen dominiert wird (vgl. Kapitel 3). Hier steht das neu geplante Bankett über die gesamte Distanz unmittelbar neben der Böschung zum Kleinen Seezkanal.

Foundation

Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeits- und Setzungsverhaltens mit möglichst kleinen Setzungen und vor allem Setzungsdifferenzen wird empfohlen, die Lasten der Bankette konsequent auf die kiesigen Partien der Auffüllung (Schicht A) abzuleiten. Je nach Lage entlang der Strecke kann dies stellenweise potentiell nicht gewährleistet werden, da an der Bankettsohle bereits Überschwemmungsablagerungen auftreten können. Ausserdem haben die torfhaltigen Einschlüsse innerhalb der Überschwemmungsablagerungen die Besonderheit, dass sie bereits bei geringer Auflast zusammengedrückt werden oder bei Austrocknung bedeutend an Volumen verlieren und auf diese Weise unerwünschte Setzungen verursachen.

In diesem Teilabschnitt empfiehlt es sich, über die gesamte Länge des neuen Banketts eine geringmächtige, ca. 0.5 – 0.6 m mächtige Foundationsschicht einzubringen, um der hohen Setzungsempfindlichkeit des natürlichen Untergrundes entgegenzuwirken. In exponierten Lagen (steile Böschung entlang des Kleinen Seezkanals) empfiehlt es sich, das Bankett tiefer in die Böschungen einzubinden.

Die talseitig angelegten Bankethalterungen müssen bis in genügend grosse Tiefen des Untergrundes reichen. Aufgrund des bis in grösserer Tiefe generell wenig tragfähigen Baugrundes kann für die Gründung der Halterungen eine schwimmende Pfählung innerhalb der Überschwemmungsablagerungen (Schicht B) ins Auge gefasst werden. Die äusseren Tragwiderstände sind zu Beginn des Kapitels 6.22 angegeben.

Bei den Aushubarbeiten ist den gespannten Grundwasserverhältnissen die nötige Beachtung zu schenken, um das Risiko eines potentiellen Sohlenaufbruchs zu verhindern. Allenfalls muss dafür der Grundwasserdruck in den Seezschottern abgesenkt werden oder anderweitige Massnahmen ins Auge gefasst werden. Diesbezügliche Abklärungen müssen im weiteren Projektverlauf vorgenommen werden.

Für Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der Tabelle 8 verwendet werden.

6.22.3 Streckenabschnitt 10'170– 10'312

Angetroffene Verhältnisse

Dieser Abschnitt beinhaltet den einen nur rund 150 m langen Abschnitt, in welchem der Untergrund unterhalb der künstlichen Auffüllung des Bahndamms durch Wechsellagerungen von schlechttragfähigen Überschwemmungsablagerungen und gut tragfähigen Schichten des Seezschotter oder des Bachschutts der Schils geprägt ist (vgl. Kapitel 3). Hier steht das neu geplante Bankett ebenfalls über die gesamte Distanz unmittelbar an der Böschung zum Kleinen Seezkanal an.

Foundation

Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeits- und Setzungsverhaltens mit möglichst kleinen Setzungen und vor allem Setzungsdifferenzen wird empfohlen, die Lasten des Banketts konsequent auf die kiesigen Partien der Auffüllung (Schicht A) abzuleiten. Je nach Lage entlang der Strecke kann dies stellenweise potentiell nicht gewährleistet werden, da an der Bankettsohle bereits Überschwemmungsablagerungen auftreten können.

In solchen Fällen kann für das neue Bankett eine geringmächtige, ca. 0.5 – 0.6 m mächtige Foundationsschicht eingebracht werden, um den Material- und Lagerungsdichteunterschieden entgegenzuwirken. Aufgrund der steilen Böschung zum Kleinen Seezkanal empfiehlt es sich wenn möglich, das Bankett tiefer in die Böschungen einzubinden, wo möglich bis zu den Seezschottern (Schicht C) oder den kiesigen Abschnitten in den Bachschuttablagerungen der Schils (Schicht E2).

Die talseitig angelegten Halterungen müssen entweder bis in die gut tragfähigen und wenig setzungsempfindlichen Schichten C und E2 oder bis in genügend grosse Tiefen des Untergrunds reichen. Die äusseren Tragwiderstände sind zu Beginn des Kapitels 6.22 angegeben.

Für Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der Tabelle 3 verwendet werden.

6.22.4 Streckenabschnitt 29'000 – 29'980

Angetroffene Verhältnisse

Dieser Abschnitt beinhaltet einen rund 1 km langen Abschnitt, in welchem der Untergrund bei den Banketten über die gesamte Strecke aus künstlichen Auffüllungen von mehreren Metern Mächtigkeit besteht. Unterhalb der künstlichen Auffüllung des Bahndamms folgen Deltaablagerungen, aufgebaut aus Schichten mit sehr unterschiedlichen Tragfähigkeiten und Setzungsverhalten (vgl. Kapitel 3). Das neu geplante Bankett verläuft über die gesamte Distanz unmittelbar an der Böschung des geschütteten Bahndammes; zudem weist der Streckenabschnitt hier einen leichten Kurvenverlauf auf.

Foundation

Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeits- und Setzungsverhaltens mit möglichst kleinen Setzungen und vor allem Setzungsdifferenzen wird empfohlen, die Lasten der Bankette konsequent auf die kiesigen Partien der Auffüllung (Schicht A) abzuleiten. Ein Auftreten der feinkörnigen, schlecht tragfähigen Deltaablagerungen (Schicht F1) ist in diesen geringen Tiefen praktisch ausgeschlossen.

Falls innerhalb der Bahndammschüttung auf Foundationstiefe des Banketts feinkörniges, schlecht tragfähiges Material auftritt, kann eine geringmächtige, ca. 0.5 – 0.6 m mächtige

Fundationsschicht eingebracht werden, um den Material- und Lagerungsdichteunterschieden entgegenzuwirken. In exponierten Lagen (steile Böschung) empfiehlt es sich allenfalls, das Bankett tiefer in die Böschungen einzubinden (massgebend: talseitige Einbindung).

Die talseitig angelegten Halterungen müssen genügend grosse Tiefen in die künstlichen Auffüllungen des Bahndammes reichen. Die äusseren Tragwiderstände sind zu Beginn des Kapitels 6.22 angegeben.

Für Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der Tabelle 4 verwendet werden.

6.23 Bauüberwachung

Im Rahmen der Bauüberwachung sind vor, während und nach Abschluss der Bauarbeiten die notwendigen Messungen und Beobachtungen (z.B. Rissprotokolle, Kontrollnivelements) 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. Werkleitungen) zu ermitteln und zu berücksichtigen.

Zu einer einwandfreien Überwachung der bis zu 2 m tiefen Baugrube gehören während der Bauphase periodische Kontrollen der Verformungen des Baugrubenabschlusses (geodätische Messungen) sowie eine Überwachung des Grundwasserspiegels innerhalb und ausserhalb der jeweiligen Baugruben.

Selbst bei möglichst schonendem Verfahren beim örtlichen Einbringen der vertikalen Baugrubensicherung sowie dem Bestreben einer Bauwasserhaltung mit möglichst geringem Absenkungstrichter ausserhalb der Baugrube können gewisse Setzungen und Verschiebungen in der näheren Umgebung der Baugrube nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Es empfiehlt sich deshalb, von den Infrastrukturen, Installationen und Gebäuden im Sinne einer vorsorglichen Beweisaufnahme vor Beginn der Bauarbeiten eine gegengezeichnete amtliche Zustandsaufnahme durchführen zu lassen. Ferner sollten an exponierten Nachbarbauwerken sowie an der Gleisanlage Messbolzen versetzt werden, welche vor, während und nach den Bauarbeiten geodätisch überwacht werden.

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.

Bei der Wasserhaltung sind die Trübung und insbesondere der pH-Wert bei kritischen Tätigkeiten (Betonierarbeiten) zu überwachen und zu protokollieren. Hierbei sind die jeweiligen kantonalen Vorschriften zu beachten.

Aufgrund des Risikos eines Sohlenaufbruchs v.a. im Rietbereich zwischen Mels und Flums ist eine enge Begleitung vor Ort durch den Geologen und Bauingenieur in der Ausführungsphase unabdingbar. Ein vorsichtiges Vorgehen des Bauunternehmens ist zwingend. Bei Anzeichen

eines Sohlenaufbruchs oder von Grundwasseraufstössen ist die Bauleitung frühzeitig zu informieren. Das unverzügliche Einbringen von Massnahmen gegen einen Sohlenaufbruch ist strikte einzuhalten. Die betroffene Grubensohle darf über Nacht nicht offen liegen und tagsüber sind längere Unterbrüche zu vermeiden.

6.24 Weitere Empfehlungen und Hinweise allgemein

Für die Ausarbeitung des Fundations- und Baugrubenkonzepts ist der/die projektierende Ingenieur/-in zu beauftragen. Bei Unklarheiten in der Interpretation des vorliegenden geologisch-geotechnischen Berichtes und/oder bei einer Abweichung der Prognose ist die geologische Fachperson beizuziehen. Bei der Wahl spezieller Baumethoden drängen sich allenfalls zusätzliche Untersuchungen auf. Diese müssen in Absprache mit dem/der projektierenden Bauingenieur/-in und dem/der Unternehmer/-in erfolgen.

Da die Vorhersage von Baugrund- und Tragwerksverhalten trotz durchgeführter Untersuchungen, Überwachungen und Berechnungen nicht immer mit ausreichender Zuverlässigkeit möglich ist, müssen unter Umständen bei der Projektierung geotechnische Risiken akzeptiert werden. Die Bauausführung und allenfalls auch die Nutzung haben dann unter der Anwendung der Beobachtungsmethode zu erfolgen (SIA 267, Ziff. 2.1.5). Dies muss fallweise durch den/die Projektingenieur/-in in Rücksprache mit der geologischen Fachperson entschieden werden.

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. Akzeptierte Risiken sind unter Nennung von Ausmass und Kostenfolge mit den Auftraggebern bzw. mit der Bauträgerschaft zu vereinbaren und in der Nutzungsvereinbarung zu dokumentieren (SIA 267, Ziff. 2.2.5).

Die Erstellung der Nutzungsvereinbarung, der Projektbasis sowie des Kontroll- und Überwachungsplanes gemäss SIA 260 liegt im Verantwortungsbereich des/der Projektingenieurs/-in.

Der Baugrund ist während der Ausführung und geplanten Nutzung des Bauwerks auf potenziell vorhandene geotechnische Risiken zu überprüfen (SIA 267, Ziff. 2.2.1). Die geologische Fachperson ist durch den/die Projektingenieur/-in oder die Bauleitung bei Bedarf für eine Beurteilung beizuziehen.

7 Meteorwasserversickerung Bahntechnikgebäude (BTG)

7.1 Generelle Angaben

Zur Erhaltung der Grundwasserressourcen und zur Entlastung der Kanalisation ist dort, wo die natürlichen Gegebenheiten dies zulassen, eine Versickerung von Regenwasser anzustreben. Aus Sicht des qualitativen Grundwasserschutzes sollte die Regenwasserversickerung idealerweise möglichst durch eine belebte Bodenschicht erfolgen, wo die Rückhalt- und Abbauwirkung gegenüber Schadstoffen im Wasser am grössten ist (z.B. in einer Versickerungsmulde oder einer Entwässerung über die Schulter in Wiesenflächen). Im Siedlungsbereich ist unter anderem aus Platzgründen eine oberflächliche Versickerung oft nicht oder nur schwer realisierbar, so dass auf eine im Untergrund liegende Versickerungsanlage ausgewichen werden muss. Qualitative Vorgaben zum Schutz des Grundwassers und der Oberflächengewässer schränken die Möglichkeiten der Entwässerung von Flächen dort ein, wo das Regenabwasser potentiell stärker mit Schadstoffen belastet ist. Daher sollten gewisse Flächen weder in eine Versickerungsanlage noch in die Meteorwasserleitung bzw. einen Vorfluter entwässert, sondern der Schmutzwasserkanalisation angeschlossen werden. Die in die Schmutzwasserkanalisation abzuleitende Meteorwassermenge ist dabei auf ein Minimum zu reduzieren. Die Zulässigkeit und Anforderungen an eine Versickerung richten sich nach den kantonalen Merkblättern des Amts für Wasser und Energie (AWE) und des Verbands Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA).

7.2 Standort Bahnhof Mels

7.2.1 Projektspezifische Angaben

Am Projektstandort liegen gemäss Versickerungskarte des GEP gute Versickerungsmöglichkeiten vor. Wird der lokal vorherrschende Grundwasserspiegel in Betracht gezogen (vgl. Kapitel 4.1.2), sind praktisch keine Einschränkung bei der Wahl des Versickerungsanlagentyps gegeben. Die Sohle der Versickerungsanlage muss mindestens 1.0 m über dem jährlich wiederkehrenden Grundwasserhochstand zu liegen kommen.

Niederschlagswasser von Dachflächen, Vorplätzen und Zufahrten weist in der Regel eine geringe qualitative Belastung auf und darf unterirdisch versickert werden; von Umschlag- und Lagerplätzen sowie Arbeitsflächen, Sammelstrassen etc. müssen höhere Belastungen erwartet werden und eine Versickerung ohne Behandlung bzw. Bodenpassage ist nicht zulässig. Beim geplanten Bauvorhaben wird ein Bahntechnikgebäude mit Flachdach erstellt. Folgende Fläche ist für die Versickerung relevant (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Tabelle 17 Abflussrelevante Flächen für die Meteorwasserversickerung BTG Mels

	Total zu entwässernde Fläche
Dachfläche BTG Mels	ca. 190 m ²

Die restlichen Umgebungsflächen sind, soweit möglich, als durchlässig gestaltete Flächen zu planen (Wiese, Vorplätze, Zufahrten, Schotterterrassen, Sickerspalt) und werden in der nachfolgenden Bemessungsgrundlage nicht weiter berücksichtigt.

7.2.2 Bemessungsgrundlagen

Die Anlagen für die Meteorwasserversickerung sind lediglich auf die Dachflächen des Bahntechnikgebäudes ausgelegt. Die Dimensionierung beruht auf Starkregenereignissen mit einer statistischen Wiederkehrperiode von 10 Jahren, welche aus den Messdaten der Niederschlagsmessstation Sargans extrapoliert worden sind. Bei den vorgeschlagenen Versickerungsanlagen in die gut bis sehr gut durchlässigen Seeszschottern kann unter konservativer Betrachtung von einer mittleren, vertikalen Durchlässigkeit von 1.0×10^{-3} m/s ausgegangen werden. Dieser Wert basiert auf Kenntnissen und Erfahrungen aus der Umgebung: auf standortspezifische Abklärungen zur Ermittlung der Durchlässigkeit wurde wunschgemäss verzichtet. Es ist angezeigt, die standortspezifische Durchlässigkeit zu einem späteren Zeitpunkt mittels Versickerungsversuch zu ermitteln.

7.2.3 Vorschlag für die Meteorwasserversickerung

Als einfachste Versickerungsmassnahme ist ein Sickerschacht mit umfassendem Kieskörper angezeigt, zu welchem folgende Angaben gemacht werden können.

- Die Versickerungsanlage muss für die zu entwässernde Dachfläche gemäss **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** die folgenden Mindestanforderungen aufweisen:
 - benötigte sickeraktive Grundfläche Kieskörper: 2.0 m²
erforderliches Retentionsvolumen (Kieskörper inkl. Schacht): 1.7 m³
Mächtigkeit Kieskörper: 1.5 m
Durchmesser Versickerungsschacht: 1.0 m
- Für den Kieskörper, welcher als Sickerpackung dient, muss ein sauberer, gleichkörniger Kies ohne Sandanteil verwendet werden (z.B. Filterkies 16 – 32 mm, 32 – 64 mm, Sickergeröll oder Brechkies vergleichbarer Porosität); nur so kann eine ausreichende Porosität und das erforderliche Retentionsvolumen sichergestellt werden. Gegen die Überdeckung muss die Kofferschicht mit einem Trennvlies abgetrennt werden.

- Die Sohle des Kieskörpers soll horizontal ausgebildet werden und muss nahtlos an die kiesigen Seezschotter angeschlossen werden. Ausserdem muss sie mindestens 1.0 m über dem jährlich wiederkehrenden Grundwasserhochstand zu liegen kommen.
- Der Versickerungsschacht soll mindestens im untersten Meter geschlitzt oder gelocht ausgeführt und auf den einzubringenden Kieskörper abgestellt werden. Oberhalb der geschlitzten Strecke und der Oberkante des Kieskörpers ist der Einlauf vom Schlammssammler vorgesehen.
- Das Meteorwasser muss über einen Vorreinigungs- und Kontrollschacht (Schlammssammler) zusammengeführt werden, bevor es zur jeweiligen Versickerungsanlage geleitet wird. Für die unterirdische Versickerung gelten erhöhte Anforderungen an die Vorreinigung. Um eine Kolmatierung des Versickerungsschachtes und Kieskörpers zu vermeiden und einen langfristigen Betrieb der Versickerungsanlage gewährleisten zu können, ist der Versickerungsanlage ein Schlammssammler von 1.0 m Durchmesser und einer minimalen Nutztiefe von 1.4 m vorzuschalten.
- Die Abläufe der Schlammssammler müssen einen Tauchbogen aufweisen; der Auslauf wird dem Versickerungsschacht zugeführt.
- Bei Starkregen muss mit einem gewissen Aufstau innerhalb des Kieskörpers gerechnet werden; es ist deshalb zu vermeiden, dass der Kieskörper direkt an Bauten, Werkleitungskanäle und dergleichen angrenzt, oder es müssen entsprechende spezielle Abdichtungsmassnahmen getroffen werden.
- Auf den Dachflächen ist auf die Anwendung von Pestiziden, Wurzelhemmern und anderen wassergefährdeten Stoffen, welche mit dem Meteorwasser gelöst und ins Grundwasser transportiert werden können, zu verzichten.
- Zu bestehenden, unterkellerten Nachbargebäuden ist ein ausreichender Abstand einzuhalten, um diesbezüglich nachteilige Auswirkungen (wie z.B. durch Vernässung) ausschliessen zu können.
- Mittels Versickerungsversuch ist die Durchlässigkeit zu ermitteln und darauf basierend sind die obigen Mindestanforderungen zur Versickerungsanlage zu überprüfen und bei Bedarf anzupassen.

7.3 Standort Bahnhof Flums

Je nach Flächenart ist das anfallende Regenwasser durch entsprechende technische Behandlungsanlagen (z.B. Adsorber) vor dessen Ableitung zu reinigen. Auf jeden Fall muss das Meteorwasser über Vorreinigungs- und Kontrollschächte (Schlammssammler) zusammengeführt werden, bevor es abgeleitet wird.

Am Projektstandort liegen gemäss Versickerungskarte des GEP mässig gute bis gute Versickerungsmöglichkeiten vor. Im vorliegenden Fall steht der Ansatz im Vordergrund, das

voraussichtlich gering belastete Dachwasser mittels geeigneter Anlage innerhalb der Bachschutt-ablagerungen der Schils zu versickern. Dieser Bachschutt weist, basierend auf den bisher durchgeführten Sondierungen, einen sehr heterogenen Schichtaufbau bzw. Materialzusammensetzung auf, weshalb keine verlässliche Annahme der Wasserdurchlässigkeit (k-Wert) gemacht werden kann. Diese kann erst nach der Durchführung eines Versickerungsversuchs am Standort getroffen werden. Für die weitere Projektierung müssen deshalb weitere Detailabklärungen zur Zulässigkeit, zum Anlagentyp und zur Grösse der Versickerungsanlage erfolgen.

Künstliche Auffüllungen, belastete Standorte (z.B. Standortnummer BAV B03028-P0048) und grundwasserschutzrechtliche Vorgaben etc. können allenfalls die Wahl von geeigneten Versickerungsanlagentypen einschränken.

7.4 Standort Bahnhof Weesen

Das neue Bahntechnikgebäude wird gemäss den vorliegenden Planunterlagen vollständig innerhalb der mehreren Meter mächtigen, künstlichen Auffüllung errichtet (vgl. Kapitel 6.3). Zum aktuellen Zeitpunkt liegen keine zuverlässigen Kenntnisse zu allfälligen Belastungen dieser Auffüllungen vor, sodass eine Versickerung des Meteorwassers unbestimmte Probleme mit sich ziehen könnte. Zudem ist im darunterliegenden, natürlich gewachsenen Untergrund bestehend aus einer intensiven Wechsellagerung von fein- bis grobkörnigen Deltaablagerungen von lokal stark unterschiedlichen Durchlässigkeiten auszugehen. Der Grundwasserspiegel (Hochwasserstand) liegt bereits im natürlichen Zustand nahe der ursprünglichen Terrainoberfläche.

Aus diesen Gründen ist im vorliegenden Fall von einer konzentrierten Versickerung des anfallenden Meteorabwassers auf dem Bahnhofareal mit Risiken behaftet und somit abzuraten. Das anfallende Meteorabwasser soll mit Bewilligung der zuständigen Behörden in eine geeignete Vorflut wie z.B. in ein Oberflächengewässer oder in eine Meteorwasserkanal eingeleitet werden. Dabei sind nach Möglichkeit Rückhaltemassnahmen zu treffen, damit das Wasser bei grossem Anfall gleichmässig abfliessen kann.

Bericht Nr.: 2789-B01

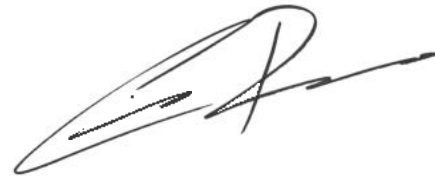
Datum: 17. März 2026

Sachbearbeitung: Camilo Romero / PaM

Dr. Bernasconi AG

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marco Pally'.

Marco Pally, Geschäftsleitung

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Camilo Romero'.

Camilo Romero, Sachbearbeitung

Anhänge

Legende

- xx-x

Sondiertyp und -name
- xx m proj.

projizierte Distanz von Profillinie
- ⊗ ⊙

Sondierung vor / hinter Profil
- xxx.xx

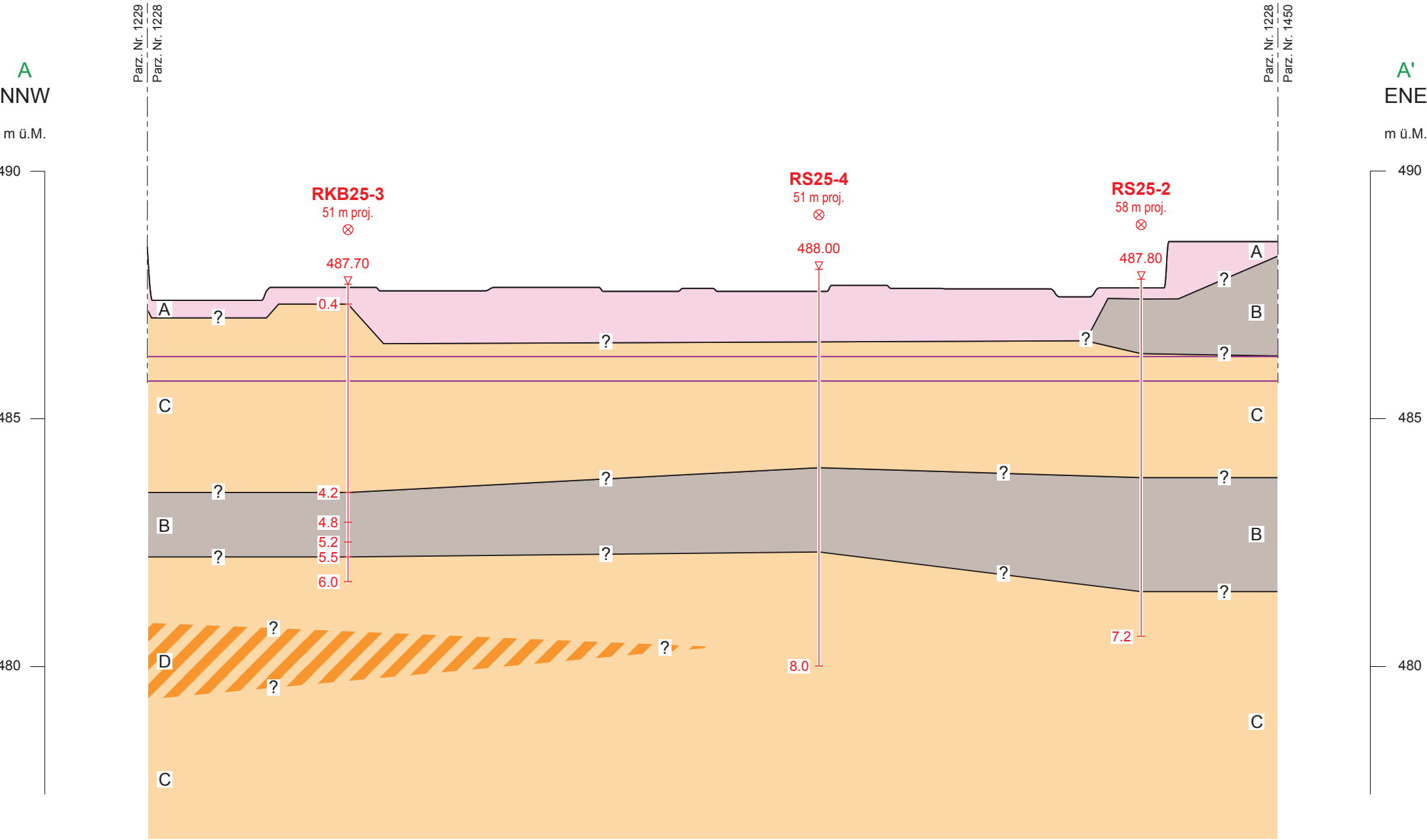
OKT (m ü.M.)
- ▽

Endtiefe (m u.T.)
- A: künstliche Auffüllungen / Ober- und Unterboden
- B: Überschwemmungsablagerungen
- C: Seezschotter
- D: Flusssande innerhalb C
- ungefähre Lage Querung

SBB-Linie 890, STW-Ersatz
Mels, Flums, Weesen und Bankettsicherung

Geologischer Bericht

Profil km 2.339, 1 : 100
geologisch bearbeitet



Legende

xx-x Sondiertyp und -name
xx m proj. projizierte Distanz von Profilinie
⊗ ⊙ Sondierung vor / hinter Profil
xxx.xx OKT (m ü.M.)
1.0 Endtiefe (m u.T.)

A: künstliche Auffüllungen / Ober- und Unterboden
C: Seeszotter
D: Flusssande innerhalb C

Plangrundlage: Querprofile und Schnitte BTG Mels inkl. Kabelquerung 1 : 100,
Plan Nr.: 07.01.01, Stand 31.10.2025
AFRY Schweiz AG, 8048 Zürich

SBB-Linie 890, STW-Ersatz
Mels, Flums, Weesen und Bankettsicherung

Geologischer Bericht

Profil km 2.737, 1 : 200 / 100
geologisch bearbeitet

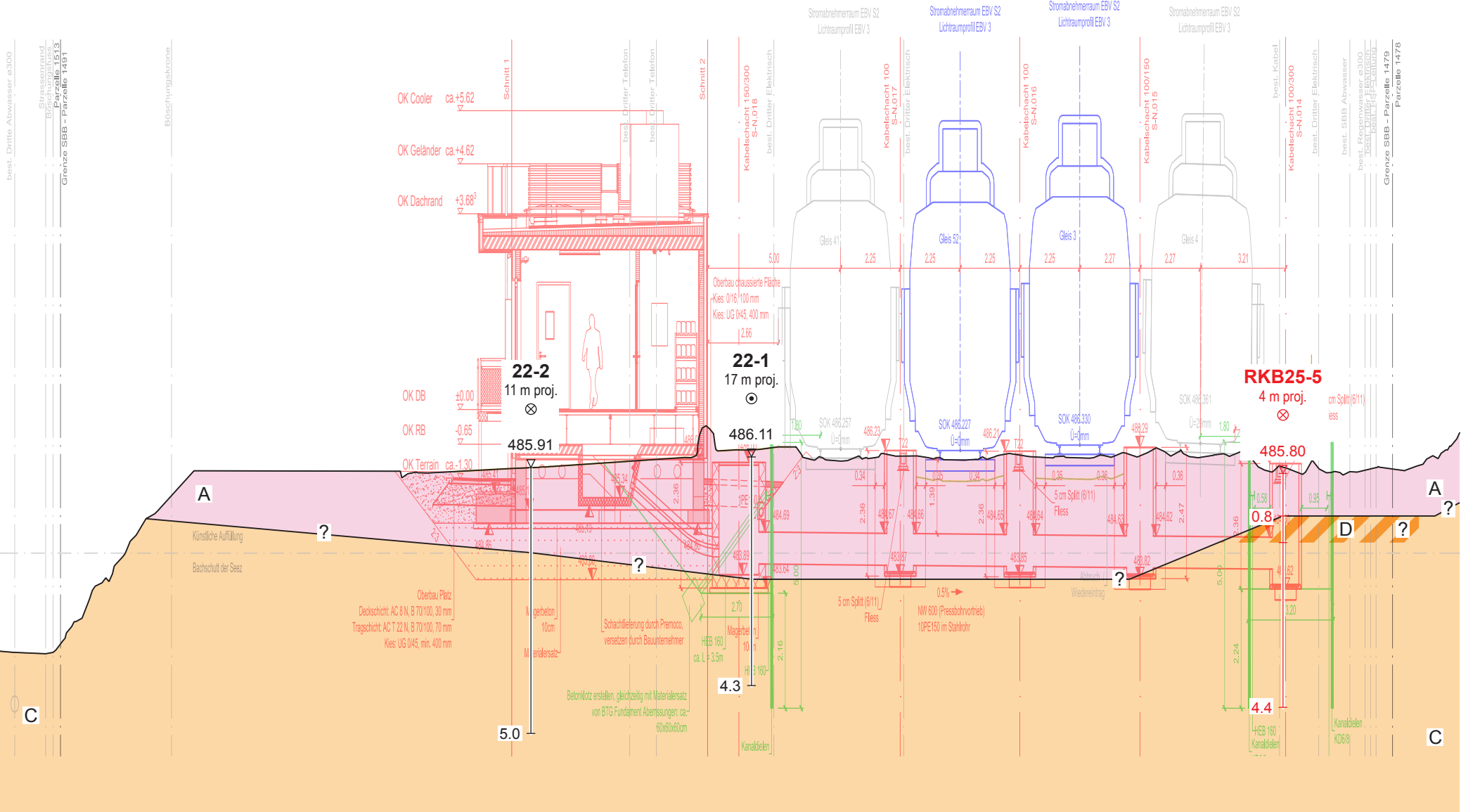
A
NNW

m ü.M.

490

485

480



A'
ENE

m ü.M.

490

485

480



SBB-Linie 890, STW-Ersatz
Mels, Flums, Weesen und Bankettsicherung

Geologischer Bericht

Profil km 3.106, 1 : 100
geologisch bearbeitet

Legende

xx-x

xx m proj.

⊗

⊙

xxx.xx

▽

1.0

Sondiertyp und -name

projizierte Distanz von Profillinie

Sondierung vor / hinter Profil

OKT (m ü.M.)

Endtiefe (m u.T.)

A

B

C

A: künstliche Auffüllungen / Ober- und Unterboden

B: Überschwemmungsablagerungen

C: Seezschotter

ungefähre Lage Querung

The figure is a geological cross-section profile oriented NNW (left) to ENE (right). The vertical axis represents elevation in meters above sea level (m ü.M.), with major ticks at 475, 480, and 485. The horizontal axis represents distance, with vertical dashed lines marking parcel numbers: Parz. Nr. 1506 and Parz. Nr. 1490 on the left, and Parz. Nr. 1490 and Parz. Nr. 1475 on the right. The profile shows three distinct geological layers: Layer A (pink) at the top, Layer B (grey) in the middle, and Layer C (orange) at the bottom. Layer A is labeled 'A' and contains a borehole 'RKB25-9' at a projected distance of 2 m. The borehole is marked with a red circle and a cross, with a depth of 482.60 m. The profile also shows a series of elevation markers on the right side: 485, 482.60, 0.3, 1.4, 2.0, 2.4, 2.7, 4.0, and 4.7. The profile is labeled 'A' on the left and 'A' ENE' on the right. The profile is labeled 'A' on the left and 'A' ENE' on the right.

2789-B01-Anh1_km3.106.ai A3 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG

BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN

CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29

Tel 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Legende

- xx-x** Sondiertyp und -name
xx m proj. projizierte Distanz von Profillinie
⊗ ⊙ Sondierung vor / hinter Profil
xxx.xx OKT (m ü.M.)
1.0 Endtiefe (m u.T.)
 Wasserspiegel mit Datum

- A: künstliche Auffüllungen / Ober- und Unterboden
 B: Überschwemmungsablagerungen
 E: Bachschutt der Schils

Plangrundlage: Querprofile und Schnitte BTG Flums inkl. Kabelquerung 1 : 100,
Plan Nr.: 07.01.02, Stand 31.10.2025
AFRY Schweiz AG, 8048 Zürich

SBB-Linie 890, STW-Ersatz
Mels, Flums, Weesen und Bankettsicherung

Geologischer Bericht

Profil km 9.582, 1 : 200 / 100
geologisch bearbeitet

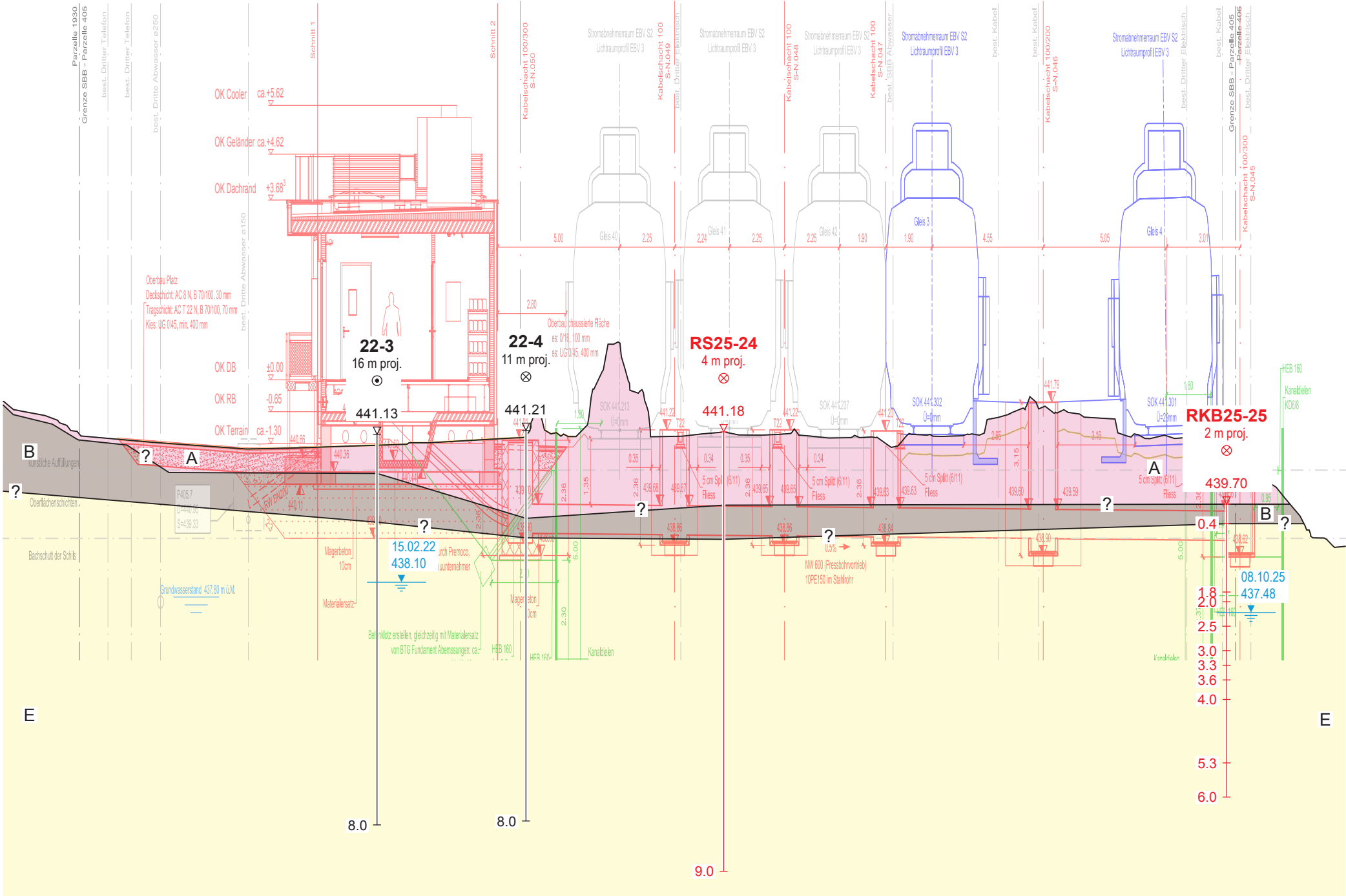
A
NNW
m ü.M.

445

440

435

430



A'
ENE
m ü.M.

445

440

435



xx-x

Sondiertyp und -name

xx m proj.

projizierte Distanz von Profillinie

⊗

⊙

Sondierung vor / hinter Profil

xxx.xx

OKT (m ü.M.)

▽

1.0

Endtiefe (m u.T.)

≡

Wasserspiegel mit Datum

A

A: künstliche Auffüllungen / Ober- und Unterboden

B

B: Überschwemmungsablagerungen

C

C: Seezschotter

—

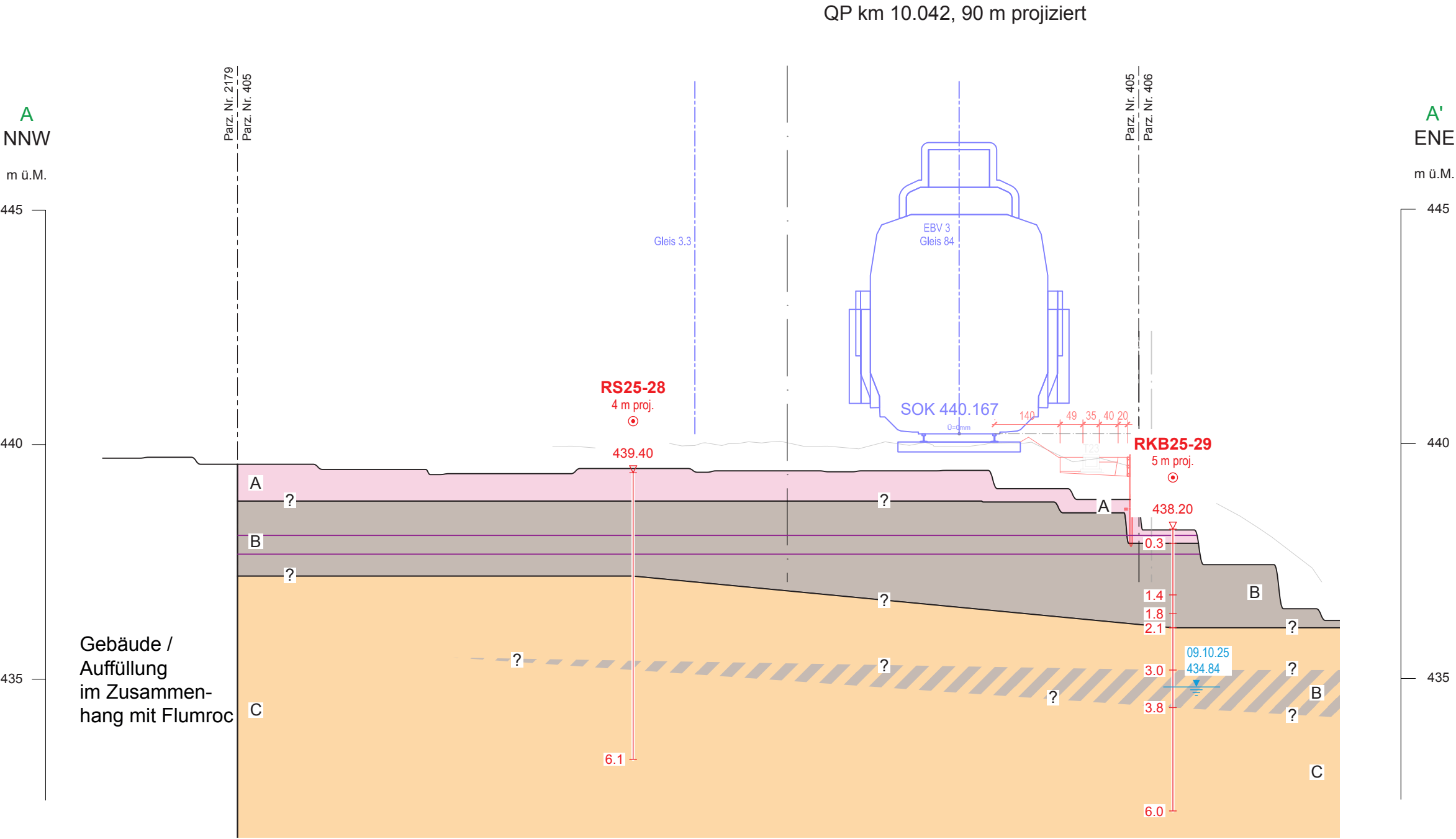
ungefähre Lage Querung

Plangrundlage: Querprofile Bankethalterungen QP km 10.042 1 : 100,
Plan Nr.: 07.02.02, Stand 31.10.2025
AFRY Schweiz AG, 8048 Zürich

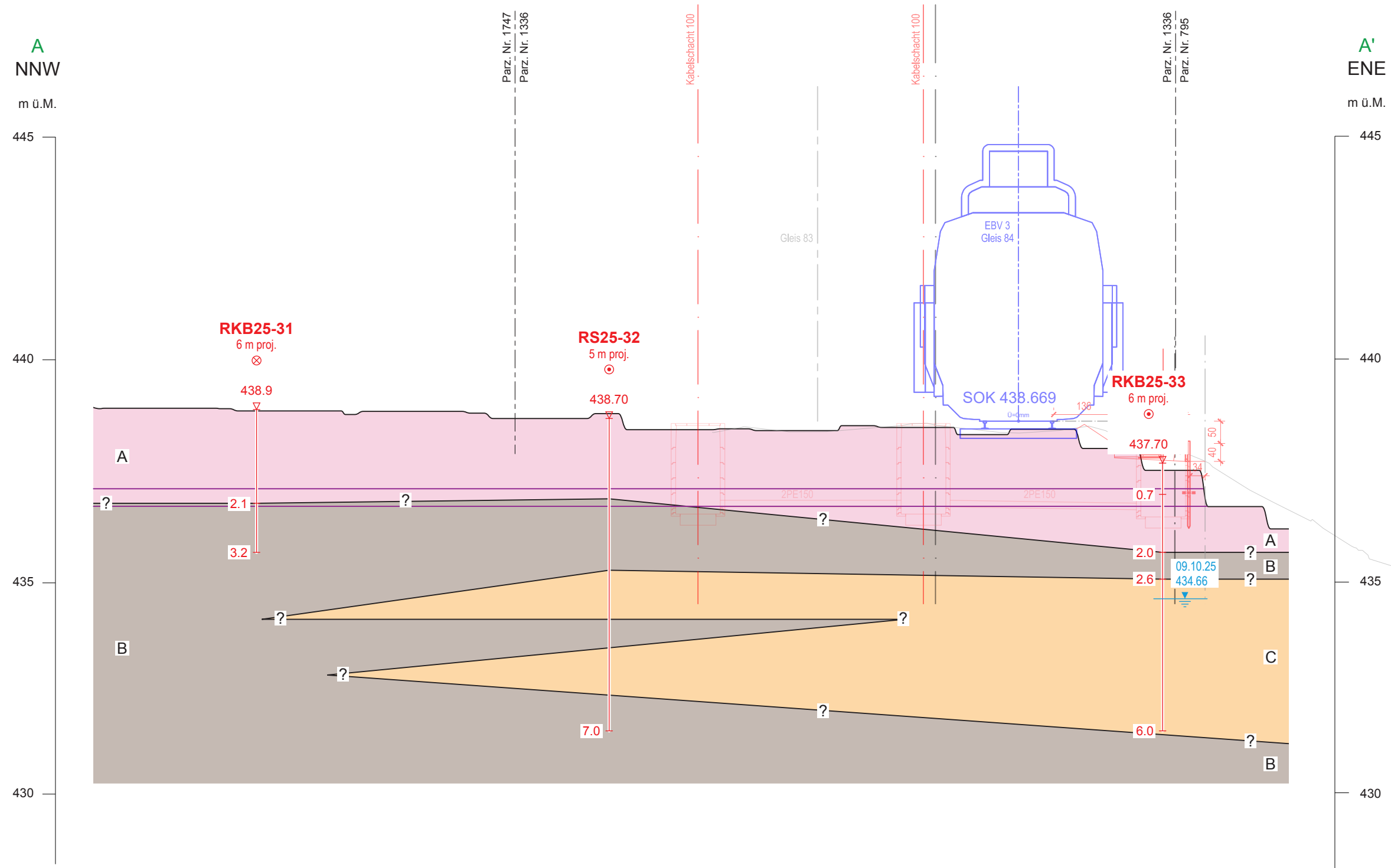
SBB-Linie 890, STW-Ersatz
Mels, Flums, Weesen und Bankettsicherung

Geologischer Bericht

Profil km 10.133, 1 : 100
geologisch bearbeitet



Profil km 10.284, 1 : 100
geologisch bearbeitet



Legende

- xx-x

Sondiertyp und -name
- xx m proj.

projizierte Distanz von Profillinie
- Sondierung vor / hinter Profil
- xxx.xx

OKT (m ü.M.)
- Endtiefe (m u.T.)
- Wasserspiegel mit Datum
- A: künstliche Auffüllungen / Ober- und Unterboden
- F1: Deltaablagerungen (feinkörnig)
- F2: Deltaablagerungen (grobkörnig)
- ungefähre Lage Querung

SBB-Linie 890, STW-Ersatz
Mels, Flums, Weesen und Bankettsicherung

Geologischer Bericht

Profil km 30.245, 1 : 100
geologisch bearbeitet

A
NNW

m ü.M.

430

425

420

415

Parz. Nr. 1817
Parz. Nr. 1813

A

?

?

?

?

A

F1+2

F1+2

RS25-40
26 m proj.

424.00

10.0

RS25-41
31 m proj.

424.20

9.0

RKB25-39
9 m proj.

423.50

2.0

2.3

2.9

3.8

4.1

4.5

4.7

5.0

6.0

13.10.25

420.75

Parz. Nr. 1813
Parz. Nr. 1806

Parz. Nr. 1806
Parz. Nr. 1812

A'
ENE

m ü.M.

430

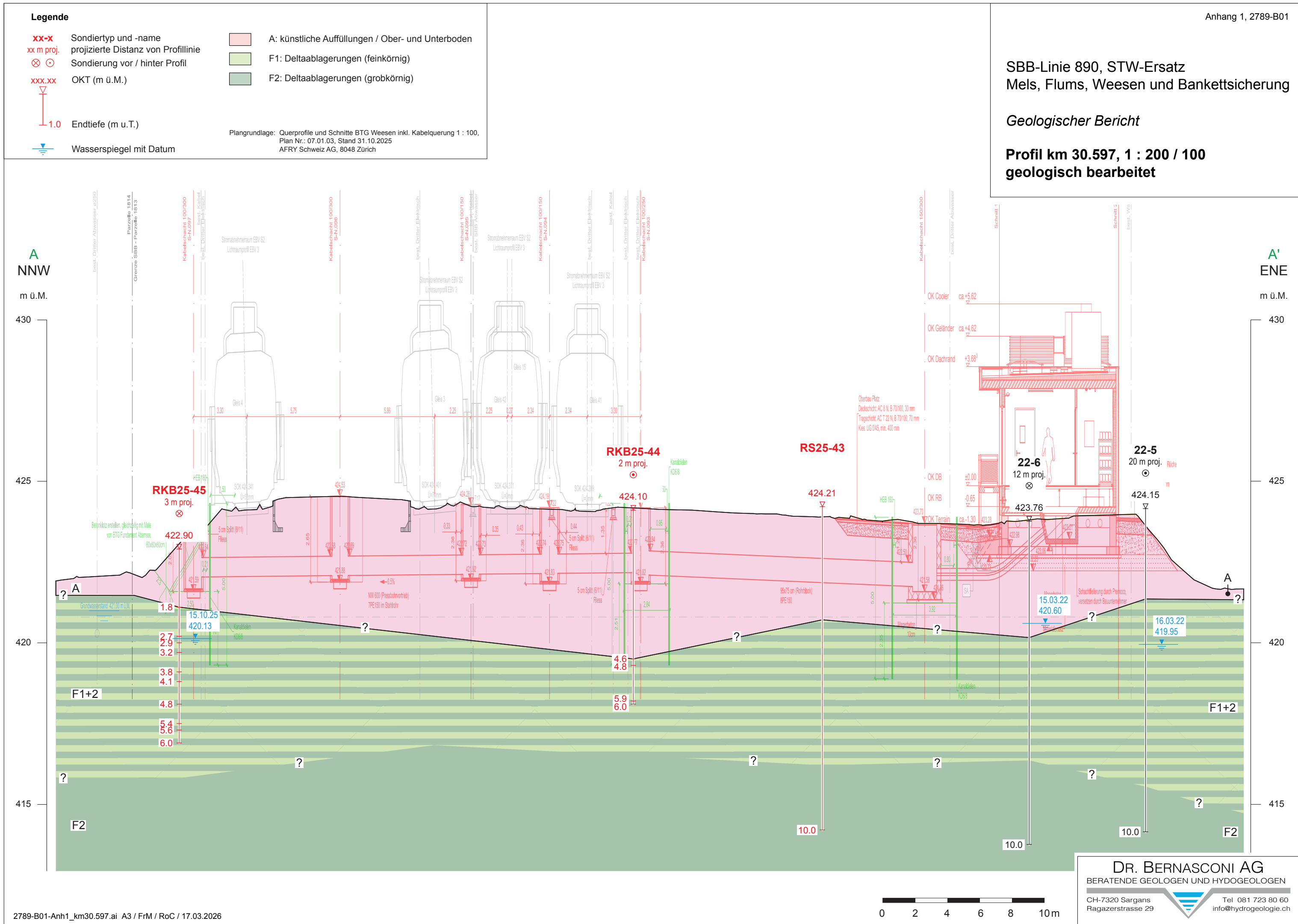
425

420

415



Profil km 30.597, 1 : 200 / 100
geologisch bearbeitet



Legende

- xx-x

Sondiertyp und -name
- xx m proj.

projizierte Distanz von Profilinie
- ⊗ ⊙

Sondierung vor / hinter Profil
- xxx.xx

OKT (m ü.M.)
- ▽

Endtiefe (m u.T.)
- 1.0

Endtiefe (m u.T.)
- ▽

Wasserspiegel mit Datum

- A: künstliche Auffüllungen / Ober- und Unterboden
- F1: Deltaablagerungen (feinkörnig)
- F2: Deltaablagerungen (grobkörnig)
- ungefähre Lage Querung

SBB-Linie 890, STW-Ersatz
Mels, Flums, Weesen und Bankettsicherung

Geologischer Bericht

Profil km 30.998, 1 : 100
geologisch bearbeitet

A
NNW

m ü.M.

430

425

420

415

Parz. Nr. 1771
Parz. Nr. 1773

Parz. Nr. 1773
Parz. Nr. 1762

RKB25-49

1 m proj.

⊙

423.60

▽

1.4

1.6

2.6

2.9

16.10.25

420.08

▽

6.0

10.0

RS25-48

1 m proj.

⊗

424.30

▽

RS25-50

4 m proj.

⊙

424.10

▽

10.0

10.0

A'
ENE

m ü.M.

430

425

420

415

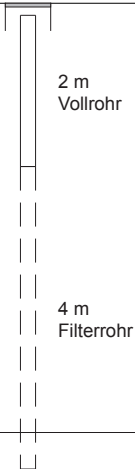
Parz. Nr. 1762
Parz. Nr. 2315

A

F1

F2



SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen Konzept Baugrunduntersuchung					Anhang 2 2789-B01	Rammkernbohrung RKB25-1
Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon Bohrmeister: Herr M. Casutt Geologische Aufnahme: Herr C. Romero Ausführungsdatum: 29.10.2025		Koordinaten: 2'750'979.8 / 1'213'034.4 OK Terrain (OKT): 488.70 m ü.M. OK Rohr (OKR): 488.54 m ü.M. Massstab: 1:100 Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-1.ai A4 / FrM / RoC / 17.03.2026		DR. BERNASCONI AG BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN CH-7320 Sargans Ragazerstrasse 29 Tel. 081 723 80 60 info@hydrogeologie.ch		
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Einbau	PVC ø1.5"
Rammkernbohrung, ø 51 mm	künstliche Auffüllung	488.0	0.1	Asphaltbelag		
	Überschwemmungsablagerungen		0.7	grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, trocken, locker gelagert		
		486.7	1.2	brauner, leicht toniger Silt, nicht plastisch, reichlich Sand, wenig Kies, weich bis steif		
	Seezsotter		2.0	brauner, stark siltiger Feinsand, vereinzelt Kies, erdfeucht, locker gelagert		
		484.5	3.8	grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, trocken, locker gelagert		
	Überschwemmungsablagerungen		4.2	grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, trocken, locker gelagert		
	Seezsotter	484.3	4.4	brauner, mässig siltiger Sand, viel Kies, feucht, locker gelagert		
	Überschwemmungsablagerungen	483.7	5.0	brauner, leicht toniger Silt, ziemlich plastisch, wenig Feinsand, weich		
		483.6	5.1	brauner, leicht toniger Silt, ziemlich plastisch, wenig Feinsand, weich		
	Seezsotter	482.3	5.7	brauner, mässig siltiger Sand, reichlich Kies, feucht, locker gelagert		
			6.4	grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, trocken, locker gelagert		

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-3

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister: Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
Ausführungsdatum: 29.09.2025

Koordinaten: 2'750'587.6 / 1'213'195.7
OK Terrain (OKT): 487.7 m ü.M.

Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-3.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG
BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN

CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29

Tel. 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	487.6	0.1	brauner, leicht siltiger Sand, reichlich Kies, humos, durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert
	Unterboden	487.3	0.4	brauner, leicht siltiger Feinsand, wenig Kies, erdfeucht, locker gelagert
	Seezsotter		1.8	grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, feucht, locker gelagert
				grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, trocken, locker gelagert
	Überschwemmungs- ablagerungen	483.5	4.2	brauner, mässig siltiger Sand, vereinzelt Kies, nass, locker gelagert
	Seezsotter	482.9	4.4	brauner, leicht toniger Silt, nicht plastisch, reichlich Feinsand, weich
	Überschwemmungs- ablagerungen	482.5	4.8	grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, trocken, locker gelagert
	Seezsotter	482.2	5.2	brauner, leicht toniger Silt, nicht plastisch, viel Feinsand, weich
			5.5	grauer, leicht siltiger Kies, wenig Sand, trocken, locker gelagert
		481.7	6.0	

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen Konzept Baugrunduntersuchung				Anhang 2 2789-B01	Rammkernbohrung RKB25-5
Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon Bohrmeister: Herr M. Casutt Geologische Aufnahme: Herr C. Romero Ausführungsdatum: 29.09.2025		Koordinaten: 2'750'211.6 / 1'213'423.6 OK Terrain (OKT): 485.8 m ü.M. Massstab: 1:100 Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-5.ai A4 / FrM / RoC / 17.03.2026		DR. BERNASCONI AG BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN CH-7320 Sargans Ragazerstrasse 29 Tel. 081 723 80 60 info@hydrogeologie.ch	
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	485.7	0.1	brauner, siltiger Sand, reichlich organische Beimengungen, humos, durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert	
	Flusssande		0.8	dunkelbrauner, mässig siltiger Kies, viel Sand, leicht durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert	
			1.3	grauer, mässig siltiger Sand, viel Kies, feucht, locker gelagert	
	Seezschotter			grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, trocken, locker gelagert	
		481.4	4.4		

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-8

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister: Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
Ausführungsdatum: 01.10.2025

Koordinaten: 2'749'999.9 / 1'213'528.0
OK Terrain (OKT): 483.8 m ü.M.
Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-8.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG
BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN
CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29
Tel. 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	483.7	0.1	brauner, siltiger Sand, wenig Kies, humos, durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert
	Unterboden	483.4	0.4	braungrauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, leicht durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert
	künstliche Auffüllung		1.1	grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, erdfeucht, locker gelagert
	Überschwemmungs- ablagerungen	482.2	1.6	grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, feucht, locker gelagert
		481.8	1.8	dunkelgrauer, leicht toniger Silt, nicht plastisch, reichlich Feinsand, weich
	Seezsotter	480.7	2.0	dunkelgrauer, mässig siltiger Feinsand, vereinzelt Kies, feucht, locker gelagert
		480.7	3.1	grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, feucht, locker gelagert

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen

Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-9

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister: Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
Ausführungsdatum: 01.10.2025

Koordinaten: 2'749'890.2 / 1'213'615.3
OK Terrain (OKT): 482.6 m ü.M.

Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-9.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG

BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN

CH-7320 Sargans

Ragazerstrasse 29

Tel. 081 723 80 60

info@hydrogeologie.ch



Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	482.3	0.3	brauner, siltiger Sand, reichlich Kies, humos, durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert
	künstliche Auffüllung			
	Überschwemmungs- ablagerungen	481.2	1.4	grauer, leicht siltiger Kies, wenig Sand, trocken, locker gelagert
	Seezschotter	480.6	2.0	grauer, leicht toniger Silt, nicht plastisch, reichlich Feinsand, steif
	Überschwemmungs- ablagerungen	480.2	2.4	grauer, stark siltiger Kies, reichlich Sand, feucht, locker gelagert
	Seezschotter	479.9	2.7	grauer, mässig siltiger Feinsand, vereinzelt Kies, feucht, locker gelagert
			3.0	grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, trocken, locker gelagert
			3.4	braungrauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, feucht, locker gelagert
	Überschwemmungs- ablagerungen vermischt mit Seezschotter	478.6	4.0	grauer, leicht siltiger Kies, wenig Sand, trocken, locker gelagert
		477.9	4.3	graubrauner, mässig siltiger Kies, viel Sand, feucht, locker gelagert
			4.7	grauer, leicht siltiger Kies, wenig Sand, trocken, locker gelagert

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-11

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister: Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
Ausführungsdatum: 02.10.2025

Koordinaten: 2'749'586.4 / 1'213'808.6
OK Terrain (OKT): 479.2 m ü.M.
Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-11.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG
BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN

CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29

Tel. 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	479.1	0.1	brauner, siltiger Sand, viel Kies, humos, leicht durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert
	Unterboden	478.8	0.4	brauner, siltiger Sand, reichlich Kies, leicht durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert
	künstliche Auffüllung	478.0	1.2	brauner, siltiger Kies, viel Sand, erdfeucht, locker gelagert
	Überschwemmungs- ablagerungen	477.5	1.7	braungrauer, stark siltiger Feinsand, vereinzelt Kies, feucht, locker gelagert
	Seezschotter		2.9	grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, trocken, locker gelagert
			4.0	grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, trocken, locker gelagert
		475.2		

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen Konzept Baugrunduntersuchung				Anhang 2 2789-B01	Rammkernbohrung RKB25-13
Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon Bohrmeister: Herr M. Casutt Geologische Aufnahme: Herr C. Romero Ausführungsdatum: 02.10.2025		Koordinaten: 2'749'568.7 / 1'213'809.1 OK Terrain (OKT): 479.2 m ü.M. Massstab: 1:100 Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-13.ai A4 / FrM / RoC / 17.03.2026		DR. BERNASCONI AG BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN CH-7320 Sargans Ragazerstrasse 29 Tel. 081 723 80 60 info@hydrogeologie.ch	
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	479.1	0.1	brauner, Sand, leicht siltig, reichlich Kies, humos, durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert	
	künstliche Auffüllung	478.1	1.1	braungrauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, <1 % Fremdbestandteile (Metallteile), feucht, locker gelagert	
	Seeszschotter				
		476.1	3.1	hellgrauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, trocken, locker gelagert	

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-14

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister: Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
Ausführungsdatum: 02.10.2025

Koordinaten: 2'749'575.6 / 1'213'816.6
OK Terrain (OKT): 478.8 m ü.M.

Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-14.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG
BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN

CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29



Tel. 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	478.7	0.1	brauner, siltiger Sand, wenig Kies, humos, durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert
	künstliche Auffüllung	478.2	0.6	graubrauner, leicht siltiger Sand, reichlich Kies, erdfeucht, locker gelagert
	Seezschotter		1.1	grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, trocken, locker gelagert
			1.5	grauer, leicht siltiger Sand, viel Kies, erdfeucht, locker gelagert
			4.7	grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, trocken, locker gelagert
		473.8	5.0	graubrauner, leicht siltiger Sand, reichlich Kies, feucht, locker gelagert

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen Konzept Baugrunduntersuchung					Anhang 2 2789-B01	Rammkernbohrung RKB25-15
Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon Bohrmeister: Herr M. Casutt Geologische Aufnahme: Herr C. Romero Ausführungsdatum: 03.10.2025		Koordinaten: 2'749'419.3 / 1'213'914.3 OK Terrain (OKT): 475.9 m ü.M. OK Rohr (OKR): 475.9 m ü.M. Massstab: 1:100 Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-15.ai A4 / FrM / RoC / 17.03.2026		DR. BERNASCONI AG BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN CH-7320 Sargans Ragazerstrasse 29 Tel 081 723 80 60 info@hydrogeologie.ch		
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Einbau PVC ø1.5"	
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	475.8	0.1	brauner, siltiger Sand, viel Kies, humos, leicht durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert	2 m Vollrohr	

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-18

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister: Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
Ausführungsdatum: 06.10.2025

Koordinaten: 2'748'267.9 / 1'214'640.7
OK Terrain (OKT): 464.4 m ü.M.
OK Rohr (OKR): 464.8 m ü.M.
Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-18.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG

BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN

CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29

Tel. 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Einbau	PVC ø1.5"
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	464.3	▼ 0.1	brauner, siltiger Sand, wenig Kies, humos, leicht durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert		
	künstliche Auffüllung		0.5	graubrauner, leicht siltiger Sand, reichlich Kies, feucht, locker gelagert		
			0.7	brauner, mässig siltiger Sand, viel Kies, feucht, locker gelagert		
	Überschwemmungs- ablagerungen	463.3	1.1	brauner, mässig siltiger Kies, viel Sand, feucht, locker gelagert		
		463.1	1.3	brauner, leicht toniger Silt, nicht plastisch, reichlich Sand, steif		
		462.9	1.5	grauer, leicht siltiger Sand, feucht, locker gelagert		
	Flusssande			brauner, leicht toniger Silt, nicht plastisch, wenig Sand, weich bis steif		
	Überschwemmungs- ablagerungen		2.2	Kernverlust		
		461.9	2.5	brauner, stark siltiger Sand, nass, locker gelagert		
			2.7			
	Seezsotter			braungrauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, nass, locker gealgert		
	Überschwemmungs- ablagerungen					
		459.8	4.6	brauner, stark siltiger Feinsand, nass, locker gelagert		
	Seezsotter	459.4	5.0	brauner, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, nass, locker gelagert		
		459.3	5.1			

Einbau

1 m
Vollrohr

4 m
Filterrohr

Wsp.
6.10.25
2.46 m u.T.

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen Konzept Baugrunduntersuchung				Anhang 2 2789-B01	Rammkernbohrung RKB25-19
Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon Bohrmeister: Herr M. Casutt Geologische Aufnahme: Herr C. Romero Ausführungsdatum: 07.10.2025		Koordinaten: 2'747'800.4 / 1'214'965.4 OK Terrain (OKT): 460.6 m ü.M. OK Rohr (OKR): 461.2 m ü.M. Massstab: 1:100 Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-19.ai A4 / FrM / RoC / 17.03.2026		DR. BERNASCONI AG BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN CH-7320 Sargans Ragazerstrasse 29 Tel. 081 723 80 60 info@hydrogeologie.ch	
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Einbau
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	460.4	▼ 0.2	brauner, siltiger Sand, wenig Kies, humos, durchwurzelt, feucht, locker gelagert	Wsp. 07.10.25 1.97 m u.T. 4 m Filterrohr
	künstliche Auffüllung	459.9	0.7	graubrauner, mässig siltiger Kies, viel Sand, trocken, locker gelagert	
	Überschwemmungs-ablagerungen		1.8	braungrauer, mässig toniger Silt, ziemlich plastisch, wenig Feinsand, wenig organische Beimengungen, weich	
				grauner, mässig toniger Silt, ziemlich plastisch, wenig Feinsand, weich	
		457.1	3.5	Torf (zersetzt)	
	Torf	456.9	3.7	grauner, mässig toniger Silt, nicht plastisch, wenig Feinsand, weich	
Seezsotter	456.7	3.9	braungrauer, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Sand, nass, locker gelagert		
	455.6	5.0			

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-22

Bauherrschaft:
Bohrfirma:
Bohrmeister:
Geologische Aufnahme:
Ausführungsdatum:

SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Herr M. Casutt
Herr C. Romero
07.10.2025

Koordinaten:
OK Terrain (OKT):
OK Rohr (OKR):
Massstab:
Datei:

2'747'421.9 / 1'215'296.6
456.2 m ü.M.
456.5 m ü.M.
1:100
2789-B01-Anh2_RKB25-22.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

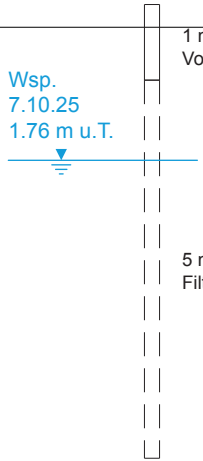
DR. BERNASCONI AG

BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN

CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29



Tel. 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Einbau	PVC ø1.5"
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	456.1	0.1	brauner, siltiger Sand, wenig Kies, humos, leicht durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert		1 m Vollrohr
	künstliche Auffüllung	455.5	0.7	grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, trocken, locker gelagert		
	Überschwemmungs- ablagerungen	455.2 455.1	1.0 1.1	brauner, leicht toniger Silt, nicht plastisch, wenig Sand, steif grauer, leicht siltiger Sand, nass, locker gelagert		
	Seezschotter		1.7	graubrauner, leicht toniger Silt, plastisch, wenig Feinsand, weich bis steif		
	Überschwemmungs- ablagerungen			grauer, leicht toniger Silt, plastisch, wenig Feinsand, reichlich org. Beimengungen, weich		
	Torf	453.7	2.5	Torf (zersetzt)		
		453.4	2.8	grauer, leicht toniger Silt, plastisch, wenig Feinsand, reichlich org. Beimengungen, weich		
	Torf	452.8	3.4	Torf (zersetzt)		5 m Filterrohr
		452.6	3.6	grauer, leicht toniger Silt, ziemlich plastisch, reichlich Feinsand, reichlich organische Beimengungen, weich		
			5.3	grauer, mässig siltiger Feinsand, wenig org. Beimengungen (Holzstücke), nass, locker gelagert		
		450.2	6.0			

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-25

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister: Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
Ausführungsdatum: 08.10.2025

Koordinaten: 2'745'059.6 / 1'217'850.1
OK Terrain (OKT): 439.7 m ü.M.
OK Rohr (OKR): 440.2 m ü.M.
Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-25.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG
BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN
CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29
Tel. 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Einbau	PVC ø1.5"
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	439.5	0.2	brauner, siltiger Sand, reichlich Kies, humos, durchwurzelt, feucht, locker gelagert		
	Unterboden	439.3	0.4	roter, mässig siltiger Feinsand, leicht durchwurzelt, feucht, locker gelagert		
	Bachschutt der Schils		0.9	roter, mässig siltiger Sand, viel Kies, erdfeucht, locker gelagert		
				roter, stark siltiger Feinsand, feucht, locker gelagert		
	Überschwemmungs- ablagerungen	437.9	1.4	rotgrauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, feucht bis nass, locker gelagert		
		437.7	1.8	brauner, leicht toniger Silt, nicht plastisch, vereinzelt Kies, reichlich Sand, weich		
	Bachschutt der Schils		2.0	roter, mässig siltiger Kies, viel Sand, nass, locker gelagert		
		437.2	2.2	roter, mässig siltiger Feinsand, reichlich org. Beimengungen (Holz), nass, locker gelagert		
	Überschwemmungs- ablagerungen	436.7	2.5	grauroter, leicht toniger Silt, nicht plastisch, wenig Feinsand, weich		
	Bachschutt der Schils	436.4	3.0	roter, mässig siltiger Kies, reichlich Sand nass, locker gelagert		
		436.1	3.3	roter, leicht toniger Silt, wenig plastisch, wenig Feinsand, nass, weich		
	Überschwemmungs- ablagerungen	435.7	3.6	grauer, sauberer Sand, reichlich org. Beimengungen (Holz), nass, locker gelagert		
	Seezschotter		4.0	roter, stark siltiger Kies, reichlich Sand, nass, locker gelagert		
			4.6			
	Bachschutt der Schils			rotgrauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, viel Sand, nass, locker gelagert		
		434.4	5.3	roter, leicht toniger Silt, wenig plastisch, reichlich Feinsand, weich		
	Überschwemmungs- ablagerungen	433.7	5.8	roter, leicht toniger Silt, nicht plastisch, reichlich Sand, weich		
			6.0			

Wsp.
08.10.25
2.22 m u.T.

1 m
Vollrohr

5 m
Filterrohr

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-27

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister: Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
Ausführungsdatum: 01.12.2025

Koordinaten: 2'744'849.5 / 1'218'044.2
OK Terrain (OKT): 442.10 m ü.M.
Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-27.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG
BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN

CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29



Tel. 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m) ▼	Materialbeschreibung
Rammkernbohrung, ø 51 mm	künstliche Auffüllung			grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, trocken, locker gelagert
	Bachschutt der Schils	441.2	0.9	grauroter, leicht siltiger Kies, wenig Sand, feucht, locker gelagert
	Überschwemmungs- ablagerungen	440.6	1.2 1.5	roter, leicht siltiger Sand, reichlich Kies, feucht, locker gelagert
				roter, mässig toniger Silt, plastisch, sehr weich
	Bachschutt der Schils	439.6	2.2	roter, leicht toniger Silt, wenig plastisch, wenig Feinsand, weich
	Überschwemmungs- ablagerungen	439.2 439.1	2.5 2.9 3.0	rotgrauer, siltiger Kies, reichlich Sand, feucht, locker gelagert
	Bachschutt der Schils	438.3	3.4	roter, leicht toniger Silt, nicht plastisch, reichlich Sand, wenig Kies, weich
	Überschwemmungs- ablagerungen	438.1	3.8 4.0	roter, leicht siltiger Sand, reichlich Kies, trocken, locker gelagert
	Bachschutt der Schils			roter, mässig siltiger Kies, reichlich Sand, nass, locker gelagert
	Überschwemmungs- ablagerungen	437.0 436.8	5.1 5.3	roter, leicht toniger Silt, nicht plastisch, reichlich Feinsand, weich
	Bachschutt der Schils	436.1	6.0	roter, mässig siltiger Kies, reichlich Sand, nass, locker gelagert

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen Konzept Baugrunduntersuchung					Anhang 2 2789-B01	Rammkernbohrung RKB25-29
Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon Bohrmeister: Herr M. Casutt Geologische Aufnahme: Herr C. Romero Ausführungsdatum: 09.10.2025			Koordinaten: 2'744'684.5 / 1'218'250.2 OK Terrain (OKT): 438.2 m ü.M. OK Rohr (OKR): 438.6 m ü.M. Massstab: 1:100 Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-29.ai A4 / FrM / RoC / 17.03.2026			DR. BERNASCONI AG BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN CH-7320 Sargans Ragazerstrasse 29 Tel 081 723 80 60 info@hydrogeologie.ch
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Einbau	PVC ø1.5"
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	438.1	0.1	brauner, siltiger Sand, reichlich Kies, humos, durchwurzelt, feucht, locker gelagert	Wsp. 9.10.25 3.36 m u.T. 1.5 m Vollrohr 4 m Filterrohr	
	Unterboden	437.9	0.3	grauer, leicht siltiger Sand, wenig Kies, leicht durchwurzelt, feucht, locker gelagert		
	Überschwemmungsablagerungen		1.1	grauer, leicht siltiger Sand, reichlich bis viel Kies, feucht, locker gelagert		
	Seezschotter	436.8	1.4	grauer, leicht siltiger Feinsand, feucht, locker gelagert		
	Überschwemmungsablagerungen	436.4	1.8	grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, erdfeucht, locker gelagert		
	Seezschotter	436.1	2.1	grauer, leicht siltiger Feinsand, feucht, locker gelagert		
	Überschwemmungsablagerungen	435.2	3.0	grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, erdfeucht, locker gelagert		
	Seezschotter / Bachschutt der Schils	434.4	3.8	brauner, leicht toniger Silt, nicht plastisch, viel Sand, wenig Kies, weich		
				bunter, leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand, nass, locker gelagert		
			432.2	6.0		

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
 2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-31

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
 Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
 Bohrmeister: Herr M. Casutt
 Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
 Ausführungsdatum: 08.10.2025

Koordinaten: 2'744'566.2 / 1'218'343.5
 OK Terrain (OKT): 440.40 m ü.M.
 Massstab: 1:100
 Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-31.ai
 A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG
 BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN

CH-7320 Sargans
 Ragazerstrasse 29



Tel. 081 723 80 60
 info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung
Rammkernbohrung, ø 51 mm	künstliche Auffüllung	438.3	▼ 0.6 1.0 1.2 1.4 1.7 1.9 2.1	grauer, sauberer Kies, wenig Sand, feucht, locker gelagert grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, feucht, locker gelagert grauer, leicht siltiger Kies, wenig Sand, feucht, locker gelagert grauer, leicht siltiger Sand, reichlich Kies, feucht, locker gegert rotgrauer, mässig siltiger Kies, reichlich Sand, feucht, locker gelagert grauer, leicht siltiger Sand, wenig Kies, feucht, locker gelagert graubrauner, leicht siltiger Sand, ca. 50 Gew.% Fremstoffanteile (Schlackeartige Beimengungen), feucht, locker gelagert
	Überschwemmungs- ablagerungen		2.8 3.0 3.2	braungrauer, leicht toniger Silt, nicht plastisch, wenig Feinsand, vereinzelt Kies, reichlich org. Beimengungen, steif braungrauer, stark tonig-siltiger Feinsand, erdfeucht, locker gelagert grauer, leicht toniger Silt, wenig plastisch, wenig Feinsand, steif

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-33

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister: Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
Ausführungsdatum: 09.10.2025

Koordinaten: 2'744'572.9 / 1'218'365.8
OK Terrain (OKT): 437.7 m ü.M.
OK Rohr (OKR): 438.1 m ü.M.
Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-33.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

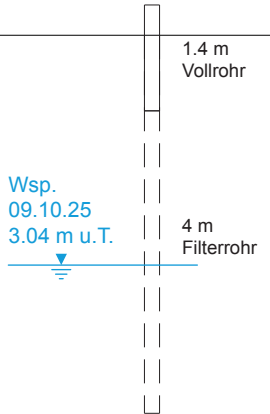
DR. BERNASCONI AG

BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN

CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29



Tel. 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Einbau	PVC ø1.5"
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	437.6	0.1	brauner, siltiger Sand, reichlich Kies, humos, durchwurzelt, feucht, locker gelagert		1.4 m Vollrohr
	Unterboden	437.0	0.3	grauer, leicht siltiger Sand, wenig Kies, leicht durchwurzelt, feucht, locker gelagert		
			0.7	Kernverlust		
	künstliche Auffüllung			graubrauner, stark siltiger Kies, viel Sand, feucht, locker gelagert		
			1.7			
	Überschwemmungs- ablagerungen	435.7	2.0	brauner, mässig siltiger Sand, reichlich Kies, feucht, locker gelagert		
		435.1	2.6	brauner, leicht toniger Silt, nicht plastisch, wenig Feinsand, steif		
			3.0	brauner, sauberer bis leicht siltiger Sand, viel Kies, nass, locker gelagert		4 m Filterrohr
			3.5	grau-bunter, sauberer Kies, viel Sand, nass, locker gelagert		
	Seezschotter			grau-bunter, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Sand, nass, locker gelagert		
		431.7	5.7			
			6.0	grau-rot-bunter, stark siltiger Kies, reichlich Sand, nass, locker gelagert		

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen Konzept Baugrunduntersuchung					Anhang 2 2789-B01	Rammkernbohrung RKB25-34	
Bauherrschaft: Bohrfirma: Bohrmeister: Geologische Aufnahme: Ausführungsdatum:		SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon Herr M. Casutt Herr C. Romero 14.10.2025		Koordinaten: OK Terrain (OKT): OK Rohr (OKR): Massstab: Datei:	2'727'169.8 / 1'220'792.6 425.3 m ü.M. 425.8 m ü.M. 1:100 2789-B01-Anh2_RKB25-34.ai A4 / FrM / RoC / 17.03.2026		DR. BERNASCONI AG BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN CH-7320 Sargans Ragazerstrasse 29 Tel 081 723 80 60 info@hydrogeologie.ch
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Einbau	PVC ø1.5"	
Rammkernbohrung, ø 51 mm	künstliche Auffüllung	421.0	▼ 0.7	braungrauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, leicht humos, leicht durchwurzelt, trocken, locker gelagert			

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-35

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister: Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
Ausführungsdatum: 10.10.2025

Koordinaten: 2'726'872.3 / 1'220'865.0
OK Terrain (OKT): 423.6 m ü.M.

Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-35.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG
BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN

CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29



Tel. 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	423.5	0.1	brauner, siltiger Sand, reichlich Kies, humos, durchwurzelt, feucht, locker gelagert	
	Unterboden	423.0	0.6	brauner, mässig siltiger Sand, reichlich Kies, leicht durchwurzelt, feucht, locker gelagert	
	künstliche Auffüllung	420.7	1.9	grauer, leicht siltiger Sand, viel Kies, trocken, locker gelagert	
			2.4	grauer, leicht siltiger Kies, wenig Sand, erdfeucht, locker gelagert	
			2.9	dito 0.6 m bis 1.9 m	
			3.5	grauer, leicht siltiger Kies, wenig Sand, trocken, locker gelagert	
	Deltaablagerungen	417.6	5.0	grauer, leicht siltiger Sand, viel Kies, nass, locker gelagert	
			5.6	grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, nass, locker gelagert	
	grobkörnig		5.8	grauer, mässig siltiger Feinsand, nass, locker gelagert	
			6.0	grauer, leicht toniger Silt, nicht plastisch, wenig Feinsand, weich	
	feinkörnig				

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-37

Bauherrschaft:	SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma:	Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister:	Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme:	Herr C. Romero
Ausführungsdatum:	13.10.2025

Koordinaten: 2'726'252.9 / 1'221'048.4
OK Terrain (OKT): 423.7 m ü.M.
OK Rohr (OKR): 424.2 m ü.M.
Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-37.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG
BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN

CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29

Tel 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Einbau	PVC ø1.5"
Rammkernbohrung, ø 51 mm	künstliche Auffüllung	421.7	0.1	brauner, leicht toniger Silt, nicht plastisch, reichlich Feinsand, weich, humos, stark durchwurzelt	Wsp. 13.10.25 3.12 m u.T.	

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

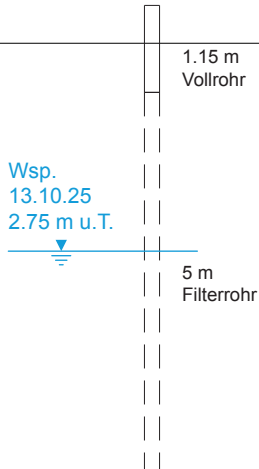
Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-39

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister: Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
Ausführungsdatum: 13.10.2025

Koordinaten: 2'726'092.4 / 1'221'103.1
OK Terrain (OKT): 423.5 m ü.M.
OK Rohr (OKR): 424.0 m ü.M.
Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-39.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG
BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN
CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29
Tel. 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Einbau	PVC ø1.5"
Rammkernbohrung, ø 51 mm	künstliche Auffüllung	421.5	0.1	brauner, leicht toniger Silt, nicht plastisch, reichlich Feinsand, weich, humos, stark durchwurzelt		1.15 m Vollrohr
			0.6	grauer, leicht siltiger Sand, reichlich Kies, humos, leicht durchwurzelt erdfeucht, locker gelagert		
				grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, trocken, locker gelagert		
	grobkörnig		2.0	dunkelgrauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, feucht, locker gelagert		
	feinkörnig		2.3	grauer, mässig siltiger Feinsand, nass, locker gelagert		
	Deltaablagerungen grobkörnig	417.5	2.9	grauer, leicht siltiger Sand, reichlich Kies, feucht, locker gelagert		5 m Filterrohr
	feinkörnig		3.8	grauer, leicht toniger Silt, nicht plastisch, viel Feinsand, steif		
	grobkörnig		4.1	grauer, stark siltiger Kies, reichlich Sand, nass, locker gelagert		
			4.5	grauer, mässig siltiger Feinsand, nass, locker gelagert		
	feinkörnig		4.7	grauer, leicht siltiger Sand, nass, locker gelagert		
			5.0	grauer, mässig bis stark siltiger Feinsand, nass, locker gelagert		
			5.6	grauer, leicht toniger Silt, nicht plastisch, wenig Feinsand, steif		
			6.0			

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-44

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister: Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
Ausführungsdatum: 14.10.2025

Koordinaten: 2'725'751.2 / 1'221'193.0
OK Terrain (OKT): 424.1 m ü.M.
Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-44.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG
BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN
CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29
Tel. 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung
Rammkernbohrung, ø 51 mm	künstliche Auffüllung feinkörnig Deltaablagerungen grobkörnig feinkörnig	419.5 418.1	▼ 0.1 3.0 3.6 4.2 4.6 4.8 5.6 5.9 6.0	Asphaltbelag grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, trocken, locker gelagert dunkelgrauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, trocken, locker gelagert grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, trocken, locker gelagert dunkelgrauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, trocken, locker gelagert grauer, leicht toniger Silt, nicht plastisch, wenig Feinsand, steif braungrauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, feucht, locker gelagert grauer, leicht siltiger Sand, nass, locker gelagert grauer, stark siltiger Feinsand, nass, locker gelagert

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen Konzept Baugrunduntersuchung					Anhang 2 2789-B01	Rammkernbohrung RKB25-45
Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon Bohrmeister: Herr M. Casutt Geologische Aufnahme: Herr C. Romero Ausführungsdatum: 15.10.2025		Koordinaten: 2'725'751.5 / 1'221'164.0 OK Terrain (OKT): 422.4 m ü.M. OK Rohr (OKR): 422.9 m ü.M. Massstab: 1:100 Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-45.ai A4 / FrM / RoC / 17.03.2026		DR. BERNASCONI AG BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN CH-7320 Sargans Ragazerstrasse 29 Tel 081 723 80 60 info@hydrogeologie.ch		
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m) ▼	Materialbeschreibung	Einbau	PVC ø1.5"
Rammkernbohrung, ø 51 mm	künstliche Auffüllung	420.6	0.4	brauner, siltiger Sand, reichlich Kies, leicht durchwurzelt, humos, erdfeucht, locker gelagert	Wsp. 15.10.25 2.77 m u.T. 5 m Filterrohr	1 m Vollrohr
	Deltaablagerungen feinkörnig grobkörnig feinkörnig grobkörnig feinkörnig grobkörnig feinkörnig grobkörnig		1.3	brauner, leicht toniger Silt, nicht plastisch, wenig Feinsand, steif		
			1.8	grauer, leicht siltiger Kies, wenig Sand, feucht, locker gelagert		
			2.7	grauer, mässig toniger Silt, wenig plastisch, wenig Feinsand, weich bis steif		
			2.9	brauner, stark siltiger Kies, reichlich Sand, nass, locker gelagert		
		3.2	grauer, mässig toniger Silt, plastisch, wenig Feinsand, weich			
		3.8	braungrauer, leicht siltiger Sand, nass, locker gelagert			
		4.1	grauer, leicht siltiger Feinsand, nass, locker gelagert			
		4.8	braungrauer, leicht siltiger Sand, nass, locker gelagert			
		5.4	grauer, leicht siltiger Feinsand, nass, locker gelagert			
5.6	grauer, mässig toniger Silt, plastisch, weich					
6.0	grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, nass, locker gelagert					

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-46

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister: Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
Ausführungsdatum: 09.10.2025

Koordinaten: 2'725'660.6 / 1'221'177.2
OK Terrain (OKT): 423.4 m ü.M.
Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-46.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

DR. BERNASCONI AG
BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN
CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29
Tel. 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung
Rammkernbohrung, ø 51 mm	künstliche Auffüllung	421.1	0.1	grauer, sauberer Kies, wenig Sand, leicht durchwurzelt, trocken, locker gelagert
			1.0	braungrauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, trocken, locker gelagert
				grauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, viel Sand, feucht, locker gelagert
	Deltaablagerungen		2.3	
	feinkörnig		2.6	grauer, leicht toniger Silt, wenig plastisch, weich bis steif
			3.1	graubrauner, mässig toniger Silt, nicht plastisch, wenig Feinsand, vereinzelt Kies, sehr weich
	grobkörnig		3.7	grauer, mässig siltiger Kies, viel Sand, nass, locker gelagert
	feinkörnig		3.9	grauer, stark siltiger Feinsand, vereinzelt Kies, nass, locker gelagert
				grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, nass, locker gelagert
	grobkörnig		4.8	braungrauer, mässig toniger Silt, nicht plastisch, wenig Feinsand, vereinzelt Kies, sehr weich
	feinkörnig		5.1	grauer, leicht toniger Silt, nicht plastisch, wenig Feinsand, weich
			5.3	grauer, leicht siltiger Sand, nass, locker gelagert
	grobkörnig		6.0	grauer, leicht toniger Silt, nicht bis wenig plastisch, reichlich Feinsand, sehr weich
	feinkörnig		6.2	grauer, leicht siltiger Sand, wenig Kies, nass, locker gelagert
		415.6	7.0	grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, nass, locker gelagert
			7.7 7.8	braungrauer, mässig toniger Silt, plastisch, reichlich Feinsand, sehr weich

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen Konzept Baugrunduntersuchung					Anhang 2 2789-B01	Rammkernbohrung RKB25-49
Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon Bohrmeister: Herr M. Casutt Geologische Aufnahme: Herr C. Romero Ausführungsdatum: 16.10.2025		Koordinaten: 2'725'355.9 / 1'221'186.9 OK Terrain (OKT): 423.6 m ü.M. OK Rohr (OKR): 424.0 m ü.M. Massstab: 1:100 Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-49.ai A4 / FrM / RoC / 17.03.2026		DR. BERNASCONI AG BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN CH-7320 Sargans Ragazerstrasse 29 Tel. 081 723 80 60 info@hydrogeologie.ch		
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Einbau	PVC ø1.5"
Rammkernbohrung, ø 51 mm	künstliche Auffüllung	422.2	0.1 0.4 0.7 0.9 1.1 1.4 1.6	brauner, siltiger Sand, durchwurzelt, humos, erdfeucht, locker gelagert brauner, leicht siltiger Sand, viel Kies, wenig humos, leicht durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert rotbrauner, leicht siltiger Kies, viel Sand, trocken, locker gelagert grauer, sauberer Sand, wenig Kies, trocken, locker gelagert zertrümmerter Stein grauer, sauberer Sand, wenig Kies, trocken, locker gelagert		
	feinkörnig		2.1	brauner, mässig toniger Silt, plastisch, weich		
	grobkörnig		2.6	grauer, sauberer Sand, wenig Kies, trocken, locker gelagert		
	feinkörnig		2.9	rotgrauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, erdfeucht, locker gelagert		
	Deltaablagerungen			grauer, leicht toniger Silt, nicht plastisch, reichlich Feinsand, weich		
		417.6		grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, erdfeucht locker gelagert		
	grobkörnig		4.1			
				grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, nass, locker gelagert		
			6.0			
					Wsp. 16.10.25 3.52 m u.T.	

SBB-Linie 890, STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen
Konzept Baugrunduntersuchung

Anhang 2
2789-B01

Rammkernbohrung RKB25-53

Bauherrschaft: SBB AG Infrastruktur Region Ost, 8048, Zürich
Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332, Rumlikon
Bohrmeister: Herr M. Casutt
Geologische Aufnahme: Herr C. Romero
Ausführungsdatum: 17.10.2025

Koordinaten: 2'724'786.5 / 1'221'155.3
OK Terrain (OKT): 423.6 m ü.M.
OK Rohr (OKR): 424.0 m ü.M.
Massstab: 1:100
Datei: 2789-B01-Anh2_RKB25-53.ai
A4 / FrM / RoC / 17.03.2026

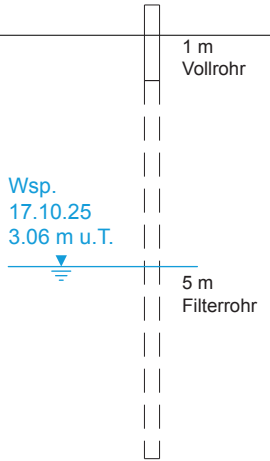
DR. BERNASCONI AG

BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN

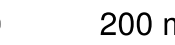
CH-7320 Sargans
Ragazerstrasse 29



Tel. 081 723 80 60
info@hydrogeologie.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Einbau	PVC ø1.5"
Rammkernbohrung, ø 51 mm	Oberboden	423.5	▼ 0.1	brauner, siltiger Sand, humos, durchwurzelt, erdfeucht, locker gelagert		1 m Vollrohr
	künstliche Auffüllung	422.5	1.1	brauner, mässig siltiger Sand, vereinzelt Kies, wenig Fremdbestandteile (Ziegelbruchstück), wenig org. Beimengungen (Holz), erdfeucht, locker gelagert		
	Deltaablagerungen	422.5	1.4	grauer, mässig toniger Silt, nicht plastisch, wenig Feinsand, wenig org. Beimengungen (Pflanzenreste), sehr weich		
			1.7	grauer, stark tonig-siltiger Feinsand, nass, locker gelagert		
	feinkörnig	417.6		grauer, mässig toniger Silt, nicht plastisch, wenig-reichlich Feinsand, reichlich vollständig zersetzter Torf, sehr weich		
	Torf		3.5	vollständig zersetzter Torf		
			3.8	grauer, mässig toniger Silt, nicht plastisch, wenig-reichlich Feinsand, reichlich vollständig zersetzter Torf, sehr weich		
	feinkörnig		4.1	grauer, stark tonig-siltiger Feinsand, nass, locker gelagert		
			4.3	grauer, mässig toniger Silt, nicht plastisch, wenig-reichlich Feinsand, reichlich vollständig zersetzter Torf, sehr weich		
	Torf		4.5	teilweise zersetzter Torf		
	feinkörnig	417.6	5.7	grauer, mässig toniger Silt, nicht plastisch, wenig-reichlich Feinsand, reichlich vollständig zersetzter Torf, sehr weich		
			6.0			

Beilagen



Legende

- ⊕ Ramm-Kernbohrung
- Rammsondierung
- ⊕ Ramm-Kernbohrung mit Rammsondierung
- Piezometerrohr
- ältere Rammsondierung
- Profilinien (vgl. Anhang 1)
- BTG
- Querung

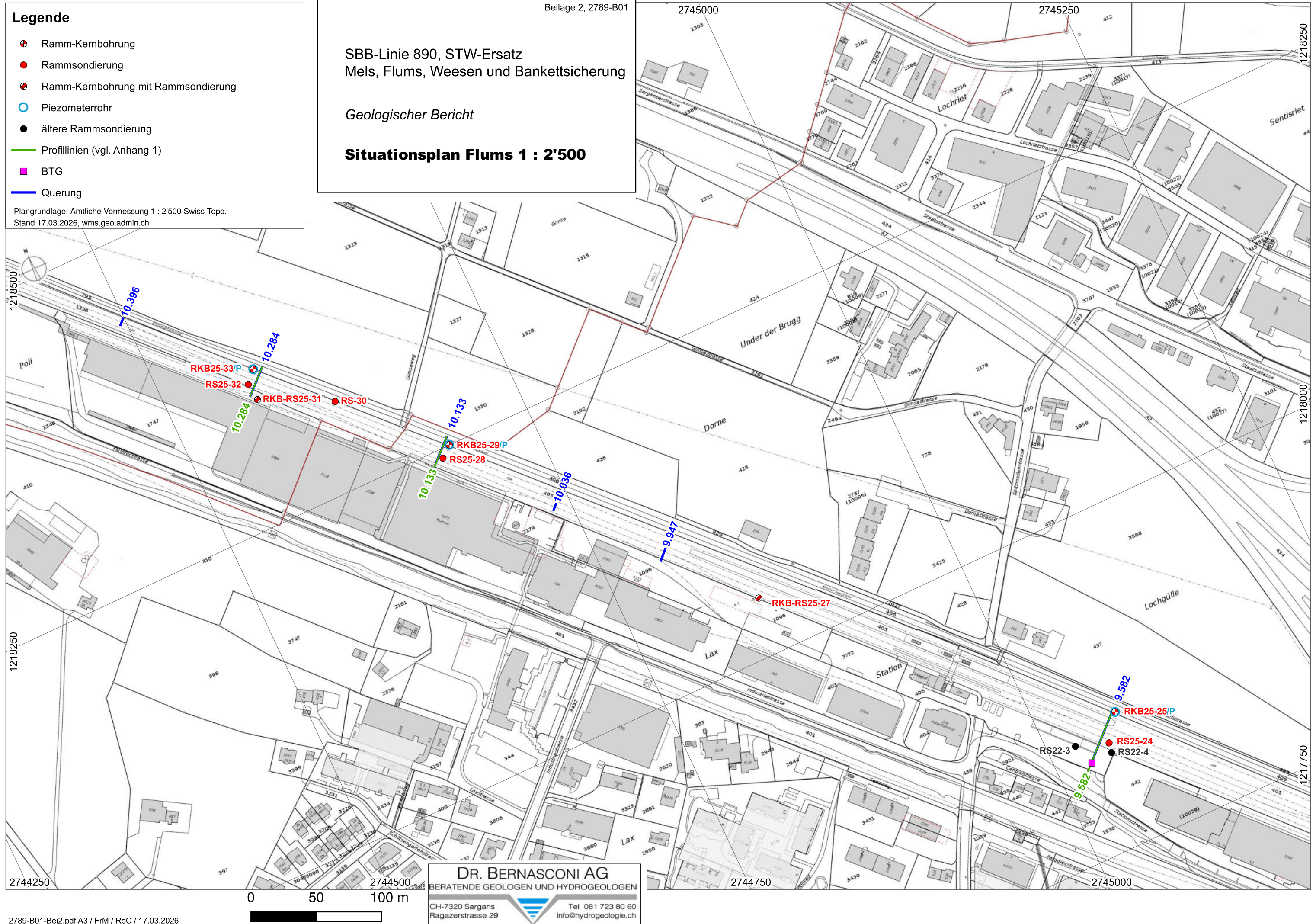
Plangrundlage: Amtliche Vermessung 1 : 2'500 Swiss Topo,
Stand 17.03.2026, wms.geo.admin.ch

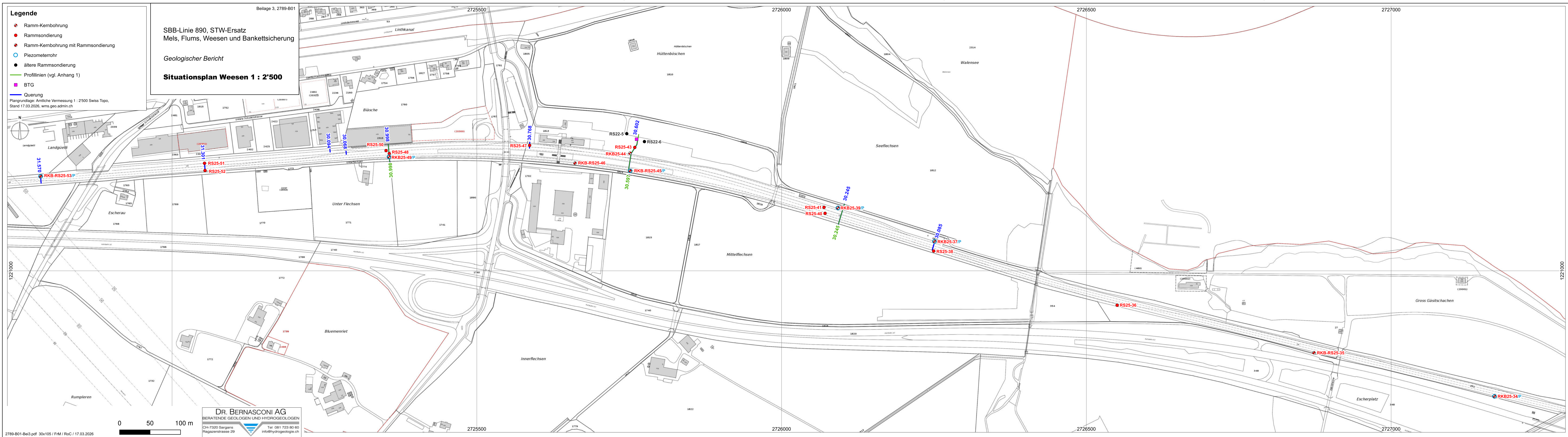
Beilage 2, 2789-B01

SBB-Linie 890, STW-Ersatz
Mels, Flums, Weesen und Bankettsicherung

Geologischer Bericht

Situationsplan Flums 1 : 2'500





Projekt : Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung

Projektnr. : 25536

Koordinaten :

Massstab : 1: 100

Datum : 29.10.2025

Ausführung : M. Casutt

Auswertung : P. Bruhin

Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH

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

www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde:

Ramm-Masse:

50 kg

Fallhöhe:

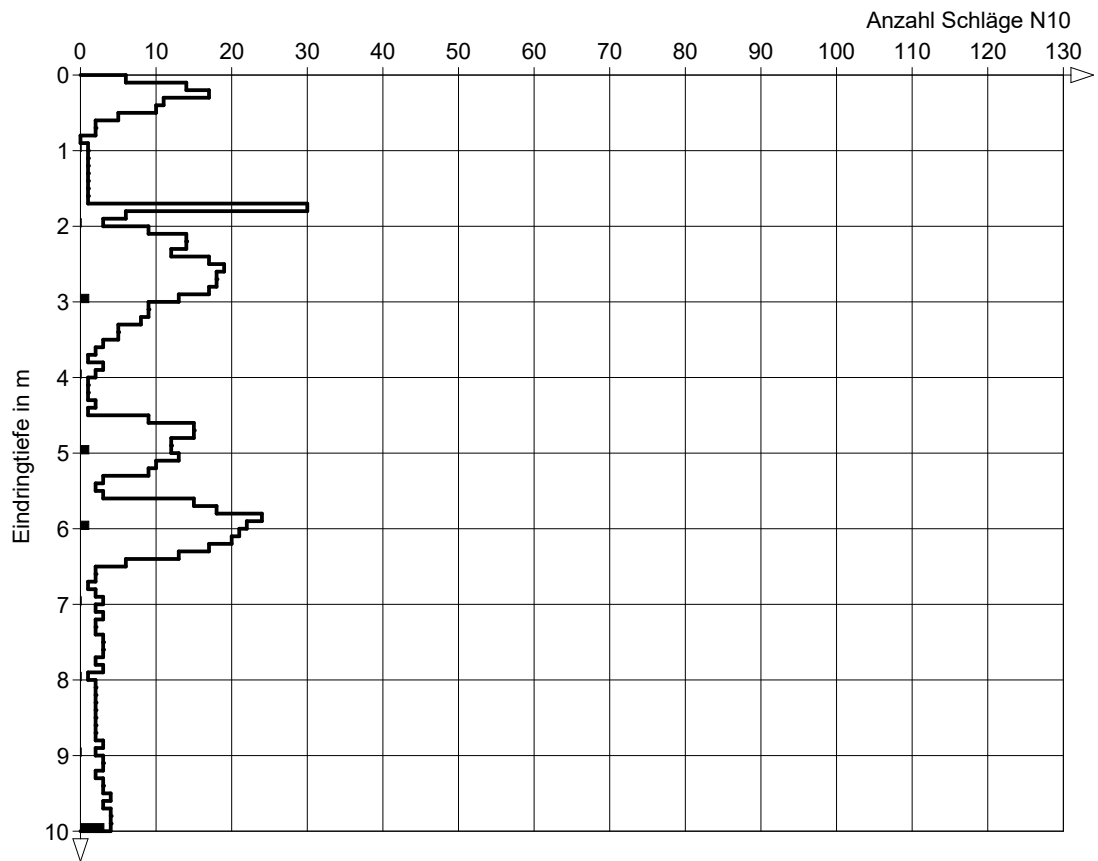
0.50 m

Spitzenoberfläche:

15 cm²

Sondierung Nr.: 1

OKT



Mantelreibung
(mit Rückzug Gestänge)

Oberfläche: 13cm Belag vorgebohrt

Endtiefe: 10.00m

Freie Länge: 0.60m

Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

Projekt : Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung

Projektnr. : 25536

Koordinaten :

Massstab : 1: 100

Datum : 30.09.2025

Ausführung : M. Casutt

Auswertung : P. Bruhin

Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH

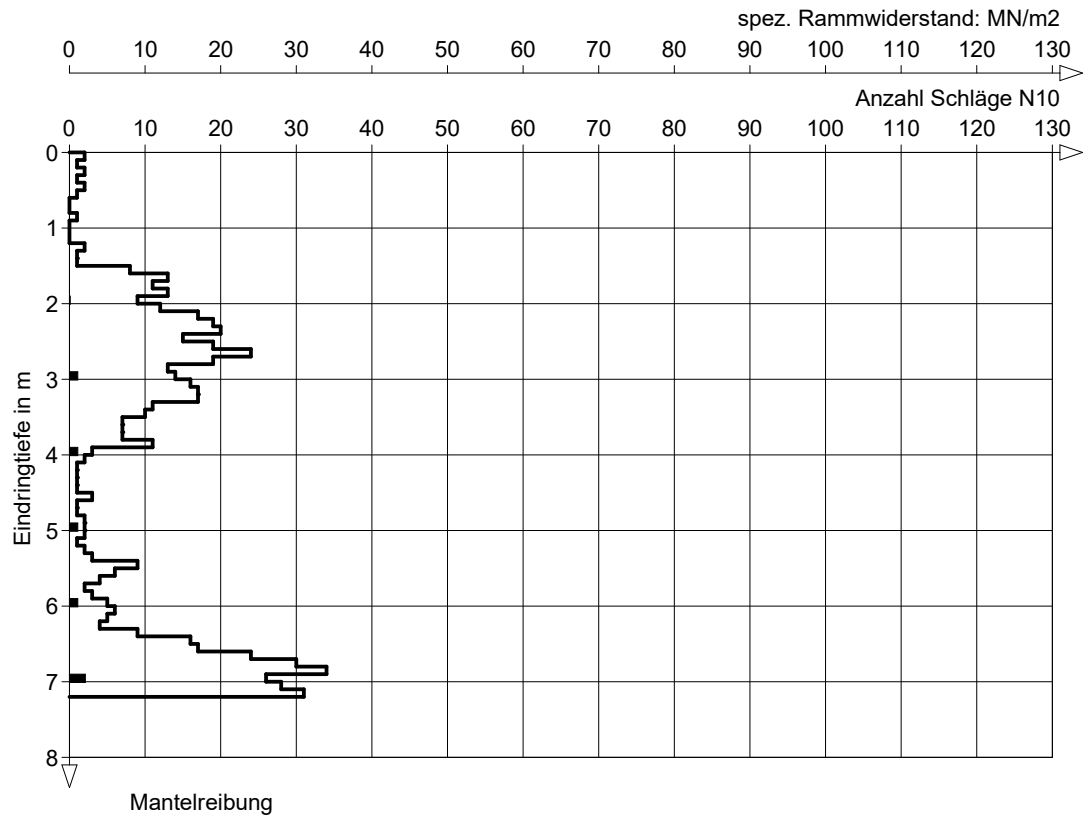
Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56

www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 2

OKT



Endtiefe: 7.20m

Freie Länge: 3.80m

Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

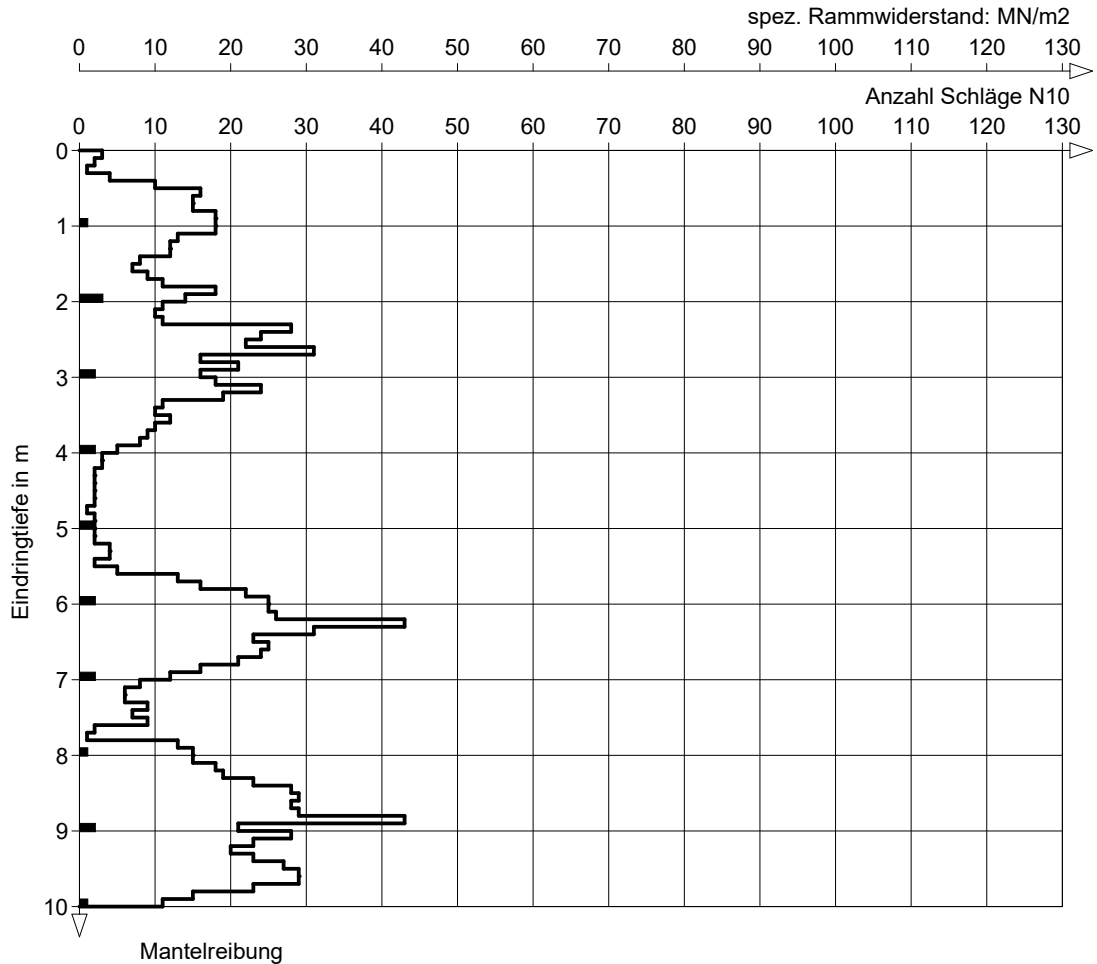
Projekt : Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung
Projektnr. : 25536 Koordinaten :
Massstab : 1: 100 Datum : 29.09.2025
Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 3

OKT



Endtiefe: 10.00m
Freie Länge: 1.55m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

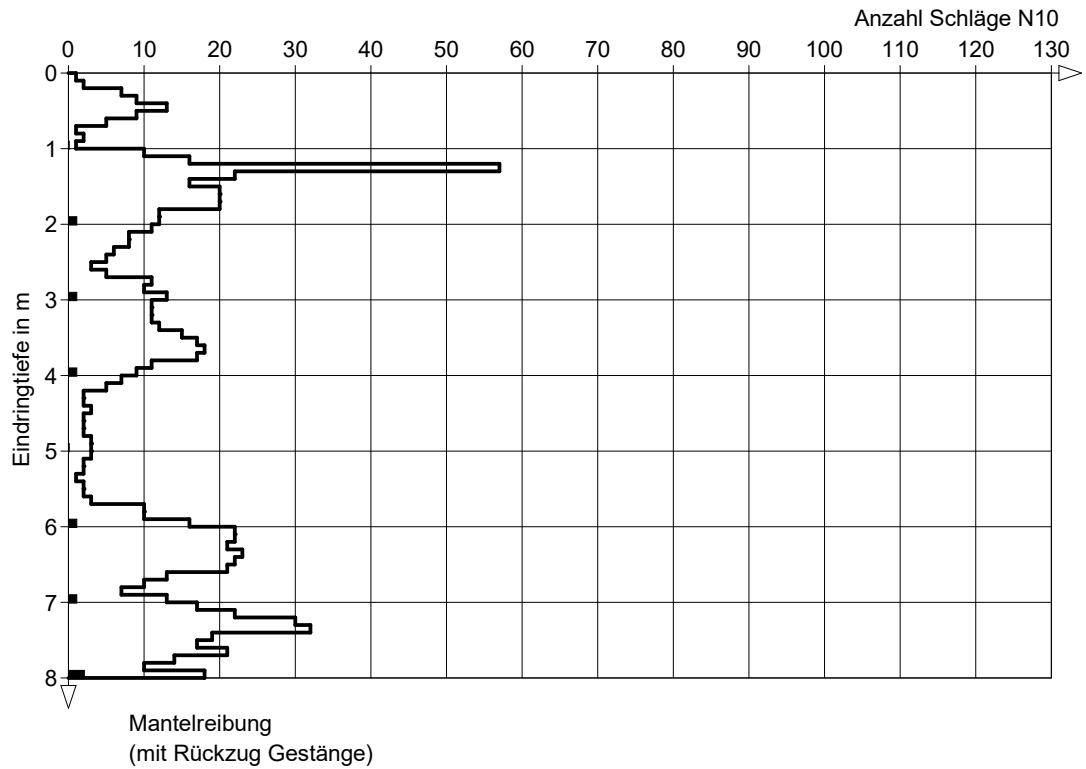
Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung
Projektnr. : 25535 Koordinaten :
Massstab : 1: 100 Datum : 01.02.2025
Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 4

OKT



Endtiefe: 8.00m
Freie Länge: 0.25m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerückzug

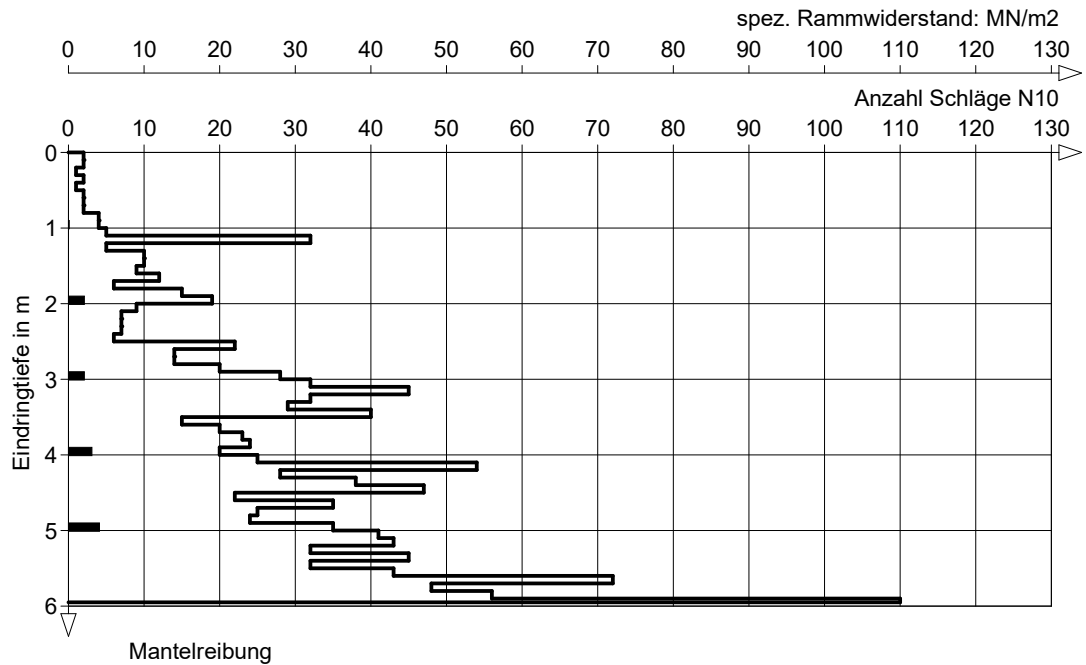
Projekt : Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung
 Projektnr. : 25536 Koordinaten :
 Massstab : 1: 100 Datum : 29.09.2025
 Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
 Fallhöhe: 0.50 m
 Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 5

OKT



Endtiefe: 5.95m, Gestänge hart aufgestanden
 Freie Länge: 1.70m
 Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerückzug

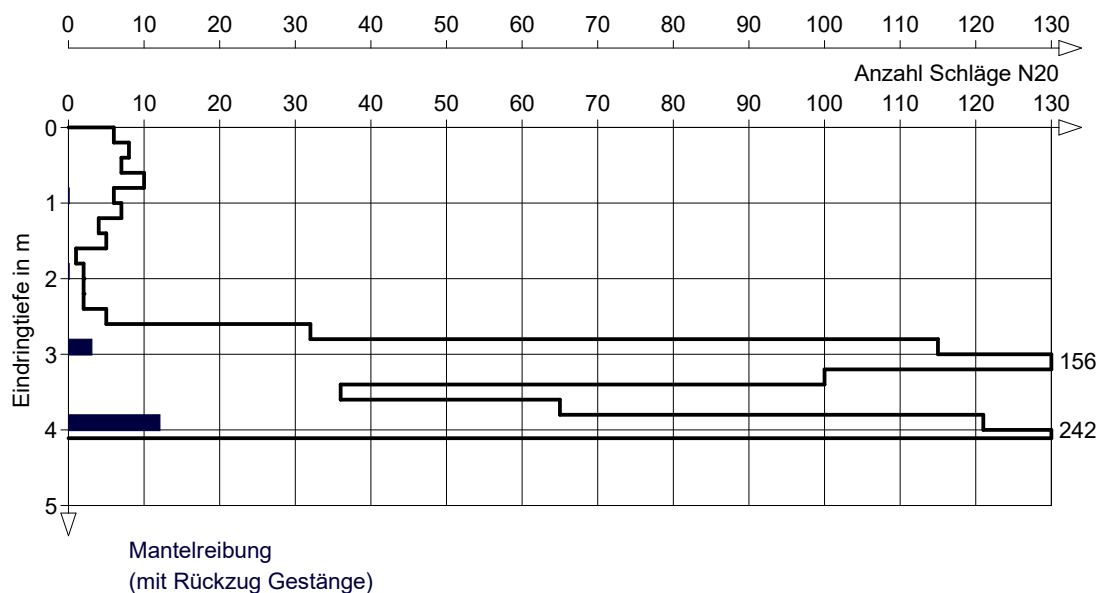
Projekt	: Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung		
Projektnr.	25536	Koordinaten:	
Massstab	1: 100	Datum	: 01.10.2025
Ausführung	: M. Casutt	Auswertung	: P. Bruhin

Scheuchzerstr. 35 8006 Zürich
Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56
www.geocontrol.ch

VAWE-Sonde Ramm-Masse: 30kg
Fallhöhe: 0.20m
Spitzenoberfläche: 10cm²

Sondierung Nr.: 7

Ansatzpunkt: OKT



Endtiefe: 4.11m, Gestänge hart aufgestanden
Freie Länge: 1.05m
Wasser: kein Wasser nach Gestängerrückzug

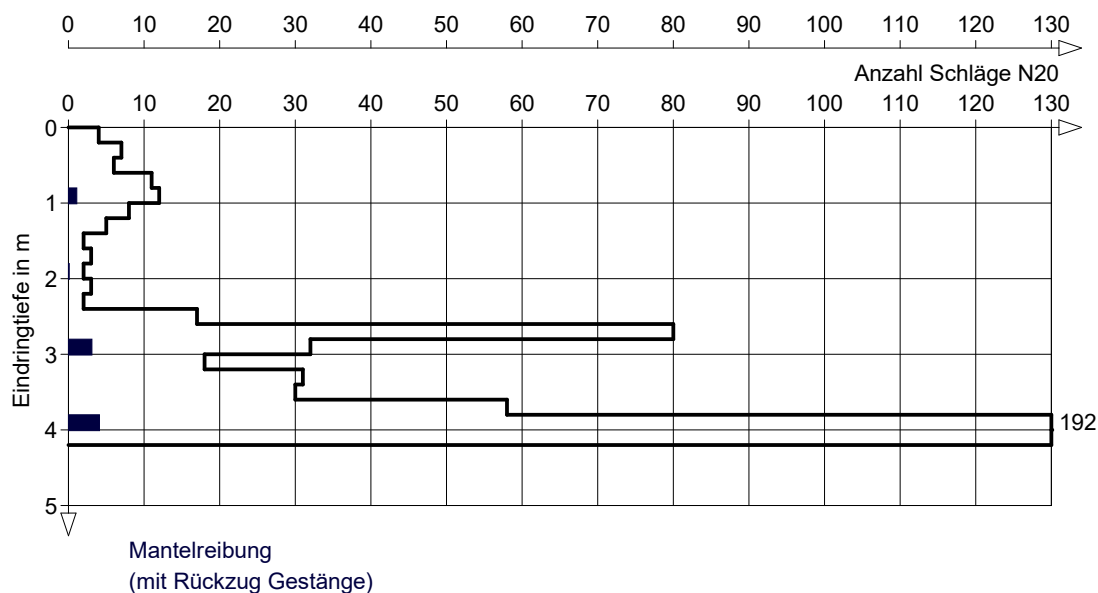
Projekt	: Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung		
Projektnr.	25536	Koordinaten:	
Massstab	1: 100	Datum	: 30.09.2025
Ausführung	: M. Casutt	Auswertung	: P. Bruhin

Scheuchzerstr. 35 8006 Zürich
Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56
www.geocontrol.ch

VAWE-Sonde Ramm-Masse: 30kg
Fallhöhe: 0.20m
Spitzenoberfläche: 10cm²

Sondierung Nr.: 9

Ansatzpunkt: OKT



Endtiefe: 4.18m, Gestänge hart aufgestanden
Freie Länge: 0.33m
Wasser: kein Wasser nach Gestängerrückzug

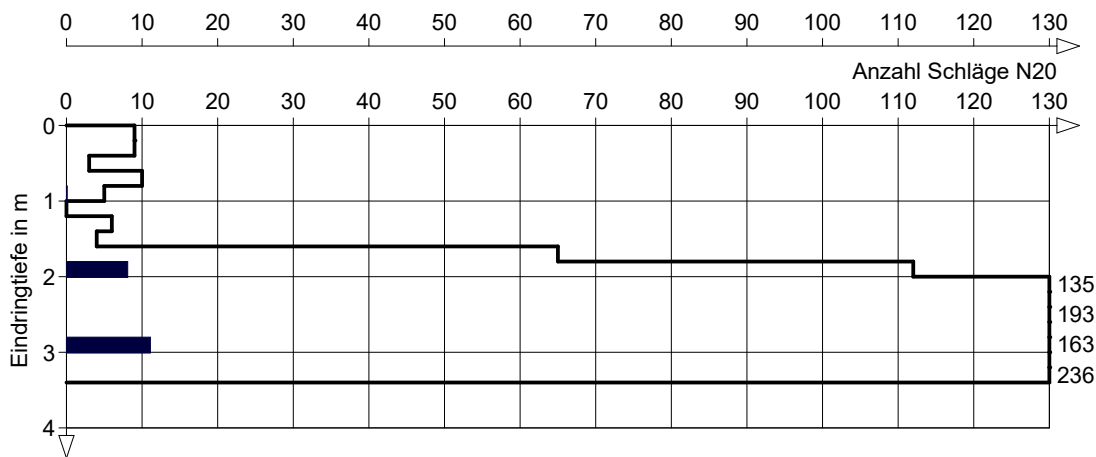
Projekt	: Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung		
Projektnr.	25536	Koordinaten:	
Massstab	1: 100	Datum	: 30.09.2025
Ausführung	M. Casutt	Auswertung : P. Bruhin	

Scheuchzerstr. 35 8006 Zürich
Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56
www.geocontrol.ch

VAWE-Sonde Ramm-Masse: 30kg
Fallhöhe: 0.20m
Spitzenoberfläche: 10cm²

Sondierung Nr.: 10

Ansatzpunkt: OKT



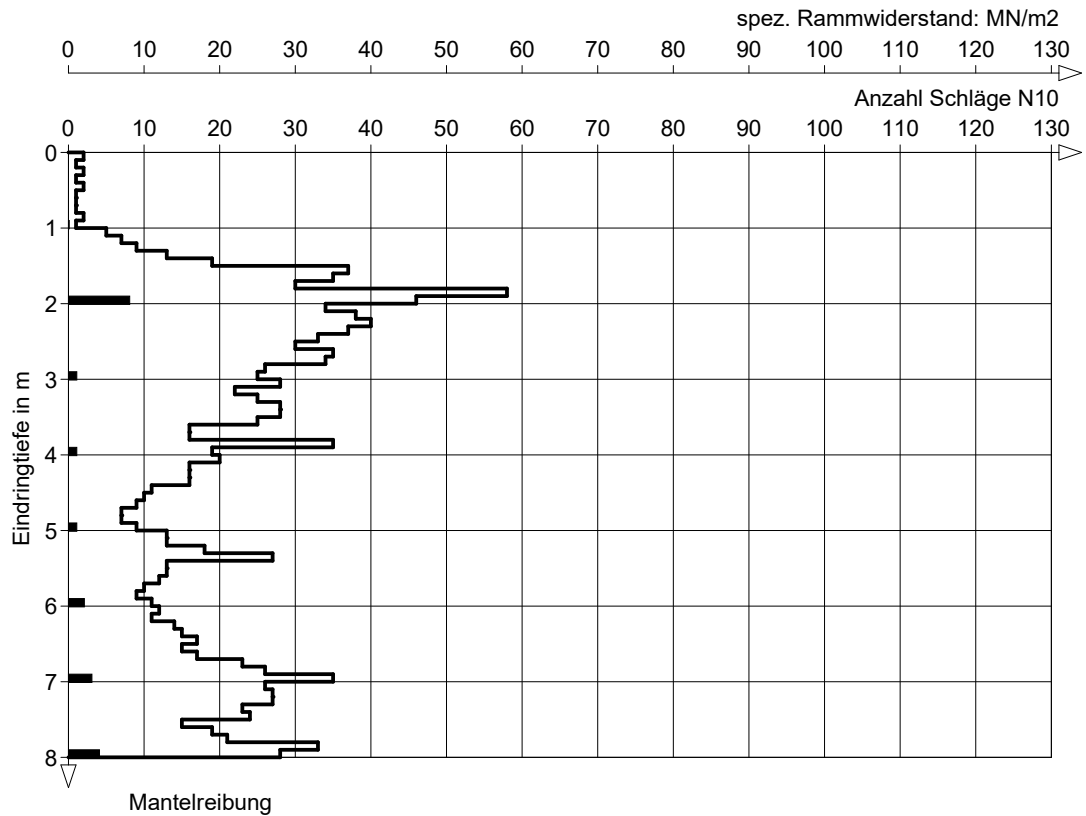
Projekt : Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung
Projektnr. : 25536 Koordinaten :
Massstab : 1: 100 Datum : 02.10.2025
Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 12

OKT



Endtiefe: 8.00m
Freie Länge: 1.25m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

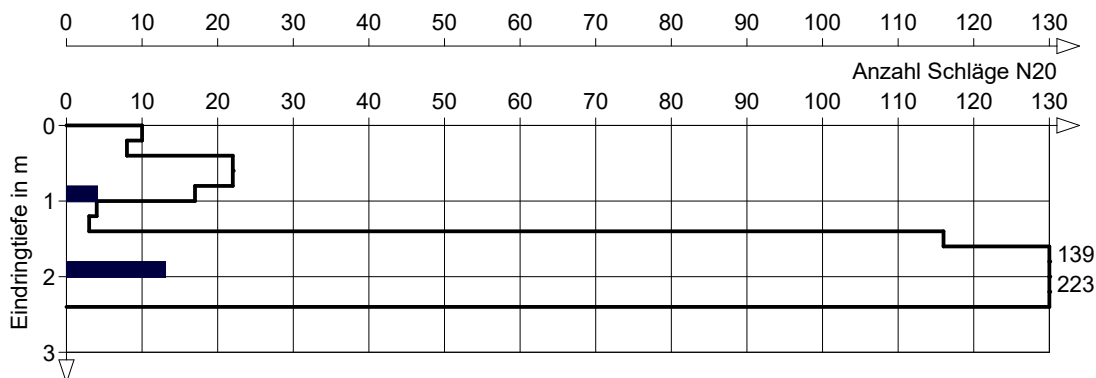
Projekt	: Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung		
Projektnr.	25536	Koordinaten:	
Massstab	1: 100	Datum	: 02.10.2025
Ausführung	M. Casutt	Auswertung : P. Bruhin	

Scheuchzerstr. 35 8006 Zürich
Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56
www.geocontrol.ch

VAWE-Sonde Ramm-Masse: 30kg
Fallhöhe: 0.20m
Spitzenoberfläche: 10cm²

Sondierung Nr.: 14

Ansatzpunkt: OKT



Mantelreibung
(mit Rückzug Gestänge)

Erster Versuch: Gestänge auf 2,15m hart aufgestanden und umgedreht.

Endtiefe: 2,35m, Gestänge hart aufgestanden
Freie Länge: 0,75m
Wasser: kein Wasser nach Gestängerrückzug

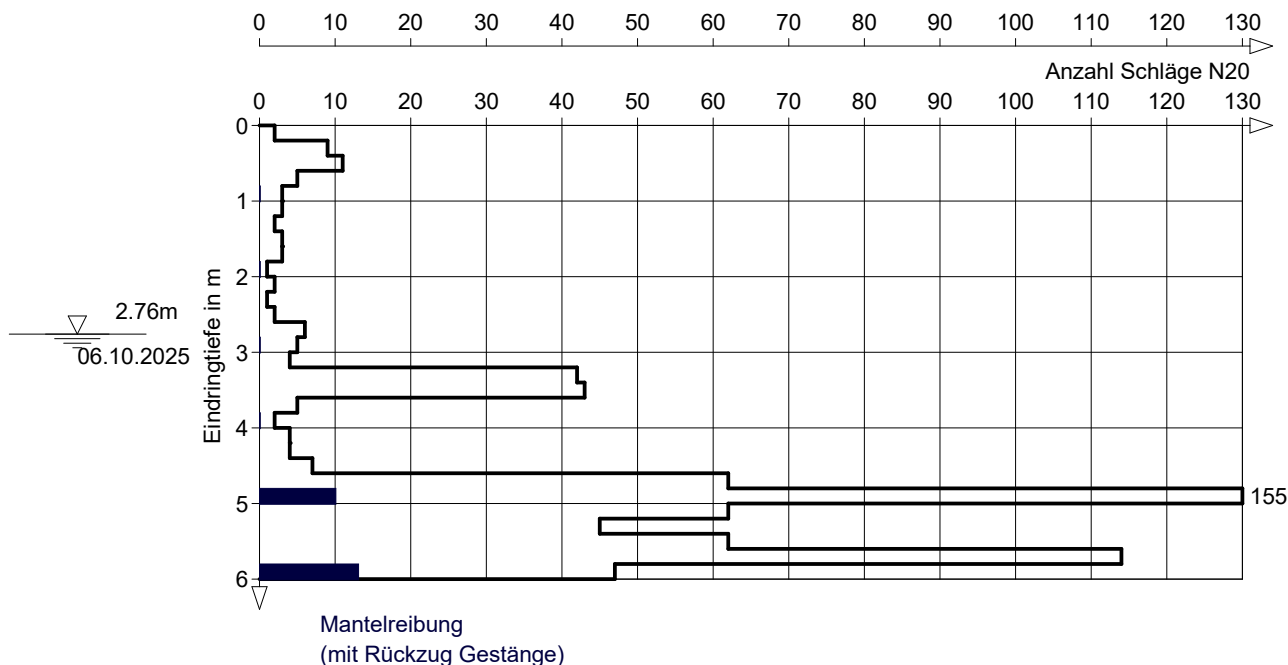
Projekt	: Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung		
Projektnr.	25536	Koordinaten:	
Massstab	1: 100	Datum	: 06.10.2025
Ausführung	M. Casutt	Auswertung : P. Bruhin	

Scheuchzerstr. 35 8006 Zürich
Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56
www.geocontrol.ch

VAWE-Sonde Ramm-Masse: 30kg
Fallhöhe: 0.20m
Spitzenoberfläche: 10cm²

Sondierung Nr.: 16

Ansatzpunkt: OKT



Mantelreibung
(mit Rückzug Gestänge)

Einbau: 1" Piezometer: 2m Voll-, 4m Filterrohre; Überstand: 1.05m

Wasser nach Einbau: 3.81m OK Piezo

Endtiefe: 6.00m
Freie Länge: 3.26m
Wasser: 2.72m

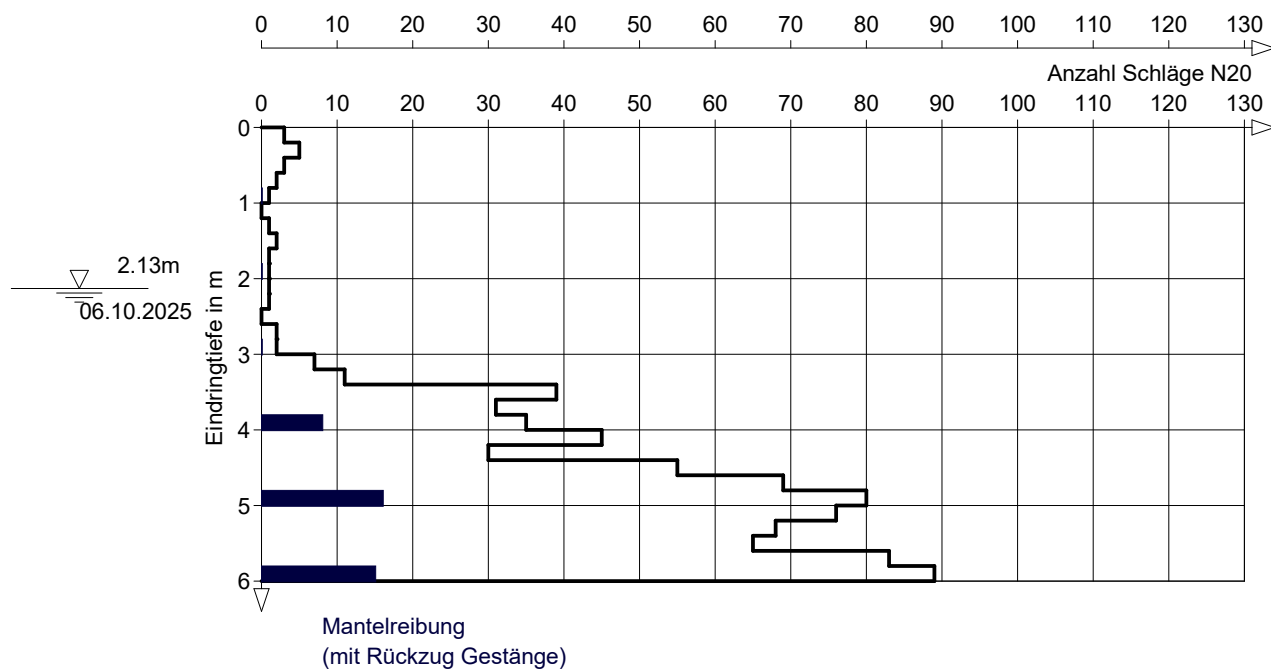
Projekt	: Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung		
Projektnr.	25536	Koordinaten:	
Massstab	1: 100	Datum	: 06.10.2025
Ausführung	: M. Casutt	Auswertung	: P. Bruhin

Scheuchzerstr. 35 8006 Zürich
Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56
www.geocontrol.ch

VAWE-Sonde Ramm-Masse: 30kg
Fallhöhe: 0.20m
Spitzenoberfläche: 10cm²

Sondierung Nr.: 17

Ansatzpunkt: OKT



Endtiefe: 6.00m
Freie Länge: 3.34m
Wasser: 2.13m

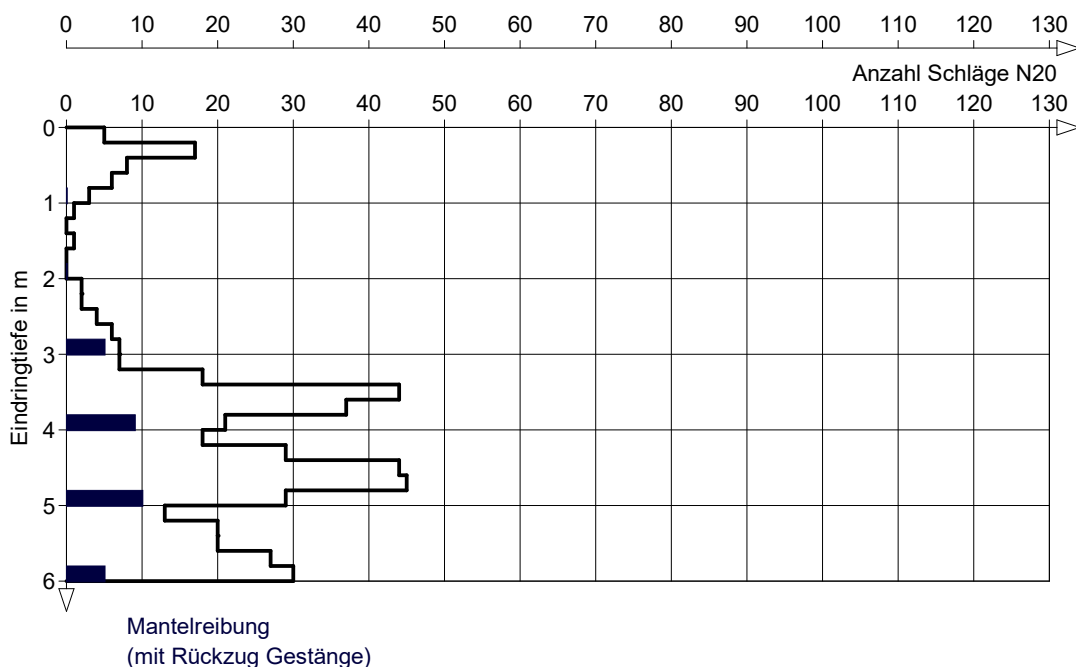
Projekt	: Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung		
Projektnr.	25536	Koordinaten:	
Massstab	1: 100	Datum	: 08.10.2025
Ausführung	: M. Casutt	Auswertung	: P. Bruhin

Scheuchzerstr. 35 8006 Zürich
Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56
www.geocontrol.ch

VAWE-Sonde Ramm-Masse: 30kg
Fallhöhe: 0.20m
Spitzenoberfläche: 10cm²

Sondierung Nr.: 20

Ansatzpunkt: OKT



Endtiefe: 6.00m
Freie Länge: 1.54m
Wasser: kein Wasser nach Gestängerrückzug

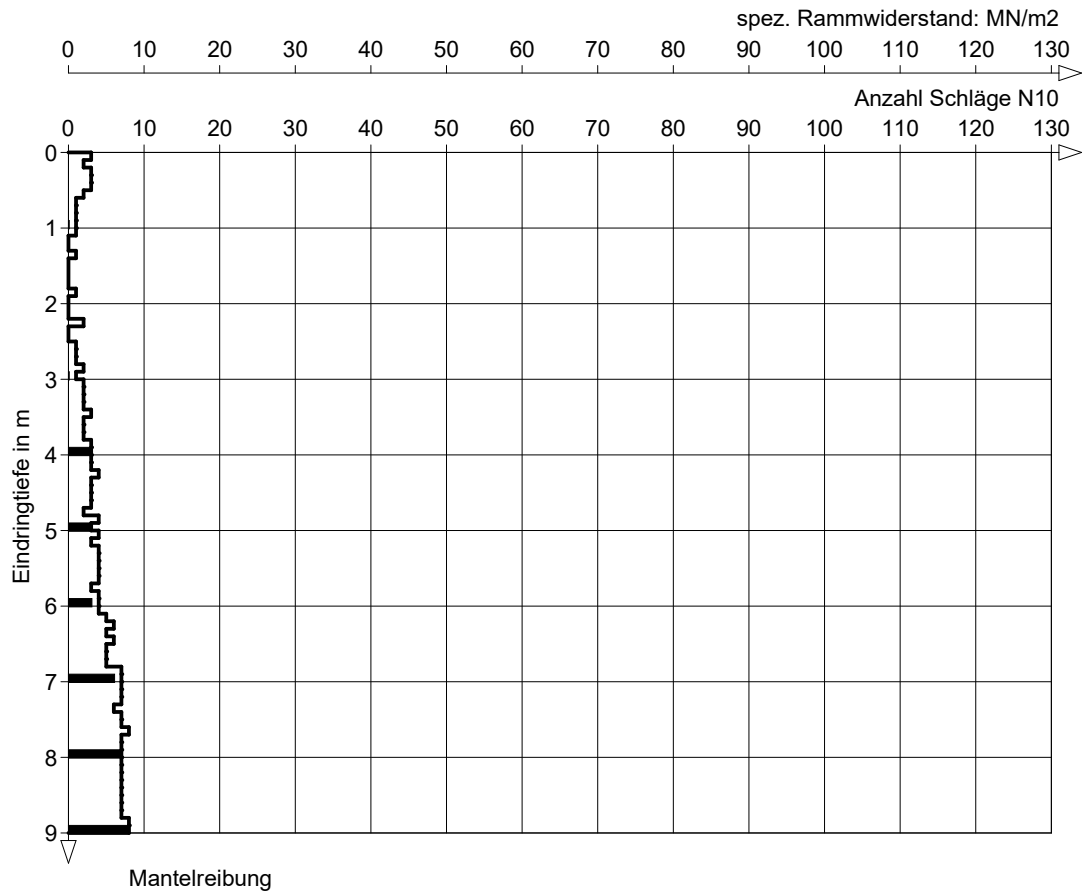
Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Quering u. Bankettsicherung
Projektnr. : 25536 Koordinaten :
Massstab : 1: 100 Datum : 07.10.2025
Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 21

OKT



Endtiefe: 9.00m
Freie Länge: 1.17m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerückzug

Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung

Projektnr. : 25535

Koordinaten :

Massstab : 1: 100

Datum : 30.11.2025

Ausführung : M. Casutt

Auswertung : P. Bruhin

Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH

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

www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde:

Ramm-Masse:

50 kg

Fallhöhe:

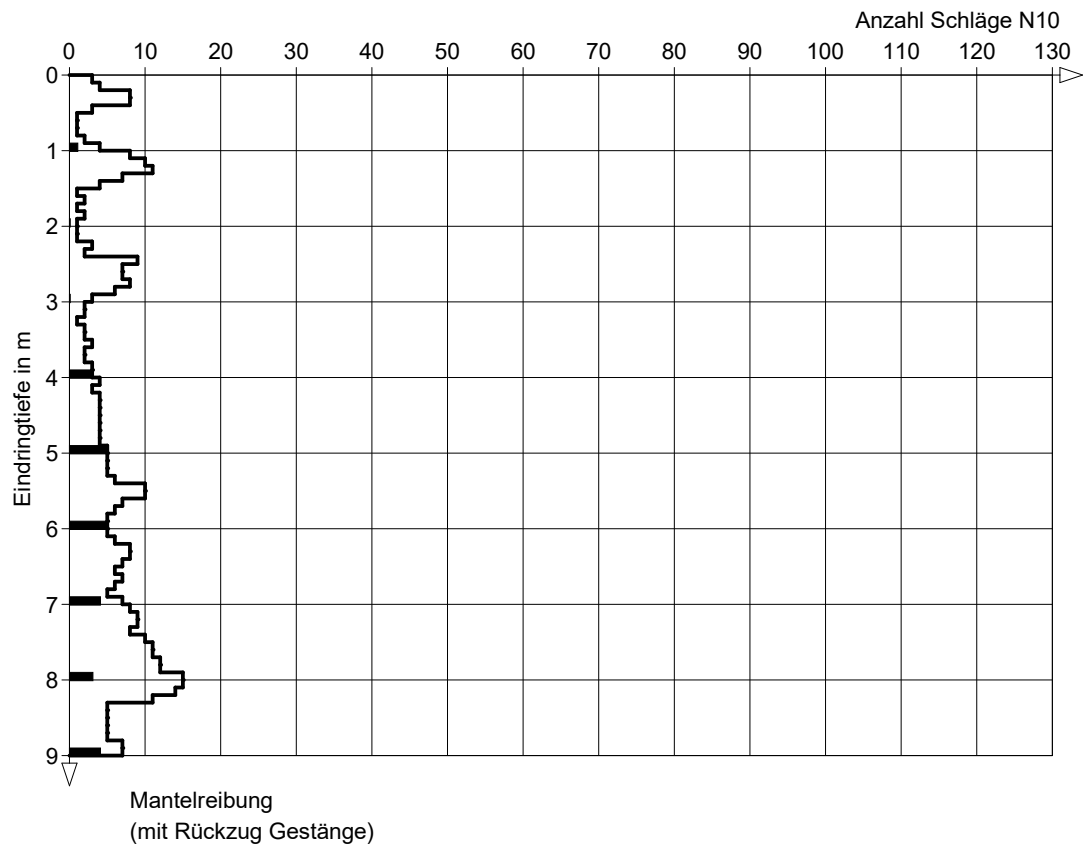
0.50 m

Spitzenoberfläche:

15 cm²

Sondierung Nr.: 24

OKT



Endtiefe: 9.00m

Freie Länge: 0.50m

Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung

Projektnr. : 25535

Koordinaten :

Massstab : 1: 100

Datum : 30.11.2025

Ausführung : M. Casutt

Auswertung : P. Bruhin

Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH

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

www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde:

Ramm-Masse:

50 kg

Fallhöhe:

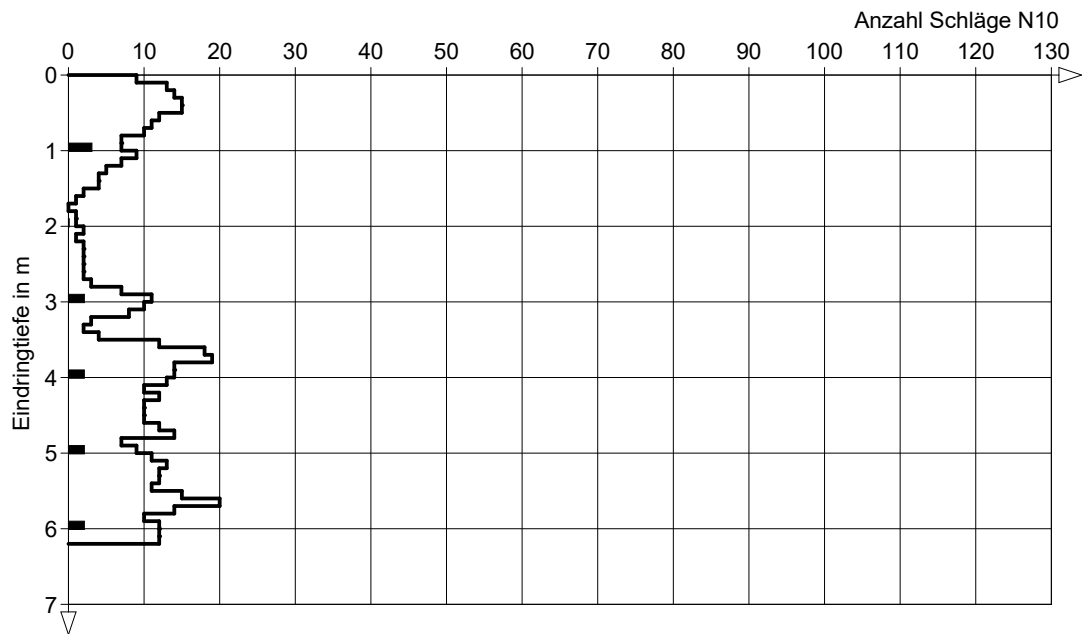
0.50 m

Spitzenoberfläche:

15 cm²

Sondierung Nr.: 27

OKT



Mantelreibung
(mit Rückzug Gestänge)

Oberfläche: 10cm Belag vorgebohrt

Endtiefe: 6.20m

Freie Länge: 0.50m

Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

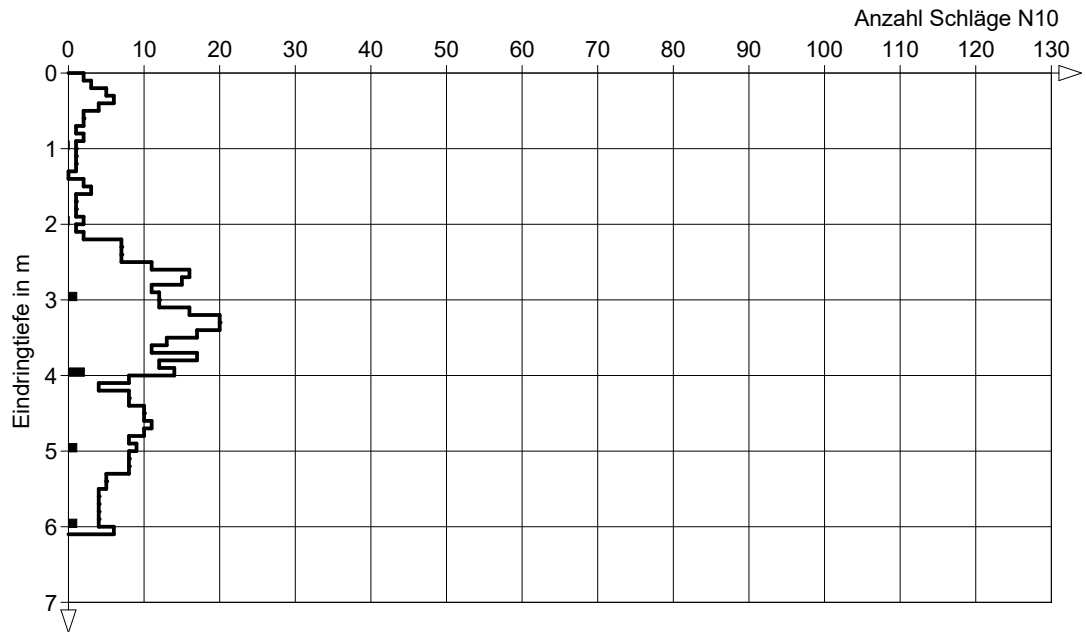
Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung
 Projektnr. : 25535 Koordinaten :
 Massstab : 1: 100 Datum : 02.12.2025
 Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
 Fallhöhe: 0.50 m
 Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 28

OKT



Mantelreibung
 (mit Rückzug Gestänge)

Endtiefe: 6.10m
 Freie Länge: 0.80m
 Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

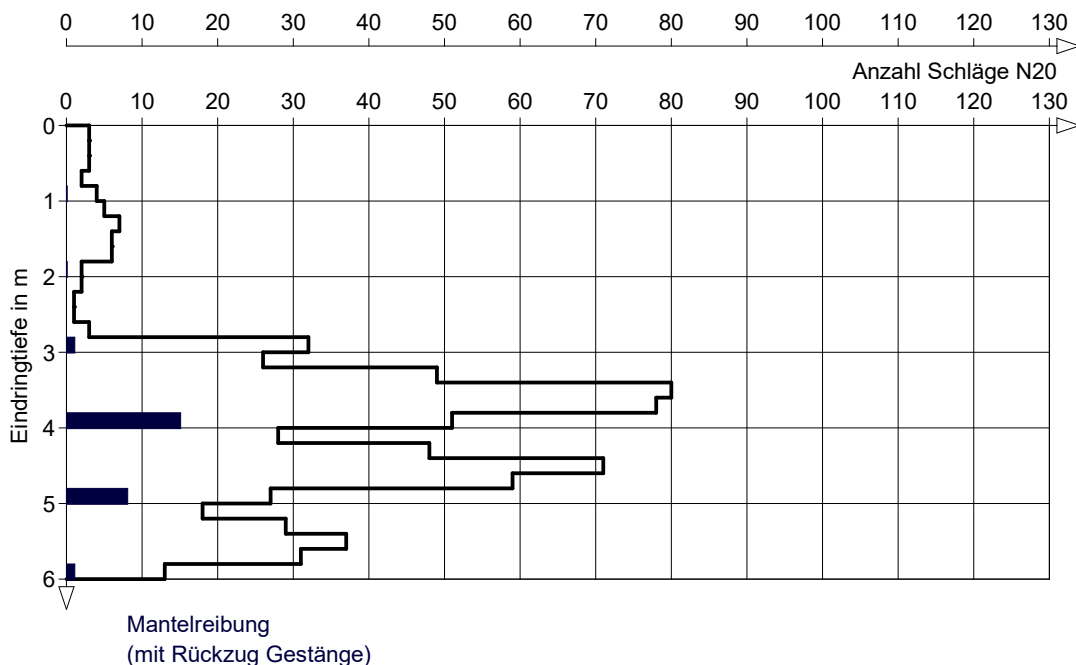
Projekt	: Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung		
Projektnr.	25536	Koordinaten:	
Massstab	1: 100	Datum	: 09.10.2025
Ausführung	M. Casutt	Auswertung : P. Bruhin	

Scheuchzerstr. 35 8006 Zürich
Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56
www.geocontrol.ch

VAWE-Sonde Ramm-Masse: 30kg
Fallhöhe: 0.20m
Spitzenoberfläche: 10cm²

Sondierung Nr.: 30

Ansatzpunkt: OKT



Endtiefe: 6.00m
Freie Länge: 3.20m
Wasser: kein Wasser nach Gestängerrückzug

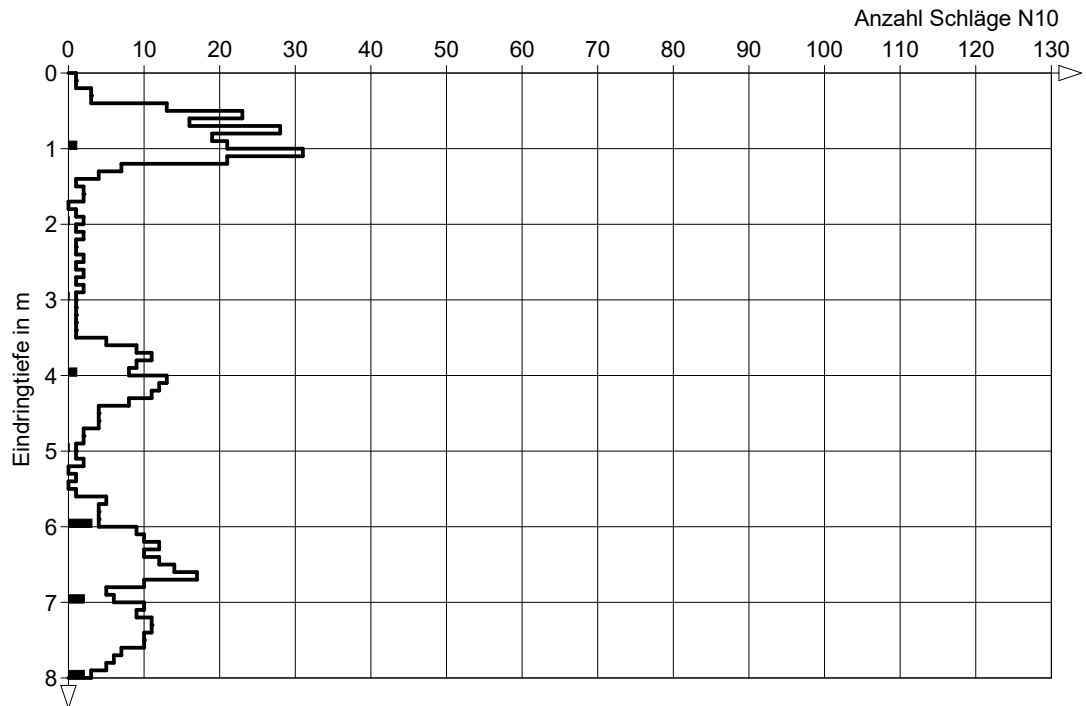
Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung
Projektnr. : 25535 Koordinaten :
Massstab : 1: 100 Datum : 02.12.2025
Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 31

OKT



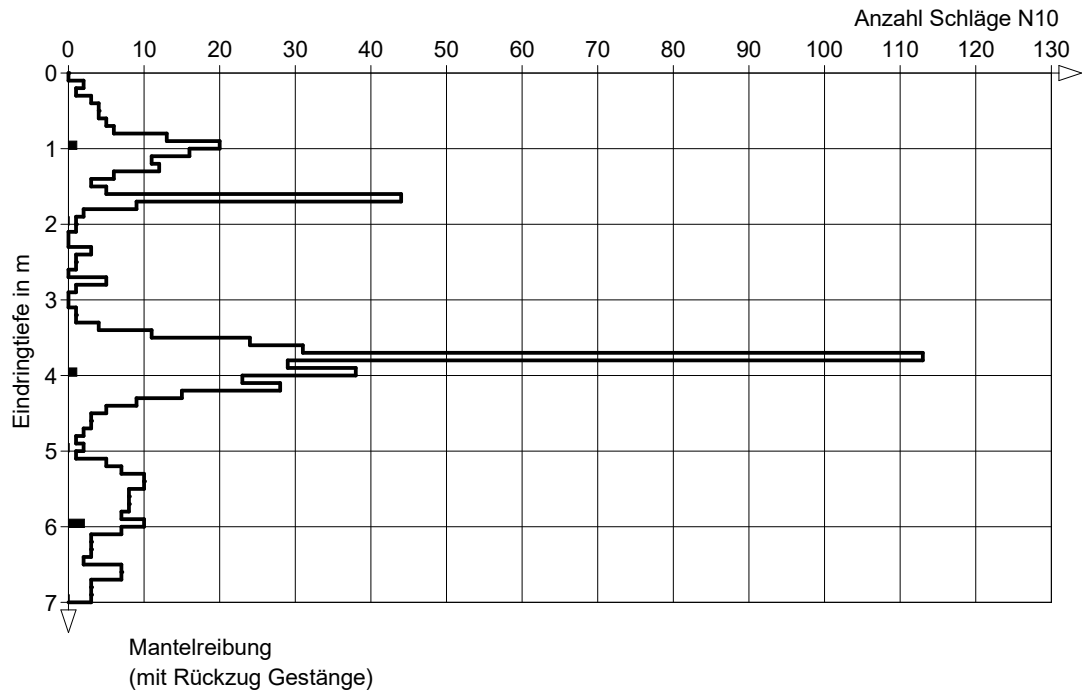
Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung
Projektnr. : 25535 Koordinaten :
Massstab : 1: 100 Datum : 02.12.2025
Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 32

OKT



Endtiefe: 7.00m
Freie Länge: 0.10m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

Projekt : Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung

Projektnr. : 25536

Koordinaten :

Massstab : 1: 100

Datum : 10.10.2025

Ausführung : M. Casutt

Auswertung : P. Bruhin

Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH

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

www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde:

Ramm-Masse:

50 kg

Fallhöhe:

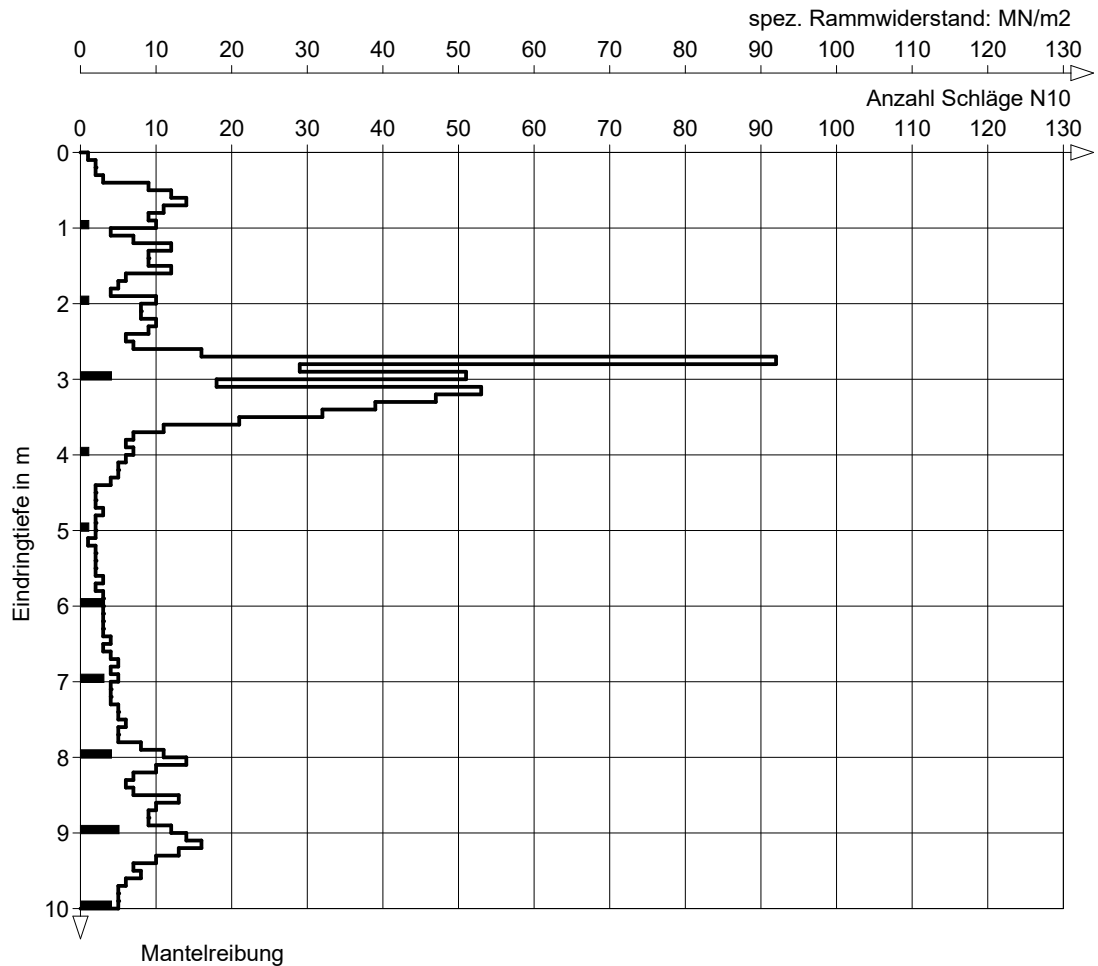
0.50 m

Spitzenoberfläche:

15 cm²

Sondierung Nr.: 35

OKT



Endtiefe: 10.00m

Freie Länge: 2.60m

Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

Projekt : Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung

Projektnr. : 25536

Koordinaten :

Massstab : 1: 100

Datum : 10.10.2025

Ausführung : M. Casutt

Auswertung : P. Bruhin

Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH

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

www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde:

Ramm-Masse:

50 kg

Fallhöhe:

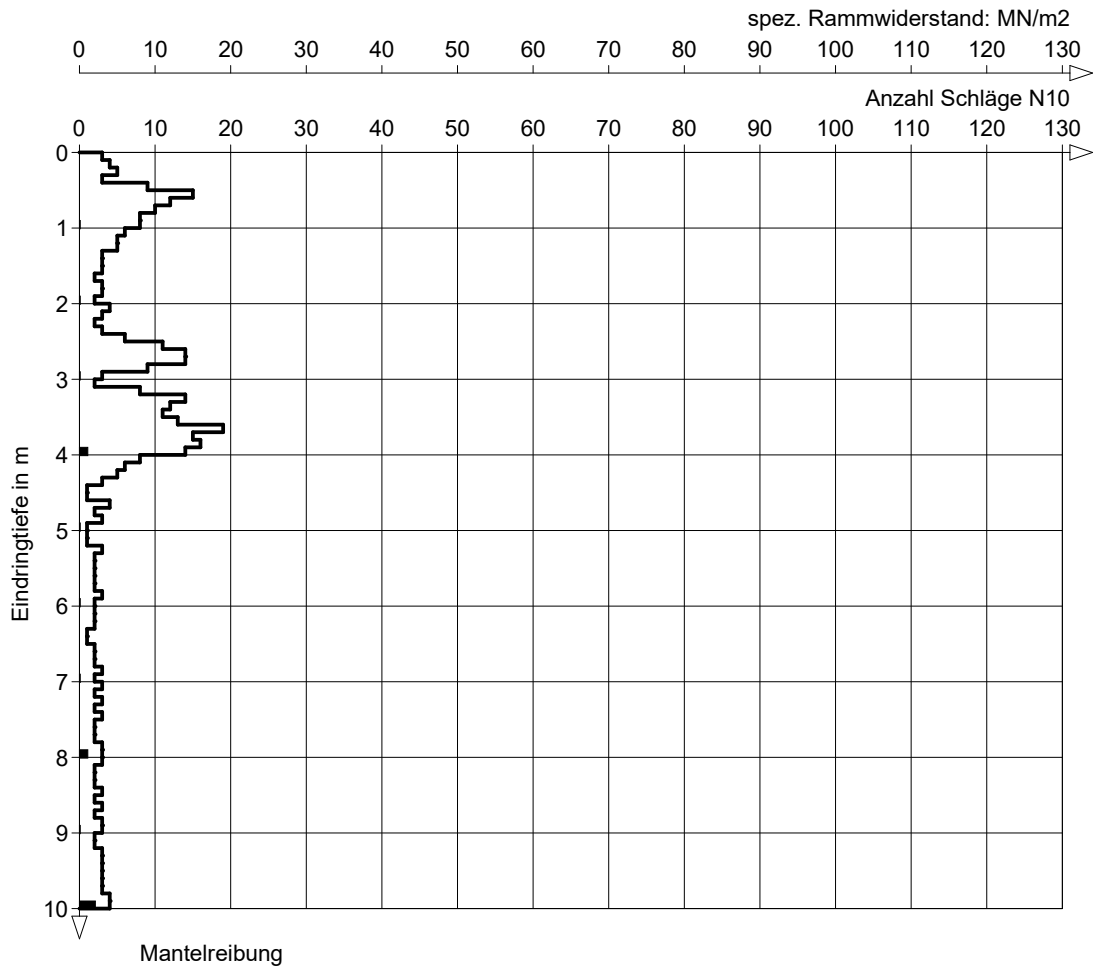
0.50 m

Spitzenoberfläche:

15 cm²

Sondierung Nr.: 36

OKT



Endtiefe: 10.00m

Freie Länge: 1.62m

Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

Projekt : Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung

Projektnr. : 25536

Koordinaten :

Massstab : 1: 100

Datum : 13.10.2025

Ausführung : M. Casutt

Auswertung : P. Bruhin

Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH

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

www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde:

Ramm-Masse:

50 kg

Fallhöhe:

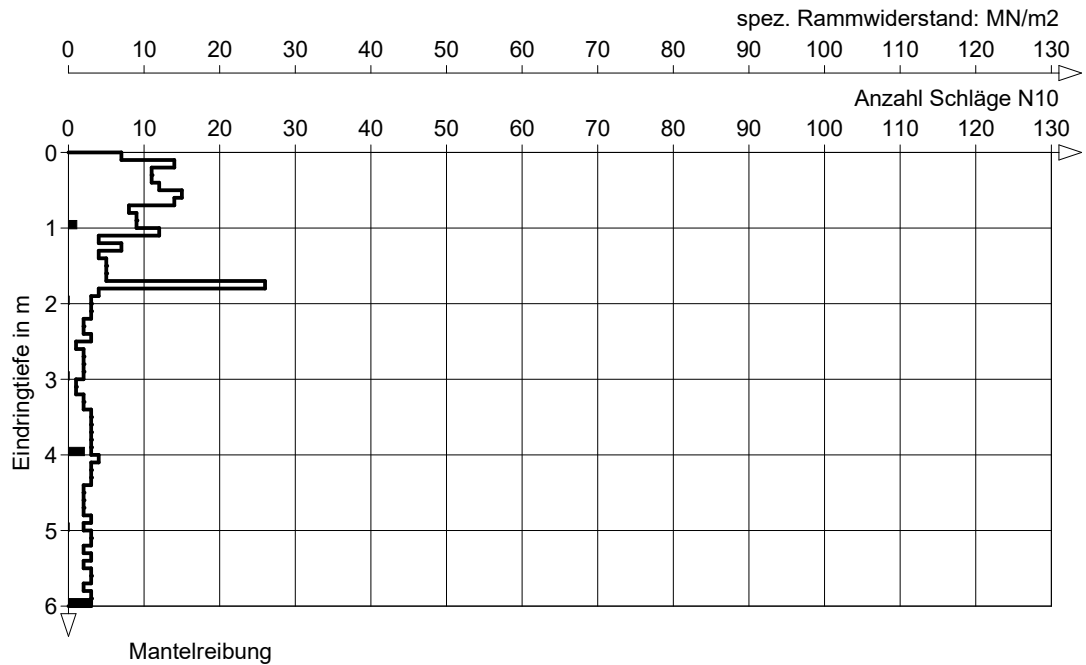
0.50 m

Spitzenoberfläche:

15 cm²

Sondierung Nr.: 37

OKT



Endtiefe: 6.00m

Freie Länge: 1.62m

Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerückzug

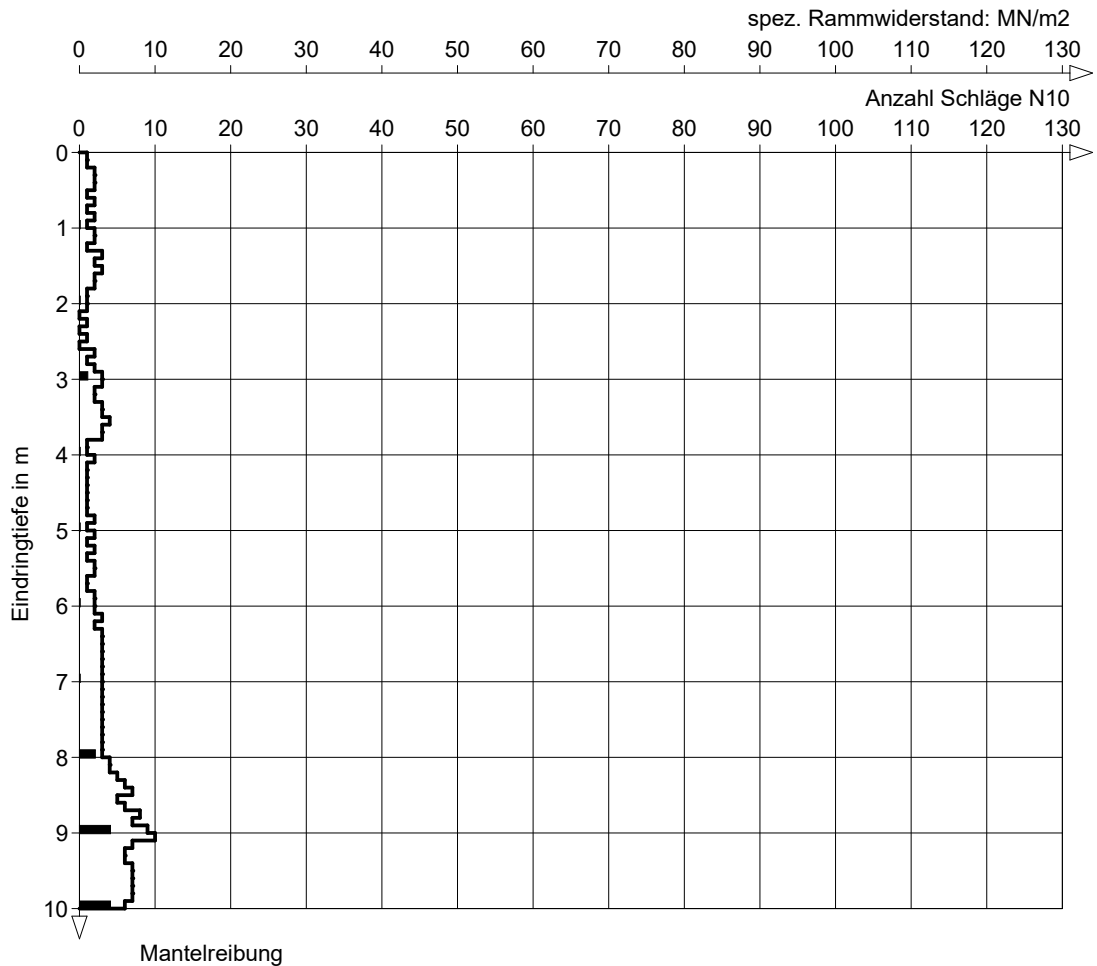
Projekt : Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung
 Projektnr. : 25536 Koordinaten :
 Massstab : 1: 100 Datum : 13.10.2025
 Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
 Fallhöhe: 0.50 m
 Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 38

OKT



Endtiefe: 10.00m
 Freie Länge: 0.60m
 Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

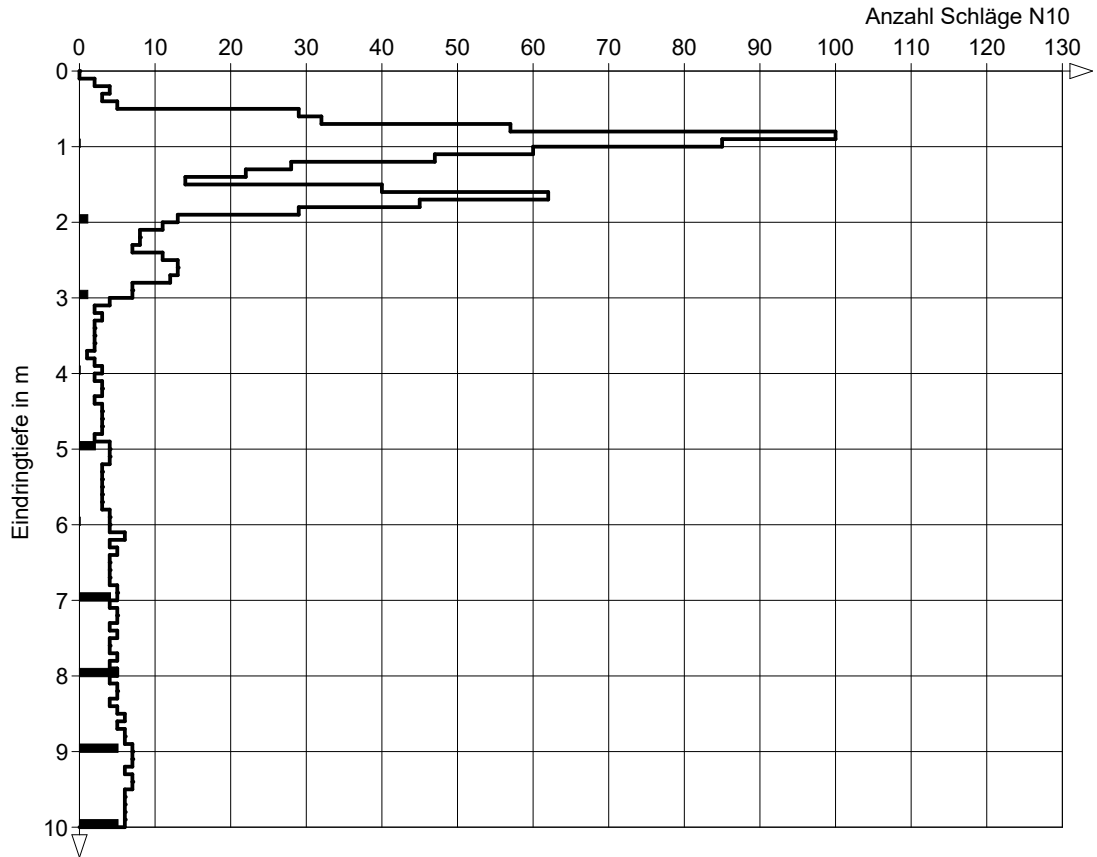
Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung
Projektnr. : 25535 Koordinaten :
Massstab : 1: 100 Datum : 08.12.2025
Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 40

OKT



Mantelreibung
(mit Rückzug Gestänge)

Endtiefe: 10.00m
Freie Länge: 0.50m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

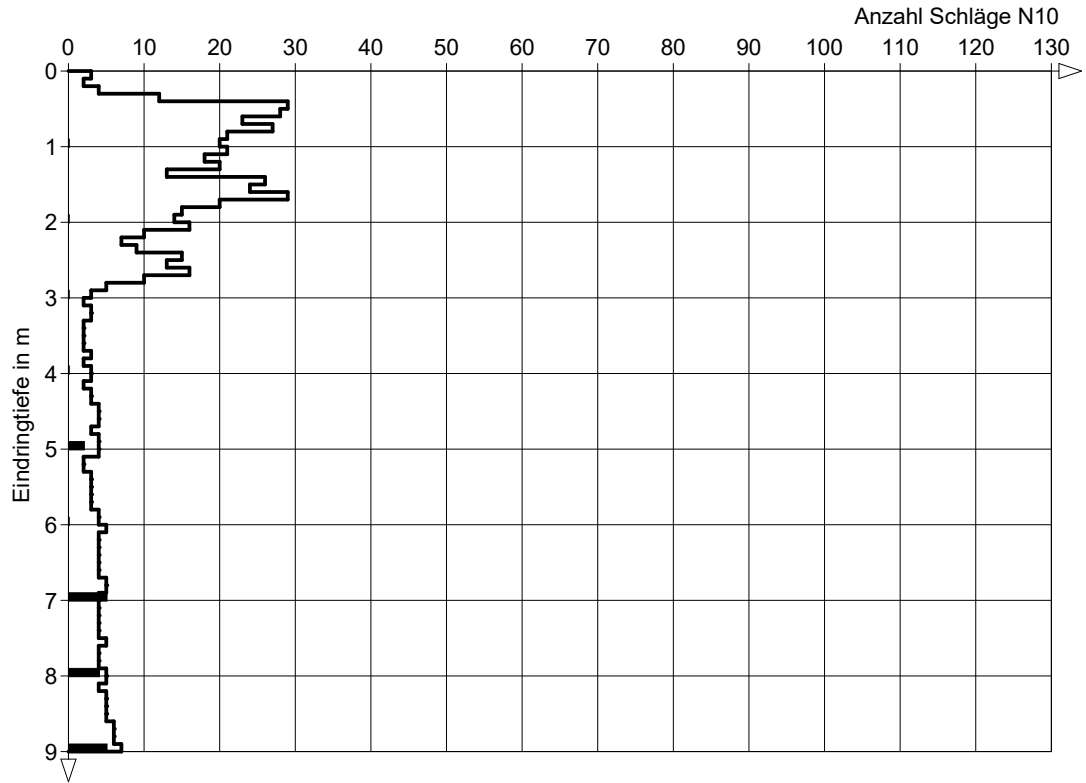
Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung
 Projektnr. : 25535 Koordinaten :
 Massstab : 1: 100 Datum : 07.11.2025
 Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
 Fallhöhe: 0.50 m
 Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 41

OKT



Mantelreibung
 (mit Rückzug Gestänge)

Endtiefe: 9.00m
 Freie Länge: 0.85m
 Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerückzug

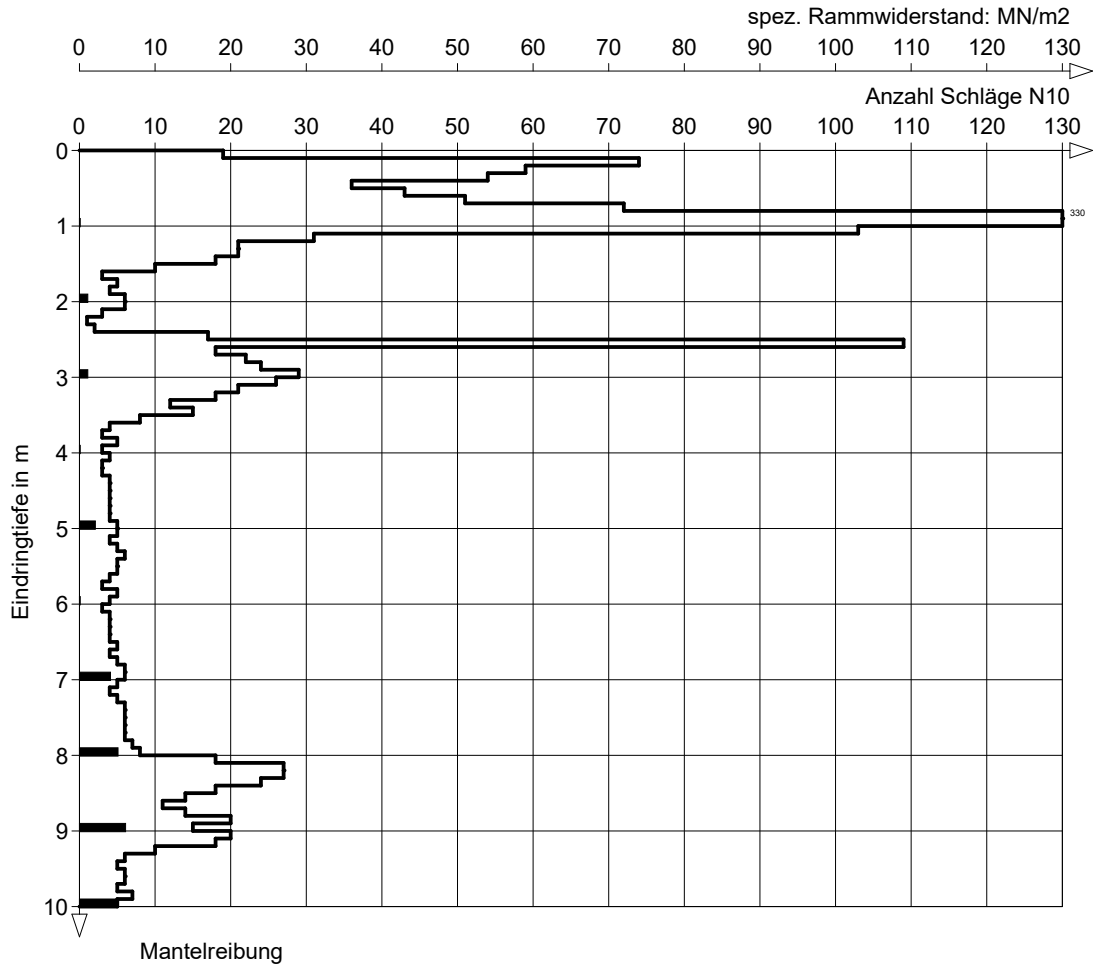
Projekt : Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung
Projektnr. : 25536 Koordinaten :
Massstab : 1: 100 Datum : 14.10.2025
Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 43

OKT



Endtiefe: 10.00m
Freie Länge: 0.60m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

Projekt : Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung

Projektnr. : 25536

Koordinaten :

Massstab : 1: 100

Datum : 15.10.2025

Ausführung : M. Casutt

Auswertung : P. Bruhin

Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH

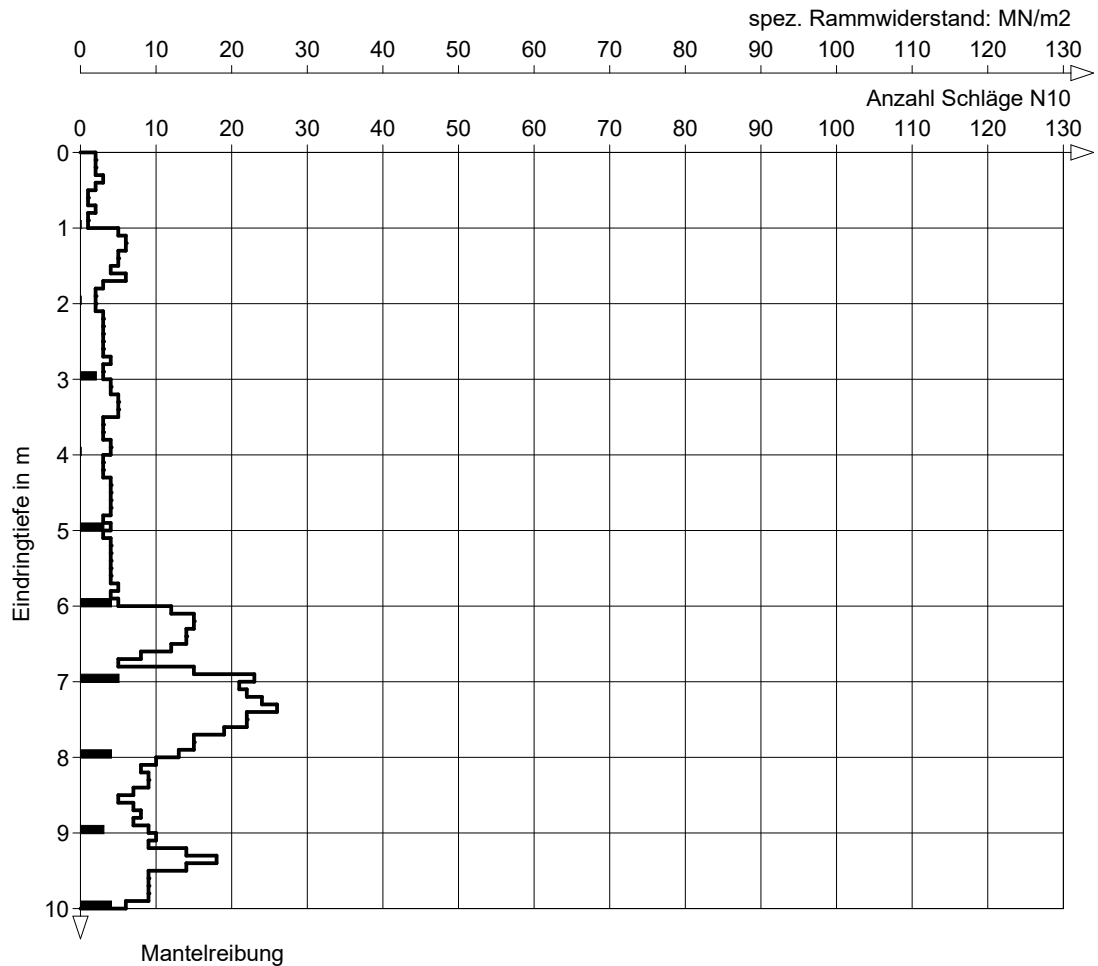
Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56

www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 45

OKT



Endtiefe: 10.00m

Freie Länge: 1.35m

Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

Projekt : Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung

Projektnr. : 25536

Koordinaten :

Massstab : 1: 100

Datum : 15.10.2025

Ausführung : M. Casutt

Auswertung : P. Bruhin

Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH

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

www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde:

Ramm-Masse:

50 kg

Fallhöhe:

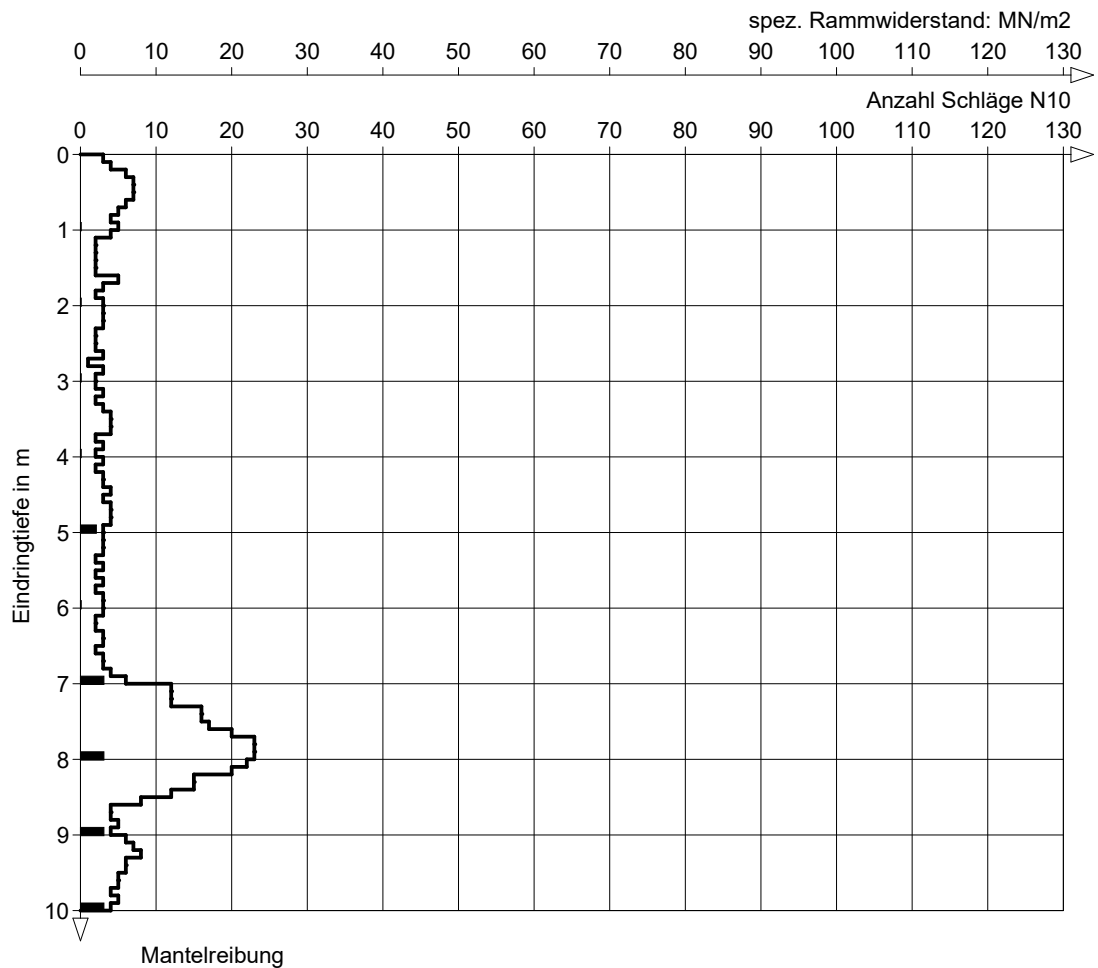
0.50 m

Spitzenoberfläche:

15 cm²

Sondierung Nr.: 46

OKT



Endtiefe: 10.00m

Freie Länge: 1.22m

Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

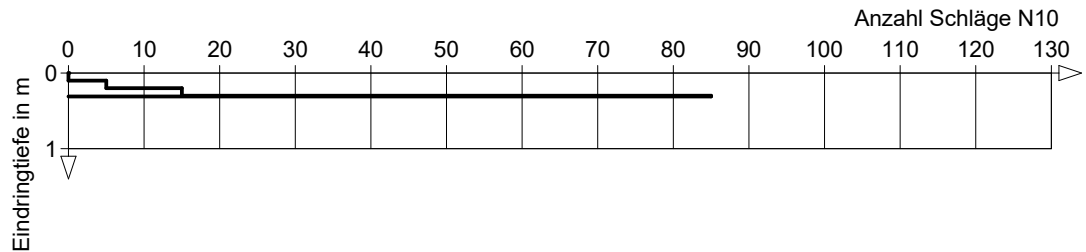
Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung
Projektnr. : 25535
Massstab : 1: 100
Ausführung : M. Casutt
Koordinaten :
Datum : 07.12.2025
Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
 Fallhöhe: 0.50 m
 Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 47

OKT



Endtiefe: 0.31m, Gestänge hart aufgestanden
 Freie Länge: 0.31m
 Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerückzug

Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung

Projektnr. : 25535

Koordinaten :

Massstab : 1: 100

Datum : 07.12.2025

Ausführung : M. Casutt

Auswertung : P. Bruhin

Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH

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

www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde:

Ramm-Masse:

50 kg

Fallhöhe:

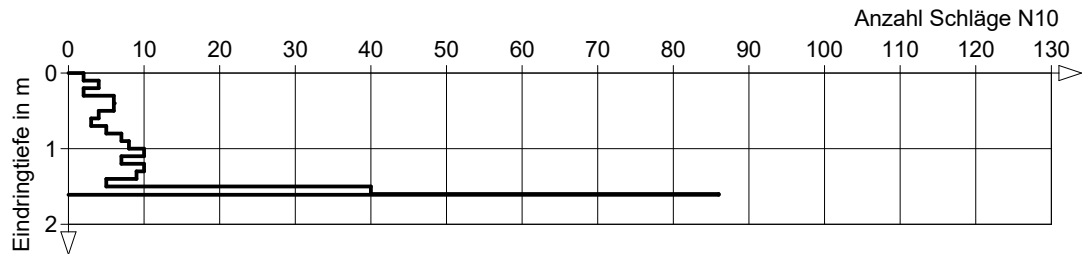
0.50 m

Spitzenoberfläche:

15 cm²

Sondierung Nr.: 47b

OKT



Endtiefe: 1.61m, Gestänge hart aufgestanden

Freie Länge: 1.05m

Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerückzug

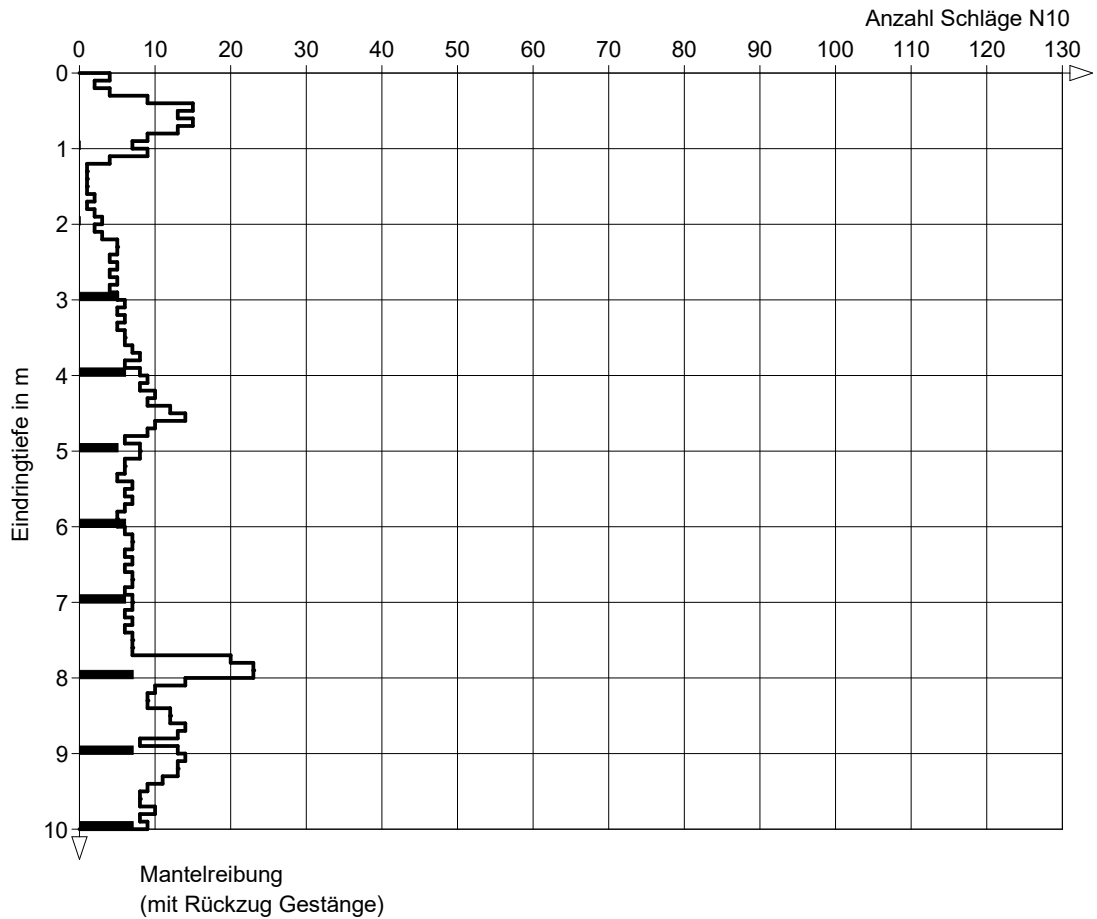
Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung
Projektnr. : 25535 Koordinaten :
Massstab : 1: 100 Datum : 07.12.2025
Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 47c

OKT



Endtiefe: 10.00m
Freie Länge: 1.16m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

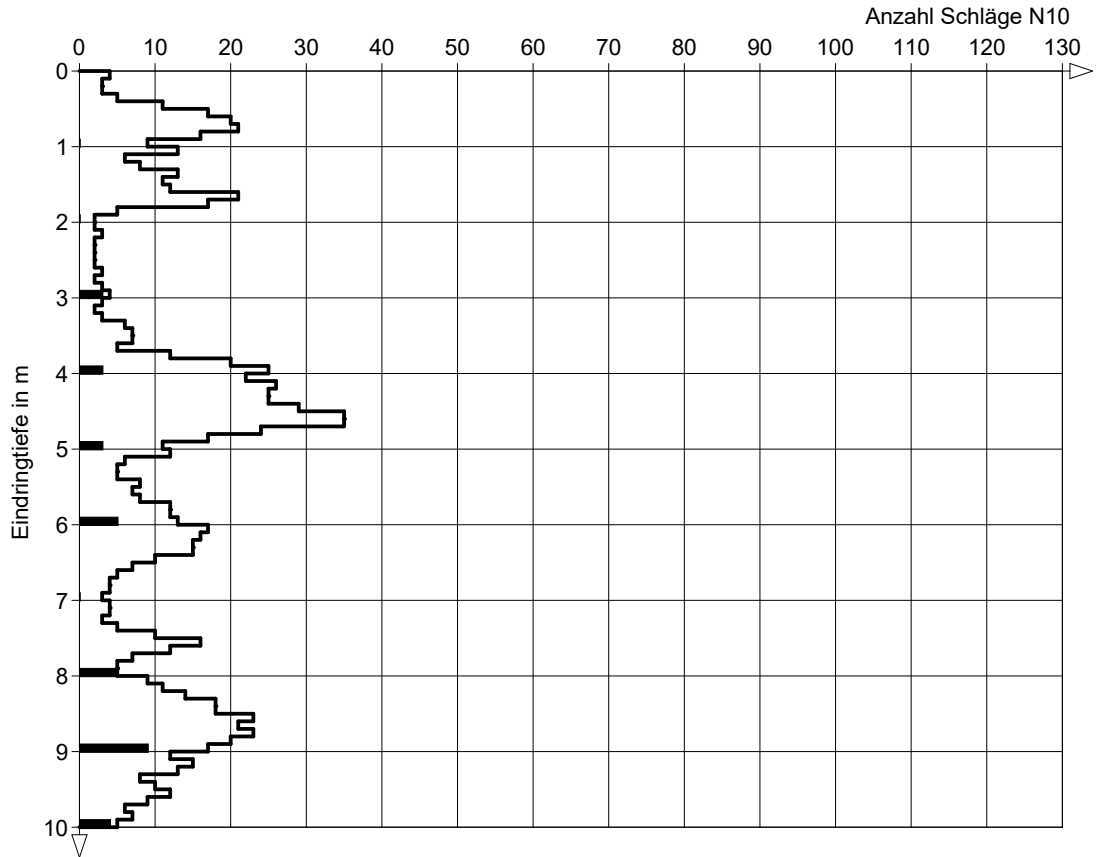
Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung
Projektnr. : 25535 Koordinaten :
Massstab : 1: 100 Datum : 08.12.2025
Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 48

OKT



Mantelreibung
(mit Rückzug Gestänge)

Endtiefe: 10.00m
Freie Länge: 1.40m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

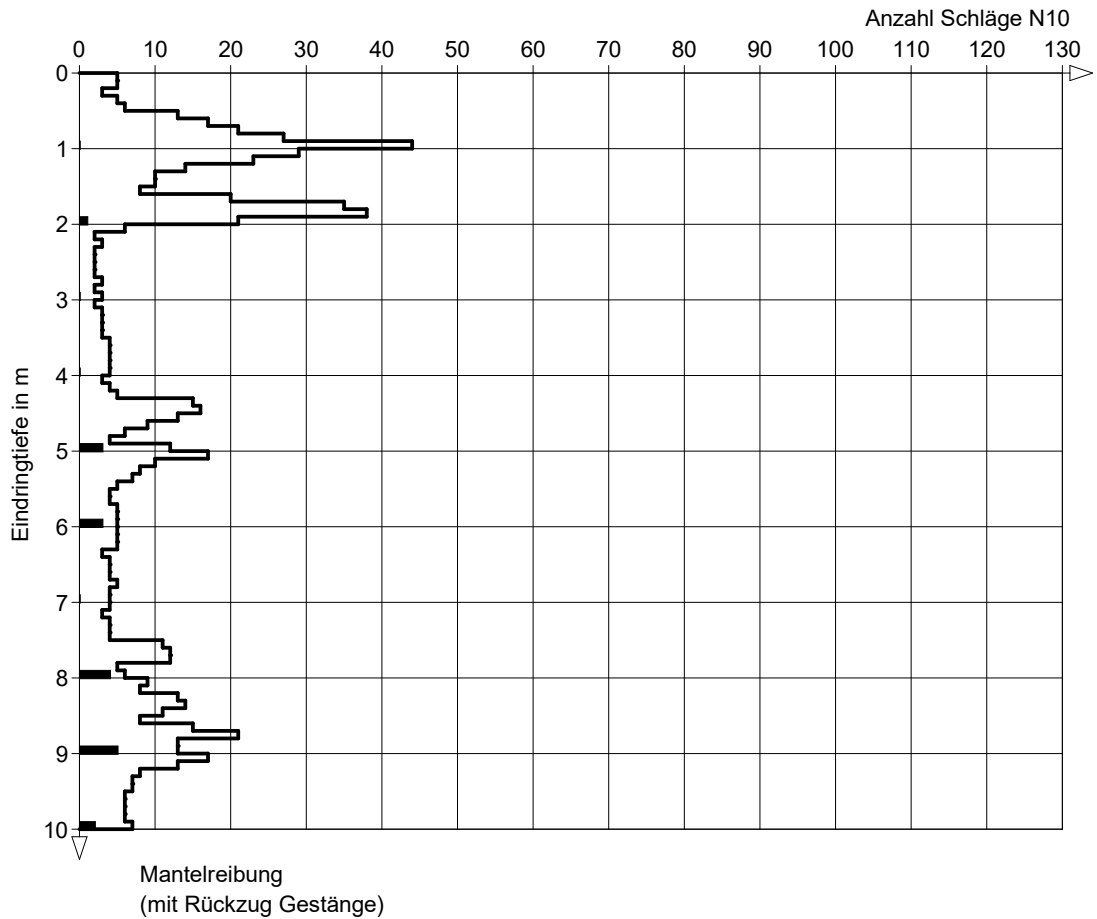
Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung
Projektnr. : 25535 Koordinaten :
Massstab : 1: 100 Datum : 08.12.2025
Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 50

OKT



Endtiefe: 10.00m
Freie Länge: 1.47m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

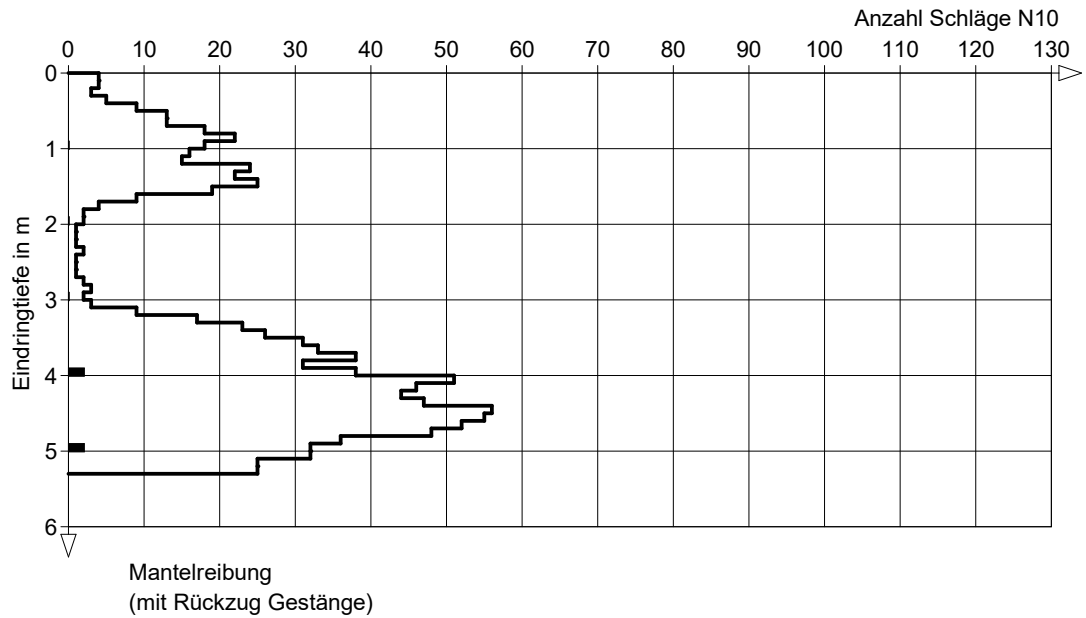
Projekt : Stellwerkers. Mels/Flums/Weesen, Querung u. Bankettsicherung
Projektnr. : 25535 Koordinaten :
Massstab : 1: 100 Datum : 08.12.2025
Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 51

OKT



Endtiefe: 5.30m
Freie Länge: 5.20m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

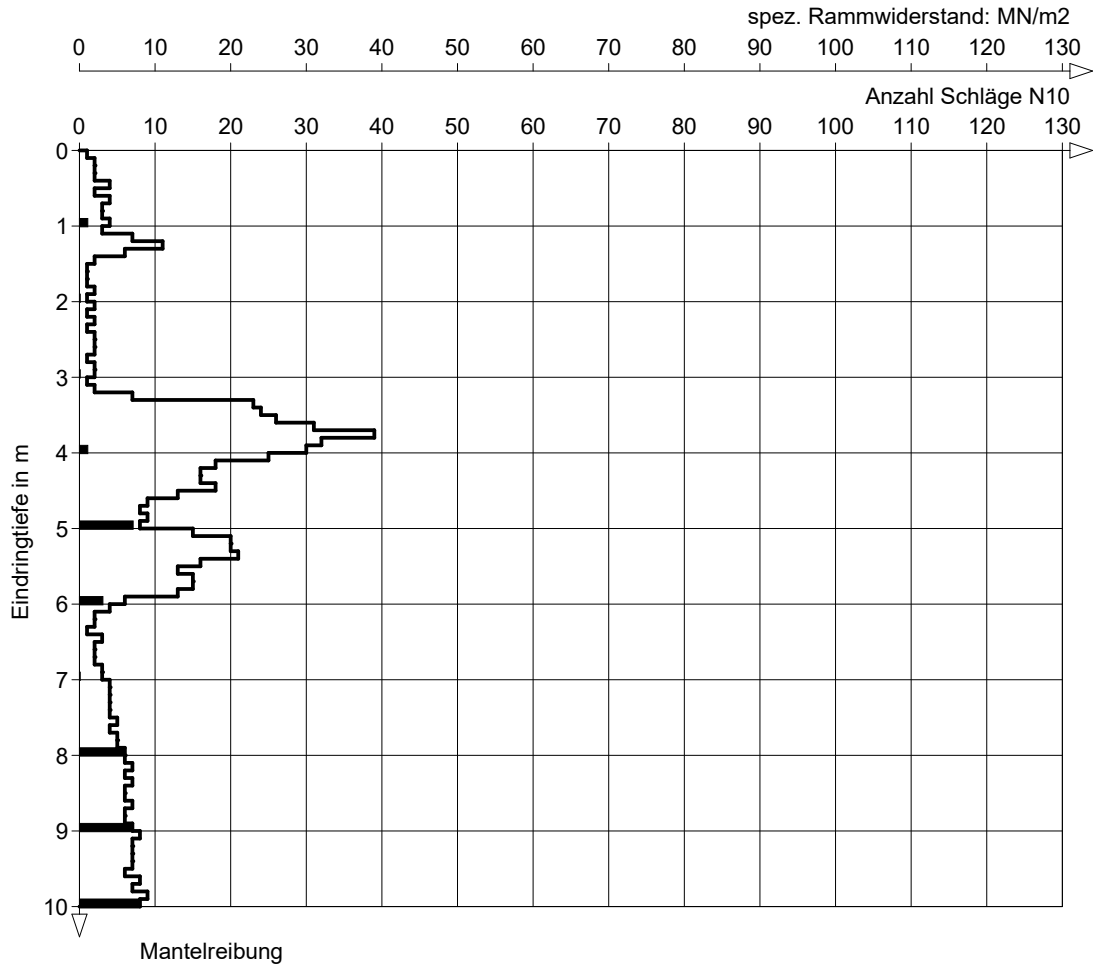
Projekt : Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung
Projektnr. : 25536 Koordinaten :
Massstab : 1: 100 Datum : 16.10.2025
Ausführung : M. Casutt Auswertung : P. Bruhin

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

Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 50 kg
Fallhöhe: 0.50 m
Spitzenoberfläche: 15 cm²

Sondierung Nr.: 52

OKT



Endtiefe: 10.00m
Freie Länge: 1.35m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug

Projekt : Stellwerkers. Mels-Flums-Weesen, Querung u. Bankettsicherung

Projektnr. : 25536

Koordinaten :

Massstab : 1: 100

Datum : 16.10.2025

Ausführung : M. Casutt

Auswertung : P. Bruhin

Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH

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

www.geocontrol.ch

Schwere Rammsonde:

Ramm-Masse:

50 kg

Fallhöhe:

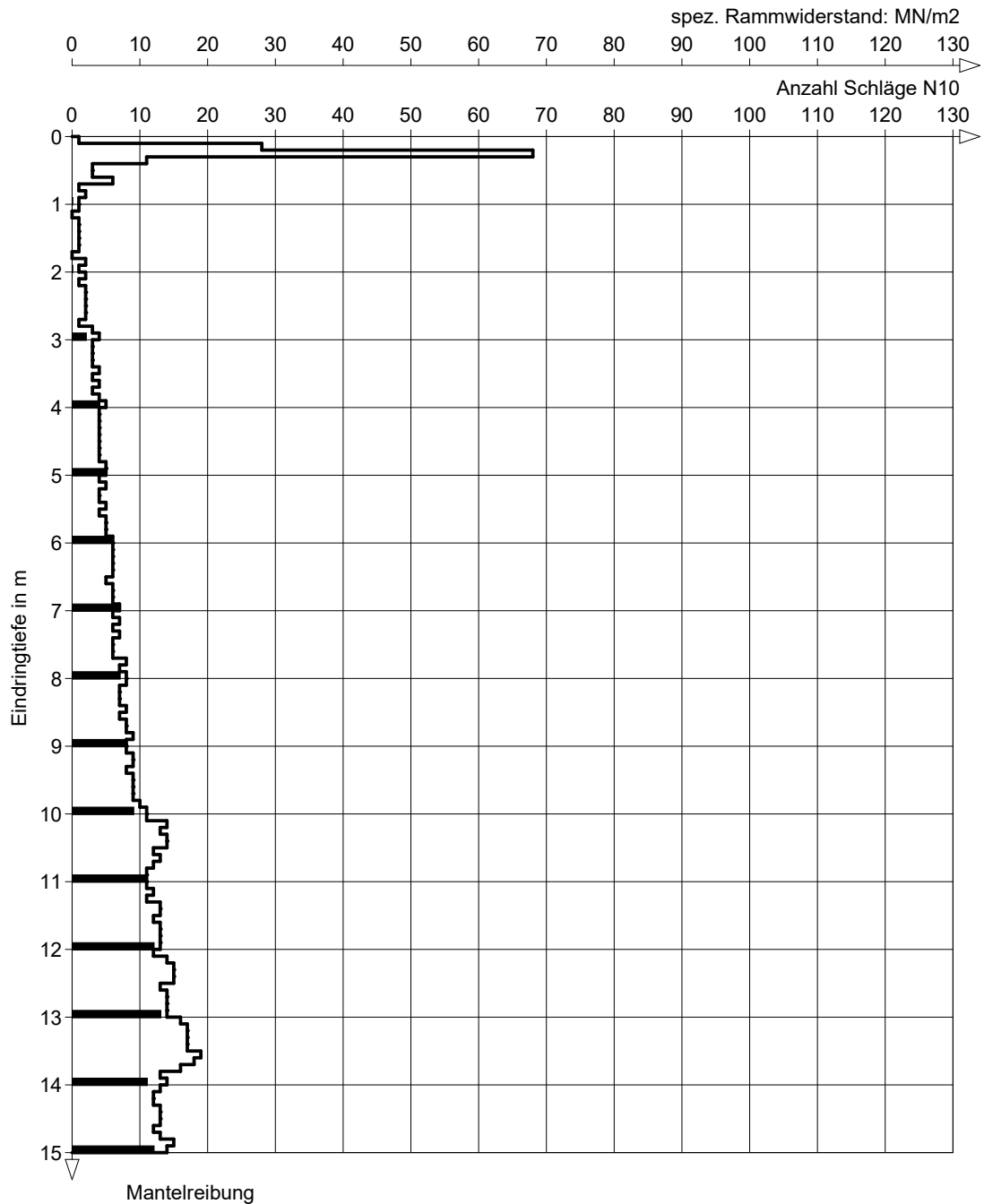
0.50 m

Spitzenoberfläche:

15 cm²

Sondierung Nr.: 53

OKT



Endtiefe: 15.00m

Freie Länge: 1.23m

Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerrückzug