

12897

Rheinunternehmen, Rheinbaustrasse 2, 9443 Widnau

Amt für Bevölkerungsschutz FL, Zollstrasse 45, 9490 Vaduz

**Aufweitung Alpenrhein,
Schaan, Buchs und Eschen,
Rhein-km 51.000 bis km 52.700**

BAUGRUNDUNTERSUCHUNG

vM **Dr. von Moos AG**
Geologie + Geotechnik

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag	3
2	Unterlagen	3
2.1	Karten und geologisch-hydrologische Unterlagen	3
2.2	Archivunterlagen	4
2.3	Plangrundlagen	4
3	Ausgeführte Arbeiten	4
4	Sondierungen, Probenahmen, Laboruntersuchungen	5
5	Geologie und Wasserverhältnisse	5
5.1	Aufbau des Baugrundes	5
5.2	Wasserverhältnisse	7
5.3	Pumpversuche	7
5.4	Flowmeterversuche	8
5.5	Belastungen in Boden und Untergrund	9
5.6	Wissenslücken	9
6	Schlussbemerkungen	10

Anhänge

A1	Baugrundwerte
A2.1 – A2.14	Schachtprotokolle BS_FL_1 – BS_FL_14
A3.1 – A3.7	Rammsondierungsprotokolle RS_FL_1 – 4 und RS_CH_1 – 2
A4.1 – A4.7	Lockergesteinsanalysen (Steiger AG, Zürich)
A5.1 – A5.4	Chemische Analysen Feststoffproben (Bachema AG, Schlieren)
A6.1 – A6.5	Flowmeter Protokolle KB_CH_1 + 4, KB_FL_1 + 2 + 5
A7.1 – A7.22	Fotodokumentation Sondierbohrungen, KB_CH_1 – 5 und KB_FL_1 – 6

Beilagen

1	Situation 1:2'000
2.1 – 2.5	Geotechnische Profile 1:250, Nr. 1 – 5
3.1 – 3.11	Bohrprofile 1:100, KB_CH_1 – 5 und KB_FL_1 – 6

1 Auftrag

Auftraggeber:	Kanton St. Gallen, Rheinunternehmen, Rheinbaustrasse 2 9443 Widnau Fürstentum Liechtenstein, Amt für Bevölkerungsschutz FL Zollstrasse 45, 9490 Vaduz
Planer:	Emch+Berger AG Bern Schlösslistrasse 23, 3001 Bern
Auftrag:	Baugrunduntersuchung gemäss unserem Arbeitsprogramm und Angebot vom 3. März 2023
Auftragserteilung:	Mit Schreiben vom 20. März 2023
Bearbeitung:	Geologie: Dr. Tobias Graf Geotechnik: Wolfgang Müllner Sondierungen: Sandro Müller Flowmeter: Benedikt Dürr / Katharina Dubach Projektleitung: Dr. Markus von Moos Korreferat: Dr. Beat Rick / Dr. Markus von Moos
Projektareal:	Alpenrheinabschnitt zwischen km 51.0 und km 52.7 beidseits des Rheins (Kanton St. Gallen und Fürstentum Liechtenstein). Die Landeskoordinaten in der Arealmitte betragen ca. 2'755'300 / 1'228'600. Tendenziell fällt das Gelände leicht gegen NNE ab (ca. 444.0 – 440.5 m ü.M.).

2 Unterlagen

2.1 Karten und geologisch-hydrologische Unterlagen

GIS- und Internetabfragen: Stand Oktober 2023

- Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25'000, Nr. 149, 1135 Buchs, 2016
- Gewässer Messstellen Hydrometrie des Kantons St. Gallen / Fürstentum Liechtenstein
- Gewässerschutzkarte des Kantons St. Gallen / Fürstentum Liechtenstein
- Grundwasserinventar Karte des Kantons St. Gallen / Fürstentum Liechtenstein
- Grundwasserkarte des Kantons St. Gallen / Fürstentum Liechtenstein
- Gewässer-Messstellen Hydrometrie des Kantons St. Gallen / Fürstentum Liechtenstein
- Geologische Karte, harmonisiert Kanton St. Gallen
- Kataster der belasteten Standorte des Kantons St. Gallen / Fürstentum Liechtenstein
- Naturgefahrenkarte des Kantons St. Gallen / Fürstentum Liechtenstein
- Gefährdungskarte Oberflächenabfluss, Bundesamt für Umwelt

2.2 Archivunterlagen

Im Rahmen der Baugrunduntersuchung und der Ausarbeitung des Berichts konnten verschiedene ältere Sondierungen unseres Baugrundarchivs aus der (unmittelbaren) Nachbarschaft mit in die Auswertung einbezogen werden.

- Baugrunduntersuchungen Rheindammsanierung Schaan, Abschnitt Underau, Rechte Rheinseite - Ergebnisse der Dammuntersuchungen (Dr. Bernasconi AG, Nr. 2435-B04, Sargans, 24.02.2022)
- Stabilitätsbeurteilung, Stabilität Rheindamm Detailunterlagen km 34.0 ÷ 40.0, km 50.0 ÷ 61.5 Gesamtbeurteilung km 34.0 ÷ 61.5 (Vogt Ingenieurbüro Vaduz/Dr. von Moos AG, Nr. 8060-2, 22.05.2007)

2.3 Plangrundlagen

Der Projektplaner stellte uns folgende Projektpläne zu (E-Mail vom 10.07.23 und 18.10.23):

- Situation 1:2'000 (Emch+Berger AG, Bern, 04.04.2023)
- Querprofile 1:500 (Emch+Berger AG, Bern, Nr. 30, 11.10.2023)
- Querprofile 1:500 (Emch+Berger AG, Bern, Nr. 31, 11.10.2023)

Vom Auftraggeber erhielten wir folgende Planunterlagen (Lieferung vom 24.07.23, 18.09.23 und 09.10.23):

- Vermessungen Baggerschlitzte Rheinaufweitung Schaan/Eschen (21.07.2023)
- Vermessungen Sondagestandorte Rheinaufweitung Schaan-Buchs-Eschen (31.09.2023)
- Vermessungen Grundwassermessstellen Rheinaufweitung Schaan/Eschen (06.10.2023)

3 Ausgeführte Arbeiten

Im Rahmen der Baugrunduntersuchung wurden folgende Arbeiten ausgeführt:

- Auswertung von Archivunterlagen
- Leitung der Sondier- und Laborarbeiten
- Ausführung der Rammsondierungen
- Geologische Aufnahme der Baggerschächte und Bohrungen
- Entnahme von Lockergesteinsproben
- Wasserspiegelmessungen
- Flowmetermessungen
- Recherchen bezüglich Grundwassersituation
- Recherchen bezüglich Altlasteneintrag
- Auswertung der Sondierungen in fünf geotechnischen Profilen
- Erstellen eines Baugrundmodells
- Berichterstattung (bautechnische Hinweise wurden auftragsgemäss für diese Planungsstufe nicht formuliert)

4 Sondierungen, Probenahmen, Laboruntersuchungen

- 11 Rammsondierungen: RS_FL_1/1a/1b, RS_FL_2, RS_FL_3/3a/3b, RS_FL_4 und RS_CH_1, RS_CH_2/2a, mit einer maximalen Tiefe von 14.8 m und einer Gesamtlänge von 67.2 m, ausgeführt durch unseren Mitarbeiter S. Müller am 04. + 05.07.2023.
- 14 Sondierschächte: BS_FL_1 bis BS_FL_14, ausgehoben am 11. + 18.07.2023 unter Leitung unseres Mitarbeiters W. Müllner.
Baggerfirma: Forsttech, Schönbühl 11, 9492 Eschen
- 11 Kernbohrungen: KB_CH_1 bis KB_CH_5 und KB_FL_1 bis KB_FL_6 mit Tiefen von 8.5 m bis 25.1 m, abgeteuft in der Zeit vom 16.08 bis 29.09.2023;
Ausbau aller Bohrungen mit Piezometerrohren Ø 4.5"
Bohrfirma: Kibag Bohrungen AG, 8806 Bäch
- 5 Flowmeterversuche: In den Piezometerrohren von KB_CH_1, KB_CH_4, KB_FL_1, KB_FL_2 und KB_FL_5, ausgeführt durch unseren Mitarbeiter B. Dürr am 23. + 24.10.2023
- Probenahmen: Die Lockergesteinsproben wurden zwischen dem 14. und 29.09.2023 durch unseren Mitarbeiter Dr. T. Graf entnommen.
- Laboruntersuchungen: Lockergesteine: F. Steiger, Geotechnisches Labor, Ekkehardstrasse 25, 8006 Zürich
Feststoff-Analysen: Bachema AG, Analytische Laboratorien, Rütistrasse 22, 8952 Schlieren

Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind im Anhang A3 sowie in den geotechnischen Profilen (Beilagen 2.1 – 2.5) dargestellt und ausgewertet. Eine detaillierte geologische Aufnahme der Kernbohrungen findet sich in den Beilagen 3.1 – 3.11, die Fotodokumentation der Bohrkerne im Anhang A7. Die Schachtprotokolle liegen im Anhang A2 bei, die Resultate der Flowmeterversuche in Anhang A6 und die Ergebnisse der Laboruntersuchungen in Anhang A4 (Kornverteilungen Lockergesteine) bzw. in Anhang A5 (Feststoffuntersuchungen).

5 Geologie und Wasserverhältnisse

5.1 Aufbau des Baugrundes

Das Projektareal befindet sich auf der Seite des Fürstentums Liechtenstein nordwestlich von Schaan und auf Seite des Kantons St. Gallen nördlich von Buchs. Die Feldarbeiten wurden

entlang des westlichen und östlichen Rheindamms zwischen Rhein km 51.000 und Rhein km 52.700 durchgeführt.

Auf beiden Seiten des Rheins wurden kohärente Abfolgen des Lockergesteins im Untergrund beobachtet. An der Terrainoberkante bestehen diese Lockergesteine aus einer rund 0.1 bis 0.8 m mächtigen, aktiven Bodenzone (Waldboden/Wiese).

Westliche Rheinseite (CH)

Auf der Westseite des Rheins zwischen den Bohrungen KB_CH_1 bis KB_CH_5 wurden unterhalb der aktiven Bodenzone durchgehend **Überschwemmungsablagerungen** mit Mächtigkeiten zwischen 0.6 und 3.4 m angetroffen. Diese Ablagerungen bestehen zur Hauptsache aus Feinsanden, z.T. stark siltig, mittelsandig und schwach kiesig und steinig mit lokal etwas organischen Beimengungen.

Unterhalb der Überschwemmungsablagerungen folgen die fluviatilen **Rheinschotter**, welche zumeist aus sauberen bis leicht siltigen Kiesen und Grobsanden mit reichlich Steinen bestehen. Lagenweise wurden Mittel-/Feinsandlinsen in den Rheinschotter-Ablagerungen angetroffen. Die maximale angetroffene Mächtigkeit der Rheinschotter auf der westlichen Uferseite beträgt 23.5 m.

In der Bohrung KB_CH_4 wurden zwischen 9.6 bis knapp 14 m unter Geländeoberkante feinkörnige **Hinterwasserablagerungen** bestehend aus Feinsand, stark siltig bis schwach tonig, mit stark zersetzten, organischen Beimengungen erbohrt. Unterhalb dieser Schicht folgen wieder Rheinschotter.

Östliche Rheinseite (FL)

Auf der Ostseite des Rheins zwischen den Bohrungen KB_FL_1 bis KB_FL_5 wurden unterhalb der aktiven Bodenzone durchgehend **künstliche Aufschüttungen** variabler Zusammensetzung und Mächtigkeit von 10.3 bis 12.5 m erbohrt. Die künstliche Aufschüttung setzt sich aus Feinsand und Silt, zumeist stark kiesig und schwach steinig, zusammen. Lagenweise wurden Bauschutt und Fremdstoffe wie Glas, Keramik und Ziegelbruch, sowie Holzreste und Bauschaum angetroffen. Generell nimmt der Anteil an Fremdkomponenten von Norden (KB_FL_5) nach Süden (KB_FL_1) hin ab. In der Bohrung KB_FL_6 wurde in den oberen 3 Metern künstliche Aufschüttung ohne Fremdbestandteile angetroffen.

Auch auf der östlichen Rheinseite stehen in den neuen Bohrungen unterhalb des Bodenhorizontes fluviatile **Überschwemmungsablagerungen** aus Feinsand, lagenweise siltig und kiesig mit organischen Beimengungen, an, die wiederum von fluviatilen **Rheinschottern** – gut gerundete Kies-Sande, lagenweise siltig-feinsandig und steinig – unterlagert werden. In den Bohrungen KB_FL_1, KB_FL_2 und KB_FL_4 wurden innerhalb der Schotter um Kote 434 – 435 m ü.M. etwa 3 m mächtige, feinkörnige **Hinterwasserablagerungen** angetroffen, bestehend aus Silt-Feinsand, mit viel organischen Beimengungen variablen Zersetzungsgrads.

Generelle Bautechnische Eigenschaften

Aufgrund der Sondierungen sind die Rheinschotter, die bestehenden Rhein-Dammschüttungen und Teile der künstlichen Aufschüttung (Deponie Rheinau) als gut tragfähig und wenig setzungsempfindlich zu taxieren. Hingegen sind die übrigen künstlichen Aufschüttungen, die Überschwemmungsablagerungen sowie die Hinterwasserablagerungen schlecht bis mässig tragfähig und setzungsempfindlich.

Bandbreiten von Baugrundwerten für die nachfolgend beschriebenen Schichtglieder finden sich im Anhang A1.

Bezüglich **Erdbeben** gehört das Projektareal zur Gefährdungszone Z2, Baugrundklasse C (SIA Norm 261: Einwirkungen auf Tragwerke, Ziff. 16 "Erdbeben" und Anhang F "Gefährdungszonen für Erdbeben", Stand 2020).

5.2 Wasserverhältnisse

Das Projektareal befindet sich im Bereich eines nutzbaren Grundwasservorkommens, welches die Talsohle bedeckt. Gemäss kantonaler Grundwasserkarte variiert die Grundwasserleitermächtigkeit zwischen 20 und 30 m. Die Grundwasserfliessrichtung ist N bis NE, parallel zum Alpenrhein als regionaler Vorfluter. Der Flurabstand (OK natürliches umliegendes Terrain – OK Wsp.) beträgt am linken Rheinufer zwischen 3 und 5 m, am rechten Rheinufer etwa 2 bis 3 m.

Das gesamte Untersuchungsgebiet ist dem **Gewässerschutzbereich A_u**, und überschneidend dem **Gewässerschutzbereich A_o** zugeteilt. Weiter befindet sich im südlichen Randbereich (obstromig) des Projektperimeters das Grundwasserpumpwerk Unterau Schaan (FL), mit seinen rechtskräftig ausgeschiedenen Grundwasserschutzzonen.

Die Hydrofazies der Rheinschotter stellt den Hauptgrundwasserleiter im Untersuchungsgebiet dar, welcher im direkten Umfeld der Vorflut liegt und sehr wahrscheinlich in hydraulischer Kommunikation mit dieser steht. Die aufgeschlossenen Überschwemmungs- und Hinterwasserablagerungen sind als Grundwasser geringleitende Deckschichten zu bezeichnen. Die auf der östlichen Rheinseite gemessenen Grundwasserstände weisen auf schwach gespannte Grundwasserverhältnisse hin, was wiederum zumindest teilweise eine hydraulische Trennung der einzelnen Schotterschichten nahelegt.

5.3 Pumpversuche

Im Rahmen der Bohrungen der Grundwassermessstellen KB_CH_01 – 05 und KB_FL_01 – 06 wurden durch die Firma Kibag Bohrungen AG im Anschluss einer jeden Bohrung ein einstündiger Pumpversuch durchgeführt. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der

Auswertungen zusammengefasst (stationäre Pumpversuche mit freiem respektive gespanntem Wasserspiegel nach Dupuit/Sichardt):

Bohrung Nr.	Fördermenge [l]	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Druckverhältnisse
KB_CH_01	220	4.2×10^{-3}	frei
KB_CH_02	130	1.4×10^{-3}	frei
KB_CH_03	125	2.7×10^{-3}	frei
KB_CH_04	260	2.6×10^{-3}	frei
KB_CH_05	140	4.1×10^{-4}	frei
KB_FL_01	200	1.8×10^{-3}	gespannt
KB_FL_02	70	9.1×10^{-5}	gespannt
KB_FL_03	45	1.6×10^{-3}	gespannt
KB_FL_04	130	2.1×10^{-3}	gespannt
KB_FL_05	70	2.2×10^{-4}	gespannt
KB_FL_06	30	1.2×10^{-4}	frei

Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) liegen zwischen 9×10^{-5} und 4×10^{-3} m/s, womit die ermittelte Durchlässigkeit der Rheinschotter als mässig gut bis gut eingestuft werden kann.

5.4 Flowmeterversuche

In den Piezometerrohren von KB_CH_1, KB_CH_4, KB_FL_1, KB_FL_2 und KB_FL_5 wurden am 23. und 24. Oktober 2023 durch unseren Mitarbeiter B. Dürr 5 Flowmeterversuche durchgeführt. Die detaillierten Ergebnisse sind im Anhang A6.1 – A6.5 dokumentiert; sie zeigen eine Variation der horizontalen Permeabilität im Grundwasserleiter pro Messstelle in der Grössenordnung einer Zehnerpotenz.

Es wurden jeweils mehrere Messfahrten unter Ruhebedingung und in angeregtem Zustand, d.h. bei Pumpbetrieb vorgenommen, um die Repräsentativität der Messverhältnisse zu überprüfen. Die Messsonde wird je nach hydrogeologischen Verhältnissen mit 10 bis 40 mm/s vertikal im Piezometerrohr mit einer Geschwindigkeitssteuerung bewegt. Dabei wird alle 0.5 bis 2 Sekunden ein Messwert registriert.

Da unter Pumpbetrieb die Pumpe im obersten Teil der Wassersäule hängt und je nach Pumpmenge und Durchlässigkeit ein Absenktrichter entsteht, kann die Messung im angeregten Zustand nur bis rund 1 m unterhalb des Grundwasserspiegels erfolgen. Entsprechend ist eine Auswertung des obersten Meters der Wassersäule aus technischen Gründen nicht möglich. Deshalb wurde in den Bohrungen KB_CH_2, KB_CH_3 und KB_CH_5 auf einen Flowmeterversuch verzichtet; ebenso wegen der kurzen Filterstrecken in den Bohrungen KB_FL_3 und KB_FL_4.

Für die Auswertung wird jeweils eine repräsentative Messung des Ruhezustands und bei Pumpbetrieb ausgewählt. Durch Superposition der Resultate von Ruhemessung und Messung unter Pumpbetrieb wird der vertikal variable Wasserfluss und daraus das Tiefenprofil der Wasserein- und -austritte abgeleitet. Abschnittsweise kann die horizontale Permeabilität (Bereichs-k-Wert) berechnet werden. Basis ist der Profil-k-Wert aus dem Pumpversuch.

5.5 Belastungen in Boden und Untergrund

Im **Kataster der belasteten Standorte** des **Kantons St. Gallen** sind für den Projektperimeter keine Einträge vermerkt.

Im **Kataster der belasteten Standorte** des **Fürstentums Liechtenstein** ist die künstliche Aufschüttung zwischen ca. Rhein-km 52.3 und km 52.6 als belasteter Standort ohne Sanierungs- oder Überwachungsbedarf mit der Nr.7007/A.0001-1 (**Deponie Rheinau**) vermerkt (vgl. Situation, Beilage 1). Es besteht kein aktueller Handlungsbedarf. Bei Bauvorhaben ist Art. 3 AltIV und die fachgerechte Entsorgung von belastetem Aushub zu beachten. Um einen ersten Hinweis über die Belastungssituation der künstlichen Aufschüttung zu erhalten, wurden aus Bereichen mit augenfälligem Fremdstoffanteil zwei Feststoffproben (KB_FL_3 5.00 bis 5.5 m und KB_FL_4 9.25 bis 9.55 m) entnommen, welche im Labor (Bachema AG) chemisch untersucht wurden. Die Laborresultate im Anhang A5.1 bis A5.4 zeigen, dass die Grenzwerte für unverschmutzten Aushub teils leicht überschritten sind, insbesondere bei den Schwermetallen Blei, Nickel und Zink sowie beim organischen Summenparameter KW-Index (C10-C40). Das weitere Vorgehen ist mit den zuständigen Stellen zu klären.

Bei Rhein-km 51.7 bis km 51.8 grenzt zudem der Standort Nr. 7005/B.0033-000 (**Standort Pflanzgartaweg**) an den Projektperimeter. Auch dieser Standort ist als belasteter Standort ohne Sanierungs- oder Überwachungsbedarf vermerkt.

5.6 Wissenslücken

Die Zusammensetzung des geogenen und insbesondere des anthropogenen Untergrundmaterials kann lokal stark von dem in den Bohrungen KB_CH_01-05 und KB_FL_01-06 abweichen. Heterogene Schichten mit stark variierenden hydraulischen Eigenschaften sind entlang des Rheinverlauf zu erwarten. Die gespannten Grundwasserdruckverhältnisse auf der östlichen Uferseite des Rheins sind vermutlich auf die den Grundwasserleiter überlagernden Deckschichten aus Überschwemmungs- und Hinterwasserablagerungen zurückzuführen, wobei nicht ausgeschlossen werden kann, dass die relativ undurchlässigen künstlichen Aufschüttungen ebenfalls den Druckspiegel massgeblich beeinflussen (vgl. geologische Profile und Bohrprofile, Beilagen 2 + 3).

6 Schlussbemerkungen

Auftragsgemäss wurden in dieser Dokumentation keine bautechnischen Hinweise (weder geotechnische noch hydrogeologische) zum Projekt formuliert.

Bei Bedarf ist eine geotechnische und hydrogeologische Beratung des Planerteams bzw. der Bauherrschaft vorgesehen.

Zürich, 15. März 2024

Bericht Nr. 12897

Ri

Dr. von Moos AG, Geologie + Geotechnik

Dr. Markus von Moos

Dr. Tobias Graf

Verteiler:

Rheinunternehmen

pdf per Mail

Amt für Bevölkerungsschutz

pdf per Mail

Dr. von Moos AG

1 Ex.

BAUGRUNDWERTE

Die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Baugrundwerte haben wir aufgrund der Sondierergebnisse und unserer Erfahrung abgeschätzt. Es handelt sich um die wahrscheinliche Bandbreite vorsichtig gewählter Erwartungswerte, welche je nach betrachteter Bemessungssituation die Baugrundeigenschaften innerhalb der betreffenden Schicht unter den vorherrschenden Spannungsverhältnissen beschreiben. Der charakteristische Wert ist in der angegebenen Bandbreite spezifisch für den jeweiligen geotechnischen Nachweis bzw. die betrachtete Bemessungssituation festzulegen (vgl. SIA 267:2013 / C1:2016 Ziffer 3.5.2.2 und Ziffer 4.2.).

Lockergestein	γ_e [kN/m ³]	φ' [°]	c' 1) [kPa]	M_E 2) [MPa]
künstliche Aufschüttung	18 – 20	27 – 36	0	10 – 20
Dammschüttung	19 – 20	34 – 38	0	20 – 40
Überschwemmungsablagerungen	18 – 19	29 – 33	0 (– 3)	5 – 10
Hinterwasserablagerungen	17 – 19	27 – 32	0 (– 3)	2 – 10
Rheinschotter	20 – 21	34 – 38	0	40 – 60

[1 kN/m³ = 0.1 t/m³] / [1 kPa = 1 kN/m² = 0.1 t/m²] / [1 MPa = 1 MN/m² = 10 kg/cm²] / [1 GPa = 1000 MPa]

Legende:

γ_e = (Feucht-)Raumlaster

φ' = effektiver Winkel der inneren Reibung (Höchstfestigkeit)

c' = effektive Kohäsion (Höchstfestigkeit)

M_E = Zusammendrückungsmodul, Erstbelastung

- 1) In den Lockergesteinsschichten vorhandene Kohäsions- und/oder Reibungsanteile des Bruchwiderstandes können durch Austrocknung, Durchnässung, mechanische Beanspruchung und v.a. infolge grösserer Deformationen (Abfall von Höchst- auf Restfestigkeit) erheblich reduziert werden bzw. im Falle der Kohäsion sogar ganz verloren gehen.
- 2) Der Zusammendrückungsmodul bei Erst- und Wiederbelastung (M_E und M_E') ist spannungsabhängig. Die angegebenen Werte beziehen sich auf das effektive Spannungsniveau auf Höhe der betreffenden Lockergesteinsschicht.

Schachtprotokoll BS_FL_1

Datum / Witterung: 18.07.2023 / schön

Rhein-Kilometer: 51+962

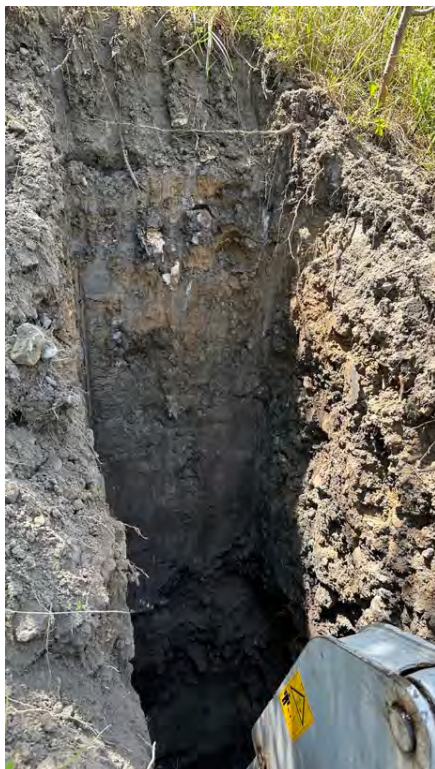
Koordinaten: 2'755'389 / 1'228'677

OK Schacht: 446.47 (= OK Weg Interventionspiste)

0.00 – 0.10 m	Grasnarbe, humos, sandig-siltig, mit Wurzeln
0.10 – 0.40 m	Sand, stark siltig, wenig tonig, viel Kies und Steine und kleine Blöcke, kantig bis angerundet, rostbraun/braun, gefleckt, Holzreste, geruchlich unauffällig
0.40 – 1.00 m	Silt, wenig feinsandig, mässig tonig, mit vereinzelt Kieskomponenten und kleinen Steinen mit leichten Kritzspuren (alpine Kalke), grau/dunkelgrau, z.T. kleine Blöcke, wenig Fremdkomponenten (< 1 Gew.-%; Holzreste), geruchlich unauffällig, zuunterst einzelne Humusbrocken mit Wurzeln
1.00 – 1.60 m	Mittelsand mit mässig bis viel Kies und Steinen bis Blockgrösse, kanten-gerundet bis gerundet, braun/braungrau, vereinzelte, wenig zersetzte Astreste
1.60 – 3.00 m	Fein-/Mittelsand, z.T. Grobsandlagen mit wenig Kies, grau, z.T. wenig siltige Feinsandlagen mit wenig organischen Beimengungen, beige-grau, Bagger hat technischen Defekt und muss aufhören

Schachtwände brechen zwischen 1.00 und 1.60 m leicht nach, ansonsten sind sie kurzfristig standfest, keine Wasserzutritte

<i>Geologische Identifikation:</i>	<i>0.00 – 0.10 m:</i>	<i>Grasnarbe, Humus</i>
	<i>0.10 – 1.60 m:</i>	<i>künstliche Aufschüttung</i>
	<i>1.60 – 3.00 m:</i>	<i>Überschwemmungsablagerungen</i>



Deponiematerial mit wenig Fremdkomponenten



Feinsand (Überschwemmungsablagerungen)

Schachtprotokoll BS_FL_2

Datum / Witterung: 11.07.2023 / schön

Rhein-Kilometer: 51+962

Koordinaten: 2'755'458 / 1'228'656

OK Schacht: 446.20 (= OK Weg, Böschungsfuss Deponie)

0.00 – 0.20 m	Grasnarbe, humos, sandig, feine Wurzeln, braun
0.20 – 0.60 m	Sand, wenig siltig, wenig Kies und kleine Steine, braun, wenig Fremd- komponenten (< 1 Gew.-%; 1 Plasticfolie, 1 Eisenring), geruchlich un- auffällig
0.60 – 2.00 m	oben alpiner Block (ø ca. 1 m), dann Sand mit vereinzelt Kies, kleinen Steinen und organischen Beimengungen, grau/dunkelgrau, vereinzelt grobe Wurzel-/Astreste, zuunterst viele Astreste, kaum Fremdkompo- nenten (< 1 Gew.-%; 1 zerbrochenes Zementrohr), geruchlich unauffällig
2.00 – 2.40 m	Fein-/Mittelsand, lagig etwas grobsandig und gegen unten wenig siltig, grau, trocken, wenig zersetzte Holzreste
2.40 – 3.50 m	Mittelsand z.T. mit Feinsand, z.T. wenig siltig, wenig bis mässig feine organische Beimengungen, grau, trocken

Schachtwände kurzfristig standfest, keine Wasserzutritte

<i>Geologische Identifikation:</i>	<i>0.00 – 0.20 m:</i>	<i>Grasnarbe, Humus</i>
	<i>0.20 – 2.40 m:</i>	<i>künstliche Aufschüttung</i>
	<i>2.40 – 3.50 m:</i>	<i>Überschwemmungsablagerungen</i>



Übergang zu Überschwemmungsablagerungen
schwierig zu bestimmen



Plasticfolie, Eisenring (0.20 – 0.60 m)

Schachtprotokoll BS_FL_3

Datum / Witterung: 18.07.2023 / schön

Rhein-Kilometer: 52+158

Koordinaten: 2'755'430 / 1'228'864

OK Schacht: 448.55 (= 448.05 + 0.50 m; unterer Böschungsbereich der Deponie)

0.00 – 0.10 m	Waldboden, humos mit Wurzeln, sandig, dunkelbraun
---------------	---

0.10 – 1.50 m	Sand, wenig kiesig, wenig kleine Steine, kantig, lokal wenig siltig, vereinzelte Kalksteinblöcke bis ø 0.40 m, oben Wurzeln, hellgrau, wenig Fremdkomponenten (< 1 Gew.-%; Vliesreste, Ziegelbruch, Holzreste), geruchlich unauffällig
---------------	--

1.50 – 2.10 m	Sand, mässig bis stark siltig, wenig Kies, wenig bis mässig kleine Steine, beige und dunkelgrau, gefleckt, kaum mehr Fremdkomponenten, mitteldicht gelagert
---------------	---

2.10 – 2.30 m	Feinsand/Silt bis wenig toniger, feinsandiger Silt, vereinzelt Kieskomponenten und Steine bis \varnothing 12 cm, gerundet (alpine Kalke), zuunterst grosser Block (kein Weiterkommen), dunkelgrau, mitteldicht gelagert
---------------	---

Schachtwände kurzfristig standfest, keine Wasserzutritte

Probe: ca. 2.10 – 2.30 m

Geologische Identifikation: 0.00 – 0.10 m: Waldboden, humos
0.10 – 2.30 m: künstliche Aufschüttung



Ganzer Schacht in Deponieschüttung



ehemaliges Aushubmaterial: Seeablagerungen

Schachtprotokoll BS_FL_4

Datum / Witterung: 11.07.2023 / schön

Rhein-Kilometer: 52+152

Koordinaten: 2'755'488 / 1'228'850

OK Schacht: 446.00 (= OK Weg, Böschungsfuss Deponie)

0.00 – 0.20 m	Grasnarbe, humos, sandig, feine Wurzeln, braun
---------------	--

0.20 – 0.50 m	kiesiger Sand mit wenig bis mässig kleinen Steinen, kantig, wenig bis lokal mässig siltig, braun, gefleckt, wenig Fremdkomponenten (< 1 Gew.-%; 1 zerbrochenes Zementschachtstück), geruchlich unauffällig
---------------	--

0.50 – 1.70 m	Fein-/Mittelsand, wenig siltig, bei ca. -1.40 m Block, kantig, ø 0.40m, darunter (ca. -1.60 m) stösst Bagger wahrscheinlich auf ein grösseres Leitungsrohr aus Zement, das parallel zum Weg verläuft (Schachtaushub beendet)
---------------	--

Schachtwände kurzfristig standfest, keine Wasserzutritte

Geologische Identifikation: 0.00 – 0.20 m: Grasnarbe, Humus
0.20 – 1.70 m: künstliche Aufschüttung



Standort: Deponiefuss



kaum Fremdkomponenten, Zementleitungsrohr
in Schachtsohle

Schachtprotokoll BS_FL_5

Datum / Witterung: 18.07.2023 / schön

Rhein-Kilometer: 52+252

Koordinaten: 2'755'465 / 1'228'955

OK Schacht: 446.88 (= Böschungsfuss Deponie)

0.00 – 0.10 m Waldboden, humos mit Wurzeln, sandig, dunkelbraun

0.10 – 0.30 m Sand, kiesig, mit vielen kleinen Steinen, wenig siltig, oben humos und durchwurzelt, wenig Fremdkomponenten (< 1 Gew.-%; Ziegelbruch, Holzreste), geruchlich unauffällig

0.30 – 3.60 m Feinsand, z.T. Fein-/Mittelsand, lokal wenig siltig, vereinzelt organische Beimengungen, grau/dunkelgrau, z.T. mit beigen Streifen, trocken

Schachtwände kurzfristig standfest, keine Wasserzutritte

<i>Geologische Identifikation:</i>	<i>0.00 – 0.10 m:</i>	<i>Waldboden, humos</i>
	<i>0.10 – 0.30 m:</i>	<i>künstliche Aufschüttung</i>
	<i>0.30 – 3.60 m:</i>	<i>Überschwemmungsablagerungen</i>



Deponieschüttung v.a. in der Böschung



Überschwemmungsablagerungen ab -0.30 m

Schachtprotokoll BS_FL_6

Datum / Witterung: 11.07.2023 / schön

Rhein-Kilometer: 52+246

Koordinaten: 2'755'523 / 1'228'927

OK Schacht: 445.69 (= OK Weg, Böschungsfuss Deponie)

0.00 – 0.20 m Grasnarbe, humos, sandig, feine Wurzeln, braun

0.20 – 1.70 m Sand mit Kies und vielen Steinen, kantig bis kantengerundet, vereinzelt kleine Blöcke, graubraun, gefleckt, gegen unten viel Kies und kleine Steine und lagig wenig bis mässig siltig, bei -1.30 m Block, kantig, Alpenkalk, \varnothing ca. 1 m, darunter weitere kleine Blöcke, wenig Fremdkomponenten (< 1 Gew.-%; 1 Metallspitze, wenig Ziegelbruch), geruchlich unauffällig

1.70 – 2.00 m Mittel-/Grobsand, wenig siltig, gegen unten Feinsand dominant, viele organische Beimengungen, wenig Wiesenkalk, 1 kleines Ziegelbruchstück

2.00 – 3.00 m Fein-/Mittelsand, kaum siltig, wenig kleine organische Beimengungen, grau, trocken

Schachtwände kurzfristig standfest, keine Wasserzutritte

Probe: ca. 1.00 – 1.50 m

<i>Geologische Identifikation:</i>	<i>0.00 – 0.20 m:</i>	<i>Grasnarbe, Humus</i>
	<i>0.20 – 2.00 m:</i>	<i>künstliche Aufschüttung</i>
	<i>2.00 – 3.00 m:</i>	<i>Überschwemmungsabl. od. Binnendamm</i>



kaum Fremdkomponenten in Deponiematerial



kiesiger Sand mit Steinen und kleinen Blöcken

Schachtprotokoll BS_FL_7

Datum / Witterung: 18.07.2023 / schön

Rhein-Kilometer: 52+388

Koordinaten: 2'755'510 / 1'229'084

OK Schacht: 449.32? eher 445.50 gemäss swisstopo (= Böschungsfuss Deponie)

0.00 – 0.10 m Waldboden, humos mit Wurzeln, sandig, dunkelbraun

0.10 – 1.00 m Sand, kiesig, wenig Steine bis \varnothing 0.10 m, kantig, oben durchwurzelt, wenig siltig, lokal siltig-tonige Sandlagen, vereinzelt organische Beimengungen, grau, graubraun, wenig Fremdkomponenten (ca. 1 Gew.-%; Ziegelbruch, Holzreste, kleine Betonblöcke), geruchlich unauffällig

1.00 – 3.40 m Feinsand, lokal wenig siltig, wenig organische Beimengungen, grau/dunkelgrau, trocken, zuunterst wenig bis mässig siltiger Feinsand, erdfeucht

Schachtwände kurzfristig standfest, keine Wasserzutritte

<i>Geologische Identifikation:</i>	<i>0.00 – 0.10 m:</i>	<i>Waldboden, humos</i>
	<i>0.10 – 1.00 m:</i>	<i>künstliche Aufschüttung</i>
	<i>1.00 – 3.40 m:</i>	<i>Überschwemmungsablagerungen</i>



Deponieschüttung mit wenig Fremdkomponenten



Überschwemmungsablagerungen

Schachtprotokoll BS_FL_8

Datum / Witterung: 11.07.2023 / schön

Rhein-Kilometer: 52+388

Koordinaten: 2'755'567 / 1'229'072

OK Schacht: 445.13 (= OK Weg, Böschungsfuss Deponie)

0.00 – 0.10 m	Grasnarbe, humos, sandig, feine Wurzeln, braun
0.10 – 1.00 m	Sand, kiesig, kleine Steine, z.T. kleine Blöcke und Wurzelreste, viele Fremdkomponenten (ca. 5 Gew.-%; Ziegel- und Keramikbruch, Plastikrohre, Pflastersteine aus Zement, kleine Plasticfolienreste), geruchlich unauffällig
1.00 – 1.80 m	kiesiger Sand mit vielen Steinen und Blöcken, Wurzelstock-/Baumstrunkreste, wenig Fremdkomponenten (< 1 Gew.-%; Betonbruchstücke mit Armierungseisen), geruchlich unauffällig, ab -1.40 m blockig und wieder viele Fremdkomponenten (> 5 Gew.-%)
1.80 – 2.80 m	Fein-/Mittelsand, z.T. wenig siltig, lokal feine organische Beimengungen, grau, trocken

Schachtwände kurzfristig standfest, keine Wasserzutritte

<i>Geologische Identifikation:</i>	0.00 – 0.10 m:	Grasnarbe, Humus
	0.10 – 1.80 m:	künstliche Aufschüttung
	1.80 – 2.80 m:	Überschwemmungsabl. od. Binnendamm



Schachtprotokoll BS_FL_9

Datum / Witterung: 18.07.2023 / schön

Rhein-Kilometer: 52+516

Koordinaten: 2'755'537 / 1'229'203

OK Schacht: 444.84 (= Böschungsfuss Deponie)

0.00 – 0.10 m	Waldboden, humos mit Wurzeln, sandig, dunkelbraun
0.10 – 0.30 m	Sand, kiesig, 1 Block in Böschung, kantig, ø 0.60 m, wenig siltig, oben braun, dann grau, wenig Fremdkomponenten (<1 Gew.-%; Ziegelbruch), geruchlich unauffällig
0.30 – 0.60 m	Sand, wenig bis mässig kiesig und kleine Steine, vereinzelt kleine Blöcke, mässig bis lokal stark siltig, leicht tonig, organische Beimengungen, oben Wurzeln, wenig Fremdkomponenten (ca. 1 Gew.-%; Ziegelbruch, kleine Betonblöcke), geruchlich unauffällig
0.60 – 1.80 m	Silt, feinsandig, wenig Kies, organische Beimengungen, dunkelgrau, mässig Fremdkomponenten (< 5 Gew.-%; Ziegelbruch, Betonbruch), geruchlich unauffällig
1.80 – 3.40 m	Feinsand, dünne Lagen mit siltigem Feinsand und wenig organischen Beimengungen, grau/dunkelgrau, trocken, unten erdfeucht

Schachtwände kurzfristig standfest, keine Wasserzutritte

<i>Geologische Identifikation:</i>	<i>0.00 – 0.10 m:</i>	<i>Waldboden, humos</i>
	<i>0.10 – 1.80 m:</i>	<i>künstliche Aufschüttung</i>
	<i>1.80 – 3.40 m:</i>	<i>Überschwemmungsablagerungen</i>



Deponieschüttung bis -1.80 m



Ziegelbruch und Betonblöcke

Schachtprotokoll BS_FL_10

Datum / Witterung: 11.07.2023 / schön

Rhein-Kilometer: 52+520

Koordinaten: 2'755'596 / 1'229'207

OK Schacht: 444.84 (= OK Weg, Böschungsfuss Deponie)

0.00 – 0.10 m Grasnarbe, humos, sandig, feine Wurzeln, braun

0.10 – 1.40 m Sand, kiesig-steinig mit kleinen Blöcken, siltig, braun bis schwärzlich, gefleckt, Wurzel-/Holzreste, viele Fremdkomponenten (ca. 5 Gew.-%; Ziegel-/Keramikbruch, Plasticrohr mit Stahlmanschette, Betonblöcke, Blech), geruchlich unauffällig

1.40 – 1.60 m Silt, wenig feinsandig, wenig tonig, mit gerundeten Kieskomponenten (Typ Seeablagerungen), dunkelgrau, keine Fremdkomponenten

1.60 – 2.80 m Feinsand, z.T. wenig siltig mit wenigen organischen Beimengungen, dunkelgrau

Schachtwände kurzfristig standfest, keine Wasserzutritte

Probe: ca. 0.30 – 0.50 m

<i>Geologische Identifikation:</i>	<i>0.00 – 0.10 m:</i>	<i>Grasnarbe, Humus</i>
	<i>0.10 – 1.60 m:</i>	<i>künstliche Aufschüttung</i>
	<i>1.60 – 2.80 m:</i>	<i>Überschwemmungsabl. od. Binnendamm</i>



Ziegelbruchstücke, Betonblöcke



Deponiematerial über Überschwemmungsablagerungen

Schachtprotokoll BS_FL_11

Datum / Witterung: 11.07.2023 / schön

Rhein-Kilometer: 51+820

Koordinaten: 2'755'440 / 1'228'520

OK Schacht: 445.18 (Schacht in der landseitigen Böschung des alten Binnendamms,
 $\pm 0.00 = +0.60$ m über Ebene Landseite, also ca. 444.0)

0.00 – 0.20 m Waldboden, humos, sandig, viele Wurzeln, dunkelbraun

0.20 – 0.60 m Fein-/Mittelland, z.T. wenige organische Beimengungen, grau/dunkelgrau, keine Fremdkomponenten

0.60 – 2.20 m Feinsand, ganz vereinzelt dünne Lagen mit wenig siltigem Feinsand und etwas mehr organischen Beimengungen, grau/dunkelgrau, trocken

Schachtwände kurzfristig standfest, keine Wasserzutritte

Geologische Identifikation:

0.00 – 0.20 m:	Waldboden, Humus
0.20 – 0.60 m:	Dammschüttung
1.40 – 2.20 m:	Überschwemmungsablagerungen



Aushub von oben vom Dammweg her



Übergang zu den Überschwemmungsablagerungen schwierig feststellbar

Schachtprotokoll BS_FL_12

Datum / Witterung: 11.07.2023 / schön

Rhein-Kilometer: 51+656

Koordinaten: 2'755'397 / 1'228'398

OK Schacht: 445.35 (Schacht in der landseitigen Böschung des alten Binnendamms,
 $\pm 0.00 = +1.00$ m über Ebene Landseite, also ca. 443.5)

0.00 – 0.20 m Waldboden, humos, sandig, viele Wurzeln, dunkelbraun

0.20 – 1.00 m Fein-/Mittelsand (Feinsand dominierend), mässig bis viele Wurzelreste, wenige organische Beimengungen, grau/dunkelgrau, keine Fremdkomponenten

1.00 – 2.60 m Fein-/Mittelsand, vereinzelt dünne Lagen mit wenig siltigem Feinsand und mehr organischen Beimengungen, grau/dunkelgrau

Schachtwände kurzfristig standfest, keine Wasserzutritte

<i>Geologische Identifikation:</i>	<i>0.00 – 0.20 m:</i>	<i>Waldboden, Humus</i>
	<i>0.20 – 1.00 m:</i>	<i>Dammschüttung</i>
	<i>1.00 – 2.60 m:</i>	<i>Überschwemmungsablagerungen</i>



Aushub von oben vom Dammweg her



Übergang zu den Überschwemmungsablagerungen schwierig feststellbar

Schachtprotokoll BS_FL_13

Datum / Witterung: 11.07.2023 / schön

Rhein-Kilometer: 51+434

Koordinaten: 2'755'349 / 1'228'162

OK Schacht: 443.90 (= OK Feld, Fuss Binnendamm, noch im Wald)

0.00 – 0.40 m Waldboden, humos, viele Wurzeln, sandig, wenig siltig, dunkelbraun

0.40 – 2.20 m Feinsand, wenig siltig, mässig bis viele organische Reste, lagenweise Mittel-/Grobsand, dunkelgrau/dunkelbraun, gefleckt, erdfeucht, in Grobsandlagen nass, zuunterst Sand mit Kies und Wasseraufstoss

2.20 – 2.70 m sandiger Kies bis kiesiger Sand mit Steinen, gerundet, grau/dunkelgrau

Schachtwände bis -2.20 m kurzfristig standfest, darunter stark nachbrechend

Wasserzutritt ab -2.20 m, Wsp. bei ca. -2.10 m

<i>Geologische Identifikation:</i>	<i>0.00 – 0.40 m:</i>	<i>Waldboden, Humus</i>
	<i>0.40 – 2.20 m:</i>	<i>Überschwemmungsablagerungen</i>
	<i>2.20 – 2.70 m:</i>	<i>Rheinschotter</i>



Wasseraufstoss bei ca. -2.20 m



Rheinschotter

Schachtprotokoll BS_FL_14

Datum / Witterung: 11.07.2023 / schön

Rhein-Kilometer: 51+436

Koordinaten: 2'755'331 / 1'228'153

OK Schacht: 449.51 (= OK Dammweg, alter Binnendamm)

0.00 – 0.30 m	Waldboden, humos, viele Wurzeln, sandig, wenig siltig, dunkelbraun
0.30 – 1.30 m	Feinsand, humos, wenig siltig, feine Wurzelreste, dunkelbraun, bei -1.20 m alter Wurzelstock bzw. Baumstrunk, darunter Steine bis Blockgrösse, kantig bis angerundet
1.30 – 1.70 m	Mittel-/Grobsand, wenig Kies und Steine bis Blockgrösse, kantig bis angerundet, dunkelbraun, wenige Wurzelreste und kleinere Baumstrünke, ab -1.50 m graubraun und kleine Blöcke bis \varnothing 0.40 m
1.70 – 3.00 m	Fein-/Mittelsand, graubraun/dunkelgrau, vereinzelt dünne Lagen mit wenig siltigem Feinsand und feinen organischen Beimengungen
3.00 – 3.80 m	dito, aber vermehrt Feinsand, wenig siltig mit mässig organischen Beimengungen

Schachtwände kurzfristig standfest, keine Wasserzutritte

Probe: ca. 0.30 – 0.50 m

<i>Geologische Identifikation:</i>	<i>0.00 – 0.30 m:</i>	<i>Waldboden, Humus</i>
	<i>0.30 – 3.80 m:</i>	<i>künstliche Aufschüttung</i>



künstliche Aufschüttung



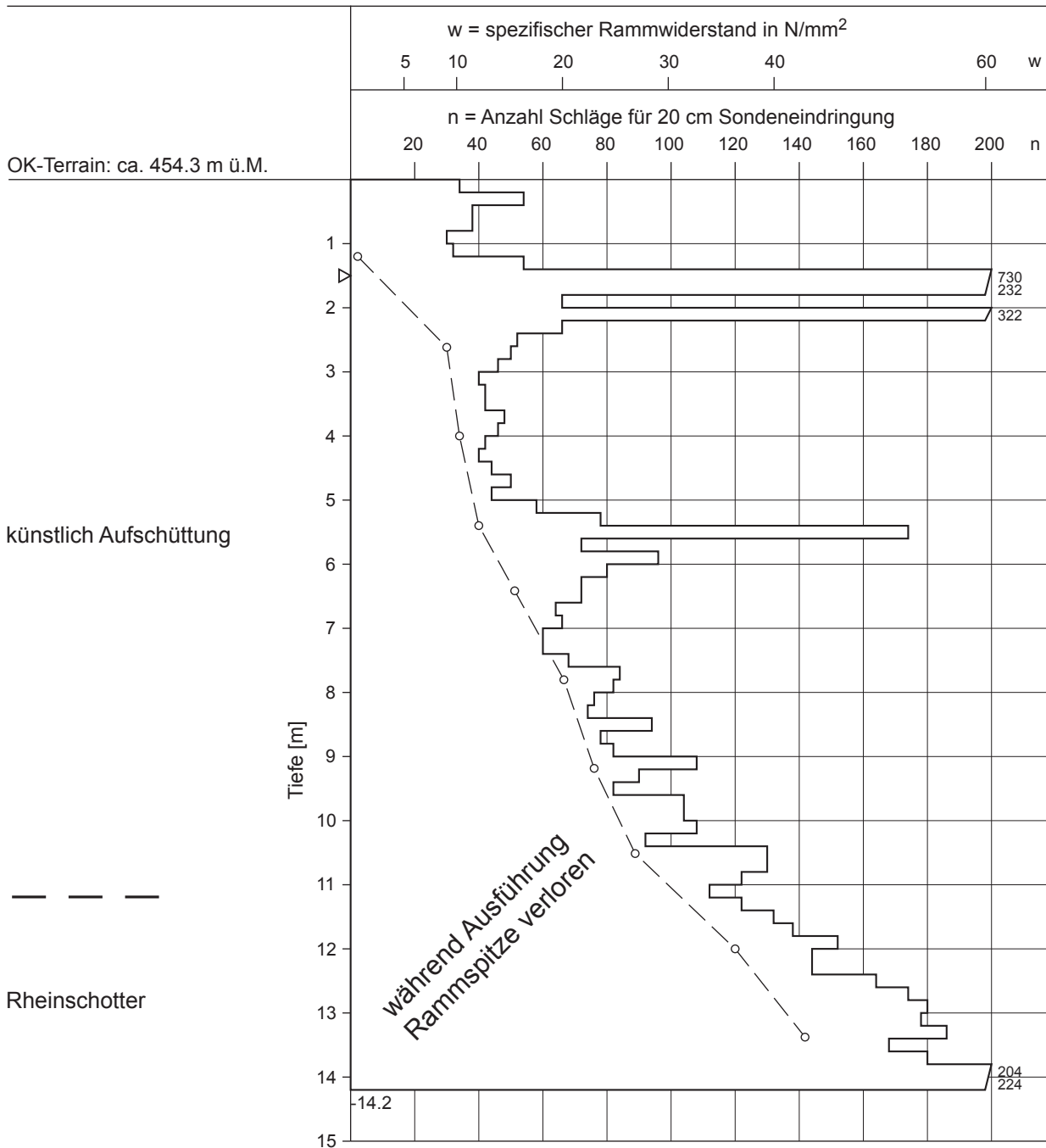
künstl. Aufschüttung: Feinsand mit Baumstrunk

Rammsondierung RS-FL-1

Datum: 04.07.2023

Rammloch verstopft bei -1.50 m am 04.07.2023

Protokollführer: S. Müller



Bärgewicht: 30 kg

Fallhöhe des Bären: 20 cm

Gestängedurchmesser: 2.5 cm

Spitzenquerschnitt: 10 cm²



Beim Ziehen der Sonde Kies gespürt



Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm
und Nachschlagen um 20 cm



Wasserspiegel mit Datum



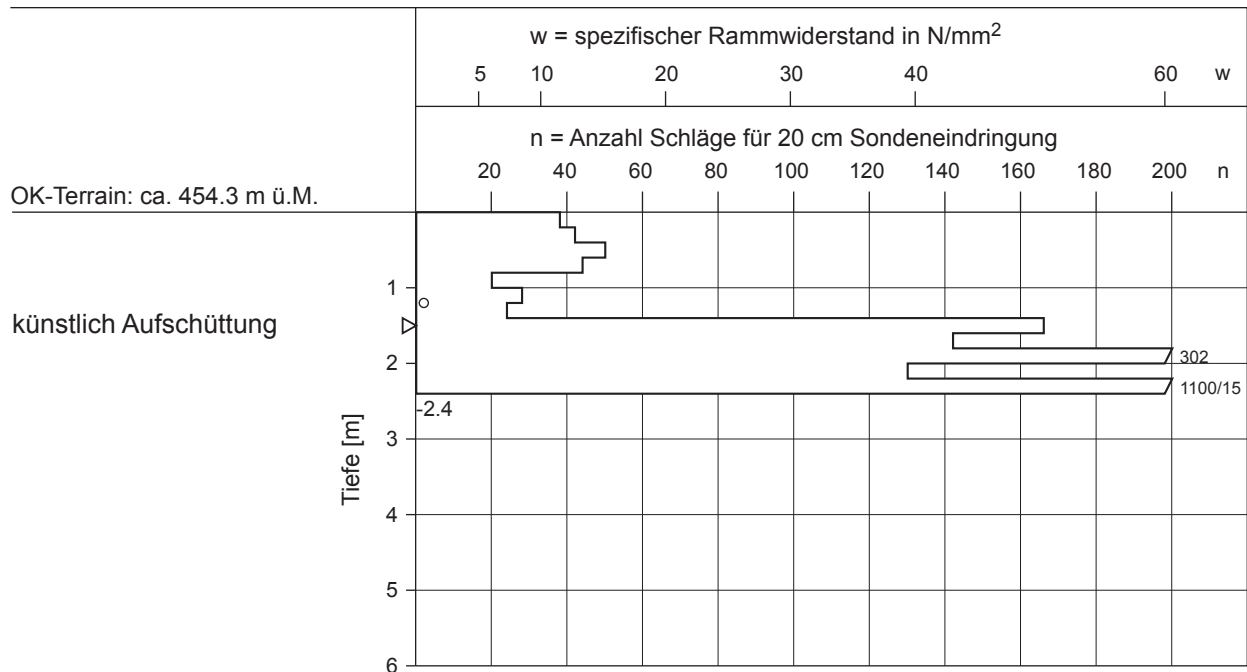
kein Wasser, Rammloch verstopft

Rammsondierung RS-FL-1a

Datum: 05.07.2023

Rammloch verstopft bei -1.50 m am 05.07.2023

Protokollführer: S. Müller

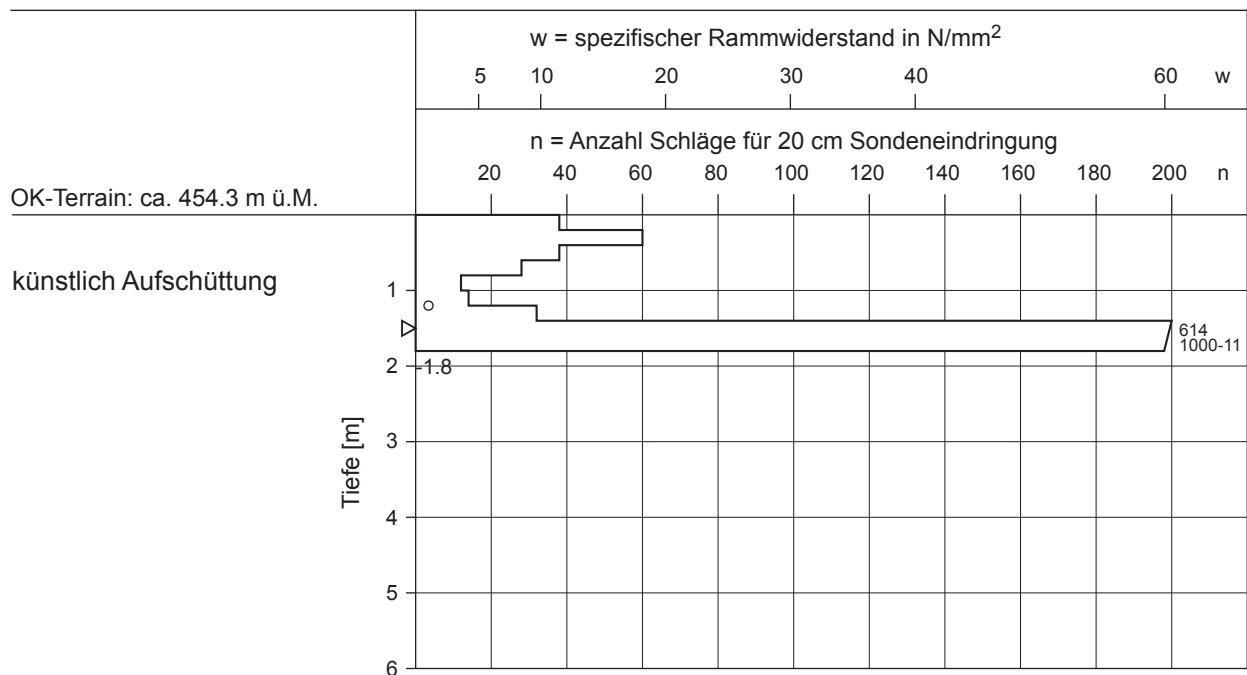


Rammsondierung RS-FL-1b

Datum: 05.07.2023

Rammloch verstopft bei -1.70 m am 05.07.2023

Protokollführer: S. Müller



Bärgewicht: 30 kg

Fallhöhe des Bären: 20 cm

Gestängedurchmesser: 2.5 cm

Spitzenquerschnitt: 10 cm²



Beim Ziehen der Sonde Kies gespürt



Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm
und Nachschlagen um 20 cm



Wasserspiegel mit Datum



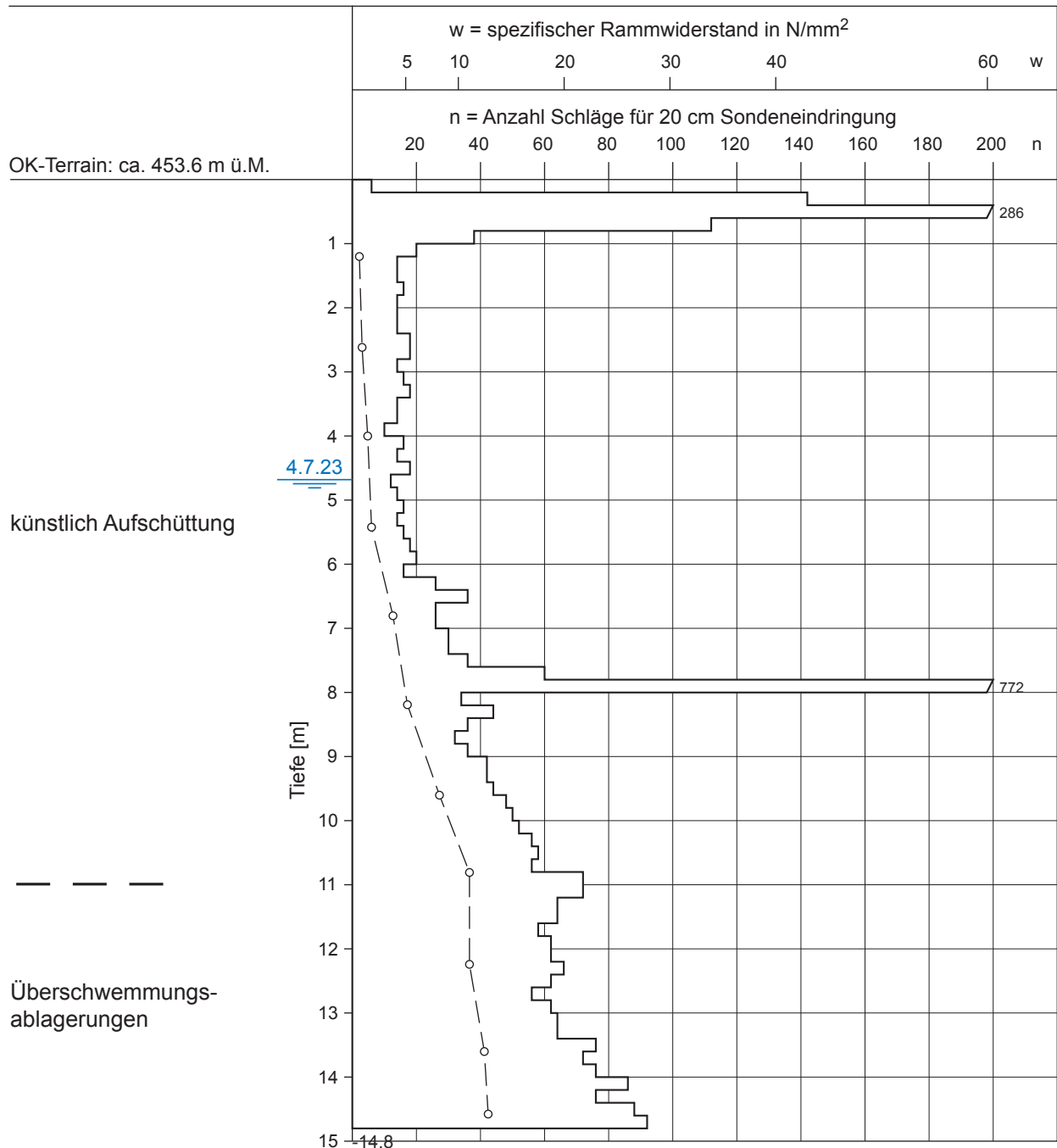
kein Wasser, Rammloch verstopft

Rammsondierung RS-FL-2

Datum: 04.07.2023

Wasserspiegel: -4.68 m am 04.07.2023

Protokollführer: S. Müller



Bärgewicht: 30 kg

Fallhöhe des Bären: 20 cm

Gestängedurchmesser: 2.5 cm

Spitzenquerschnitt: 10 cm²



Beim Ziehen der Sonde Kies gespürt



Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm
und Nachschlagen um 20 cm



Wasserspiegel mit Datum



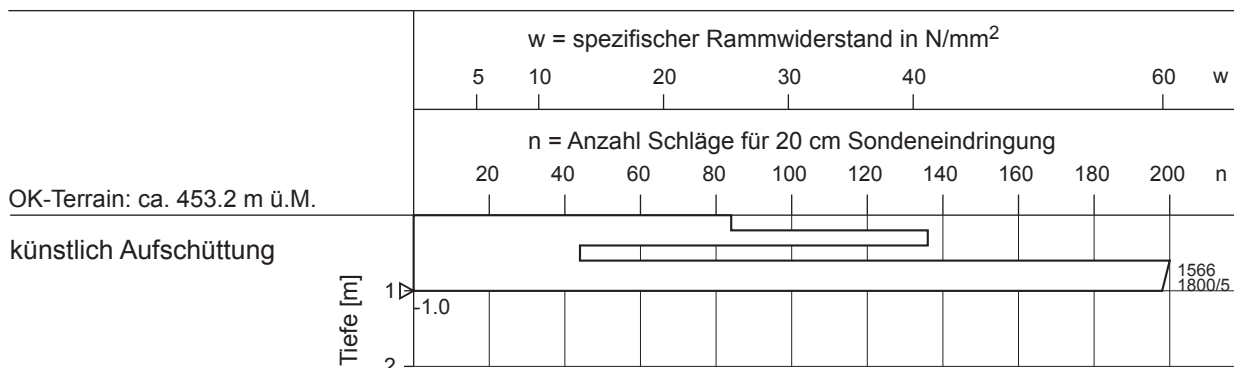
kein Wasser, Rammloch verstopft

Rammsondierung RS-FL-3

Datum: 04.07.2023

Rammloch verstopft bei -1.00 m am 05.07.2023

Protokollführer: S. Müller

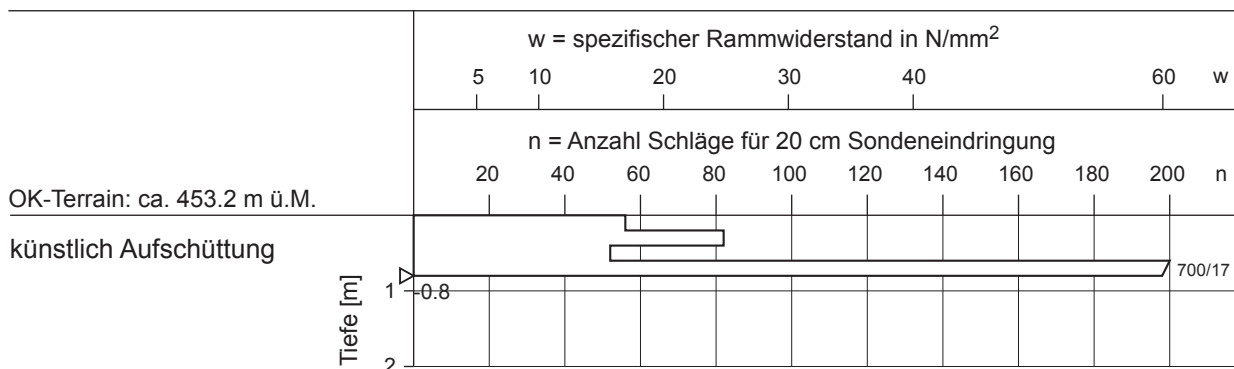


Rammsondierung RS-FL-3a

Datum: 04.07.2023

Rammloch verstopft bei -0.80 m am 05.07.2023

Protokollführer: S. Müller

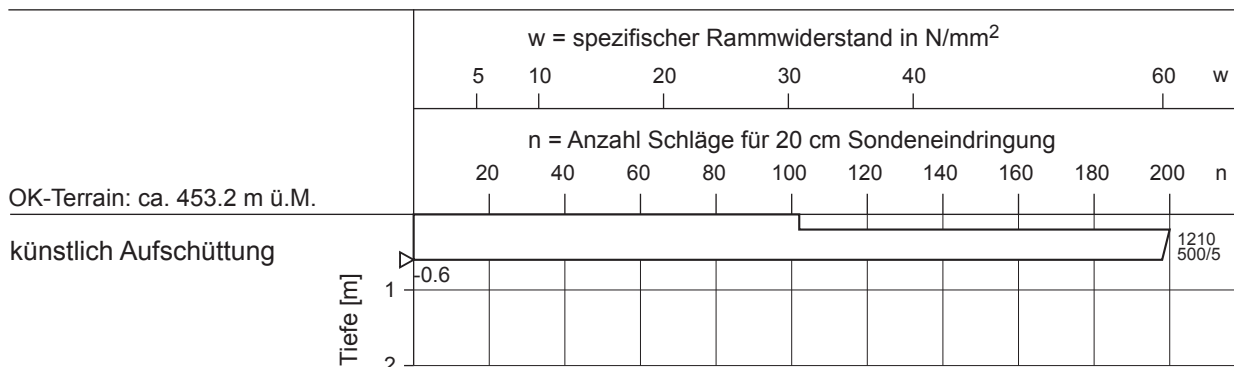


Rammsondierung RS-FL-3b

Datum: 04.07.2023

Rammloch verstopft bei -0.60 m am 05.07.2023

Protokollführer: S. Müller



Bärgewicht: 30 kg

Fallhöhe des Bären: 20 cm

Gestängedurchmesser: 2.5 cm

Spitzenquerschnitt: 10 cm²



Beim Ziehen der Sonde Kies gespürt



Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm
und Nachschlagen um 20 cm



Wasserspiegel mit Datum



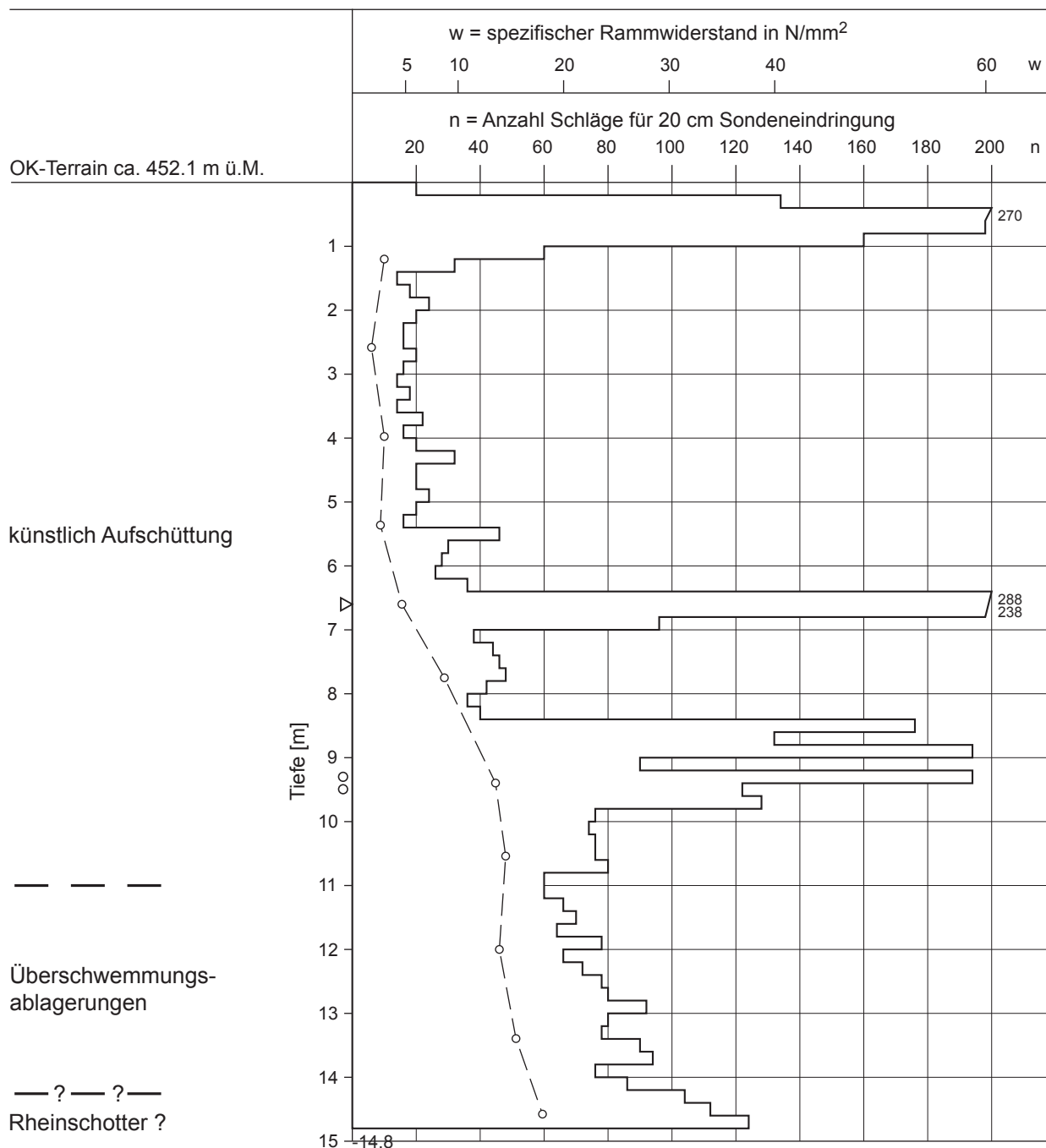
kein Wasser, Rammloch verstopft

Rammsondierung RS-FL-4

Datum: 04.07.2023

Rammloch verstopft bei -6.60 m am 04.07.2023

Protokollführer: S. Müller



Bärgewicht: 30 kg

Fallhöhe des Bären: 20 cm

Gestängedurchmesser: 2.5 cm

Spitzenquerschnitt: 10 cm²

○ | Beim Ziehen der Sonde Kies gespürt

○ - - - Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm
und Nachschlagen um 20 cm

— — — Wasserspiegel mit Datum

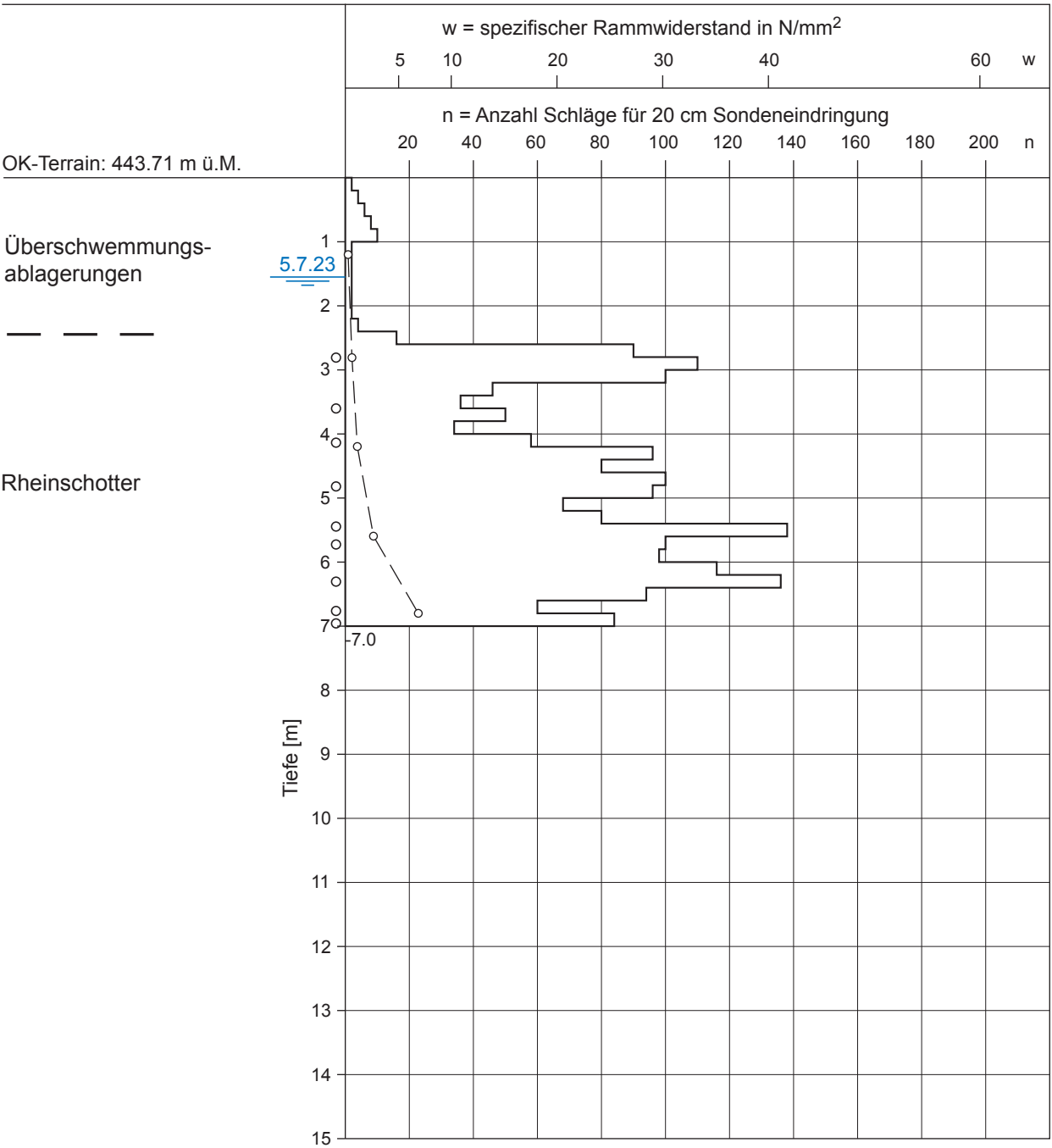
▷ kein Wasser, Rammloch verstopft

Rammsondierung RS-CH-1

Datum: 05.07.2023

Wasserspiegel: -1.55 m am 05.07.2023

Protokollführer: S. Müller



Bärgewicht: 30 kg

Fallhöhe des Bären: 20 cm

Gestängedurchmesser: 2.5 cm

Spitzenquerschnitt: 10 cm²



Beim Ziehen der Sonde Kies gespürt



Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm
und Nachschlagen um 20 cm



Wasserspiegel mit Datum



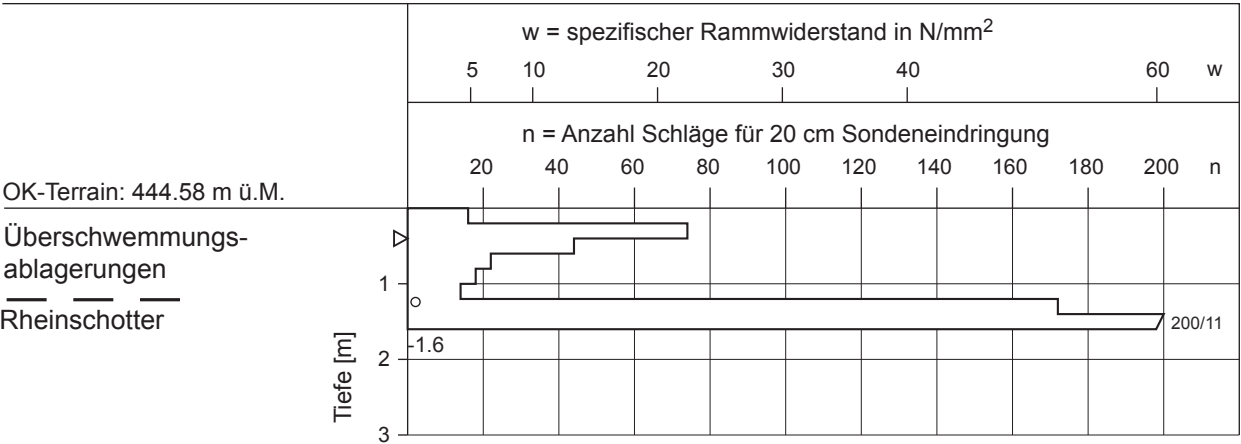
kein Wasser, Rammloch verstopft

Rammsondierung RS-CH-2

Datum: 05.07.2023

Rammloch verstopft bei -0.40 m am 05.07.2023

Protokollführer: S. Müller

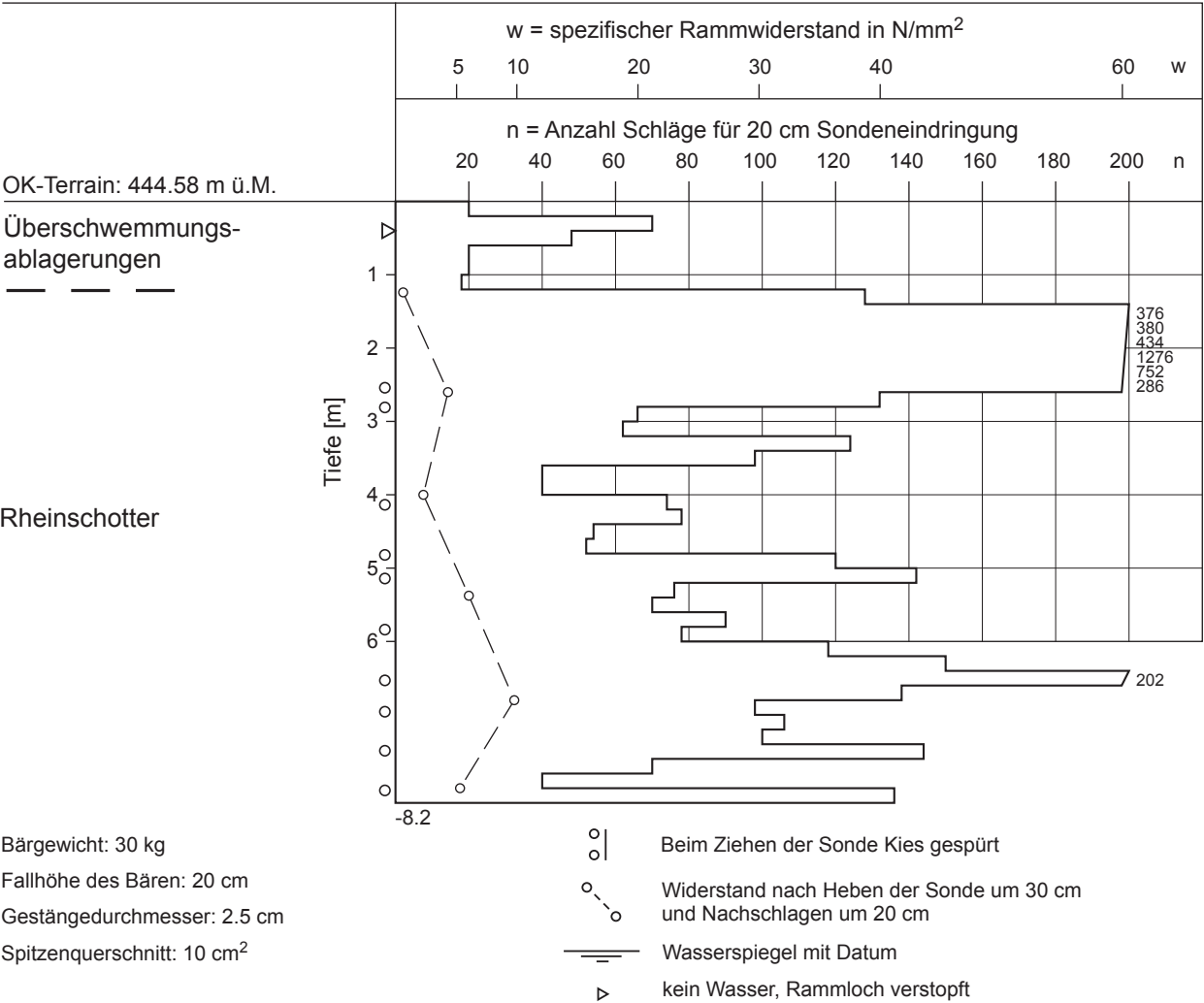


Rammsondierung RS-CH-2a

Datum: 05.07.2023

Rammloch verstopft bei -0.40 m am 05.07.2023

Protokollführer: S. Müller

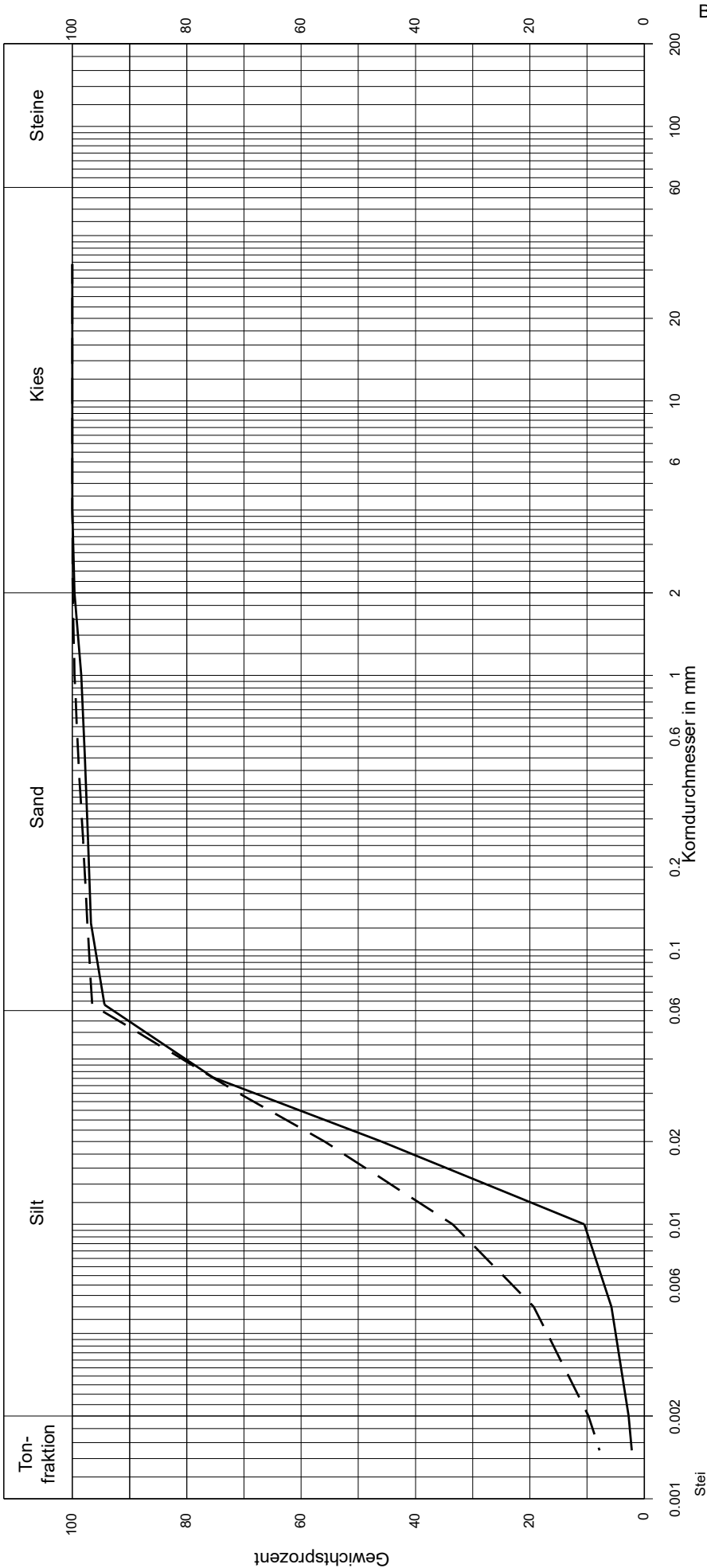


Kornverteilung in Summationskurven

Auftrag: 11061

Aufweitung Alpenrhein, Schaan-Buchs-Eschen

Material- und Feldbezeichnung				Anlieferungszustand				Konsistenz			USCS
Bohrung	Labor Nr.	Tiefe m	Signatur	w %	ρ g/cm ³	ρ_d g/cm ³	ρ_s g/cm ³	w _L %	w _P %	I _P %	
KB CH-4	19893	11.3-11.4	————	56.5			2.73	45.0	36.6	8.4	ML
KB CH-4	19894	13.4-13.5	- - — — -	39.3			2.73	38.1	31.0	7.1	ML



Beilage

Zusammenstellung der Versuchsergebnisse

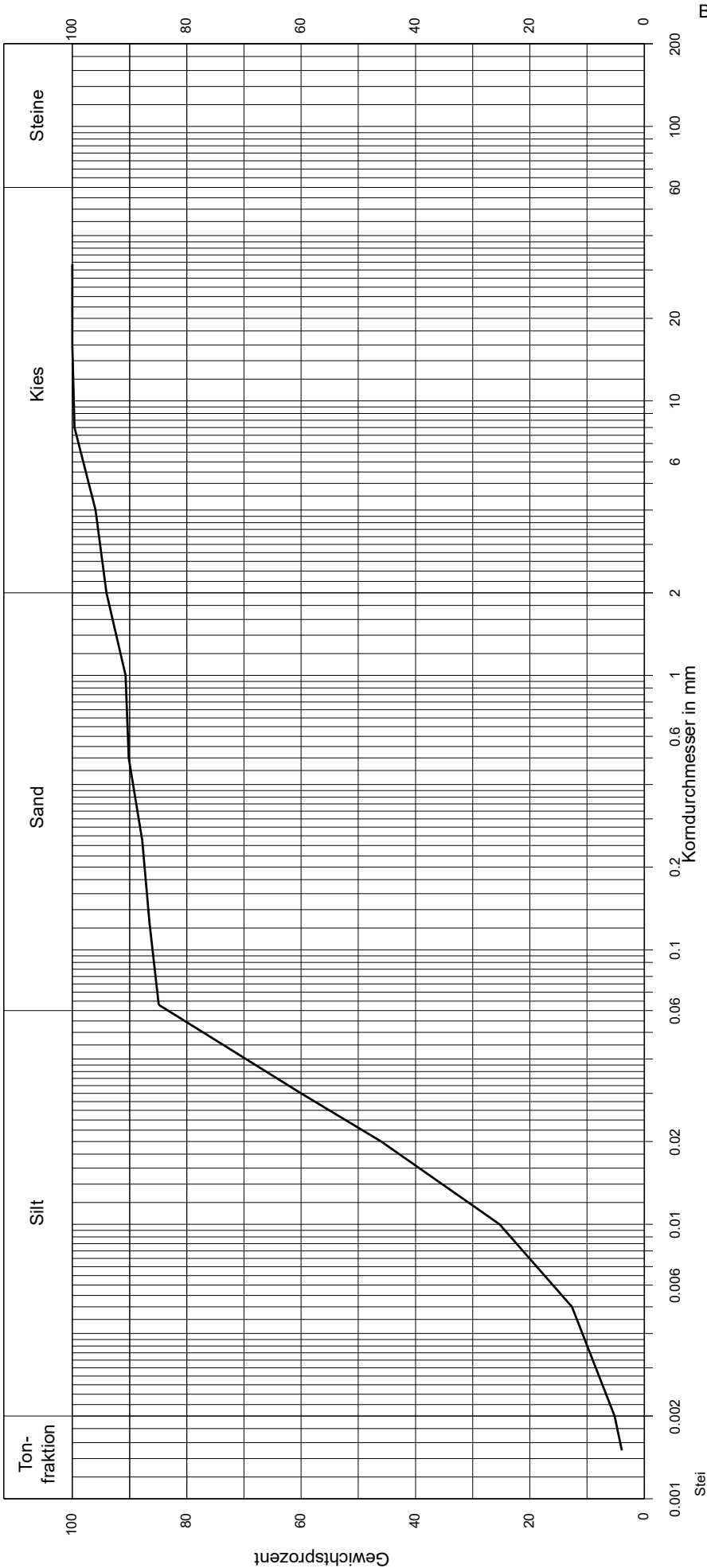
Auftrag: 11061		Aufweitung Alpenrhein, Schaan-Buchs-Eschen			
Material- und Feldbezeichnung					
Labor Nr.		19893	19894		
Bohrung Nr.		KB CH-4	KB CH-4		
Feldbezeichnung der Probe					
Entnahmekote (Tiefe) m		11.3-11.4	13.4-13.5		
USCS-Klassifikation		ML	ML		
Anlieferungszustand					
Wassergehalt	W %	56.5	39.3		
Dichte (feucht)	ρ g/cm ³				
Trockendichte	ρ_d g/cm ³				
Dichte der Festsubstanz	ρ_s g/cm ³	2.73	2.73		
Porosität	n %				
Sättigungsgrad	Sr %				
Carbonatgehalt	Ca %				
Druckfestigkeit	d _c kPa				
Konsistenz					
Flie遝grenze	W _L %	45.0	38.1		
Ausrollgrenze	W _P %	36.6	31.0		
Plastizitätszahl	I _P = W _L - W _P %	8.4	7.1		
Liquiditätsindex	I _L = (W - W _P) / I _P				
Kornverteilung					
D max	mm	4.0	4.0		
> 90 mm	%	0.0	0.0		
< 90 mm	%	100.0	100.0		
< 63 mm	%	100.0	100.0		
< 31.5 mm	%	100.0	100.0		
< 16 mm	%	100.0	100.0		
< 8 mm	%	100.0	100.0		
< 4 mm	%	100.0	100.0		
< 2 mm	%	99.6	99.9		
< 1 mm	%	98.45	99.62		
< 0.5 mm	%	97.81	98.97		
< 0.25 mm	%	97.27	98.13		
< 0.125 mm	%	96.74	97.39		
< 0.063 mm	%	94.39	96.55		
< 0.02 mm	%	45.97	55.90		
< 0.002 mm	%	2.74	9.75		

Kornverteilung in Summationskurven

Auftrag: 11061

Aufweitung Alpenrhein, Schaan-Buchs-Eschen

Material- und Feldbezeichnung				Anlieferungszustand				Konsistenz			USCS
Bohrung	Labor Nr.	Tiefe m	Signatur	w %	ρ g/cm ³	ρ_d g/cm ³	ρ_s g/cm ³	w _L %	w _P %	I _P %	
KB FL-2	19895	21.1-21.25	_____	57.7			2.73	58.8	48.0	10.8	OH



Beilage

Zusammenstellung der Versuchsergebnisse

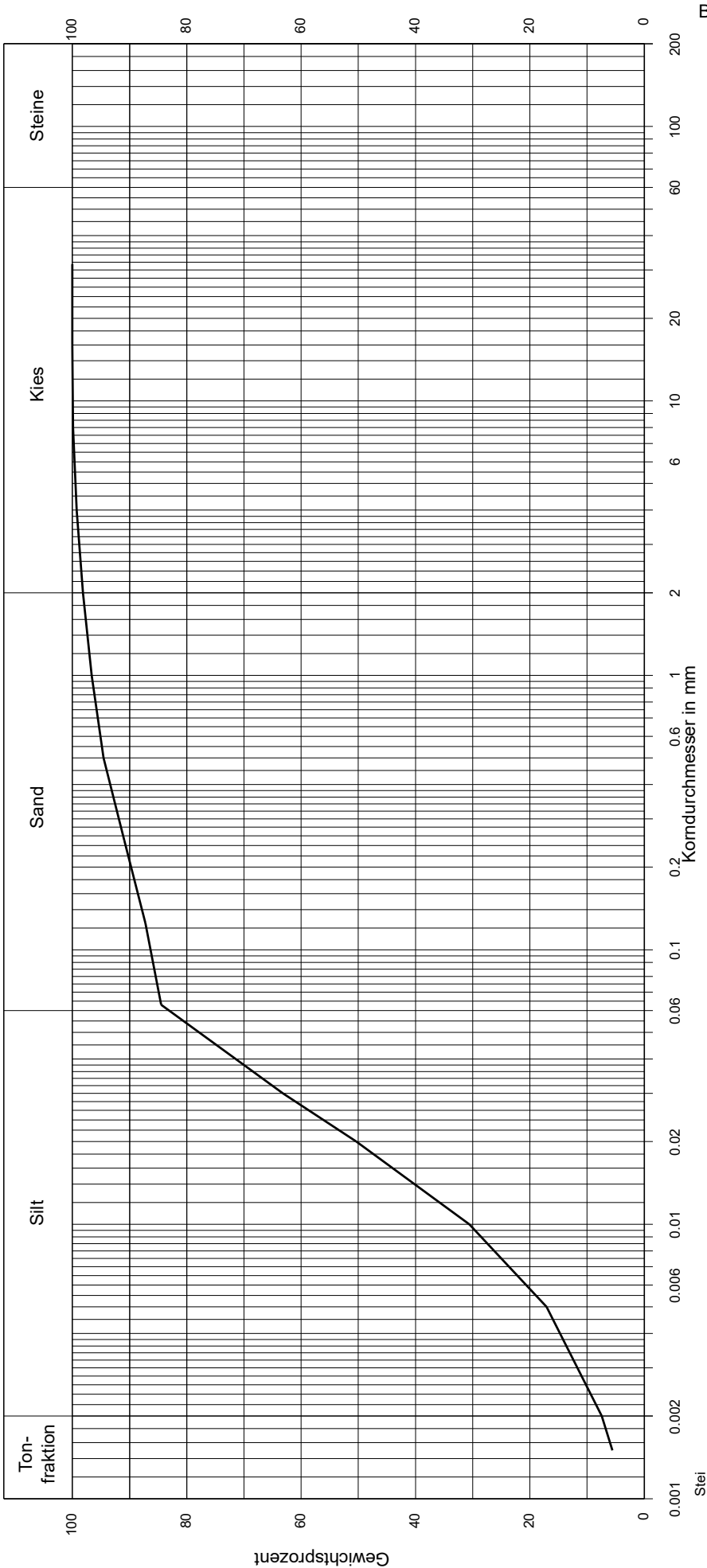
Auftrag: 11061		Aufweitung Alpenrhein, Schaan-Buchs-Eschen			
Material- und Feldbezeichnung					
Labor Nr.		19895			
Bohrung Nr.		KB FL-2			
Feldbezeichnung der Probe					
Entnahmekote (Tiefe) m		21.1-21.25			
USCS-Klassifikation		OH			
Anlieferungszustand					
Wassergehalt	W %	57.7			
Dichte (feucht)	ρ g/cm ³				
Trockendichte	ρ_d g/cm ³				
Dichte der Festsubstanz	ρ_s g/cm ³	2.73			
Porosität	n %				
Sättigungsgrad	Sr %				
Carbonatgehalt	Ca %				
Druckfestigkeit	d _c kPa				
Konsistenz					
Flie遝grenze	W _L %	58.8			
Ausrollgrenze	W _P %	48.0			
Plastizitätszahl	I _P = W _L - W _P %	10.8			
Liquiditätsindex	I _L = (W - W _P) / I _P				
Kornverteilung					
D max	mm	16.0			
> 90 mm	%	0.0			
< 90 mm	%	100.0			
< 63 mm	%	100.0			
< 31.5 mm	%	100.0			
< 16 mm	%	100.0			
< 8 mm	%	99.6			
< 4 mm	%	96.0			
< 2 mm	%	94.0			
< 1 mm	%	90.72			
< 0.5 mm	%	90.16			
< 0.25 mm	%	87.77			
< 0.125 mm	%	86.51			
< 0.063 mm	%	84.89			
< 0.02 mm	%	46.01			
< 0.002 mm	%	5.18			

Kornverteilung in Summationskurven

Auftrag: 11061

Aufweitung Alpenrhein, Schaan-Buchs-Eschen

Material- und Feldbezeichnung				Anlieferungszustand				Konsistenz			USCS
Bohrung	Labor Nr.	Tiefe m	Signatur	w %	ρ g/cm ³	ρ_d g/cm ³	ρ_s g/cm ³	w _L %	w _P %	I _P %	
KB FL-5	19896	20.5-20.6	_____	93.6			2.73	76.0	59.6	16.4	OH



Beilage

Zusammenstellung der Versuchsergebnisse

Auftrag: 11061		Aufweitung Alpenrhein, Schaan-Buchs-Eschen			
Material- und Feldbezeichnung					
Labor Nr.		19896			
Bohrung Nr.		KB FL-5			
Feldbezeichnung der Probe					
Entnahmekote (Tiefe) m		20.5-20.6			
USCS-Klassifikation		OH			
Anlieferungszustand					
Wassergehalt	W %	93.6			
Dichte (feucht)	ρ g/cm ³				
Trockendichte	ρ_d g/cm ³				
Dichte der Festsubstanz	ρ_s g/cm ³	2.73			
Porosität	n %				
Sättigungsgrad	Sr %				
Carbonatgehalt	Ca %				
Druckfestigkeit	d _c kPa				
Konsistenz					
Flie遝grenze	W _L %	76.0			
Ausrollgrenze	W _P %	59.6			
Plastizitätszahl	I _P = W _L - W _P %	16.4			
Liquiditätsindex	I _L = (W - W _P) / I _P				
Kornverteilung					
D max	mm	16.0			
> 90 mm	%	0.0			
< 90 mm	%	100.0			
< 63 mm	%	100.0			
< 31.5 mm	%	100.0			
< 16 mm	%	100.0			
< 8 mm	%	99.9			
< 4 mm	%	99.3			
< 2 mm	%	98.2			
< 1 mm	%	96.63			
< 0.5 mm	%	94.57			
< 0.25 mm	%	90.93			
< 0.125 mm	%	87.24			
< 0.063 mm	%	84.49			
< 0.02 mm	%	50.36			
< 0.002 mm	%	7.44			

BEILAGE

ORGANISCHER GEHALT
Glühverlust bei 440° C

Projekt: Aufweitung Alpenrhein Schaan-Buchs-Eschen
Projekt Nr.: 11061

Labor-Nr.	Bohrung, Tiefe (m)	Organischer Gehalt (%)
19893	KB CH-4, 11.3-11.4 m	3.0
19894	KB CH-4, 13.4-13.5 m	1.2
19895	KB FL-2, 21.1-21.25 m	6.6
19896	KB FL-5, 20.5-20.6 m	16.3

Bestimmt an Fraktion < 0.5 mm

Bachema AG
Analytische Laboratorien

Schlieren, 06. November 2023
JB

Amt für Bevölkerungsschutz
Zollstrasse 45
9490 Vaduz
Liechtenstein

Untersuchungsbericht

Objekt: Nr. 12897, Aufweitung Alpenrhein,
Schaan-Buchs-Eschen, FL

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO/IEC 17025
STS-Nr. 0064

Auftrags-Nr. Bachema	202312963
Proben-Nr. Bachema	57142-57143
Tag der Probenahme	29. September 2023
Eingang Bachema	27. Oktober 2023
Probenahmeort	Eschen, Liechtenstein
Entnommen durch	H. Graf, Dr. von Moos AG
Auftraggeber	Amt für Bevölkerungsschutz, Zollstrasse 45, 9490 Vaduz
Rechnungsadresse	Amt für Bevölkerungsschutz, Zollstrasse 45, 9490 Vaduz
Rechnung zur Visierung	Dr. von Moos AG, Geologie + Geotechnik, M. von Moos, Bachofnerstrasse 5, 8037 Zürich
Bericht an	Dr. von Moos AG, Geologie + Geotechnik, M. von Moos, Bachofnerstrasse 5, 8037 Zürich
Bericht per e-mail an	Dr. von Moos AG, Geologie + Geotechnik, M. von Moos, vonmoos@geovm.ch

Freundliche Grüsse
BACHEMA AG



Simone Peter
Dr. sc. nat. / MSc Biologie

Bachema AG
Analytische Laboratorien

Objekt: Nr. 12897, Aufweitung Alpenrhein, Schaan-Buchs-Eschen,
FL

Auftraggeber: Amt für Bevölkerungsschutz
Auftrags-Nr. Bachema: 202312963

Probenübersicht

Bachema-Nr.	Probenbezeichnung	Probenahme / Eingang Labor
57142 F	KB FL-3, 5.00-5.50 m	29.09.23 / 27.10.23
57143 F	KB FL-4, 9.25-9.55 m	29.09.23 / 27.10.23

Legende zu den Referenzwerten

VVEA Typ A (U)	Grenzwert für unverschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial gemäss der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA), Artikel 19, Absatz 1 (Wiederverwertung oder auf Deponie Typ A zugelassen). *Chrom-VI im Beton für Betonrecycling gemäss "Faktenblatt BAU 6: Beurteilung von schadstoffbelasteten mineralischen Bauabfällen (Beton, Asphalt)", KVV Ost.
VVEA Typ B	Grenzwert für auf Deponien des Typs B zugelassene Abfälle gemäss der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA).

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch


Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO/IEC 17025
STS-Nr. 0064

Abkürzungen

W	Wasserprobe
F	Feststoffprobe
TS	Trockensubstanz
<	Bei den Messresultaten ist der Wert nach dem Zeichen < (kleiner als) die Bestimmungsgrenze der entsprechenden Methode.
{1}	Die Analysenmethode liegt zurzeit nicht im akkreditierten Bereich der Bachema AG.
{2}	Externe Analyse von Unterauftragnehmer / Fremdlabor.
{3}	Feldmessung von Kunde erhoben.

Akkreditierung

	Die Resultate der Untersuchungen beziehen sich auf die im Prüfbericht aufgeführten Proben und auf den Zustand der Proben bei der Entgegennahme durch die Bachema AG. Der vollständige Prüfbericht steht dem Kunden zur freien Verfügung. Die Verwendung von Auszügen (einzelne Seiten) oder Ausschnitten (Teile einzelner Seiten) des Prüfberichts sowie Hinweise auf den Prüfbericht (z.B. zu Werbezwecken oder bei Präsentationen) sind nur mit Genehmigung der Bachema AG gestattet. Detailinformationen zu Messmethode, Messunsicherheiten und Prüfdaten sind auf Anfrage erhältlich (s. auch Dienstleistungsverzeichnis oder www.bachema.ch)
---	---



Bachema AG
Analytische Laboratorien

Objekt: **Nr. 12897, Aufweitung Alpenrhein, Schaan-Buchs-Eschen, FL**

Auftraggeber: Amt für Bevölkerungsschutz
Auftrags-Nr. Bachema: 202312963

Probenbezeichnung	KB FL-3	KB FL-4			Referenzwert	
					VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema	57142	57143				
Tag der Probenahme	29.09.23	29.09.23				
Entnahmetiefe [m]	5.00-5.50	9.25-9.55				

Probenparameter

Angelieferte Probenmenge	kg	1.8	0.7			
--------------------------	----	-----	-----	--	--	--

Schwermetalle aus Schwermetall-Fingerprint (XRF, Hg (AAS), vollständig s. Anhang)

Antimon	mg/kg TS Sb	<2	<2			3	30
Arsen	mg/kg TS As	11	10			15	30
Blei	mg/kg TS Pb	33	52			50	500
Cadmium	mg/kg TS Cd	<0.5	0.5			1	10
Chrom	mg/kg TS Cr	34	37			50	500
Kobalt	mg/kg TS Co	<30	<30				
Kupfer	mg/kg TS Cu	26	34			40	500
Molybdän	mg/kg TS Mo	<10	<10				
Nickel	mg/kg TS Ni	40	75			50	500
Quecksilber	mg/kg TS Hg	<0.1	<0.1			0.5	2
Thallium	mg/kg TS Tl	<2	<2				
Zink	mg/kg TS Zn	79	230			150	1'000
Zinn	mg/kg TS Sn	3	12				

Organische Summenparameter

KW-Index (C10-C40)	mg/kg TS	70	82			50	500
--------------------	----------	----	----	--	--	----	-----

PAK

Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0.05	0.07			0.3	3
Summe PAK	mg/kg TS	<0.50	0.93			3	25

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO/IEC 17025
STS-Nr. 0064

Bachema AG
Analytische Laboratorien

Objekt: Nr. 12897, Aufweitung Alpenrhein, Schaan-Buchs-Eschen,
FL

Auftraggeber: Amt für Bevölkerungsschutz
Auftrags-Nr. Bachema: 202312963

Anhang: Element-Übersichtsanalyse XRF

Probenbezeichnung	KB FL-3	KB FL-4			VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Entnahmetiefe [m]	57142 5.00-5.50	57143 9.25-9.55				

Schwermetalle

Antimon	mg/kg TS Sb	<2	<2			3	30
Arsen	mg/kg TS As	11	10			15	30
Blei	mg/kg TS Pb	33	52			50	500
Cadmium	mg/kg TS Cd	<0.5	0.5			1	10
Chrom	mg/kg TS Cr	34	37			50	500
Kobalt	mg/kg TS Co	<30	<30				
Kupfer	mg/kg TS Cu	26	34			40	500
Molybdän	mg/kg TS Mo	<10	<10				
Nickel	mg/kg TS Ni	40	75			50	500
Quecksilber	mg/kg TS Hg	<0.1	<0.1			0.5	2
Thallium	mg/kg TS Tl	<2	<2				
Zink	mg/kg TS Zn	79	230			150	1'000
Zinn	mg/kg TS Sn	3	12				

Seltene Erden und übrige Elemente

Barium	mg/kg TS Ba	310	240				
Cäsium	mg/kg TS Cs	<10	<10				
Cer	mg/kg TS Ce	72	46				
Gallium	mg/kg TS Ga	11	12				
Germanium	mg/kg TS Ge	<5	<5				
Lanthan	mg/kg TS La	39	27				
Neodym	mg/kg TS Nd	<50	<50				
Niob	mg/kg TS Nb	<10	<10				
Rubidium	mg/kg TS Rb	82	100				
Selen	mg/kg TS Se	<2	<2				
Silber	mg/kg TS Ag	<2	<2				
Strontium	mg/kg TS Sr	310	290				
Uran	mg/kg TS U	<10	<10				
Vanadium	mg/kg TS V	48	73				
Wolfram	mg/kg TS W	<10	<10				

Halogenide / Schwefel

Brom	mg/kg TS Br	<2	3				
Chlor	mg/kg TS Cl	<100	<100				
Iod	mg/kg TS I	<10	<10				
Schwefel	mg/kg TS S	550	680				

Matrizelemente

Aluminium (als Oxid)	% TS Al ₂ O ₃	10	11				
Calcium (als Oxid)	% TS CaO	11	11				
Eisen (als Oxid)	% TS Fe ₂ O ₃	3.4	3.6				
Kalium (als Oxid)	% TS K ₂ O	1.6	1.9				
Magnesium (als Oxid)	% TS MgO	1.7	3.8				
Mangan (als Oxid)	% TS MnO	0.05	0.07				
Phosphor (als Oxid)	% TS P ₂ O ₅	0.2	0.2				
Silizium (als Oxid)	% TS SiO ₂	50	42				
Titan (als Oxid)	% TS TiO ₂	0.47	0.46				

Der Chromgehalt wurde auf Säureaufschluss nach VVEA umgerechnet (Faktor 0.5).

Quecksilberbestimmung mit AAS-Amalgammethode.

Bestimmungsgrenze von Kobalt ist matrixabhängig.

Die häufigste petrografische Bindungsform von Brom, Chlor, Iod und Schwefel sind Bromide, Chloride, Iodide und Sulfate.

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO/IEC 17025
STS-Nr. 0064

Auswertung Flowmeterversuch im Piezometer CH1

Versuch Thermo-Flowmeter von Berghof GmbH
 Datum / Run: 23.10.2023
 Ruhespiegel s = -3.41 m ab OKT
 Pumprate: q = 106 l/min

Piezometerrohr

Tiefe OK Filter z1 = 3 m
 Tiefe UK Filter z2 = 18 m
 OK-Rohr - OK Terrain ΔH = -0.15 m
 Filterrohrdurchmesser: d = 0.1143 m
 Bohrdurchmesser: D = 0.145 m

Ergebnisse Pumpversuch (Grundlagen für Auswertung Flowmeter)

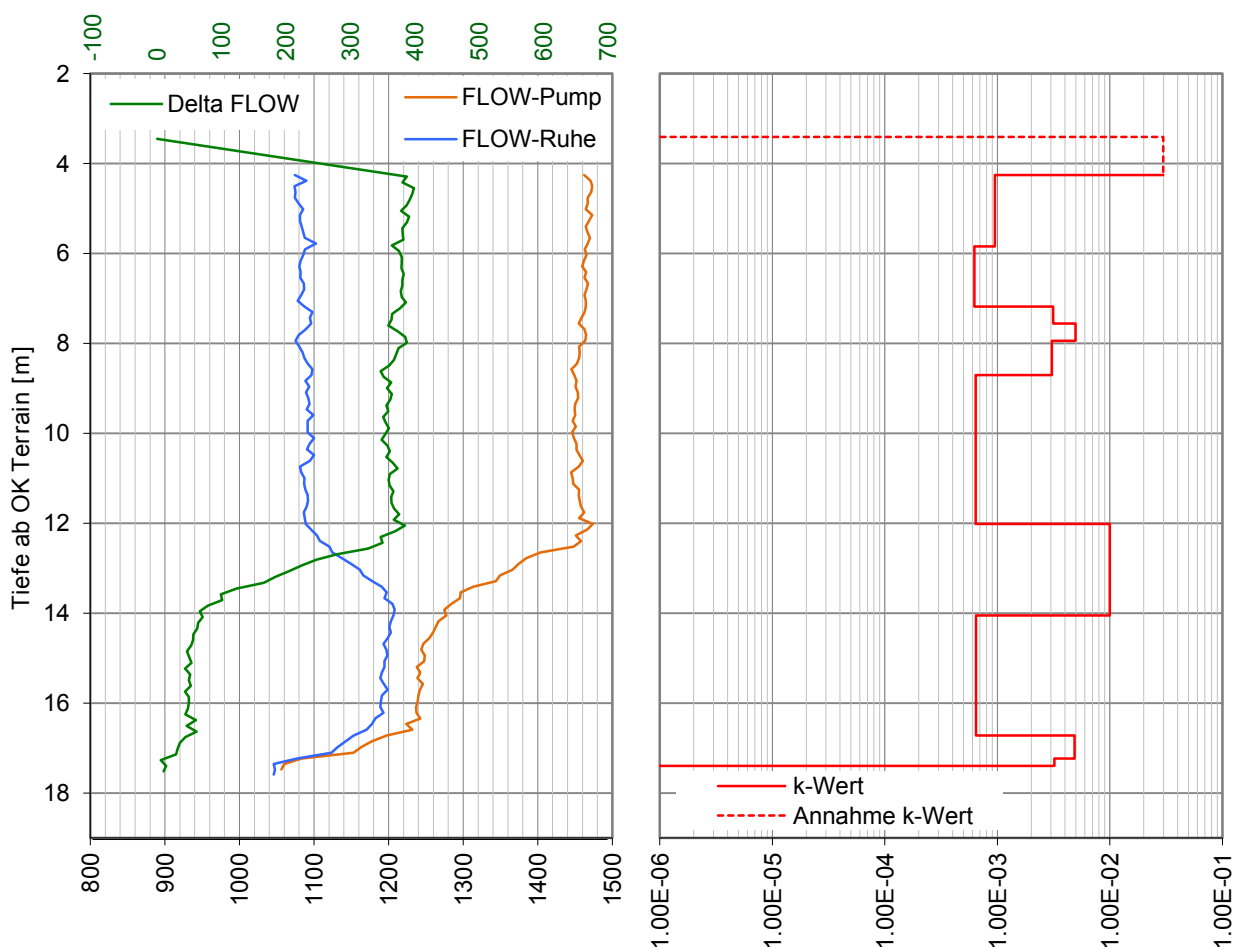
Pumprate q1 = 220 l/min
 Absenkung Δh = 0.05 m
 Mächtigkeit Träger visuell H_{tot} = 14.3 m
 Ruhespiegel ab OKT s = 3.88 m
 Profil-k-Wert ϕ -k = 4.20E-03 m/s
 Transmissivität T = 6.01E-02 m²/s

Berechnung $k_{f,s}$:

$$k_{f,s} = \Delta \text{FLOW}_{(\text{Pump-Ruhe})} / \Delta z \cdot c$$

$$c = T / \Delta \text{FLOW}_{\text{tot}}$$

Tiefenprofile Flowmeterversuch und k-Wert Interpretation



Auswertung Flowmeterversuch im Piezometer CH4

Versuch

Thermo-Flowmeter von Berghof GmbH

Datum / Run:

23.10.2023

Ruhespiegel

s = -2.38 m ab OKT

Pumprate:

q = 109 l/min

Piezometerrohr

Tiefe OK Filter

z1 = 2 m

Tiefe UK Filter

z2 = 19 m

OK-Rohr - OK Terrain

$\Delta H = -0.1$ m

Filterrohrdurchmesser:

d = 0.1143 m

Bohrdurchmesser:

D = 0.145 m

Ergebnisse Pumpversuch (Grundlagen für Auswertung Flowmeter)

Pumprate

q1 = 260 l/min

Absenkung

$\Delta h = 0.08$ m

Mächtigkeit Träger visuell

H_{tot} = 10 m

Ruhespiegel ab OKT

s = 1.14 m

Profil-k-Wert

$\phi-k = 2.60E-03$ m/s

Transmissivität

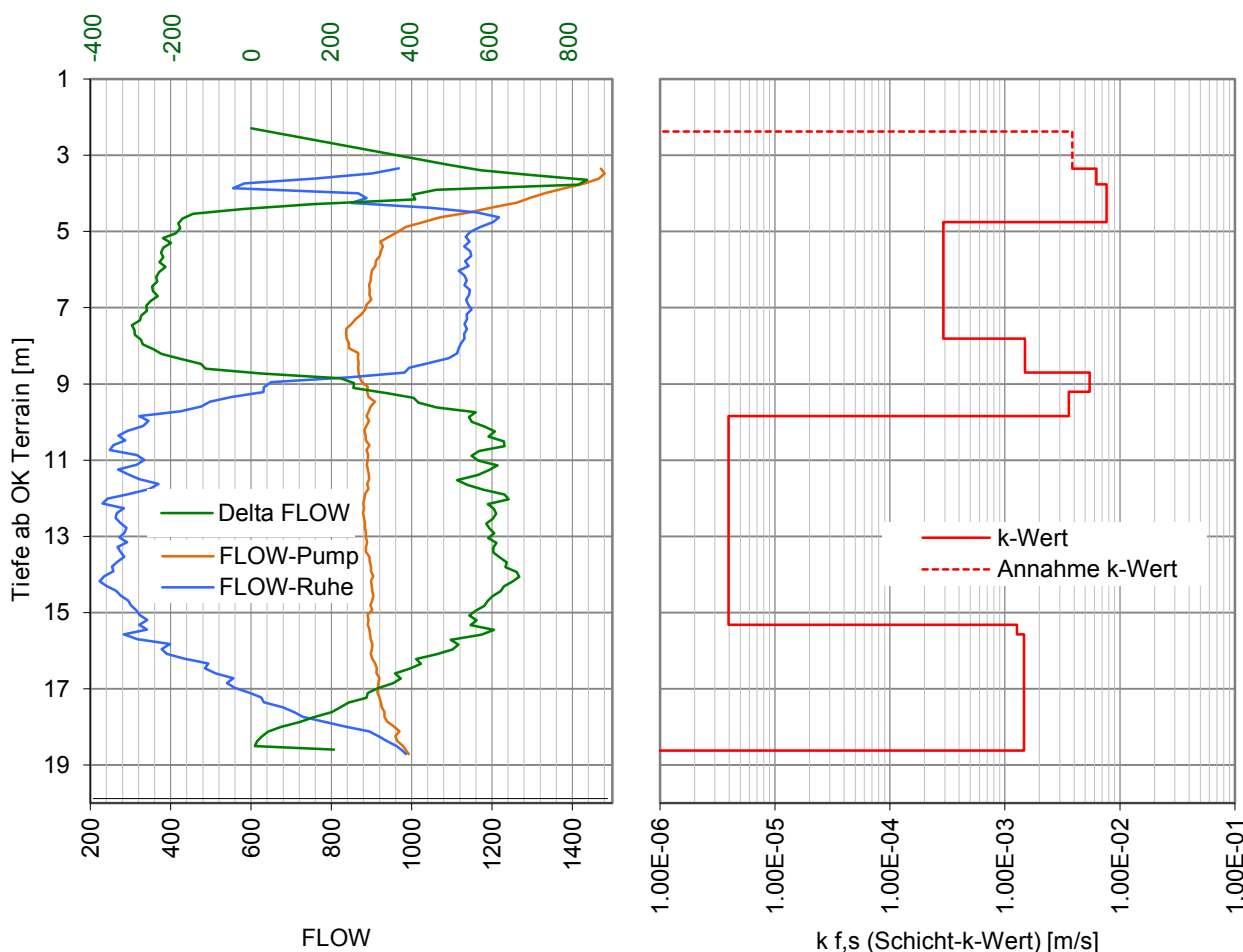
T = 2.60E-02 m²/s

Berechnung $k_{f,s}$:

$$k_{f,s} = \Delta \text{FLOW}_{(\text{Pump-Ruhe})} / \Delta z \cdot c$$

$$c = T / \Delta \text{FLOW}_{\text{tot}}$$

Tiefenprofile Flowmeterversuch und k-Wert Interpretation



Auswertung Flowmeterversuch im Piezometer FL1

Versuch

Thermo-Flowmeter von Berghof GmbH

Datum / Run:

23.10.2023

Ruhespiegel

s = -12.69 m ab OKT

Pumprate:

q = 77 l/min

Piezometerrohr

Tiefe OK Filter

z1 = 14 m

Tiefe UK Filter

z2 = 19 m

OK-Rohr - OK Terrain

$\Delta H = -0.21$ m

Filterrohrdurchmesser:

d = 0.1143 m

Bohrdurchmesser:

D = 0.145 m

Ergebnisse Pumpversuch (Grundlagen für Auswertung Flowmeter)

Pumprate

q1 = 200 l/min

Absenkung

$\Delta h = 0.38$ m

Mächtigkeit Träger visuell

H_{tot} = 6 m

Ruhespiegel ab OKT

s = 12.9 m

Profil-k-Wert

$\phi\text{-}k = 1.80\text{E-}03$ m/s

Transmissivität

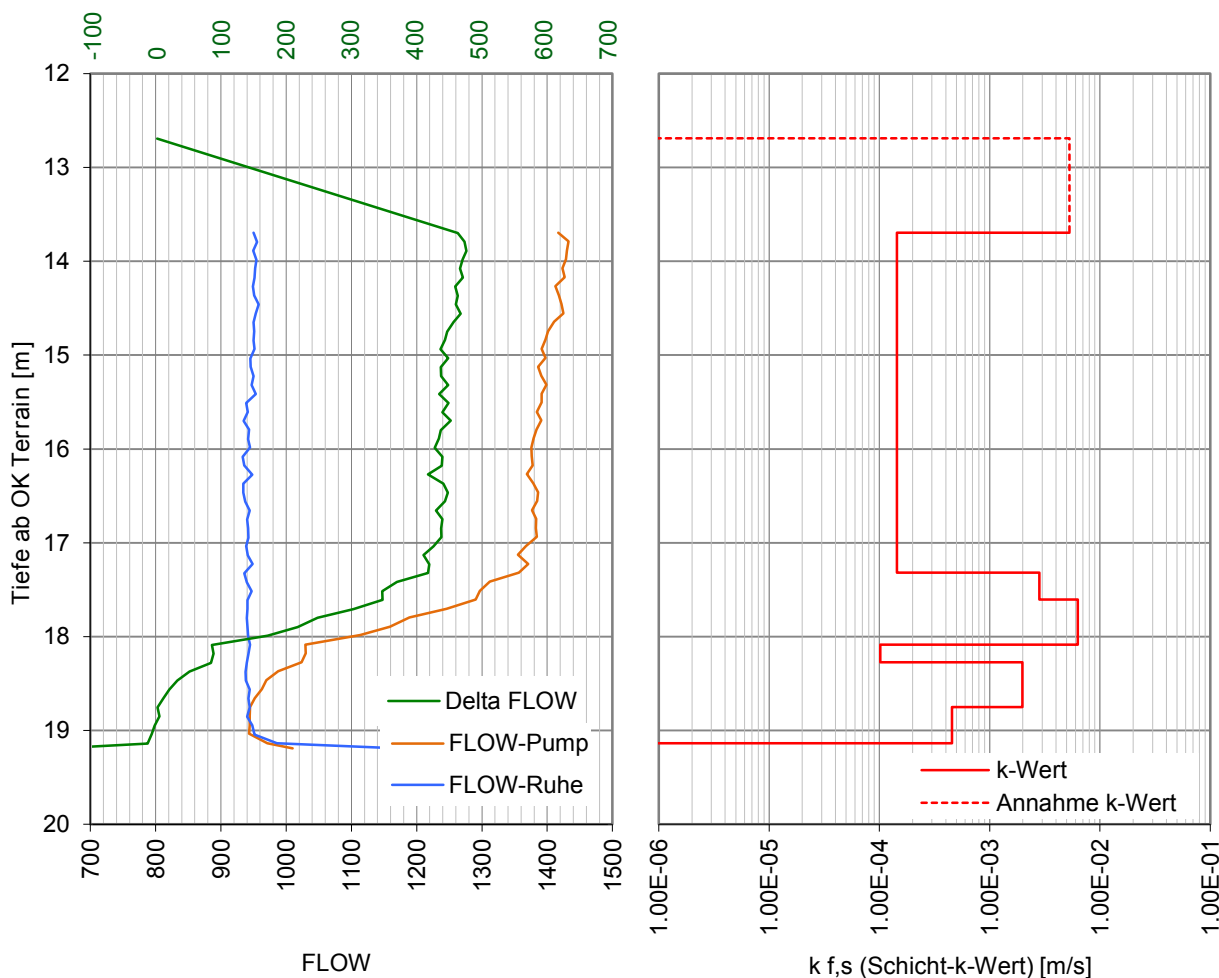
T = 1.08E-02 m²/s

Berechnung $k_{f,s}$:

$$k_{f,s} = \Delta \text{FLOW}_{(\text{Pump-Ruhe})} / \Delta z \cdot c$$

$$c = T / \Delta \text{FLOW}_{\text{tot}}$$

Tiefenprofile Flowmeterversuch und k-Wert Interpretation



Auswertung Flowmeterversuch im Piezometer FL2

Versuch

Thermo-Flowmeter von Berghof GmbH

Datum / Run:

24.10.2023

Ruhespiegel

s = -13.35 m ab OKT

Pumprate:

q = 24 l/min

Piezometerrohr

Tiefe OK Filter

z1 = 13 m

Tiefe UK Filter

z2 = 20 m

OK-Rohr - OK Terrain

$\Delta H = -0.22$ m

Filterrohrdurchmesser:

d = 0.1143 m

Bohrdurchmesser:

D = 0.145 m

Ergebnisse Pumpversuch (Grundlagen für Auswertung Flowmeter)

Pumprate

q1 = 70 l/min

Absenkung

$\Delta h = 3.47$ m

Mächtigkeit Träger visuell

H_{tot} = 4.45 m

Ruhespiegel ab OKT

s = 13.55 m

Profil-k-Wert

$\phi\text{-}k = 9.10\text{E-}05$ m/s

Transmissivität

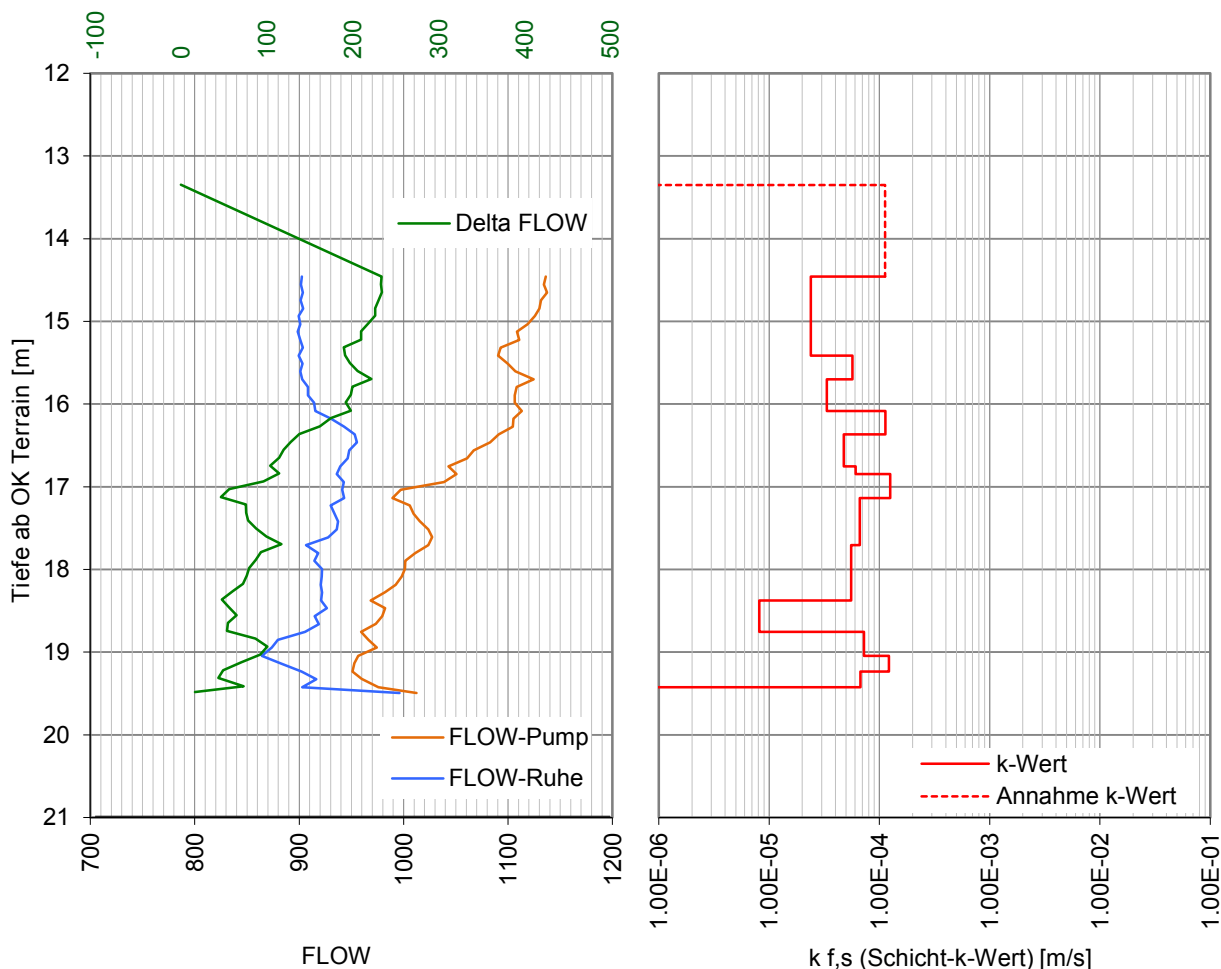
T = 4.05E-04 m²/s

Berechnung $k_{f,s}$:

$$k_{f,s} = \Delta \text{FLOW}_{(\text{Pump-Ruhe})} / \Delta z \cdot c$$

$$c = T / \Delta \text{FLOW}_{\text{tot}}$$

Tiefenprofile Flowmeterversuch und k-Wert Interpretation



Auswertung Flowmeterversuch im Piezometer FL5

Versuch

Thermo-Flowmeter von Berghof GmbH

Datum / Run:

24.10.2023

Ruhspegel

s = -11.72 m ab OKT

Pumprate:

q = 24.6 l/min

Piezometerrohr

Tiefe OK Filter

z1 = 14 m

Tiefe UK Filter

z2 = 18 m

OK-Rohr - OK Terrain

$\Delta H = -0.18$ m

Filterrohrdurchmesser:

d = 0.1143 m

Bohrdurchmesser:

D = 0.145 m

Ergebnisse Pumpversuch (Grundlagen für Auswertung Flowmeter)

Pumprate

q1 = 70 l/min

Absenkung

$\Delta h = 1.35$ m

Mächtigkeit Träger visuell

H_{tot} = 6.04 m

Ruhspegel ab OKT

s = 11.96 m

Profil-k-Wert

$\phi\text{-}k = 2.20\text{E-}04$ m/s

Transmissivität

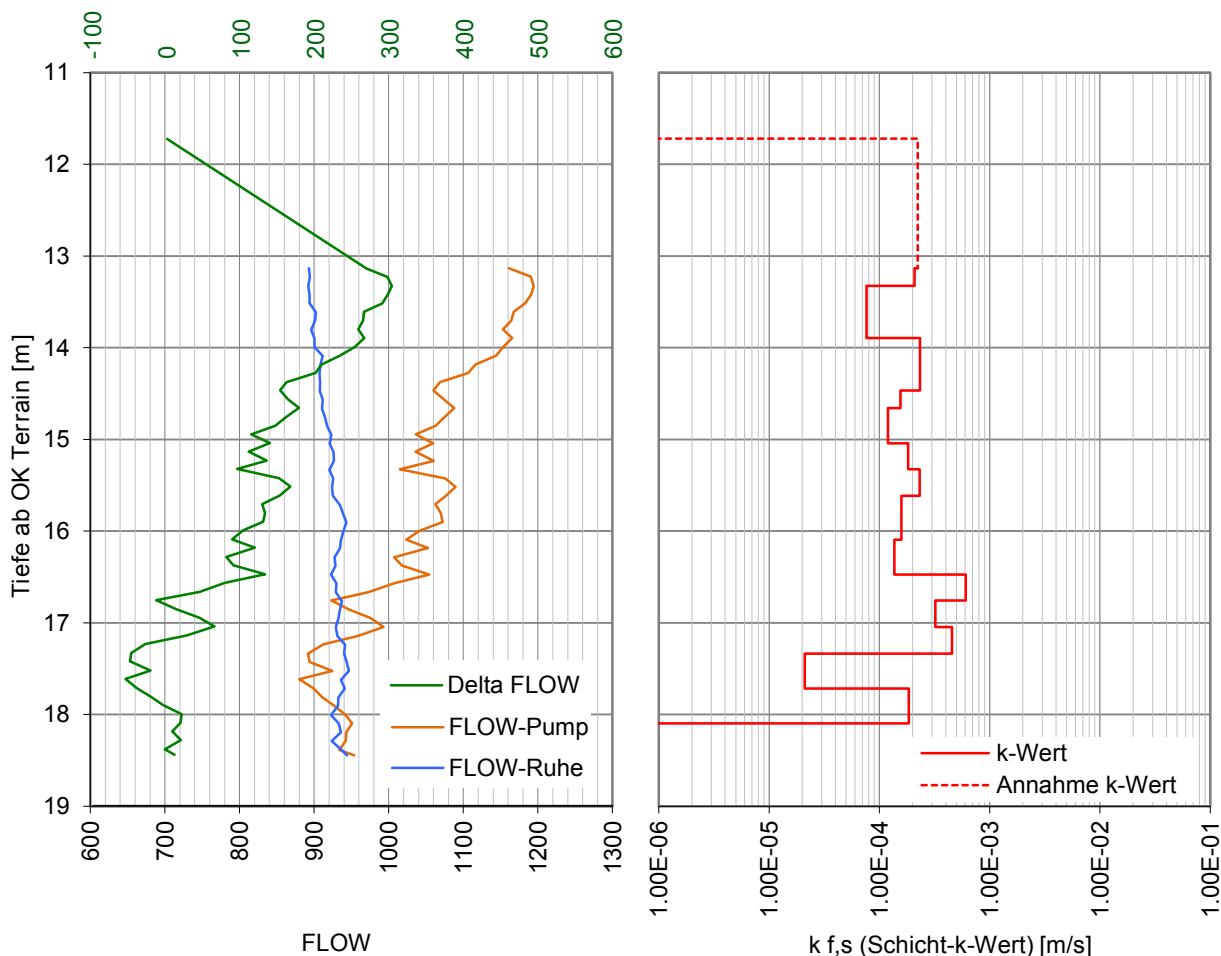
T = 1.33E-03 m²/s

Berechnung $k_{f,s}$:













$$k_{f,s} = \Delta \text{FLOW}_{(\text{Pump-Ruhe})} / \Delta z \cdot c$$

$$c = T / \Delta \text{FLOW}_{\text{tot}}$$

Tiefenprofile Flowmeterversuch und k-Wert Interpretation



Fotodokumentation KB_CH_1

					
					
<p>Foto 1 Meter 0 - 2 Foto: vM/WM (22.08.2023)</p>	<p>Foto 2 Meter 2 - 4 Foto: vM/WM (22.08.2023)</p>	<p>Foto 3 Meter 4 - 6 Foto: vM/WM (22.08.2023)</p>	<p>Foto 4 Meter 6 - 8 Foto: vM/WM (22.08.2023)</p>	<p>Foto 5 Meter 8 - 10 Foto: vM/WM (22.08.2023)</p>	<p>Foto 6 Meter 10 - 12 Foto: vM/WM (22.08.2023)</p>

Fotodokumentation KB_CH_1

					
					
Foto 7 Meter 12 - 14 Foto: vM/WM (22.08.2023)	Foto 8 Meter 14 - 16 Foto: vM/WM (22.08.2023)	Foto 9 Meter 16 - 18 Foto: vM/WM (22.08.2023)	Foto 10 Meter 18 - 20 Foto: vM/WM (22.08.2023)	Foto 11 Meter 20 - 22 Foto: vM/WM (22.08.2023)	Foto 12 Meter 22 - 24 Foto: vM/WM (22.08.2023)

Fotodokumentation KB_CH_1








Foto 14

Meter 24 - 25

Foto: vM/WM
(22.08.2023)

Fotodokumentation KB_CH_2

					
<p>Foto 1</p> <p>Meter 0 - 2</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	<p>Foto 2</p> <p>Meter 2 - 4</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	<p>Foto 3</p> <p>Meter 4 - 6</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	<p>Foto 4</p> <p>Meter 6 - 8</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	<p>Foto 5</p> <p>Meter 8 - 8.6</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	


Fotodokumentation KB_CH_3

					
<p>Foto 1</p> <p>Meter 0 - 2</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	<p>Foto 2</p> <p>Meter 2 - 4</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	<p>Foto 3</p> <p>Meter 4 - 6</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	<p>Foto 4</p> <p>Meter 6 - 8</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	<p>Foto 5</p> <p>Meter 8 - 8.5</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	




Fotodokumentation KB_CH_4

					
<p>Foto 1</p> <p>Meter 0 - 2</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	<p>Foto 2</p> <p>Meter 2 - 4</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	<p>Foto 3</p> <p>Meter 4 - 6</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	<p>Foto 4</p> <p>Meter 6 - 8</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	<p>Foto 5</p> <p>Meter 8 - 10</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>	<p>Foto 6</p> <p>Meter 10 - 12</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(30.08.2023)</p>

Fotodokumentation KB_CH_4

					
<p>Foto 7 Meter 12 - 14 Foto: vM/WM (30.08.2023)</p>	<p>Foto 8 Meter 14 - 16 Foto: vM/WM (30.08.2023)</p>	<p>Foto 9 Meter 16 - 18 Foto: vM/WM (30.08.2023)</p>	<p>Foto 10 Meter 18 - 20 Foto: vM/WM (30.08.2023)</p>	<p>Foto 11 Meter 20 - 20.5 Foto: vM/WM (30.08.2023)</p>	






Fotodokumentation KB_CH_5

					
<p>Foto 1</p> <p>Meter 0 - 2</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 2</p> <p>Meter 2 - 4</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 3</p> <p>Meter 4 - 6</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 4</p> <p>Meter 6 - 8</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 5</p> <p>Meter 8 - 8.6</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	

Fotodokumentation KB_FL_1

					
<p>Foto 1</p> <p>Meter 0 - 2</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 2</p> <p>Meter 2 - 4</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 3</p> <p>Meter 4 - 6</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 4</p> <p>Meter 6 - 8</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 5</p> <p>Meter 8 - 10</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 6</p> <p>Meter 10 - 12</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>

Fotodokumentation KB_FL_1

					
<p>Foto 7 Meter 12 - 14 Foto: vM/WM (14.09.2023)</p>	<p>Foto 8 Meter 14 - 16 Foto: vM/WM (14.09.2023)</p>	<p>Foto 9 Meter 16 - 18 Foto: vM/WM (14.09.2023)</p>	<p>Foto 10 Meter 18 - 20 Foto: vM/WM (14.09.2023)</p>	<p>Foto 11 Meter 20 – 20.6 Foto: vM/WM (14.09.2023)</p>	


Fotodokumentation KB_FL_2

					
<p>Foto 1</p> <p>Meter 0 - 2</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 2</p> <p>Meter 2 - 4</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 3</p> <p>Meter 4 - 6</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 4</p> <p>Meter 6 - 8</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 5</p> <p>Meter 8 - 10</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 6</p> <p>Meter 10 - 12</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>


Fotodokumentation KB_FL_2

					
<p>Foto 7</p> <p>Meter 12 - 14</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 8</p> <p>Meter 14 - 16</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 9</p> <p>Meter 16 - 18</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 10</p> <p>Meter 18 - 20</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 11</p> <p>Meter 20 – 22</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>	<p>Foto 12</p> <p>Meter 22 – 24</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>


Fotodokumentation KB_FL_2

					
<p>Foto 13</p> <p>Meter 24 - 25</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(14.09.2023)</p>					

Fotodokumentation KB_FL_3

					
Foto 1 Meter 0 - 2 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 2 Meter 2 - 4 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 3 Meter 4 - 6 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 4 Meter 6 - 8 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 5 Meter 8 - 10 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 6 Meter 10 - 12 Foto: vM/WM (29.09.2023)

Fotodokumentation KB_FL_3

					
<p>Foto 7</p> <p>Meter 12 - 14</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(29.09.2023)</p>	<p>Foto 8</p> <p>Meter 14 - 16</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(29.09.2023)</p>	<p>Foto 9</p> <p>Meter 16 - 18</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(29.09.2023)</p>	<p>Foto 10</p> <p>Meter 18 - 20</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(29.09.2023)</p>	<p>Foto 11</p> <p>Meter 20 – 20.7</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(29.09.2023)</p>	

Fotodokumentation KB_FL_4

					
<p>Foto 1</p> <p>Meter 0 - 2</p> <p>Foto: vM/WM (29.09.2023)</p>	<p>Foto 2</p> <p>Meter 2 - 4</p> <p>Foto: vM/WM (29.09.2023)</p>	<p>Foto 3</p> <p>Meter 4 - 6</p> <p>Foto: vM/WM (29.09.2023)</p>	<p>Foto 4</p> <p>Meter 6 - 8</p> <p>Foto: vM/WM (29.09.2023)</p>	<p>Foto 5</p> <p>Meter 8 - 10</p> <p>Foto: vM/WM (29.09.2023)</p>	<p>Foto 6</p> <p>Meter 10 - 12</p> <p>Foto: vM/WM (29.09.2023)</p>



Fotodokumentation KB_FL_4

					
Foto 7 Meter 12 - 14 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 8 Meter 14 - 16 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 9 Meter 16 - 18 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 10 Meter 18 - 20 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 11 Meter 20 – 22 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 12 Meter 22 – 24 Foto: vM/WM (29.09.2023)

Fotodokumentation KB_FL_4

					
<p>Foto 13</p> <p>Meter 24 - 25</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(29.09.2023)</p>					


Fotodokumentation KB_FL_5

					
Foto 1 Meter 0 - 2 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 2 Meter 2 - 4 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 3 Meter 4 - 6 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 4 Meter 6 - 8 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 5 Meter 8 - 10 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 6 Meter 10 - 12 Foto: vM/WM (29.09.2023)






Fotodokumentation KB_FL_5

					
Foto 7 Meter 12 - 14 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 8 Meter 14 - 16 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 9 Meter 16 - 18 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 10 Meter 18 - 20 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 11 Meter 20 – 22 Foto: vM/WM (29.09.2023)	Foto 12 Meter 22 – 24 Foto: vM/WM (29.09.2023)

Fotodokumentation KB_FL_5

					
<p>Foto 13</p> <p>Meter 24 - 24.25</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(29.09.2023)</p>					

Fotodokumentation KB_FL_6

					
<p>Foto 1</p> <p>Meter 0 - 2</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(29.09.2023)</p>	<p>Foto 2</p> <p>Meter 2 - 4</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(29.09.2023)</p>	<p>Foto 3</p> <p>Meter 4 - 6</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(29.09.2023)</p>	<p>Foto 4</p> <p>Meter 6 - 8</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(29.09.2023)</p>	<p>Foto 5</p> <p>Meter 8 - 9.5</p> <p>Foto: vM/WM</p> <p>(29.09.2023)</p>	