

Gemeinde Schmerikon

Baugrund Untersuchung

Projektierte Tiefgarage Bahnhofplatz, Schmerikon

Projekt Nr. : **879-1**
Datum : **28. Februar 2017**
Bearbeitung : **Dr. A. J. Zingg**

DR. A. J. ZINGG
HYDROGEOLOGIE
GEOTECHNIK

FELDEGGSTRASSE 3
8645 JONA
055 212 20 94
GEO.ZINGG@BLUEWIN.CH

WEINBERGSTRASSE 25
8623 WETZIKON
044 930 49 59
NATEL : 079 483 18 29

Inhalt

1. Ausgangslage	1
2. Bauprojekt	1
3. Sondierresultate	2
4. Geologische Synthese	3
5. Grundwasserverhältnisse	3
6. Gesteinskennwerte	4
7. Bauliche Aspekte	4
7.1. Foundationsverhältnisse	4
7.2. Baugrube	5
7.3. Aushub	5
7.4. Wasserhaltung	5
7.5. Grundwasser-Durchfluss	5

Tabelle

1. Sondierkoten
2. Gesteinskennwerte
3. Grundwasserdurchfluss

Anhang

1. Situation 1 : 500
2. Rammkernprofile
3. Photographische Dokumentation Kernmaterial
4. Rammprofile
5. Geologisches Querprofil
6. Durchflusssnachweis

1. Ausgangslage

Die Gemeinde Schmerikon plant den Bau einer Tiefgarage beim Bahnhofplatz. Die Terrainkote liegt hier bei 407.5-408.0 m.ü.M., der Seespiegel, an dem sich der Grundwasserspiegel orientiert, liegt bei Mittelwasserstand bei 405.9 m.ü.M., bei Hochwasser steigt er auf etwa 407.1 m.ü.M. („100 jähriges“). Die Bodenplatte der Tiefgarage befindet sich auf Kote 403.8 m.ü.M. d.h. der projektierte Neubau unterliegt dem **Auftrieb**.

Zur Beurteilung der geologischen Verhältnisse, insbesondere hinsichtlich einer **Zugpfählung**, wurden am 10. Februar 2017 zwei Rammkernsondagen sowie drei Rammsondierungen à 20 m abgeteuft. Der vorliegende Bericht gibt die Sondierresultate sowie eine bauliche Beurteilung.

2. Bauprojekt

Es werden zwei Varianten unterschieden; a) die **Kompakt-Variante** als Längsbau mit zwei Parkreihen und 56 Parkplätzen und b) die **Maximal-Variante** mit vier Parkreihen und 78 Parkplätzen. Die zwei Varianten sind in Anhang 1 eingezeichnet. Die Länge der Kompakt-Variante beträgt ≈ 75 m, die Breite ≈ 15 m.

Bei einer Terrainkote von 407.8 m.ü.M. und einer Bodenplatte bei 403.8 m.ü.M. entsteht eine Baugrube von 4 m Tiefe; örtlich bis 4.5 m.

Der Seespiegel, welcher hier als Annäherung des Grundwasserspiegels herangezogen wird, variiert zwischen

407.2 m.ü.M. (Hochwasserstand)

405.9 m.ü.M. (Mittelwasserstand)

405.3 m.ü.M. (Tiefwasserstand)

wobei nicht klar ist, wie sich die Regulierung des Sees auf die Extremalwerte auswirkt.

Im Minimum steht die Garage 1.5 m, im Durchschnitt 2.1 m und im Maximum 3.5 m im Wasser. Es ist mit um maximal **2 m variierendem Auftrieb** zu rechnen.

Aus regulatorischer Sicht gilt zudem, dass gemäss GSchV, Anhang 4, Ziffer 2 im Gewässerschutzbereich A_U keine Anlagen erstellt werden dürfen, welche unter dem mittleren Grundwasserspiegel liegen. Die Behörde kann Ausnahmen bewilligen, wenn die Durchflusskapazität des Grundwassers gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 10% vermindert wird. Ansonsten sind Ersatzmassnahmen erforderlich.

3. Sondierresultate

Für die vorliegende Arbeit wurden **drei Rammsondierungen** und **zwei Rammkernsondierungen** erstellt. Die Lage der Sondagen zeigt Anhang 1, die Rammkernprofile Anhang 2, eine photographische Dokumentation des Kernmaterials Anhang 3, die Rammprofile Anhang 4 und ein geologische Querprofil durch die Tiefgarage Anhang 5.

Die beiden Rammkernsondagen zeigen ähnliche Verhältnisse; im oberen Teil **sandiger bis lehmiger Kies**, darunter in RKS Nr. 2 **reiner Sand**. An drei Stellen musste ein Kernverlust notiert werden. Beim Kernverlust dürfte es sich um rolliges (d.h. nicht klebriges) Material handeln, welches beim Ziehen, - unter Gegenwart von Wasser -, aus dem Kernrohr floss. Am ehesten wäre **Schliesand** zu erwarten; möglicherweise mit einem geringen Feinkiesanteil. Bei sauberem oder sandigem Grobkies treten Steine im Kernrohr als „Klemmer“ auf. Auf jeden Fall wird die Abfolge durch rolliges Material dominiert.

Diese Annahme wird durch die Rammsondierungen bestätigt. Alle drei Rammsondierungen zeigen im oberen Teil einen unruhigen Verlauf mit erhöhten Schlagzahlen; was als Kies interpretiert wird. Der Übergang zum Sand findet je nach Sondage in unterschiedlicher Tiefe statt, wie in Tabelle 1 festgehalten.

Tabelle 1 : Sondierkoten

GW-spiegel in RKS Nr. 2 am 13. Feb. 2017 : 406.00 (Seespiegel : 405.75 m)
am 23. Feb. 2017 : 405.98 (Seespiegel : 405.66 m)

		RS Nr. 2	RS Nr. 3	RKS Nr. 1	RKS Nr. 2
OK Terrain	408.50	407.83	407.35	407.95	407.61
UK Kies = OK Sand	406.7	404.23	403.75	405.35 *	404.71

* Kernverlust als Schliessand interpretiert

Von den drei Rammsondierungen zeigen die Nr. 1 und 2 etwa gleichbleibende Rammschläge bis auf 20 m hinunter. RS Nr. 3 dagegen zeigt einen kontinuierlichen Anstieg; was auf einen gewissen Feinkornanteil im Sand hinweist.

4. Geologische Synthese

Die Sondierresultate zeigen eine **Zweiteilung** des geologischen Untergrundes. Oben besteht dieser aus **Schottern des Aabachs**, darunter folgt der **Sand der See- resp. Deltaablagerungen**. Der Übergang zwischen Bachschottern und Deltaablagerungen ist allgemein fließend. Wie aus diversen geologischen Berichten im Umfeld des Bahnhofs Schmerikon bekannt ist, gilt der Grundsatz, dass die Lithologie oben mit grobem Bachschotter beginnt, gegen unten durch sandige Deltaablagerungen abgelöst wird und schliesslich in sandige und gegen unten immer feinkörnigere, d.h. siltige bis tonige Seeablagerungen endet. Die Grenze zwischen oberliegendem Schotter und darunterfolgendem Sand ist im vorliegenden Fall in den verschiedenen Sondierungen gut definiert und in Tabelle 1 wiedergegeben. In Anhang 1 ist die Grenzfläche mit Hilfe von Isolinien graphisch dargestellt.

Demnach fällt die Grenzfläche Kies/Sand vom Migrolino bei Kote 407 m.ü.M. und einem Gefälle von $\approx 10\%$ gegen Norden, um an der Nordkante der Tiefgarage eine Kote von 403 m.ü.M. zu erreichen.

Interessant ist der in RKS Nr. 1 beobachtete grosse **Kernverlust ab 2.6 m**. Diese Tiefe entspricht einer Kote von 405.35 m.ü.M. Gemäss der Isolinienkarte in Anhang 1 wäre bei dieser Sondierung die Oberkante Sand bei 405.35 m.ü.M. anzutreffen. D.h. genau der Kote des Kernverlusts. Letzterer dürfte mit einiger Sicherheit auf den **Schliesand** zurückzuführen sein.

Übertragen auf das Bauprojekt wird der Grossteil der Tiefgarage auf dem Sand zu stehen kommen. Nur die nördliche Ecke bei RS Nr. 3 steht auf dem Bachschotter.

5. Grundwasserverhältnisse

Zur Beurteilung der Grundwasserverhältnisse wurden am 23. Februar 2017 die Grundwasserstände bei zwei Piezometern, - RKS Nr. 2 sowie einem Piezometer bei der ehemaligen Post -, eingemessen und daraus, in Kombination mit dem Seespiegel, eine **Isohypsenkarte** erstellt. Das Ergebnis zeigt Anhang 1. Wie ersichtlich fliesst das Grundwasser mit einem **Azimut von $\approx 190^\circ$** von Norden nach Süden. Die Fliessrichtung ist durch den tiefen Seespiegel (405.66 m.ü.M. am 23. Februar 2017) bedingt.

Es ist zu ergänzen, dass der Seespiegel schneller variiert und grösseren Schwankungen unterliegt, als das Grundwasser im ufernahen Bereich. Dies aufgrund der **Dämpfung durchs Gestein**. Bei Hochwasser im See darf von einer landwärts gerichteten Fliessrichtung ausgegangen werden. Beim momentan tiefen Seespiegel ist die Fliessrichtung umgekehrt in Richtung See.

Der Seespiegel schwankt zwischen etwa 405.3 m.ü.M. (Niedrigwasser) und 407.3 m.ü.M. (300 jähriges Hochwasser). Wobei nicht klar ist, wie sich die Regulierung am unteren Seende auf die Schwankungen auswirkt.

Die **Gesteinsdurchlässigkeit k** wurde im vorliegenden Projekt nicht bestimmt, da von der Altlastensanierung am See diesbezügliche Werte in analoger Geologie zur Verfügung stehen. Dort wurde für die oberen etwa 7 m mit einem Gemisch aus Kies und Sand ein **k-Wert von $\approx 2 \cdot 10^{-4}$ m/s** bestimmt. Wobei der Kies eine höhere, der Sand eine tiefere Durchlässigkeit aufweist (siehe Tabelle 2).

6. Gesteinskennwerte

Das *geotechnische Modell* unterscheidet zwei Gesteinsarten; den **Aabachschotter** und die **sandigen See- und Deltaablagerungen**. Die geschätzten Gesteinskennwerte sind in Tabelle 2 wiedergegeben.

Tabelle 2 : Gesteinskennwerte

$$1'000 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2 = 1 \text{ MN/m}^2$$

	Dichte	Reibungswinkel	Kohäsion	Tragfähigkeit	Durchlässigkeit *
	kN/m ³	°	kN/m ²	M _E Wert (MN/m ²)	m/s
sauberer Kies	22	35	0	30	$\approx 2 \cdot 10^{-3}$
Sand	20	32	0	10	$\approx 2 \cdot 10^{-5}$

* grobe Schätzungen

7. Bauliche Aspekte

7.1. Fundationsverhältnisse

Wie Anhang 5 zeigt, kommt die Tiefgarage ins Grundwasser zu stehen. Bei einer Kote Bodenplatte von 403.8 m.ü.M. und einem variablem Grundwasserspiegel zwischen -1.4 m (NW : 405.2 m.ü.M.), -2.1 m (MW : 405.9 m.ü.M.) und -3.4 m (HHW : 407.2 m.ü.M.) ist mit **variablem Auftrieb** zu rechnen. Dieser variiert aufgrund der **unterschiedlichen Eintauchtiefen Δh** zwischen $\approx 225 \text{ kN/m}^1$ ($\Delta h = 1.4 \text{ m}$), $\approx 335 \text{ kN/m}^1$ ($\Delta h = 2.1 \text{ m}$) bis maximal $\approx 545 \text{ kN/m}^1$ ($\Delta h = 3.4 \text{ m}$). Diese Zahlen gelten für die Kompakt-Variante und sind bei der Maximal-Variante aufgrund der doppelten Breite doppelt so gross (pro Laufmeter TG).

Bei projektierten Dicken von Decke und Bodenplatte von 0.85 m beträgt die Last bei leerer Garage $\approx 340 \text{ kN/m}$. Diese Zahl entspricht recht genau dem Auftrieb bei Mittelwasserstand ($\approx 335 \text{ kN/m}$). Unterhalb des Mittelwasserstandes entsteht somit eine **Last** auf den Untergrund, oberhalb ein **Auftrieb**.

Im Extremfall eines Tiefstwasserstandes (Eintauchtiefe $\Delta h = 1.4 \text{ m}$) wäre somit eine Nettolast (Last minus Auftrieb) von $\approx 115 \text{ kN/m}$ ($340-225$) zu verbuchen. Auf den Quadratmeter Bodenplatte bezogen entspricht dies 7 kN/m^2 oder 0.07 kg/cm^2 . Dies ist eine **absolut vernachlässigbare Sohlpressung**. Der Sand weist eine mittlere Tragfähigkeit von $\approx 10 \text{ MN/m}^2$ auf, welcher diese Last problemlos aufnehmen kann. Selbst unter hohen Stützlasten sind keine Setzungen zu erwarten.

Umgekehrt stellt sich beim Auftrieb die Frage nach der **Auftriebssicherung**. Möglichkeiten sind; eine beschwerte oder seitlich auskragende Bodenplatte oder Zugpfähle. Im Vordergrund stehen Zugpfähle.

Die Mantelreibung hängt vom Pfahltyp ab und kann nur mit grosser Ungenauigkeit prognostiziert werden. Hier sind Angaben seitens des Unternehmers hilfreich. Die deutsche Pfahlnorm gibt für Mikropfähle einen charakteristischen Wert von $\approx 100 \text{ kN/m}^2$, was einem Gebrauchswert von $\approx 50 \text{ kN/m}^2$ entspricht. Verglichen zum Druckpfahl empfiehlt die Norm für Zugpfähle eine zusätzliche Abminderung vom charakteristischen Wert.

Im Falle einer Pfahlfundation sind diese beim Nachweis des Grundwasser-Durchflusses zu berücksichtigen. Details dazu sind aber erst mit Hilfe eines konkreten Pfahlplans möglich.

7.2. Baugrube

Je nach Variante entsteht eine Baugrube von 75 m Länge und 17 m Breite (Kompakt-Variante). Das Gesteinsmaterial ist kiesig bis sandig und entsprechend durchlässig. Der Wasserzustrom ist beträchtlich und die Umwandung muss dicht resp. möglichst undurchlässig gestaltet sein. Im Vordergrund steht eine **Spundwand**. Aufgrund der Dimensionen ist diese rückzuverankern; eine Quer- oder Eckspriessung wäre zu aufwendig. Der mächtige Sanduntergrund ist für das Einvibrieren der Larsen gut geeignet. Mit Findlingen oder harten Hinternissen ist nicht zu rechnen.

7.3. Aushub

Gemäss den bisherigen und der neuen Erkenntnisse ist primär mit kiesigem, sekundär mit sandigem Aushubmaterial zu rechnen. Ersterer ist als **Wandkies II wiederverwendbar**, müsste vermutlich noch aufbereitet werden. Ob der Sand zu gebrauchen ist, entscheidet der ausführende Unternehmer.

Obwohl bei beiden Rammkernen keine Hinweise einer Auffüllung oder von Belastungen gefunden wurden, muss mit **belastetem Aufüllmaterial** gerechnet werden. Aufgrund der Sondierresultate sind dazu keine näheren Angaben möglich.

Im Falle einer Realisierung des Projekts wäre es empfehlenswert, z.B. am Westende der Baugrube ein temporäres **Zwischenlager** vorzusehen, wo belastetes Material zwischengelagert, beprobt, analysiert und anschliessend fachgerecht entsorgt werden könnte.

7.4. Wasserhaltung

Um ein Begehen und eventuell Befahren der Grubensohle während der Aushub- und Bauphase gewährleisten zu können, muss der Grundwasserspiegel unter die Sohle abgesenkt werden. Mit offener Wasserhaltung ist dies nicht möglich. Alternativ bietet sich das **Wellpoint Verfahren** an. Bei einer Absenkung von maximal 3.4 m ist dieses Verfahren problemlos anwendbar.

Im Falle der Maximal-Variante sind vermutlich drei Saugreihen nötig; je eine entlang der Nord- und Südwand sowie eine mittlere, welche die Absenkung entlang der zentralen Längsachse übernimmt.

Zu Spundwand und Wellpoint im sandigen Untergrund des Seeuferbereichs liegen Analogieangaben seitens der Sanierung der „Altlast am See“ vor.

7.5. Grundwasser Durchfluss

Im Falle des Grundwasserdurchflusses muss die durch den Neubau behinderte Fläche einer bestimmten Durchlässigkeit durch eine Ersatzfläche mit höherer Durchlässigkeit kompensiert werden. Das zugrundeliegende Modell ist in Anhang 6a dargestellt. Die für die Berechnungen relevanten Daten sind in der folgenden Tabelle 3 zusammengefasst

Tabelle 3 : Grundwasser Durchfluss

Grundwasser Fliessrichtung :	N-S resp. S-N
mittlerer Grundwasserspiegel :	405.9 m.ü.M.
UK Bodenplatte :	403.8 m.ü.M.
Eintauchtiefe :	2.1 m
Gebäudebreite :	70 m
behinderte Fläche :	147 m ²
Durchlässigkeit Sand-Kies Gemisch:	2 10 ⁻⁴ m/s

Flächentransmissivität : 0.03 m³/s (ohne Behinderung, durch Ersatzmassnahme wiederherzustellen)

Die mit der behinderten Fläche und der durchschnittlichen Gesteinsdurchlässigkeit errechnete **Flächentransmissivität** beträgt $\approx 0.03 \text{ m}^3/\text{s}$.

Als Ersatzmassnahme wird ein Sickerteppich unterhalb der Bodenplatte der Tiefgarage vorgeschlagen, dessen Dicke von dessen Durchlässigkeit abhängt. Die Dicke in Funktion der Gesteinsdurchlässigkeit des Sickerteppichs zeigt Anhang 6b, wobei der k-Wert des Sickerkieses zwischen $1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ und $1 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$ variiert.

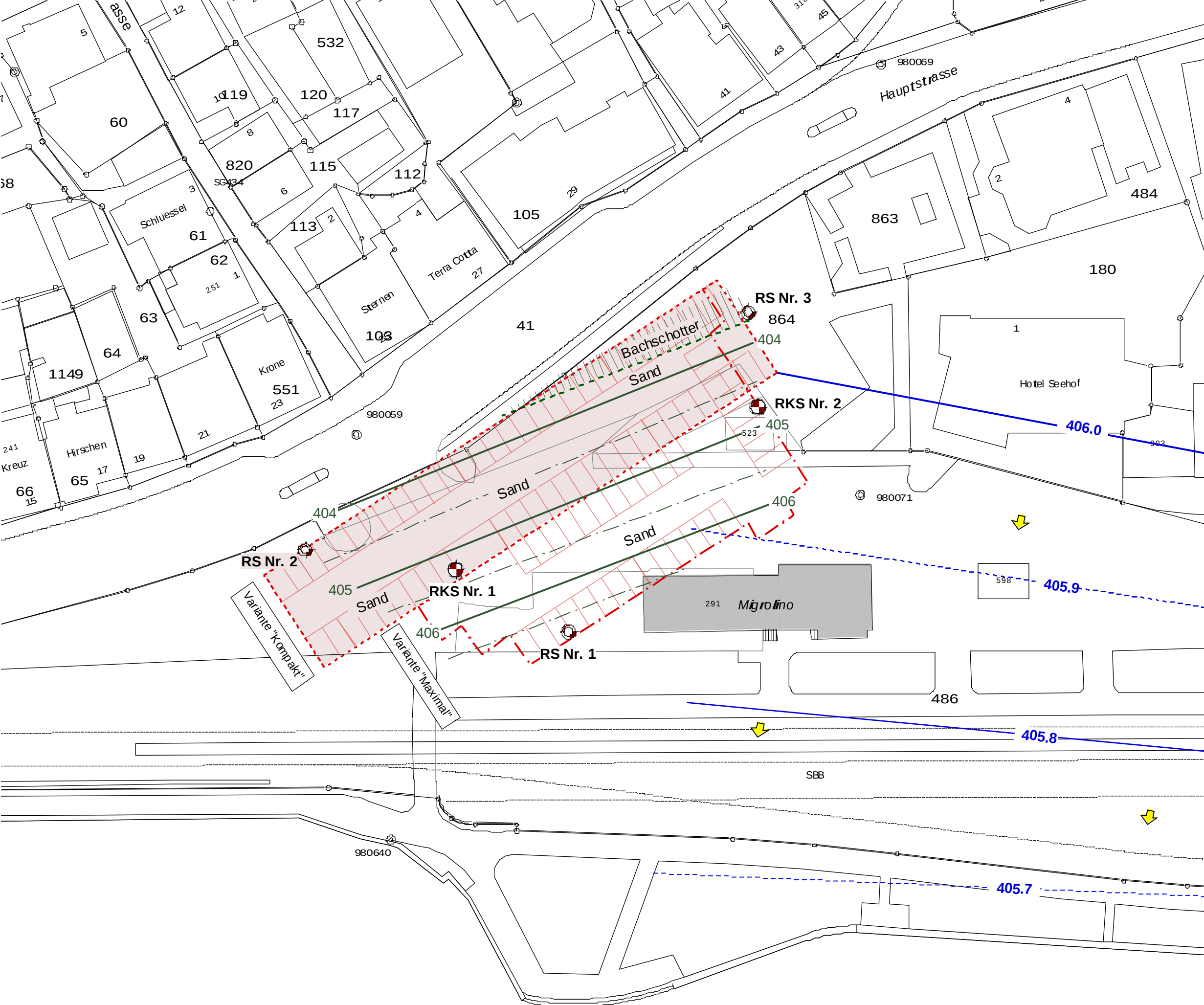
Hier ist zu ergänzen, dass diese Berechnung provisorisch ist, da im Falle einer Zugpfählung diese dem Pfahlplan entsprechend einzubeziehen ist.

Jona, 28. Februar 2017

**Büro für Hydrogeologie und
Geotechnik**



Andreas J. Zingg
dipl. sc. nat. ETH, Dr. mont.



Anhang 1

Gemeinde Schmerikon
Schällibaum Ingenieure AG, Wattwil

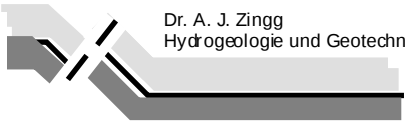
Neue Tiefgarage Bahnhofplatz -
Geologische Verhältnisse

Situation 1: 500
mit Lage der Tiefgarage und Sondagen

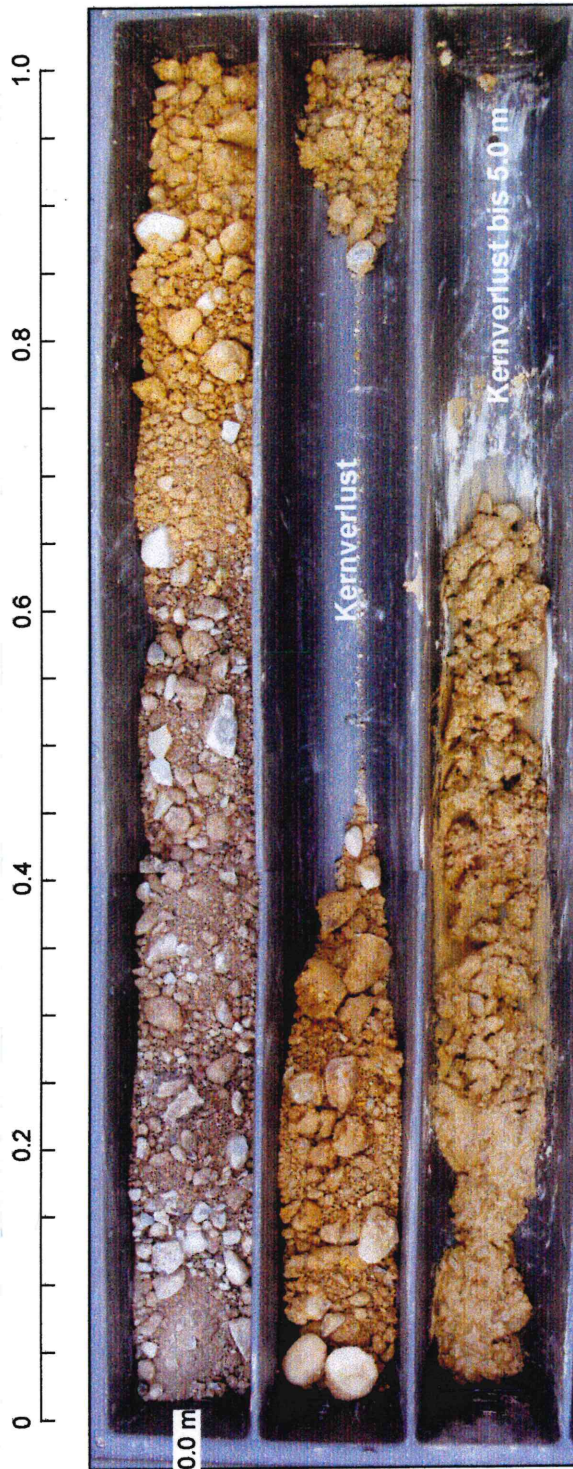
- Rammsondierung
- Rammkernsondierung
- Isohypsen (23. Feb. 2017)
- Grenzfläche Kies / Sand (Isolinien)
- Grundwasser Fliessrichtung (23. Februar 2017)

Neue Tiefgarage Bahnhofplatz, Schmerikon	Rammkernsondierung Nr. 1	Anhang 2a
Bauherrschaft : Gemeinde Schmerikon Hauptstr. 16, 8716 Schmerikon Projektleitung : Schälli baum Ingenieure AG, Ebnaterstrasse 143, 9630 Wattwil	Bohrfirma : Geocontrol AG Bohrmeister : Marcel Casutt Adresse : Dorfstrasse 25 , 8332 Rumlikon Sondierart : Rammkernung	 Dr. A. J. Zingg Hydrogeologie und Geotechnik
Höhe Terrain : 407.95 m. ü.M.	Datum : 10. Februar 2017	

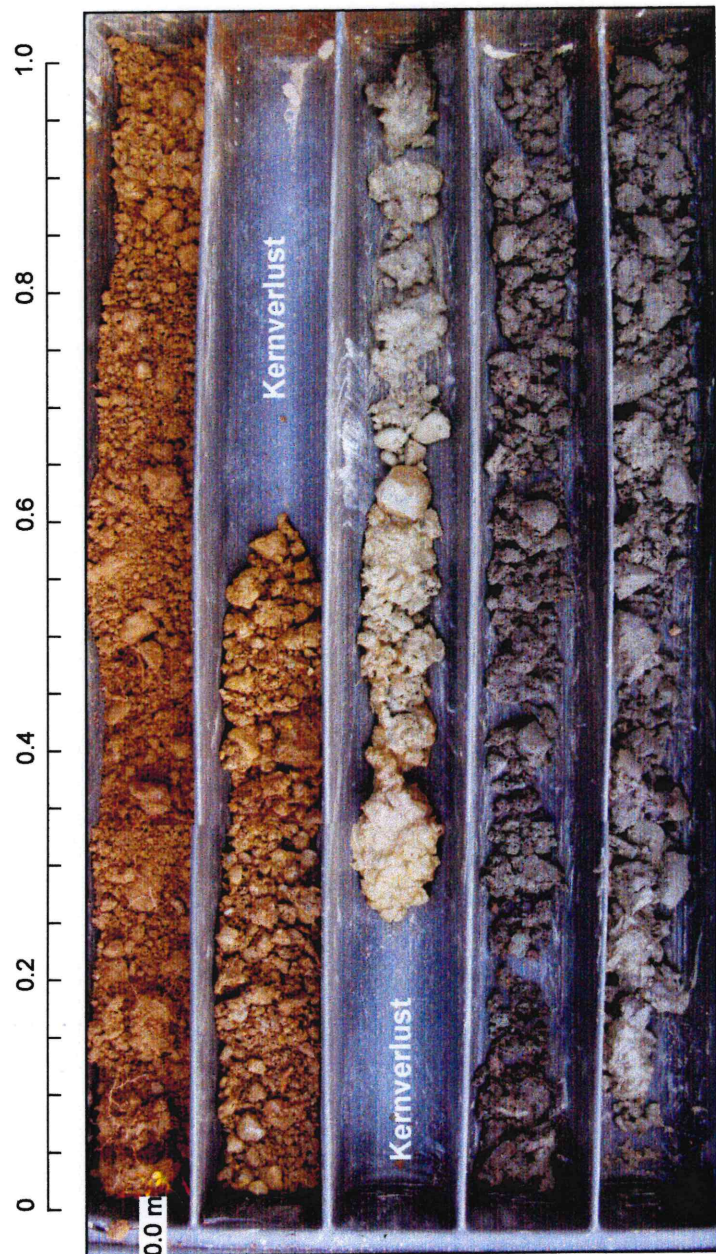
Bohrloch Daten		Tiefe	Schichtdicke	Profil	Materialbeschreibung	USCS	Interpretation
kein Einbau Endteufe : 5 m		0.6		Platzkoffer		Kernverlust	
	1	0.8		sandiger bis sauberer Kies , Komp. gerundet			
				vermutlich Schliesand			
	2			sauberer Kies			
	3			vermutlich Schliesand			
	4	4.0				Kernverlust	
	5	5.0					

Neue Tiefgarage Bahnhofplatz, Schmerikon	Rammkernsondierung Nr. 2	Anhang 2b
Bauherrschaft : Gemeinde Schmerikon Hauptstr. 16, 8716 Schmerikon Projektleitung : Schälli baum AG, Ingenieure Ebnaterstrasse 143, 9630 Wattwil Höhe Terrain : 407.61 m.ü.M.	Bohrfirma : Geocontrol AG Bohrmeister : Marcel Casutt Adresse : Dorfstrasse 25 , Rumlikon Sondierart : Rammkernung Datum : 10. Februar 2017	 Dr. A. J. Zingg Hydrogeologie und Geotechnik

Bohrloch Daten		Tiefe	Schichtdicke	Profil	Materialbeschreibung	USCS	Interpret.	
Vollrohr		0.3	0.3		brauner Oberboden , brösmelig			Grundwasserspiegel : -1.62 m u.T. (13. 2. 2017) ≈ 406.00 m.ü.M.
		0.4	0.4		brauner Unterboden , brösmelig, kieslos			
		0.7	0.7		brauner, sandig-siltiger Kies Komp. rund-gerundet, ø 1-2 cm	GP		
		1.6	1.6		vermutlich Schliesand	Kernverlust		
		2.25	2.25		lehmiger, grauer Kies Komp. gerundet, ø 1-2 cm	GP		
Filterrohr		2.9	2.9		grauer Sand , oben schwarz-grau mit wenig Kies, gegen unten grau und kieslos	SW		Seespiegel : ≈ 405.75 m OK Sand : 404.7 m.ü.M.
		4	4					
5		5.0						
1.5 "		Endteufe : 5 m						



RKS Nr. 1



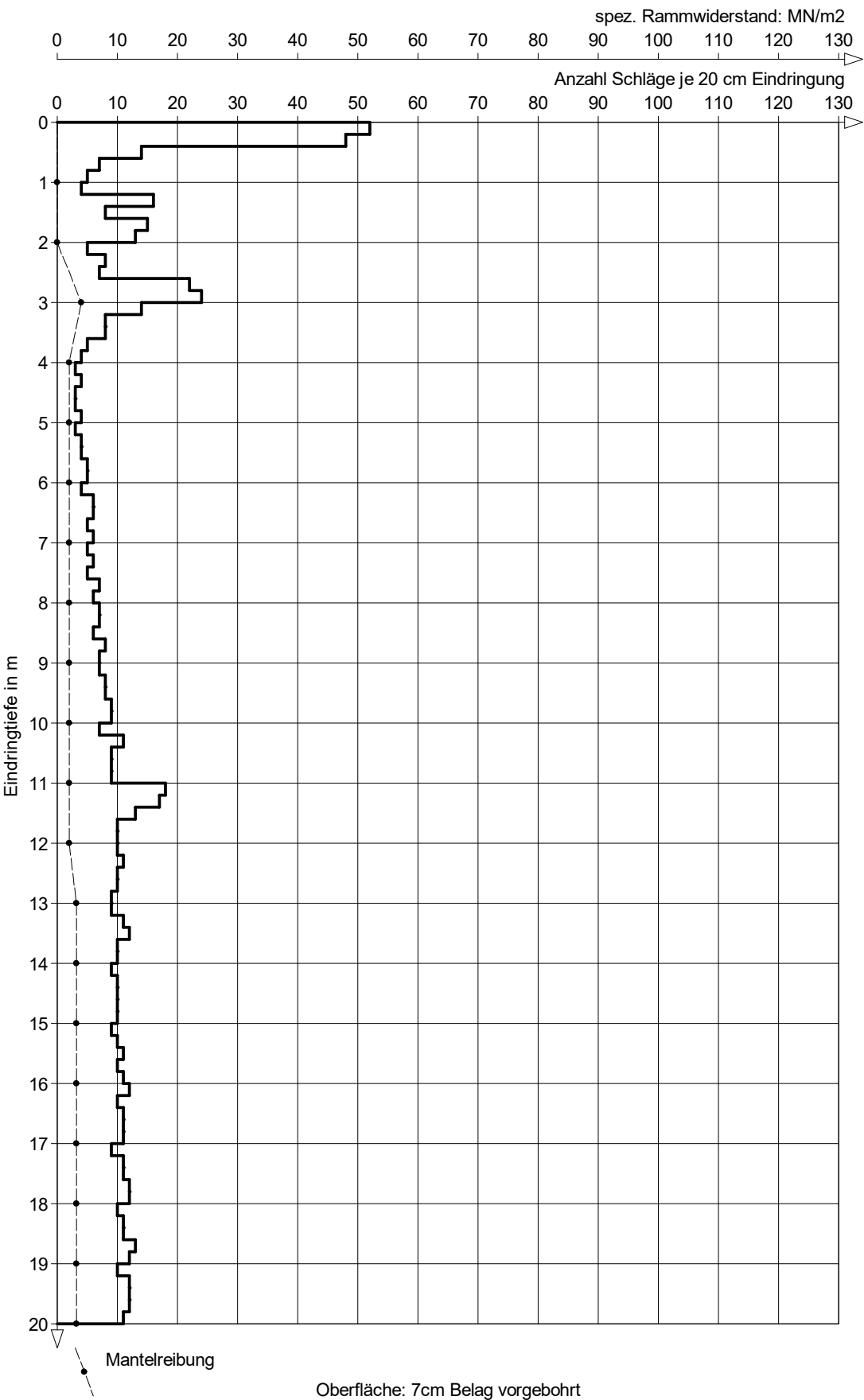
RKS Nr. 2

DC

 Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56 www.geocontrol.ch	Projekt : Tiefgarage, Bahnhofstrasse, 8716 Schmerikon	
	Projektnr. : 5200	Koordinaten :
	Massstab : 1:100	Datum : 13.2.2017
	Ausführung : M. Casutt	Auswertung : A. Honold
Schwere Rammsonde:		Ramm-Masse: 63.5 kg
		Fallhöhe: 0.50 m
		Spitzenoberfläche: 1590 mm2

Sondierung Nr.: 2

407.83 m ü.M.

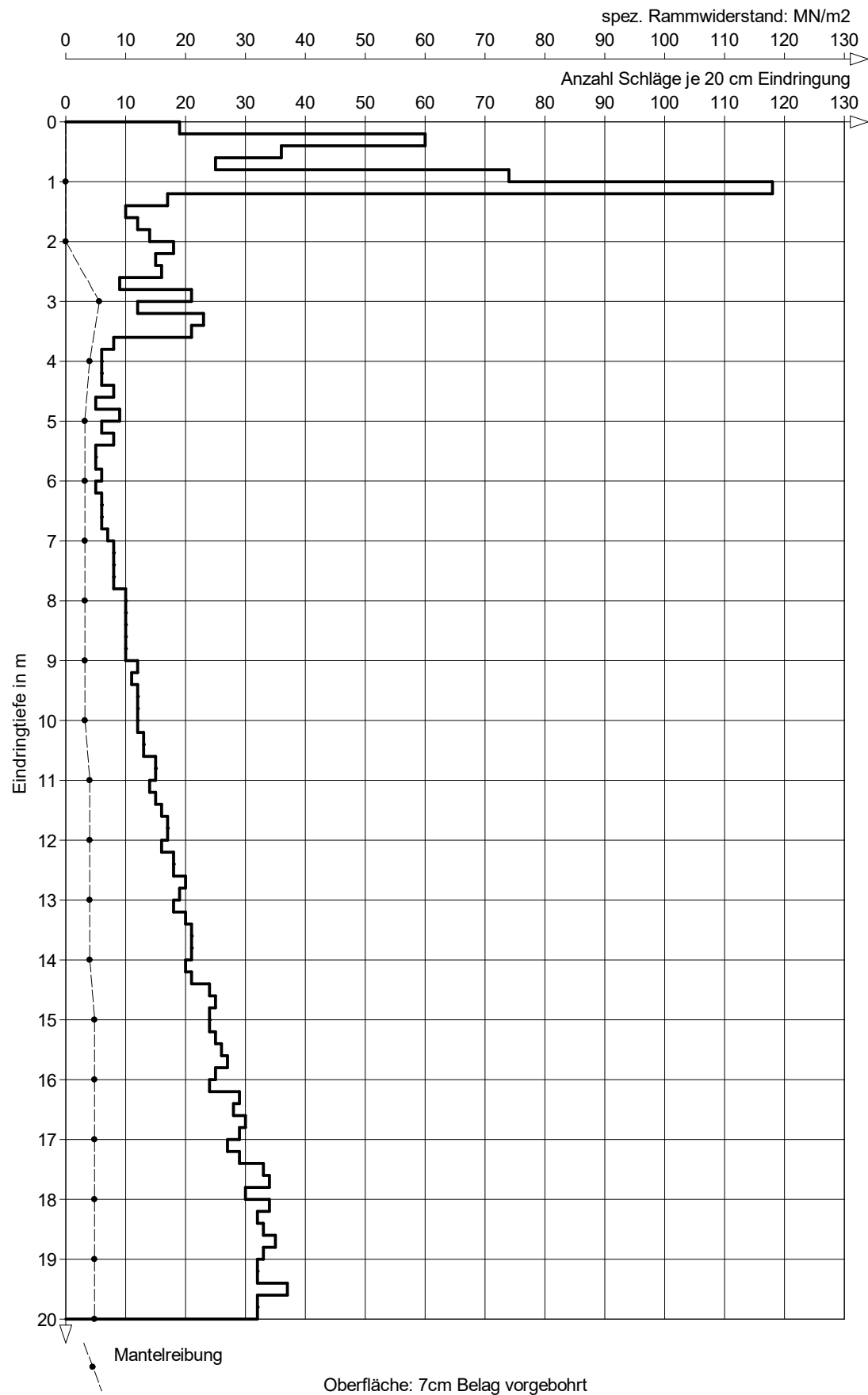


Endtiefe: 20.00m
Freie Länge: 2.75m
Wasser: 1.84m

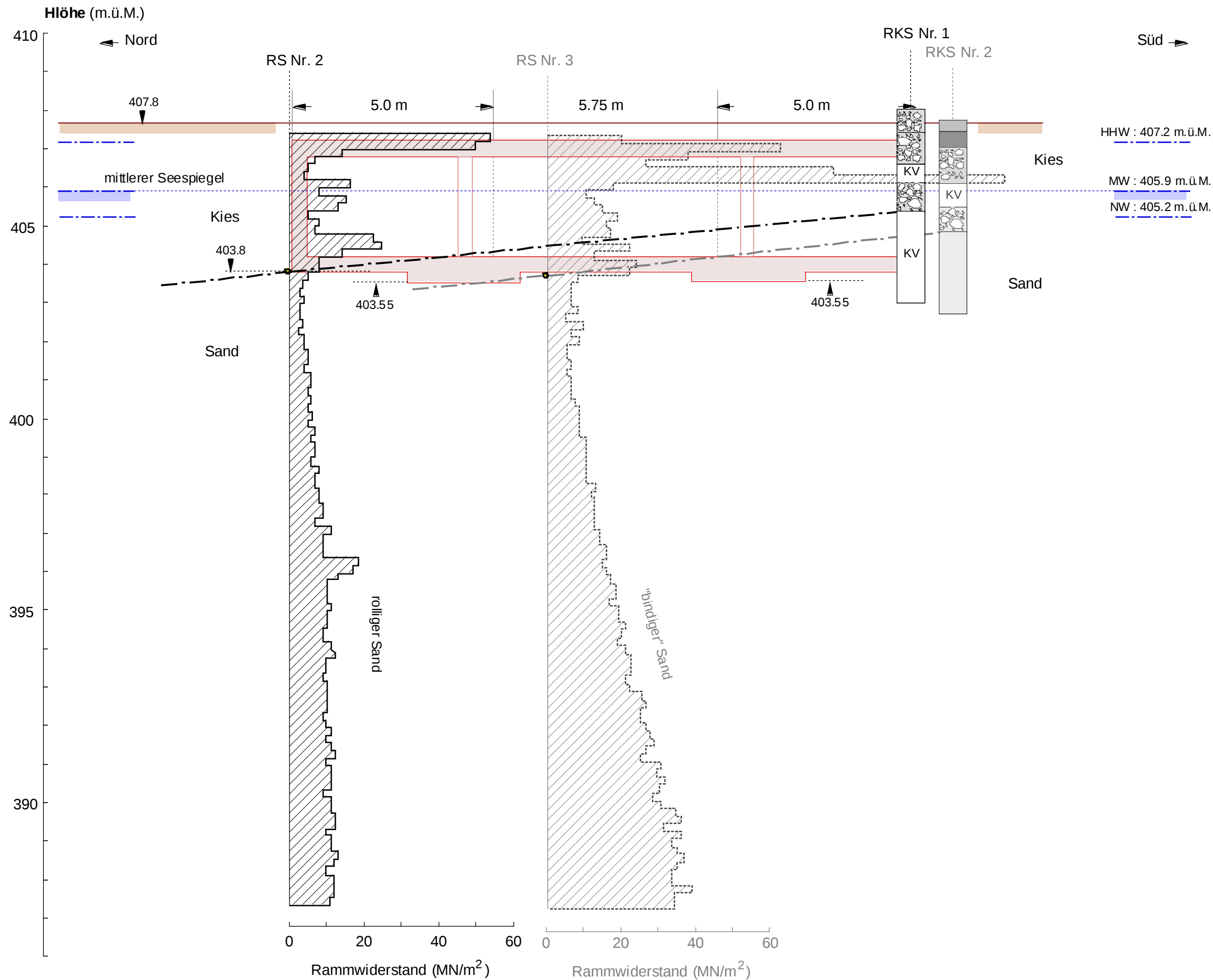
 Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon ZH Tel. 044 362 18 74 / Fax 044 362 47 56 www.geocontrol.ch	Projekt : Tiefgarage, Bahnhofstrasse, 8716 Schmerikon	
	Projektnr. : 5200	Koordinaten :
	Massstab : 1:100	Datum : 13.2.2017
	Ausführung : M. Casutt	Auswertung : A. Honold
		Schwere Rammsonde: Ramm-Masse: 63.5 kg Fallhöhe: 0.50 m Spitzenoberfläche: 1590 mm2

Sondierung Nr.: 3

407.35 m ü.M.



Endtiefe: 20.00m
Freie Länge: 0.45m
Wasser: kein Wasser in der freien Länge nach Gestängerückzug



Anhang 5

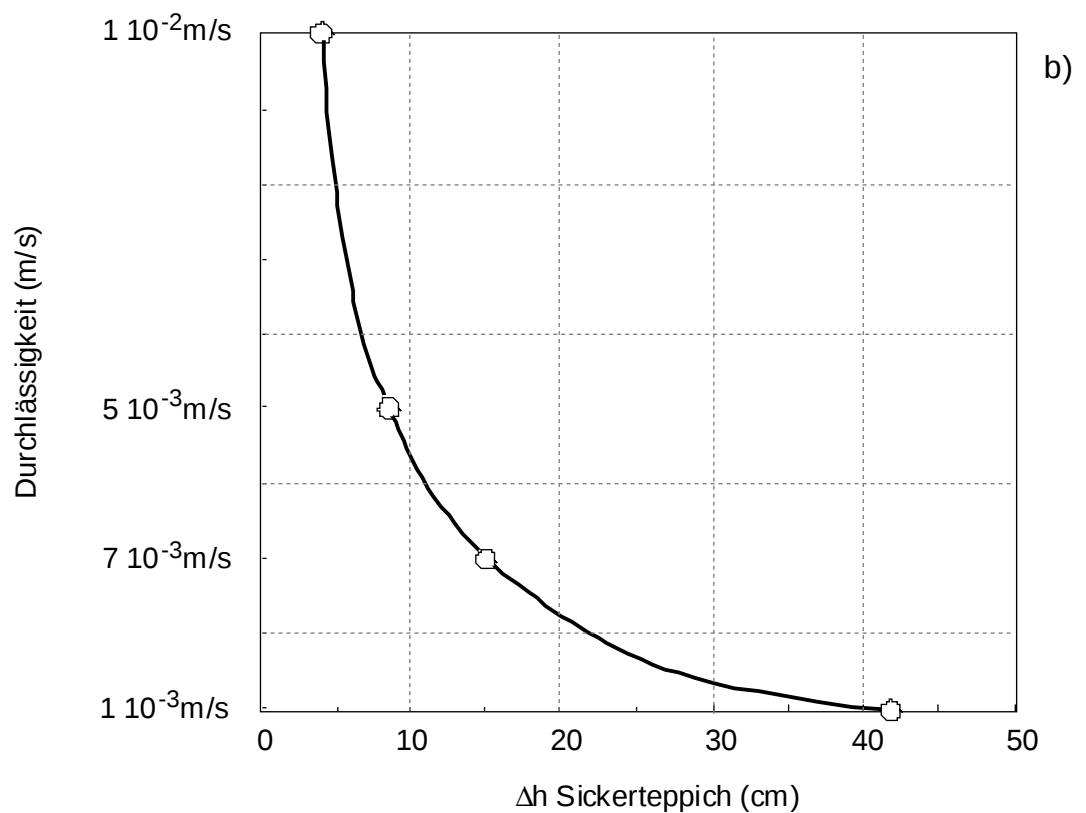
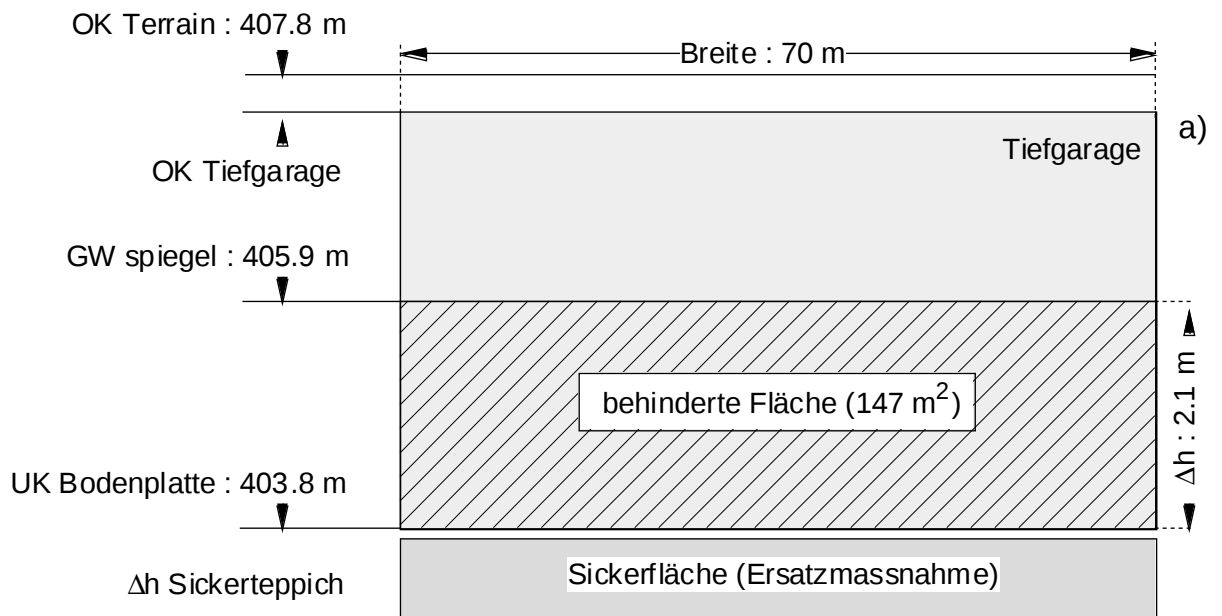
Gemeinde Schmerikon
Schällibaum Ingenieure AG, Wattwil

Neue Tiefgarage Bahnhofplatz

Geologisches Querprofil West und Ost (grau)

Massstab 1 : 100

Dr. A. J. Zingg
Hydrogeologie und Geotechnik



Gemeinde Schmerikon

Anhang 6

Neue Tiefgarage Bahnhofplatz, Schmerikon

Durchflusssnachweis

a) Durchflussmodell

b) Dicke Sickerteppich Δh in Fkt. der Durchlässigkeit k

Die Dicke des Sickerteppichs ist eine Funktion von dessen Durchlässigkeit k und variiert im vorliegenden Fall zwischen 4 cm bei $k=0.01 \text{ m/s}$ und 40 cm bei $k=0.001 \text{ m/s}$.