

8501 FRAUENFELD 1
ZÜRCHERSTRASSE 34
TELEFON 054 22 25 22
TELEFAX 054 21 84 10

7000 CHUR
QUADERSTRASSE 5
TELEFON 081 22 13 50
TELEFAX 081 22 73 65

BERICHT NR. 3075

GEOTECHNISCHES GUTACHTEN

**Zentrale Abwasserreinigungsanlage
2. Ausbautappe**

AUFTRAGGEBER: Abwasserverband
Region Frauenfeld

FRAUENFELD, 27. November 1991

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1. EINLEITUNG	1
2. GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE, SCHICHTAUFBAU	2
2.1. Deckschicht	2
2.2. Thurtalschotter	2
2.3. Seeablagerungen	3
3. HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	4
4. BAULICHE EMPFEHLUNGEN	4
4.1. Faultürme	4
4.2. Zwischengebäude	5
4.3. Nachklärbecken und Belüftungsbecken	6
4.4. Kunststoff-Tropfkörper (KTK3)	6
5. BAUGRUBENUMSCHLIESSUNG UND WASSERHALTUNG	7
5.1. Faultürme und Zwischengebäude	7
5.2. Klärbecken und Belüftungsbecken	7
5.3. Kunststoff-Tropfkörper (KTK3)	8

BEILAGEN

Beilage 1:	Situationsplan	1:500
Beilagen 2 - 3:	Bohrprofile SB11 und SB12	1:50
Beilage 4:	Geologische Profilschnitte A-A, B-B, C-C	1:200

1. EINLEITUNG

Auftraggeber:	Abwasserverband Region Frauenfeld
Auftragserteilung:	gemäss Besprechung mit Herrn Sieber, c/o Ingenieurbüro Kuster und Hager, Frauenfeld
Objekt:	Zentrale Abwasserreinigungsanlage 2. Ausbaustappe
Ingenieur:	Ingenieurbüro Kuster und Hager 8500 Frauenfeld

Ausgangslage und ausgeführte Untersuchungen

Für die bestehende Kläranlage wurden im Jahr 1959 6 Sondierbohrungen mit 16 - 20 m Tiefe, im Jahr 1983 weitere 4 Kernbohrungen mit 3 x 10 und 1 x 25 m Tiefe ausgeführt.

Die 2. Ausbaustappe sieht vor

- 2 Faultürme
- 1 Nachklärbecken
- 1 Belüftungsbecken und
- 1 Kunststoff-Tropfkörper (KTK3)

auszuführen.

Für die geplante 2. Ausbaustappe wurden vom 12. bis 16. Juli 1990 zwei Rotationskernbohrungen mit Tiefen

SB11 Tiefe = 12 m

SB12 Tiefe = 25 m abgeteuft.

Um die Lagerungsdichte des Untergrundes abzuklären, wurden in den Bohrungen insgesamt 13 Standard-Penetrationsversuche durchgeführt.

2. GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE, SCHICHTAUFBAU

(Vgl. Bohrprofile in den Beilagen 2 und 3)

Der Untergrund weist von oben nach unten den folgenden Schichtaufbau auf:

2.1. Deckschicht

Die Deckschicht besteht aus Humus, Erde und aus künstlicher Auffüllung sowie aus der Überschwemmungsschicht bestehend aus siltigen bis tonigen Sanden.

Die Mächtigkeit beträgt 0.60 - 1.20 m. Die Deckschicht ist locker gelagert.

2.2. Thurtalschotter

Unter der Deckschicht liegt Thurtalschotter. Die Mächtigkeit des Schotters misst in Bohrung B11 ca. 9 m, in Bohrung B12 ca. 6 m. Der Schotter besteht aus schwach siltigem, schwach tonigem und zum Teil aus sauberem Kies mit reichlich Sand und Steinen bis \varnothing 12 - 15 cm.

In Bohrung B11 wurde in 2.75 - 3.35 m Tiefe eine Sandzwischenlage erbohrt.

Wie aus dem geologischen Profilschnitt A-A ersichtlich ist, fällt die Unterkante des Schotters vom Faulturm 2 zu Faulturm 1 ziemlich stark ab. Auch in Querrichtung ist die Mächtigkeit der Schotterschicht nicht gleichmässig (siehe geologische Profilschnitte).

Um die Lagerungsdichte des Untergrundes zu erkunden, sind im Schotter insgesamt 3 Standard Penetrationsversuche SPT Durchgeführt worden.

Die im Schotter durchgeführten Versuche ergaben Werte, welche sehr stark streuen (s. Bohrprofile in den Beilagen 2 und 3).

Sie betragen	in SB11 in 9 m Tiefe	N = 37
	in SB12 in 4 m Tiefe	N = 31
	in SB12 in 6 m Tiefe	N = 9

Anhand dieser Werte kann der Schotter als mitteldicht bis dicht gelagert angesprochen werden.

Die Sandschicht innerhalb des Schotters in SB11 ist als locker gelagert einzustufen;
 $N^* = 6$.

* = Anzahl Schläge pro 30 cm Eindringung der Standardsonde.

USCS-Klassifikation:

Die geschätzten Bodenkennwerte des Schotters sind die folgenden:

Feuchtraumgewicht	γ	= 1.9 - 2.1 t/m ³
Reibungswinkel	ϕ'	= 34° - 38°
Kohäsion	c'	= 0
Zusammendrückungsmodul	M_E	= 400 - 600 kg/cm ²

2.3. Seeablagerungen

Unter dem Thurtalschotter wurden Seeablagerungen angetroffen.

Die Seeablagerungen stellen siltige Sande dar, die ziemlich feingebändert mit einzelnen dünnen, stark siltigen bis schwach tonigen Lagen sind.

In Bohrung SB12 bestehen unmittelbar unter dem Thurtalschotter die Seeablagerungen aus tonigen Silten, deren Mächtigkeit ca. 1.30 m beträgt. Darunter folgen sandige Seeablagerungen.

In diesen Schichten wurden insgesamt 8 Standard-Penetrationsversuche durchgeführt. Die Versuche ergaben Werte, welche zwischen $N = 12 - 19$ (Extremwert: 30) variieren.

USCS-Klassifikation: SM, SM-ML, CL-ML, untergeordnet CL.

Die geschätzten Bodenkennwerte sind die folgenden:

Feuchtraumgewicht	γ	= 1.8 - 2.1 t/m ³
Reibungswinkel	ϕ'	= 32° - 34°
Kohäsion	c'	= 0
Zusammendrückungsmodul	M_E	= 200 - 300 kg/cm ²

3. HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

Der Normalwasserspiegel liegt zwischen den Koten 386 und 387 m ü.M.

Bei Hochwasser steigt der Wasserspiegel bis Kote 388 m ü.M. Beim extremen Hochwasser, wie zum Beispiel im August 1978 wurde das absolute Maximum von 389.40 m ü.M. gemessen.

4. BAULICHE EMPFEHLUNGEN

4.1. Faultürme

Die Faultürme werden mit einem Durchmesser von 16 m und mit einer Höhe von Total ca. 20 m erstellt.

Bei beiden Faultürmen reicht der tiefste Punkt bis ca. 6.0 m unter OK-best.-Terrain.

Die Fundationskote liegt im Mittel ca. 4 m unter OK-Terrain.

Infolge Aushub wird der Boden um $ca. 4 \text{ m} \times 2 \text{ t/m}^3 = 8 \text{ t/m}^2$ entlastet.

Die Belastung der gefüllten Faultürme beträgt

$$q = 25 \text{ t/m}^2$$

Die resultierende, setzungserzeugende Belastung beträgt demzufolge ca. $q_{\text{res}} = 17 \text{ t/m}^2$.

Diese Belastung wird im vorliegenden Baugrund Setzungen hervorrufen.

Überschlägige Berechnungen haben ergeben, dass das Gewicht der Faultürme, d.h. die Betonkonstruktion allein (ohne Faulschlamm) und die Entlastung infolge Aushub sich ca. ausgleichen. Demzufolge wird durch das Erstellen der Faultürme auf den Untergrund vorerst keine zusätzliche Belastung aufgebracht. Die setzungserzeugende Belastung kommt praktisch ausschliesslich von dem Gewicht des Faulschlammes her.

Wir schlagen vor, zuerst die zwei Faultürme und erst nachher den Zwischenbau zu erstellen. Die Belastung des Zwischenbaus ist bedeutend kleiner als diejenige der Faultürme.

Um die gegenseitige Beeinflussung der nebeneinanderstehenden Bauten auf ein Minimum zu reduzieren, schlagen wir das folgende Vorgehen vor:

- Aushub der ganzen Baugrube, d.h. für die Faultürme und für das Zwischengebäude.
- Erstellen der Faultürme.
- Füllen beider Faultürme gleichzeitig mit Wasser. Durch das Füllen der Faultürme mit Wasser wird der Untergrund auf ca. 75% der Endbelastung (Vollbelastung) belastet. Die Setzungen werden im vorliegenden Untergrund sehr rasch, in ca. einem Monat, grösstenteils abklingen.

Die Grössenordnung dieser totalen Setzungen wird ca. 4 - 7 cm betragen. Mit der Vorbelastung, Wasserfüllung, wäre es möglich, ca. 75% dieser Setzungen, d.h. ca. 3 - 5 cm, vorwegzunehmen.

Weil die Mächtigkeit der Schotterschicht unter Faulturm¹ ~~2~~ kleiner ist als bei Faulturm² ~~1~~, so werden die Setzungen von Faulturm² ~~1~~ vermutlich etwas grösser sein als diejenigen von Faulturm¹ ~~2~~.

Wegen des ungleichmässigen Verlaufs der Mächtigkeit der Schotterschicht unter den Faultürmen ist eine geringe Schiefstellung der Faultürme nicht ausgeschlossen.

Das Setzungsverhalten der Faultürme sollte während der ganzen Bauzeit mit Präzisionsnivellement überwacht werden.

- Sobald die Faultürme mit Wasser gefüllt sind, kann mit dem Bau des Zwischengebäudes begonnen werden.

4.2. Zwischengebäude

Die Foundation des Zwischengebäudes wird auf 6 m unter OK-Terrain liegen. Die Belastung des Gebäudes wird kleiner sein, als die Entlastung durch den Aushub. Somit wird das Zwischengebäude keine Eigensetzungen erleiden und bei den Faultürmen keine zusätzlichen Setzungen verursachen.

Es ist darauf zu achten, dass die leichteren Gebäudeteile, wie der Lagerraum und der Trübwasserbehälter gegen den Auftrieb bei Hochwasser gesichert werden.

Weil die Foundation sowohl der Faultürme wie auch des Zwischengebäudes im Schwankungsbereich des Grundwassers zu liegen kommen, sind alle Teile des Gebäudekomplexes als wasserdichte Wannen auszuführen.

4.3. Nachklärbecken und Belüftungsbecken

Die Sohle beider Becken kommen auf 388.45 m ü.M. zu liegen.

Die Baugrubensohle wird bis ca. 388.0 - 387.50 m ü.M. angehoben.

Die Entlastung durch Aushub wird bedeutend grösser sein, als die Belastung durch die Becken. Somit ist mit keinen Setzungen zu rechnen.

Die Baugrubensohle liegt ca. 1.0 - 1.50 m über dem mittleren Grundwasserspiegel, auf ca. 386.60 m ü.M.

Für den permanenten Betriebszustand oder eventuell auch für den Bauzustand der Becken ist zu berücksichtigen, dass die Becken jedoch im Hochwasserfall ins Grundwasser hinein reichen und somit gegen Auftrieb zu sichern sind.

4.4. Kunststoff-Tropfkörper (KTK3)

Bei KTK3 wurde keine Bohrung ausgeführt. Die Kiesmächtigkeit sollte ähnlich sein wie diejenige bei KTK2.

Der Kunststoff-Tropfkörper weist ca. die gleichen Abmessungen und Belastung wie KTK1 und KTK2 auf. Die Setzungen werden ca. in der gleichen Grössenordnung liegen wie bei den Faultürmen.

KTK3 kommt sehr nahe, d.h. ca. 6 m neben dem bereits stehenden KTK2 zu stehen.

Es ist damit zu rechnen, dass die Belastung des Untergrundes infolge KTK3 bei KTK2 geringfügige einseitige Setzungen hervorrufen wird.

Es ist zu empfehlen, KTK2 bei der ersten Belastung von KTK3 auf Setzungen zu kontrollieren.

5. BAUGRUBENUMSCHLIESSUNG UND WASSERHALTUNG

5.1. Faultürme und Zwischengebäude

Die Baugrubenwände, welche mit ca. 5 - 6 m Höhe erstellt werden, kommen grösstenteils in den Thurtalschotter zu liegen.

Weil neben der Baugrube keine Gebäude stehen, so können die Baugrubenwände mit freier Böschung mit Neigung von ca. 1:1 gestaltet werden.

Diese Böschungsneigung ist zulässig, wenn die Böschung von Meteorwasser mit Plastikfolie oder Spritzbeton geschützt wird.

Im Bereich von Grundwasserschwankungen ist der Böschungsfuss mit Sickerbeton zu schützen.

Bei dem mittleren Wasserspiegel von ca. 386.50 m ü.M. wird die Baugrube grösstenteils im Trockenen liegen, nur der tiefste Teil der Baugrube wird unter diese Kote hinabreichen.

Aus den Ganglinien der Grundwasserspiegelmessungen der Kläranlage Frauenfeld ist ersichtlich, dass jedes Jahr, wenn auch nur für kurze Zeit, der Grundwasserspiegel die Kote 387.00 m ü.M. übersteigt. Somit ist für die obgenannte Baugrube dementsprechend für kürzere oder längere Zeit mit Pumpbetrieb zu rechnen.

5.2. Klärbecken und Belüftungsbecken

Die Baugrubenwände werden für die Becken ca. 2 - 4 m hoch zu gestalten sein. Sie können ebenfalls frei mit Neigung von ca. 1:1 erstellt werden.

Hinsichtlich der notwendigen Wasserhaltung gelten die selben Verhältnisse wie unter 5.1.) beschrieben, mit dem Unterschied, dass die Aushubkote der Baugruben je nur bis ca.

388.00 m ü.M. hinabreicht und somit oberhalb des mittleren Grundwasserspiegels zu liegen kommt.

Diese Bauten können vermutlich im Trockenen ohne Wasserhaltung erstellt werden.

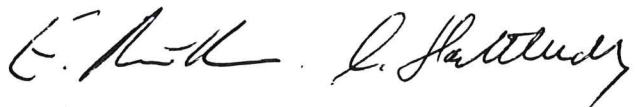
5.3. Kunststoff-Tropfkörper (KTK3)

Dieser Bau weist die gleichen Abmessungen auf wie KTK1 und KTK2. Betreffend Baugrubenwände und Wasserhaltung verweisen wir auf Kapitel 5.1.

Für alle freien Böschungen gilt die Regel, dass entlang der Böschungsränder keine zusätzlichen Lasten wie Baracken, Kranfundamente, Transportpisten, usw. angebracht werden sollten.

Frauenfeld, 27. November 1991

BÜCHI UND MÜLLER AG



E. Müller

A. Hertelendy

Abwasserverband Region Frauenfeld

Kanton Thurgau

Gemeinden: Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang, Gerlikon, Islikon, Niederwil, Oberwil, Warth, Weiningen

2. Ausbauetappe

Zentrale Abwasserreinigungsanlage in Frauenfeld

Erweiterung Schlammbehandlungsanlage
und Biologischer Anlageteil mit NKB

ÜBERSICHTSPLAN 1: 500

BÜCHI UND MÜLLER AG
BERATENDE GEOLOGEN SIA/ASIC

ZÜRCHERSTRASSE 34
8501 FRAUENFELD 1

BERICHT NR. 3075

BEILAGE 1

⊙ SB 12 SONDIERBOHRUNG

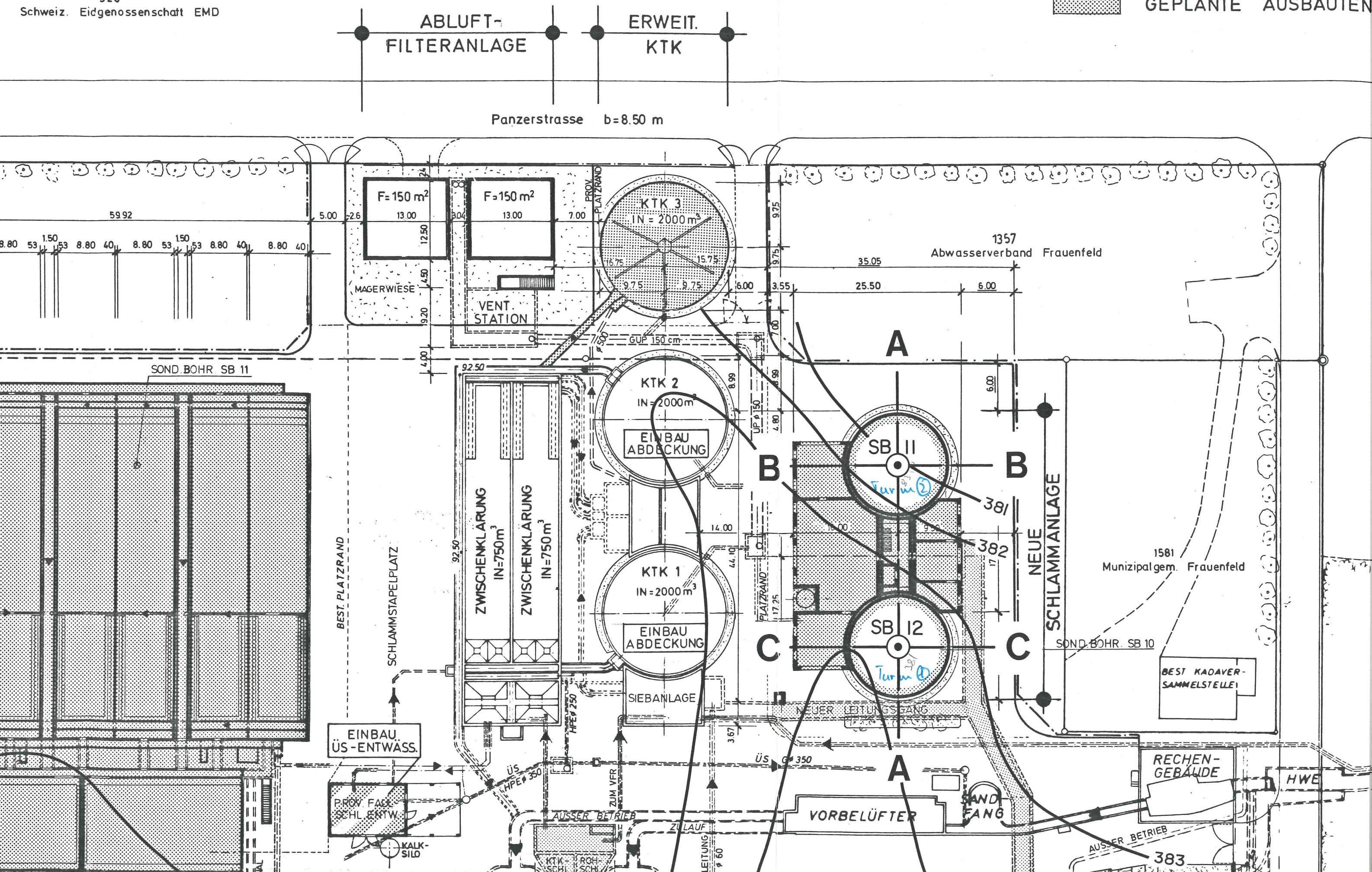
A — — A PROFILSCHNITTLINIE

— — — — — ISOHYPSEN DER KIESUNTERFL.

KUSTER & HAGER AG, INGENIEURBUREAU

8500 FRAUENFELD, TALACKERSTR. 34, TEL. 054/720'12'12

 BEST. ANLAGETEILE
 GEPLANTE AUSBAUTEN



Baugrundverhältnisse Erweiterung ARA Frauenfeld, 2. Ausbaustape

BÜCHI UND MÜLLER AG
BERATENDE GEOLOGEN SIA/ASIC

ZÜRCHERSTRASSE 34
8501 FRAUENFELD 1
054 22 25 22

QUADERSTRASSE 5
7000 CHUR
081 22 13 50

Sondierbohrung SB11

Profilaufnahme durch Ch.Grüninger

Bauherrschaft: Abwasserverband Region Frauenfeld

Sondierart:
Kernbohrung

Sondierdatum:
16.7.1990

Koordinaten: ~~709 540/270 085~~
709-500/270-190

Höhenlage: 390.50 m ü. M.











Sondierunternehmung: E.Lutz AG, Müllheim

Schichtprofil

Massstab 1:50

gezeichnet:

Format: 30 x 40 cm

Höhe über Meer	Tiefe ab OK Terrain	Schicht-mächtigkeit	Profil	Geologische Identifikation	Schichtbeschreibung	USCS	Grund-wasser	Bemerkungen
390.10	0.40	0.40		Künstl. Auffüll.	0.00-0.10 Humus 0.10-0.40 siltiger Kies, beige	GM-ML		SPT-Versuche Anzahl Schläge für 15 cm
389.90	0.60	0.20			stark siltiger bis toniger Sand, beige, dicht	SM-SC		
		2.15		Thurtal-schotter	schwach siltiger, z.T.schwach toniger Kies mit reichlich Sand, Steine bis 12 cm ø, grau	GM z.T. GC		
387.75	2.75							Aushubkote ≅ -4m
387.40	3.10	0.35		Sand-zwischen-lage	stark toniger Sand, beige, steif, dicht	SC-CL		
387.15	3.35	0.25			schwach siltiger Sand, grau	SM		
		6.15		Thurtal-schotter	schwach siltiger, z.T.schwach toniger, z.T.sauberer Kies mit reichlich Sand, einzelne Steine bis 12 cm ø, grau 6.30-6.80 Feinkies, ø max.2 cm	GM z.T. GC, GW		M _E = 500
381.00	9.50							
		2.50		sandige See-ablager-ungen	siltiger Sand, gebändert, beige, einzelne dünne stark siltige bis schwach tonige Lagen, beige vereinzelt Gerölle rel.dicht gelagert	SM z.T. SM-ML CL-ML		
378.50	12.00							



Baugrundverhältnisse Erweiterung ARA Frauenfeld, 2. Ausbaustufe

BÜCHI UND MÜLLER AG
BERATENDE GEOLOGEN SIA/ASIC

ZÜRCHERSTRASSE 34
8501 FRAUENFELD 1
054 22 25 22

QUADERSTRASSE 5
7000 CHUR
081 2213 50

Sondierbohrung SBL2

Profilaufnahme durch Ch. Grüninger

Bauhererschaft: Abwasserverband region Frauenfeld

Sondierart:
Kernbohrung

Sondierdatum:
12./13.7.1990

Koordinaten: ~~709 500/270 060~~ **709 515/270 075**

Höhenlage: 391.25 m ü. M.

Sondierunternehmung: E.Lutz AG, Müllheim

Schichtprofil

Massstab 1:50

gezeichnet:

Format: 30 x 66 cm

Höhe über Meer	Tiefe ab OK Terrain	Schichtmächtigkeit	Profil	Geologische Identifikation	Schichtbeschreibung	USCS	Grundwasser	Bemerkungen
390.95	0.30	0.30		? künstl. Auffüllung	Humus, Erde, braun	OL		
390.45	0.80	0.50			schwach siltiger Kies mit reichlich Sand und Steinen bis 12 cm Ø, beige	GM		
389.95	1.30	0.50		Ueber-schwemmungsschicht	siltiger Sand, beige	SM bis SM-ML		
389.55	1.70	0.40			stark toniger Sand, beige	SC bis SC-CL		
				Thurtal-schotter	schwach siltiger, z.T. schwach toniger, z.T. sauberer Kies mit reichlich Sand und einzelnen Steinen bis 15 cm Ø, grau 5.35-5.75 stark siltiger bis toniger Sand mit reichlich bis viel Kies, dunkelgrau	SM-ML SC-CL		
383.75	7.50	0.80		tonige See-ablagerungen	toniger Silt, gebändert, grau/beige, sehr steif	CL		
382.95	8.30	0.50			toniger und siltiger Sand, gebändert, grau, streif	SM-ML SC-CL		
382.45	8.80	8.00		sandige See-ablagerungen	siltiger Sand, gebändert mit sandigem, z.T. schwach tonigem Silt, beige, rel. dicht	SM bis SM-ML z.T. ML CL-ML		

SPT-Versuche
Anzahl Schläge
für 15 cm

21
20
13

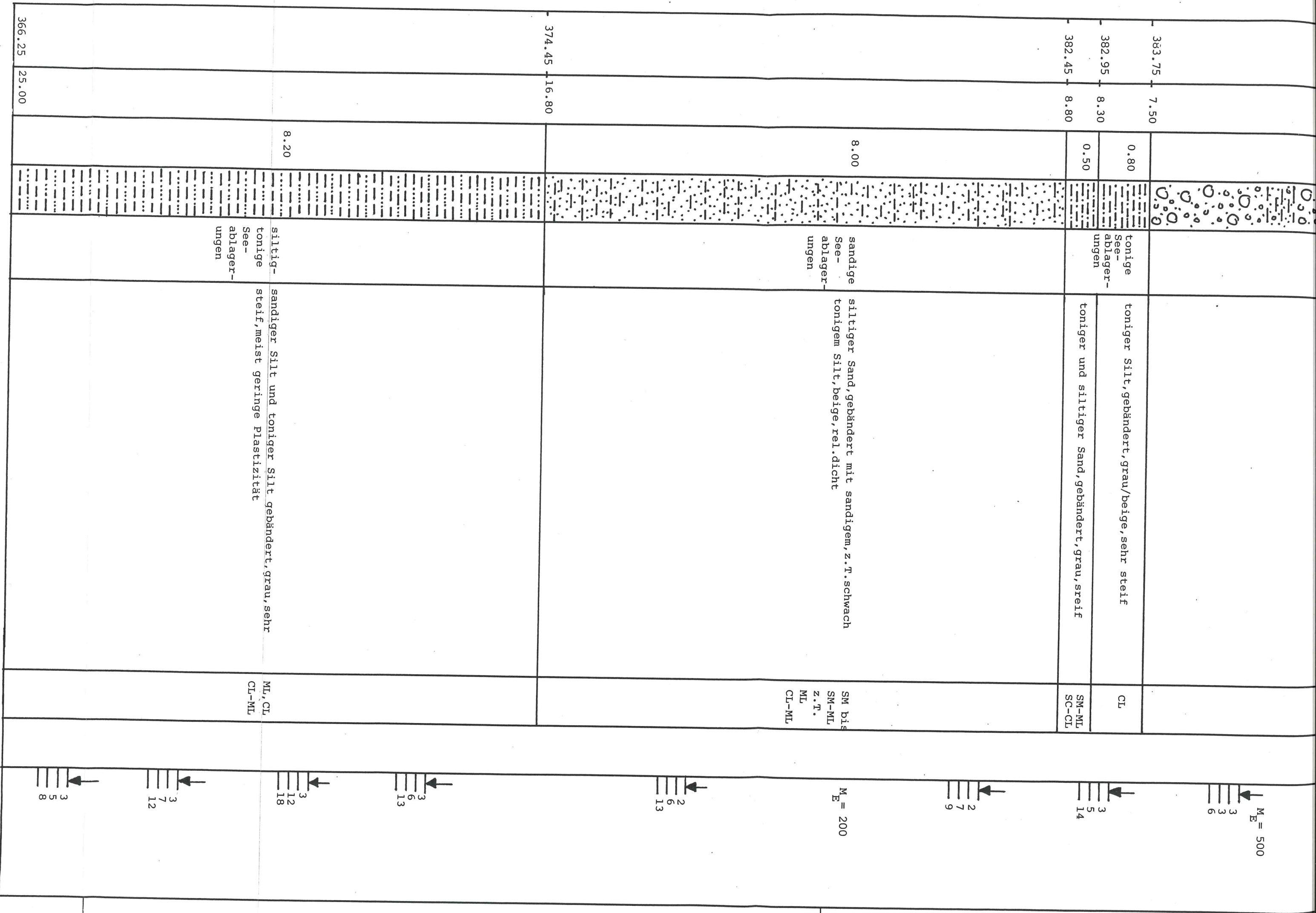
Aushukote
 $\approx -4m$

15
15
16

$$M_E = 500$$

A horizontal beam is shown with a triangular load increasing linearly from left to right, with a peak value of 3 kN/m at the right end. A vertical reaction force M_E acts upwards at the right end of the beam.

$$M_E = 200$$



Abwasserverband Region Frauenfeld

Kanton Thurgau

Gemeinden: Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Gachnang, Gerlikon, Islikon, Niederwil, Oberwil, Warth, Weiningen

2. Ausbauetappe

Zentrale Abwasserreinigungsanlage in Frauenfeld

**Erweiterung Schlammbehandlungsanlage
und Biologischer Anlageteil mit NKB**

GEOLOGISCHE PROFILSCHNITTE A, B, C

BÜCHI UND MÜLLER AG
BERATENDE GEOLOGEN SIA/ASIC

ZÜRCHERSTRASSE 34
8501 FRAUENFELD 1

BERICHT NR. 3075

BEILAGE 4

1 : 200

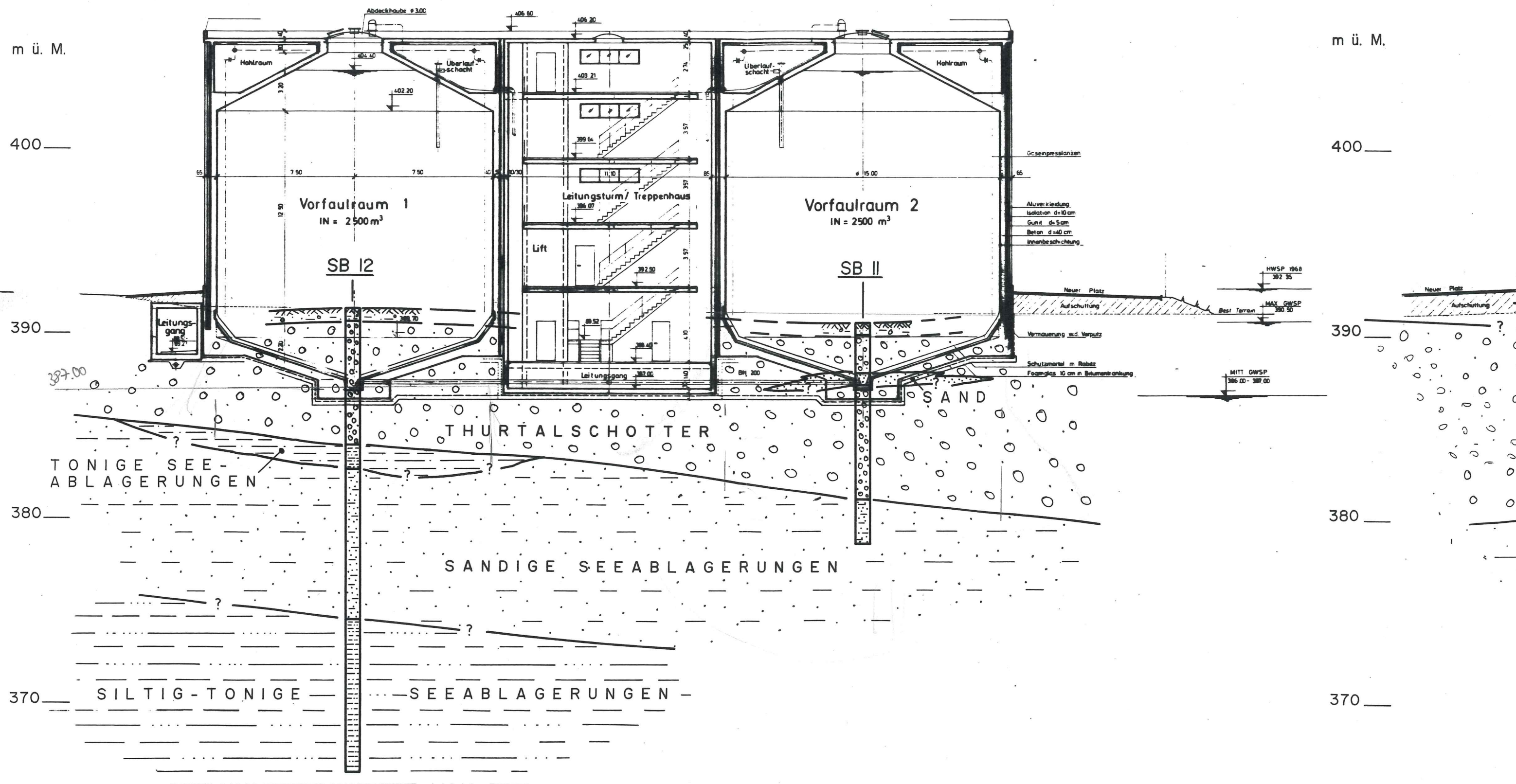
KUSTER & HAGER AG, INGENIEURBUREAU
8500 FRAUENFELD, TALACKERSTR. 34, TEL. 054/720'12'12

SCHNITT A - A , 1 : 2 0 0

SW

SE

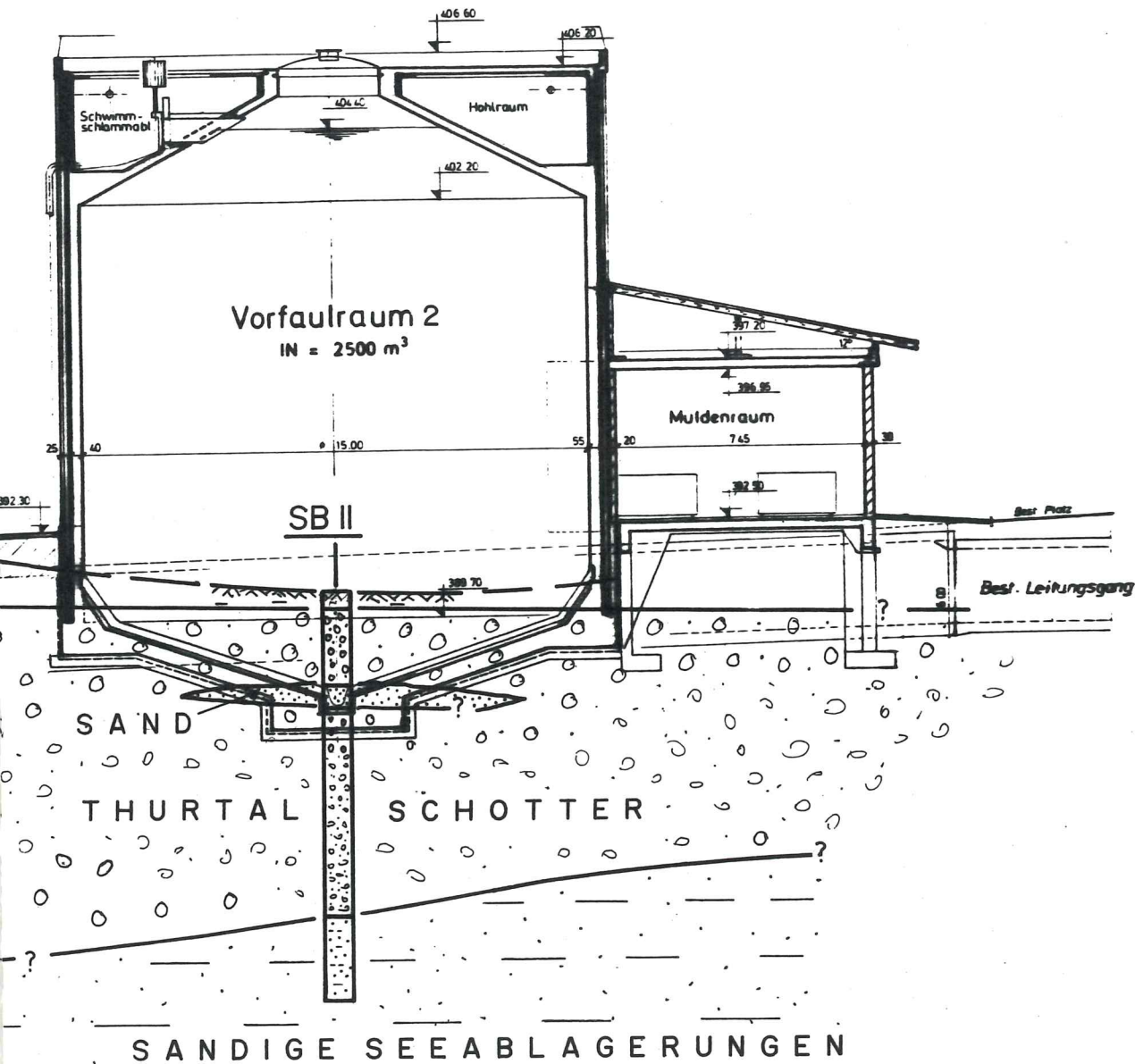
m ü. M.



SCHNITT B - B 1 : 200

NW

SE



m ü. M.

400

390

380

370

SCHNITT C - C , 1 : 2 0 0

NW

