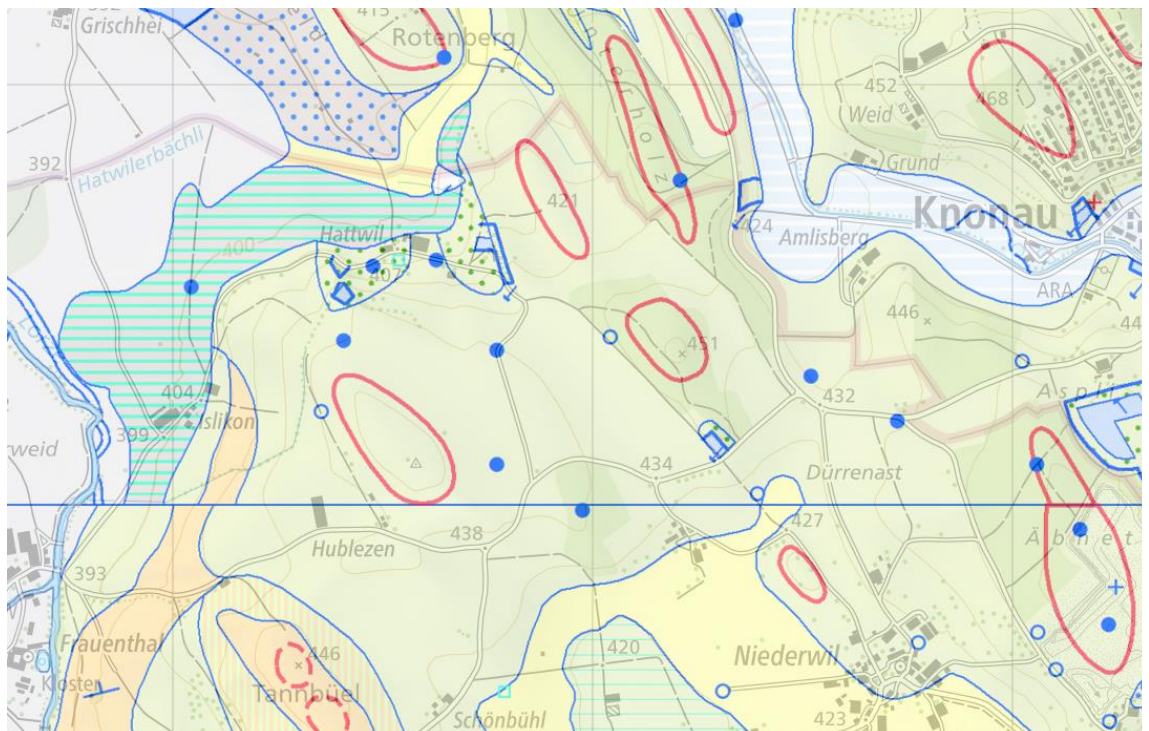


## Potenzielles Kiesabbaugebiet Hatwil - Hubletzen

Verwertbarkeit Moräne – Abbauvolumen - Grundwasser

### Fachgutachten



# Impressum

## Auftraggeber

Risi AG, Knonauerstrasse 400, 6330 Cham

Kontaktpersonen:

- Patrick Grieder, Geschäftsführer Risi AG
- Giuseppe Manitta, Fachexperte Rohmaterialreserven Jura Management AG
- Ilona Bosoppi, Technische Fachspezialistin Risi AG

## Planung, Koordination und Bearbeitung

ilu AG, Zentralstrasse 2a, 8610 Uster

Kontaktpersonen:

- Georg Gestrich, MSc. Angewandte Geowissenschaften
- Josef Wanner, Dipl. Kulturing. ETH SIA

## Fachgutachter

Geotest AG, Grisigenstrasse 6, 6048 Horw

- Peter Spillmann, Dr. Sc. Nat. Geologe ETH

Geotechnik, Erdbaulabor Felix Steiger, Ekkehardstrasse 25, 8006 Zürich

- Felix Steiger, dipl. Bauing. ETH

## Revisionsverzeichnis

| Version | Datum      | Beschreibung             | bearbeitet | geprüft |
|---------|------------|--------------------------|------------|---------|
| 1-01    | 16.10.2023 | Abgabe an ARV Kanton Zug | GG         | AL/JW   |

# Verzeichnisse

## Inhalt

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Zusammenfassung</b>                                                         | <b>4</b>  |
| <b>1 Einleitung</b>                                                            | <b>5</b>  |
| 1.1 Ausgangslage                                                               | 5         |
| 1.2 Fragestellung und Ziele                                                    | 5         |
| 1.3 Richtplanperimeter                                                         | 6         |
| <b>2 Verwertbarkeit Moränenmaterial</b>                                        | <b>7</b>  |
| 2.1 Geologischer Kontext                                                       | 7         |
| 2.2 Nutzung Moränenmaterial für die Kiesaufbereitung                           | 7         |
| 2.3 Charakterisierung der Grundmoräne im Untersuchungsperimeter                | 8         |
| 2.4 Aufbereitung von Moränenmaterial                                           | 9         |
| 2.5 Verwertungsmöglichkeiten Kieswaschschlamm (Feinanteil)                     | 12        |
| 2.6 Fazit Verwertbarkeit Moränenmaterial                                       | 12        |
| 2.7 Verwertbarkeit Schottererschicht                                           | 13        |
| <b>3 Volumen Schotter und Moräne</b>                                           | <b>14</b> |
| 3.1 Rohstoffnachweis                                                           | 14        |
| 3.2 Volumenberechnung Moräne/Schotter                                          | 14        |
| <b>4 Grundwasser</b>                                                           | <b>15</b> |
| <b>5 Fazit</b>                                                                 | <b>16</b> |
| <b>Grundlagen</b>                                                              | <b>17</b> |
| <b>Anhänge</b>                                                                 | <b>18</b> |
| <b>Anhang</b>                                                                  |           |
| A.1 Auswertung Korngrössenverteilung an Erkundungsbohrungen 2011-2017          |           |
| A.2 Auswertung Korngrössenverteilung Baggerschlitze 01/23 und 02/23 2023       |           |
| A.3 Auswertung Aufbereitungsversuch Moräne Äbnetwald vom August 2021           |           |
| A.4 Tabelle Volumenauswertung                                                  |           |
| <b>Beilagen</b>                                                                |           |
| B.1 Hydrogeologische Beurteilung des Abbaugebiets, Geotest AG, Horw 12.10.2023 |           |

## Pläne

| <i>Plan Nr.</i> | <i>Titel</i>                                           | <i>Massstab</i> | <i>Datum</i> |
|-----------------|--------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
| S-1             | Übersichtsplan Pot. Kiesabbaugebiet Hatwil – Hubletzen | 1:5'000         | 12.10.2023   |
| S-1.1           | Profile Potenzieller Kiesabbau Hatwil – Hubletzen      | 1:2'500         | 12.10.2023   |
| S2              | Grundwasserkarte Hatwil – Hubletzen                    | 1:5'000         | 12.10.2023   |

## Zusammenfassung

Das potenzielle Kiesabbaugebiet Hatwil – Hubletzen (Gemeinde Cham) wurde 2009 für die langfristige Kiesversorgung als Zwischenergebnis in den kantonalen Richtplan des Kantons Zug aufgenommen, und nach vertieften Abklärungen im Jahr 2020 durch den Kantonsrat festgesetzt. Nach Beschwerde der Gemeinde Cham hob das Bundesgericht die Festsetzung des Standorts Hatwil – Hubletzen im Jahr 2022 auf und stufte das Gebiet wieder auf Stufe Zwischenergebnis zurück. Mit dem vorliegenden Fachbericht sollen die bestehenden Kenntnislücken des Untergrunds am potenziellen Kiesabbauort Hatwil geschlossen werden und missverständliche oder allenfalls fehlerhafte Angaben korrigiert werden.

Im Bereich des potenziellen Kiesabbaugebiets Hatwil kommen eine Grundmoräne und ein früh- bis hochglazialer Vorstossschotter als kiesführende Schichten vor. Mit der Auswertung der bestehenden und durch Baggerschlitze neugewonnen geologischen Daten, kann ein durchschnittlicher Feinanteil des Moränenmaterials und des darunterliegenden Vorstossschotters ermittelt werden. Für die gesamte Lagerstätte resultiert eine Verwertungsquote von ca. 79%, für die Moräne allein eine von etwa 60%.

Laborversuche weisen auf Grund des geringen Tongehalts auf eine generell gute Waschbarkeit des Moränenmaterials in Hatwil hin. Ein industrieller Grossversuch mit Moränenmaterial aus dem benachbarten Kiesabbau Äbnetwald hat gezeigt, dass das Material technisch gesehen zu verkaufbaren Gesteinskörnungen und Kiesgemischen aufbereitbar ist. Die Verknappung von traditionellen Kiesabbaugebieten, verbesserte Anlagentechnik und die zunehmende Verwertung von Kieswaschschlamm dürfte dazu führen, dass die Nutzung von Moränenmaterial für die Herstellung von Kies- und Sand an Bedeutung gewinnen wird.

Anhand der neusten Bohrungen und den nachgeführten Grundwasserpegelständen wird eine maximale Abbausohle für das Gebiet definiert und das darüberliegende abbaubare Volumen an Grundmoräne und Vorstossschotter errechnet. Demnach können aus dem ca. 54 ha grossen Abbaugesamt, nach Aufbereitung, etwa 8.6 Mio m<sup>3</sup><sub>lose</sub> verkaufbares Kiesmaterial gewonnen werden. Daraus ergibt sich eine Bodennutzungseffizienz von ca. 16 m<sup>3</sup><sub>lose</sub>/m<sup>2</sup>.

Der Grundsatz der haushälterischen Bodennutzung durch optimale Rohstoffverwertung mittels moderner (zeitgemässer) Aufbereitung kann sichergestellt werden. Im Ergebnis resultiert daraus eine regionale Versorgung mit Baustoffen sowie ein größeres Auffüllvolumen für unverschmutztes Aushubmaterial.

In der beiliegenden hydrogeologischen Beurteilung wird eine nachvollziehbare und durch aktuelle Messergebnisse validierte maximal zulässige Abbausohle hergeleitet und die Auswirkungen des Abbaus auf die Grundwasserneubildung im Gebiet Hatwil – Hubletzen eingeordnet. Das Gutachten kommt zu dem Schluss, dass aus dem Abbau keine erhebliche Gefährdung der Quellen bei Hatwil resultiert.

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Das potenzielle Kiesabbaugebiet Hatwil – Hubletzen (Gemeinde Cham) wurde 2009 für die langfristige Kiesversorgung als Zwischenergebnis in den kantonalen Richtplan des Kantons Zug aufgenommen. In den folgenden Jahren wurden vertiefte Abklärungen zu Grundwasser, Materialvorkommen, Landwirtschaft, Einsehbarkeit, Erschliessung, usw. getätigt. Eine durch die Baudirektion eingesetzte Begleitgruppe befasste sich mit den betroffenen Interessen im Gebiet. Der vorgeschlagene Perimeter wurde in der Folge zunächst erweitert, um das Rohstoffvolumen besser auszunutzen und dann wieder verkleinert, um andere öffentliche Interessen wie Grundwasser, Quellen, Obstbäume und ein Gehölz weniger zu tangieren. Am 29.10.2020 stimmte der Kantonsrat der Festsetzung des Materialabbaustands Hatwil – Hubletzen im kantonalen Richtplan mit angepasstem Perimeter zu.

Im Dezember 2020 beantragt die Einwohnergemeinde Cham die Festsetzung des Standorts aufzuheben und den Standort Hatwil – Hubletzen ersatzlos zu streichen. Der Kantonsrat beantragte die Beschwerde abzulehnen. Da in diesem Fall kein kantonales Rechtsmittel ergriffen werden kann, wurde die Beschwerde unmittelbar ans Bundesgericht weitergeleitet. Das Bundesgericht hiess die Beschwerde der Einwohnergemeinde Cham teilweise gut und hob die Festsetzung des Standorts Hatwil – Hubletzen im kantonalen Richtplan auf und stufte das Gebiet wieder auf Stufe Zwischenergebnis zurück.

## 1.2 Fragestellung und Ziele

Mit dem vorliegenden Fachbericht sollen die bestehenden Kenntnislücken des Untergrunds am potenziellen Kiesabbauort Hatwil geschlossen werden und missverständliche oder allenfalls fehlerhafte Angaben korrigiert werden. Konkret hat der vorliegende Bericht die folgenden Ziele:

- Klärung der technisch möglichen Verwertungsquote für das Moränenmaterial
- Überarbeitung des 10-jährigen Grundwasserhöchststands mit den aktuellen Bohr- und Messdatendaten
- Beurteilung der potenziellen Auswirkungen des Kiesabbaus auf die Grundwassernutzung
- Überprüfung und nachvollziehbare Darstellung der Abbau- und Auffüllmengen im Perimeter

### 1.3 Richtplanperimeter

Der vorliegende Bericht und die Untersuchungen beziehen sich auf den im Raumplanerischen Bericht von 2019 [16] definierten Perimeter mit einer Gesamtfläche von ca. 55 ha. Siehe dazu Abbildung 1. Aufgrund der Grösse des Abbaugebiets kann davon ausgegangen werden, dass alle Bodendepots innerhalb des Perimeters erstellt werden können.



Abbildung 1      Aktueller Richtplanperimeter in orange, Ursprünglicher Richtplanperimeter in grau und die zwischen 2017-2019 getätigten Reduktionen in gelb [16]

## 2 Verwertbarkeit Moränenmaterial

### 2.1 Geologischer Kontext

Kiesführende  
Schichten

Im Untersuchungsperimeter kommen zwei unterschiedliche kiesführende Schichten vor. Eine oberflächennah abgelagerte 10-15m mächtige Grundmoräne welche späteiszeitlich abgelagert wurde und aus weitgehend unsortierten und ungeschichtet vorkommendem Geschiebematerial aller Korngrössen besteht. Die darunter liegende zweite kiesführende Schicht ist ein 10-25m mächtiger früh- bis hochglazialer Vorstossschotter, dessen Abbaubarkeit jedoch durch den Grundwasserspiegel begrenzt ist (maximale Abbausohle 2m über 10-jährigem Grundwasserhöchststand).

Darunter liegen mittelpleistozäne eher undurchlässige Seeablagerungen, welche eine Mächtigkeit von bis zu 80m erreichen. Die Sedimente wurden in einer in den Molassefels eingeschnittenen alten Talung abgelagert. [1][6]

### 2.2 Nutzung Moränenmaterial für die Kiesaufbereitung

Schweiz

In der Schweiz ist Moränenmaterial für den Kiesabbau aufgrund des erhöhten Feinanteils heute von eher untergeordneter Bedeutung, da die Aufbereitung sehr aufwendig ist. Dies nicht zuletzt wegen den noch verfügbaren glaziofluvialen Schotterlagerstätten von ausgezeichneter Qualität entlang der grossen Flüsse im Norden der Schweiz und den vergleichsweise geringen Transportkosten durchs Land. In der Vergangenheit wurde das späteiszeitliche Moränenmaterial (Till) vielerorts lokal (z.B. in Gemeindegruben) in untiefen Gruben abgebaut und lokal genutzt [7].

Nur rund 12km südwestlich des Untersuchungsperimeters liegen im Luzerner Seetal in identischer geologischer Lage (letzteiszeitlich vorbelastete Schotter unter Grundmoräne) die sog. Eschenbacher Schotter, welche in den Gruben der Gemeinde Eschenbach und Ballwil abgebaut werden. Mit der Modernisierung der Aufbereitungsanlagen in Eschenbach (Neubau Kieswerk 2013), kann hier standardmässig auch die überlagernde Moräne aufbereitet werden und insb. auch auf dem Markt gesuchte Sandfraktionen daraus gewonnen werden. Im Sinne der haushälterischen Bodennutzung ist eine Rohstofflagerstätte optimal gemäss Stand der Technik zu nutzen, um andere Landschaftsräume zu schonen, die Transporte zu minimieren und zusätzliches Auffüllvolumen für unverschmutztes Aushubmaterial zu gewinnen.

Kanton Zug

Im Kanton Zug wurde in der Gemeinde Neuheim eine Abfolge von Moränenablagerungen über Jahrzehnte im grossen Stil für die Kies- und Sandgewinnung genutzt. Die den Vorstossschotter überlagernde Moräne im Kiesabbau Hof-Äbnetwald kann nur teilweise für die Aufbereitung von Gesteinskörnungen genutzt werden und wird zum grössten Teil direkt zur Wiederauffüllung der Grube verwertet.

Feinanteil

Bei der Kies- und Sandaufbereitung müssen erhöhte Mengen an Feinanteilen (<63µm, Silt- und Tonfraktion) abgetrennt werden. Der Gehalt an Feinanteilen im Endprodukt ist je nach Gesteinskörnung oder Korngemisch begrenzt. Ein Anteil <3% in Gesteinskörnungen bzw. <5% in Korngemischen gilt gemäss [8] als unproblematisch. Die oben erwähnten glaziofluvialen Lagerstätten weisen typischerweise einen Feinanteil von 5-15% auf. Moränenlagerstätten sind häufig sehr inhomogen und weisen Feinanteil bis über 50% auf.

Die Korngrössen Sand (63µm-2mm), Kies (2mm-63mm) und Steine (>63mm) innerhalb der Moräne, werden als nutzbar betrachtet.

## 2.3 Charakterisierung der Grundmoräne im Untersuchungsperimeter

Im Rahmen der geologischen Erkundung wurde das Moränenmaterial im Gebiet Hatwil - Hubletzen untersucht und charakterisiert. In den Jahren 2011-2017 wurden an 6 verschiedenen Bohrungen, insgesamt 10 Korngrössenverteilungen der Moräne untersucht. Die Verteilung in die Korngrösseneinteilungen ist in Tabelle 1 aufgelistet. Die Lage der Bohrungen ist im beiliegenden Situationsplan ersichtlich und die zugrundeliegenden Siebkurven in Anhang A.1 zu diesem Bericht.

Tabelle 1 Korngrösseneinteilungen der Moränenüberdeckung im Untersuchungsperimeter Hatwil/Hubletzen an den Erkundungsbohrungen 2011-2017

| Labor Nr.         | Bohrung | Tiefe      | Kies/Stein<br>>2mm | Sand<br>63µm-2mm | Silt<br>2µm-63µm | Ton<br><2µm | Feinanteil<br><63µm |
|-------------------|---------|------------|--------------------|------------------|------------------|-------------|---------------------|
| 6607              | KB 5/11 | 2.0-2.4m   | 30%                | 30%              | 33%              | 8%          | 41%                 |
| 6609              | KB 6/11 | 9.6-10.0m  | 33%                | 39%              | 21%              | 8%          | 29%                 |
| 6316              | KB 2/09 | 1.3-2.0m   | 26%                | 36%              | 32%              | 7%          | 39%                 |
| 6317              | KB 2/09 | 7.3-8.0m   | 58%                | 30%              | 10%              | 3%          | 13%                 |
| 6319              | KB 3/09 | 9.6-10.0m  | 32%                | 30%              | 30%              | 8%          | 38%                 |
| 16511             | KB 1/17 | 5.0-5.5m   | 24%                | 36%              | 35%              | 5%          | 40%                 |
| 16512             | KB 1/17 | 7.0-7.5m   | 24%                | 30%              | 40%              | 6%          | 46%                 |
| 16513             | KB 1/17 | 10.0-10.5m | 30%                | 33%              | 29%              | 8%          | 37%                 |
| 16521             | KB2/17  | 5.5-6.0m   | 29%                | 31%              | 35%              | 5%          | 40%                 |
| 16522             | KB2/17  | 8.0-8.5m   | 35%                | 25%              | 36%              | 4%          | 40%                 |
| <b>Mittelwert</b> |         |            | <b>32%</b>         | <b>32%</b>       | <b>30%</b>       | <b>6%</b>   | <b>36%</b>          |

Im September 2023 wurde die Erkundung des Moränenmaterials mit zwei Baggerschlitten im westlichen Teil des Perimeters vervollständigt (siehe Splan S-1). Die Korngrössenverteilung ist in Tabelle 2 aufgeführt. In BS2/23 wurde ab einer Tiefe von etwa 4 m hochwertiges kiesiges Material angetroffen (vgl. Baggerschlitzaufnahmen in Anhang A.2). Dabei dürfte es sich um einen Anomalie in der Materialablagerung handeln, die Messergebnisse werden daher in der weiteren Auswertung der durchschnittlichen Kornzusammensetzung des Moränenmaterials nicht berücksichtigt.

Tabelle 2 Korngrösseneinteilungen der Moränenüberdeckung im Untersuchungsperimeter Hatwil/Hubletzen an den Baggerschlitten BS1/23 und BS 2/23

| Labor Nr.         | Bagger-<br>schlitz | Tiefe | Kies/Stein<br>>2mm | Sand<br>63µm-2mm | Silt<br>2µm-63µm | Ton<br><2µm | Feinanteil |
|-------------------|--------------------|-------|--------------------|------------------|------------------|-------------|------------|
| 19748             | BS 1/23            | 3.0m  | 24%                | 29%              | 41%              | 6%          | 47%        |
| 19749             | BS 1/23            | 5.5m  | 28%                | 29%              | 38%              | 5%          | 43%        |
| 19750             | BS 2/23            | 3.0m  | 35%                | 25%              | 33%              | 7%          | 40%        |
| 19751             | BS 2/23            | 5.5m  | (61%)              | (37%)            | (2%)             | (0%)        | (2%)       |
| <b>Mittelwert</b> |                    |       | <b>29%</b>         | <b>28%</b>       | <b>37%</b>       | <b>6%</b>   | <b>43%</b> |

Für die vorliegende Beurteilung konnten somit 13 repräsentative Kornverteilungen des Moränenmaterials aus unterschiedlichen Tiefenlagen ausgewertet werden. Die Lage der Probenahmestellen ist über den gesamten Untersuchungsperimeter verteilt. Eine der untersuchten Kernbohrungen, KB1/17 liegt etwa 100m nördlich des potenziellen Abbauperimeters. Die Kornverteilungen aus KB1/17 werden aber für die Auswertung der Zusammensetzung des Moränenmaterials als nutzbar betrachtet. Insgesamt scheinen die Grundlagendaten für die vorliegenden Bewertungen als ausreichend und repräsentativ.

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fazit     | Die untersuchten Proben weisen einen Feinanteil (<63µm) zwischen 13% und 47% auf. Der Mittelwert liegt bei 38%. Bei 4 von 14 Proben wurde ein Feinanteil von >40% festgestellt.                                                                                                                                                                                                      |
| Vergleich | Eine Studie der Geotest AG aus dem Jahr 2021 zur Verwertbarkeit des Moränenmaterials in der Kiesgrube Hof-Äbnetwald ([11] Tabelle 3 auf Seite 13), kam bei einem vergleichbaren Erkundungsstand, auf einen mittleren Feinanteil von 63%. Der signifikante Unterschied in der Kornzusammensetzung dürfte auf ein lokal anderes Ablagerungsmilieu während der Sedimentation hindeuten. |

## 2.4 Aufbereitung von Moränenmaterial

### 2.4.1 Gängige Praxis

Mit der Verknappung von geeigneten Kieslagerstätten und der zunehmenden Flächenkonkurrenz durch andere Nutzungen, werden immer mehr Alternativen zu den traditionellen Kiesgruben und Kieslagerstätten gesucht.

1. Allen voran die Nutzung von Rückbaumaterialien für die Betonherstellung (RC-Komponenten), die jedoch auch bei vollständig geschlossenem Kreislauf nur einen Teil (heute ca. 30%) des Bedarfs decken kann (dies liegt am Anteil des vorhandenen RC-Betongranulates auf dem Markt aus dem Rückbau, dem steigenden Bedarf und der sehr langen Lebensdauer der Gebäude).
2. Nutzung von «kiesigen Aushüben», welche auf Baustellen ohnehin anfallen. In Aushubwaschanlagen werden Fremdstoffe und Feinanteile ausgewaschen und das Material zu Gesteinskörnungen und Gemischen aufbereitet [10].
3. Mit fortschrittlicher Anlagentechnik (siehe Punkt 2) lassen sich Teile von traditionellen Lagerstätten, z.B. Deckschichten nutzen, die bislang als kaum verwertbar deklariert wurden oder unrentabel waren. Lokal, je nach Markt und Verfügbarkeit von Alternativen, wird so Rohmaterial mit hohen Feinanteilen aufbereitet.

Ob ein kiesiges Grundmaterial aufbereitet werden kann, liegt nicht nur am generellen Feinanteil. Für die Waschbarkeit ist es entscheidend, ob der Feinanteil eher aus anhaftenden Tonmineralen besteht oder sich der Feinanteil aus aufgemahlenem Gesteinsmehl (Silt) zusammensetzt, welches leichter abgewaschen werden kann.

### 2.4.2 Laboruntersuchungen

Im Labor wird im ersten Schritt die Korngrößenverteilung untersucht und so festgestellt, wieviel Feinanteil für ein gewünschtes Produkt in der Aufbereitung abgetrennt werden muss. Das Resultat sind «Siebkurven», wie sie in Anhang A.1 und A.2 für das Moränenmaterial Hatwil – Hubletzen dargestellt sind.

Darüber hinaus kann die «Waschbarkeit» eines Ausgangsmaterials im Labor mit dem Versuch «Konsistenzgrenzen» vergleichend angenähert werden. Material mit einem hohen Plastizitätsindex weist auf einen hohen Tongehalt und eine schlechtere Waschbarkeit hin. Ein tiefer Plastizitätsindex weist auf Silt im Feinanteil hin, welcher leichter abwaschbar ist.

Für das Material im Untersuchungsperimeter Hatwil – Hubletzen wurden die in Tabelle 3 dargestellten Plastizitätsindexe ermittelt und mit dem bekannten Material aus dem Kiesabbau Hof-Äbnetwald verglichen (Tabelle 4).

Tabelle 3 Ermittelte Plastizitätsindexe für Moräne und Vorstossschotter im potenziellen Kiesabbaugebiet Hatwil

| Bohrung /<br>Baggerschlitz        | Tiefe      | Lithologie       | USCS         | Plastizitätsindex<br>$I_p$ |
|-----------------------------------|------------|------------------|--------------|----------------------------|
| KB1/17 (5 Proben)                 | 14.0-26.0m | Vorstossschotter | GW bis GM    | 0-2.7                      |
| KB2/17 (3 Proben)                 | 11.0-21.0m | Vorstossschotter | GW bis GC-GM | 1.3-4                      |
| KB1/17 (2 Proben)                 | 5.0-10.5m  | Grundmoräne      | SM           | 2.2-3.6                    |
| KB2/17 (3 Proben)                 | 5.5-8.5m   | Grundmoräne      | SM           | 2.5-2.8                    |
| BS 1/23                           | 3.0m       | Grundmoräne      | GM           | 3.1                        |
| BS 1/23                           | 5.5m       | Grundmoräne      | GM           | 2.6                        |
| BS 2/23                           | 3.0m       | Grundmoräne      | GC-GM        | 5                          |
| BS 2/23                           | 5.5m       | Grundmoräne      | GP           | 1.4                        |
| <b>Mittelwert Schotter Hatwil</b> |            |                  |              | <b>1.5</b>                 |
| <b>Mittelwert Moräne Hatwil</b>   |            |                  |              | <b>2.9</b>                 |

Tabelle 4 Ermittelte Plastizitätsindexe für die Moräne im Kiesabbau Äbnetwald

| Probennahme aus<br>Abbau           | Tiefe    | Lithologie  | USCS  | Plastizitätsindex<br>$I_p$ |
|------------------------------------|----------|-------------|-------|----------------------------|
| P1/23                              | 3.0-5.0m | Grundmoräne | CL-ML | 5.5                        |
| P1/23                              | 5.0-10m  | Grundmoräne | ML    | 2.7                        |
| P2/23                              | 3.0-5.0m | Grundmoräne | SM    | 4.0                        |
| P2/23                              | 5.0-10m  | Grundmoräne | ML    | 1.7                        |
| <b>Mittelwert Moräne Äbnetwald</b> |          |             |       | <b>3.5</b>                 |

#### Fazit

Die im Kapitel 2.3 aufgeführten Korngrössenverteilungen weisen im Laborversuch auf einen Feinanteil von durchschnittlich 38% hin. Für die Beurteilung der «Waschbarkeit» wurden für die unterschiedlichen Materialien Plastizitätsindexe bestimmt. Wie erwartet liegen die ermittelten Plastizitätsindexe in der Grundmoräne höher als im Vorstossschotter, wobei es auch im Vorstossschotter erhebliche Variabilität gibt.

Für eine Beurteilung der «Waschbarkeit» müssen die ermittelten Indexe mit bekanntem Material verglichen werden. Der durchschnittliche Plastizitätsindex des beprobten Materials aus Hatwil liegt mit 2.9 um 0.6 Punkte tiefer als das Moränenmaterial aus dem Kiesabbau Äbnetwald ( $I_p=3.5$ ). Der festgestellte Unterschied der Plastizitätszahl dürfte auf Grund der Genauigkeit der Methode kaum signifikant sein. Beide Moränen sind aufgrund ihres Plastizitätsindex als siltig einzustufen. Wobei die Proben aus Hatwil gemäss USCS häufig im Bereich der Kiese klassifiziert wurden (vgl. Tabelle 3 und Tabelle 4).

Schlecht waschbare Moränen mit hohem Tongehalt (sogenannte «Fette Moränen»), weisen gemäss [17] einen Plastizitätsindex von  $> 10$  auf.

Mit den vorliegenden Untersuchungen kann gezeigt werden, dass es sich beim Hatwiler Moränenmaterial um siltig, kiesiges Material, mit eher günstigen Aufbereitungseigenschaften handelt.

### 2.4.3 Industrieller Grossversuch

Die Risi AG verfügt im Kieswerk Cham heute nicht über geeignete Wasch- und Aufbereitungsanlagen für die Aufbereitung von reinem Moränenmaterial. Im Rahmen einer internen Studie zur Verwertung des Moränenmaterial aus dem laufenden Kiesabbau Äbnetwald (siehe auch [11]), wurde im August 2021 ein Aufbereitungsversuch von reinem Moränenmaterial bei einem Anbieter von Aufbereitungsanlagen durchgeführt. Die Dokumentation liegt diesem Bericht im Anhang A.3 bei. Es wurden ca. 80m<sup>3</sup> (6 LKW-Ladungen) Moränematerial aus dem laufenden Abbau auf den Werkhof des Anbieters transportiert und auf die Anlage aufgegeben. Die Anlage verfügt über zwei hintereinandergeschaltete Schwertwäschen und konnte das Material in einem Durchgang zu verkaufsfähigen Komponenten aufbereiten (siehe Anhang A.3). Wobei die produzierte Sandfraktion (0-4mm) nicht ganz der Normsiebkurve aus SN EN 12620 entsprach<sup>1</sup>. Eine mengenmässige Auswertung der erzielten Ausbeute konnte nicht gemacht werden.

Mit dem Grossversuch konnte bewiesen werden, dass das Moränenmaterial aus dem Kiesabbau Äbnetwald mit darauf ausgerichteter Anlagentechnik technisch zur Kies- und Sandkomponenten aufbereitbar ist. Eine Aussage zur Wirtschaftlichkeit kann aus dem Versuch nicht getroffen werden.

Wie in Kapitel 2.3 aufgezeigt, liegt der ermittelte durchschnittliche Fein- und Tonanteil der Hatwiler Moräne (38% < 0.063mm und  $I_p=2.9$ ), unter dem der Moräne aus dem Kiesabbau Äbnetwald (63% < 0.063mm und  $I_p=3.5$ ). Somit dürfte die Hatwiler Moräne gemäss heutigem Kenntnisstand ebenfalls technisch aufbereitbar sein.

### 2.4.4 Anlagentechnik

Durch das oben beschriebene vermehrte Aufkommen von Aushubwaschanlagen stehen der Baustoffindustrie immer mehr Anlagen für die Aufbereitung von Material mit hohem Feinanteil zur Verfügung. In der Schweiz sind für die Moränenaufbereitung unter anderem Schwertwäschen, Waschtrommeln und der unweit von Hatwil erfundene und hergestellte MAG Turbowasher® im Einsatz.

Im vorliegenden Fall liegt die Herausforderung darin das tongebundene Material aufzulösen. Bei allen Verfahren wird dazu dem Aufgabegut ein Dispergiermittel (in der Regel Wasser) und Energie zugeführt. Die meisten Waschverfahren basieren auf einem Energieeintrag entweder durch mechanische Beanspruchung (Scherung / Reibung) oder durch hydraulische Beanspruchung (Schlag) oder eine Kombination der beiden Prozesse (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2 Formen des Energieeintrags beim Waschprozess [12]

Die verschiedenen Anlagen unterschieden sich unter anderem durch ihren spezifischen Arbeitsbedarf [KW pro t/h] und ihren spezifischen Wasserbedarf [m<sup>3</sup>/h pro t/h]. Entscheidend für die Auswahl der

---

<sup>1</sup> Kann z.B. durch dazugeschalteten Sandklassierer oder geeignete Mischung optimiert werden.

richtigen Beanspruchungsart und Auslegung der Maschinendimensionen sind die spezifischen Eigenschaften des Aufgabematerials.

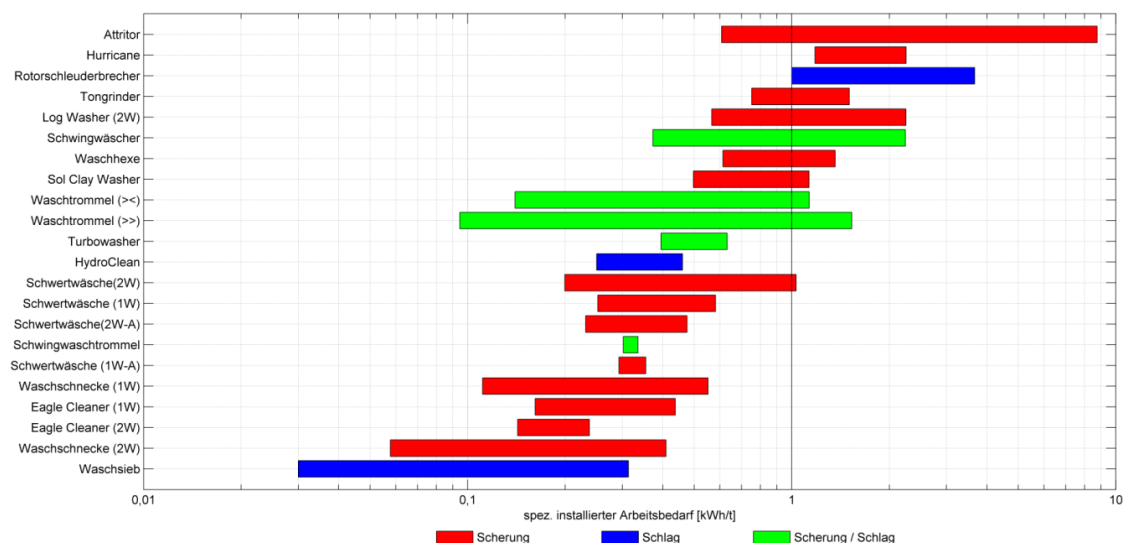


Abbildung 3 Spezifischer Arbeitsbedarf verschiedener Waschsysteeme für den Austrag von Feinmaterial [12]

Die Anlagen können parallel oder hintereinandergeschaltet werden, um den gewünschten Wascheffekt zu erzielen. Gemäss Aussagen der Anlagenhersteller [14] gibt es keinen technisch bedingten Grenzwert für Feinanteil im Aufgabegut, wobei die Aufbereitungsleistung mit zunehmendem Feinanteil absinkt.

## 2.5 Verwertungsmöglichkeiten Kieswaschschlamm (Feinanteil)

Als Nebenprodukt der Kiesaufbereitung fällt feinkörniger Waschschlamm, häufig in Form von Filterkuchen an. Zur Zeit wird dieser grösstenteils für die Wiederauffüllung der Kiesgruben verwertet. Es gibt zunehmend aber auch andere interessante, nachhaltige Verwertungsmöglichkeiten für den Kieswaschschlamm. Die Firmen Oxara und Terrablock stellen zementarme Baustoffe aus Kieswaschschlämmen her. In Maienfeld stellt die Firma Logbau Erd- und Flüssigbeton mit bis zu 40% Kieswaschschlamm und einem speziellen dafür patentierten Bindemittel her. Seit Jahren wird gepresster Kieswaschschlamm erfolgreich im Weiher und Deponiebau als Abdichtungsmaterial eingesetzt. Denkbar ist auch die Verwertung des Filterkuchens als Rohstoffersatz in der Zement-, Ziegel- oder Keramikproduktion. Dies wird aber in der Schweiz derzeit nicht realisiert. Die Verwendung als kalkreicher Dünger in der Landwirtschaft ist seit Januar 2021 nicht mehr möglich.

In der Studie zur Verwertung von Kieswaschschlämmen aus dem Jahr 2016 [15] schätzt die Fachstelle Sekundärrohstoffe der Uni Bern, dass in der Schweiz pro Jahr etwa 3.3 Mio t Kieswaschschlamm anfällt. Die Verwertungsquote wurde für das Jahr 2016 mit ca. 5% angegeben.

Die alternative Verwertung von Filterkuchen spart nicht zuletzt wertvolles Auffüllvolumen. Eine Steigerung der Verwertungsquote dürfte somit im Interesse von Kantonen und Betreibern liegen.

## 2.6 Fazit Verwertbarkeit Moränenmaterial

Beim Moränenmaterial aus dem Untersuchungsperimeter Hatwil-Hubletzen handelt es sich gemäss den vorliegenden Untersuchungen um siltigen Sand mit Kies (USCS SM) oder siltigen Kies mit Sand (USCS GM). Die Auswertung von 13 Materialproben lässt den Schluss zu, dass die Moräne im Mittel einen Feinanteil (<63µm) von 38% aufweist. Weiter lässt sich aus den vorhandenen Grundlagendaten schliessen, dass etwa ein Viertel des Moränenmaterials den momentanen Wirtschaftlichkeits-Richtwert von 40% Feinanteil (<63µm) übersteigt, und somit mit dem heutigen Stand der Technik nicht wirtschaftlich aufbereitet werden kann. Dieses Viertel wird bei der Volumenberechnung als «nicht aufbereitbar» abgezogen.

Die ermittelten Plastizitätsindexe weisen darauf hin, dass das Moränenmaterial aus Hatwil einen ähnlichen oder tendenziell geringeren Tonanteil im Feinanteil aufweist, als das Material aus dem Äbnetwald und somit mindestens so gut waschbar sein sollte. Dass das Material aus dem laufenden Kiesabbau Äbnetwald aufbereitbar ist, haben industrielle Grossversuche mit Moränenmaterial bewiesen (siehe Kapitel 2.4.3). Das Material ist technisch zu verkaufsfähigen Gesteinskörnungen und Gemischen aufbereitbar.

Für die weitere Volumenberechnung werden folgende Annahmen getroffen:

- 25% des Moränenmaterials werden wegen des Feinanteils von >40% als nicht aufbereitbar klassifiziert<sup>2</sup>.
- Für den verbleibenden Anteil lässt sich ein Mittelwert von 35% Feinanteil ermitteln. In der Aufbereitung muss dieser auf etwa 3% reduziert werden, weswegen 1/3 des Moränenvolumens vom verkaufbaren Material abgezogen werden muss.
- Nutzbarer Kies und Sand aus Moränenmaterial =  
«Gesamtvolumen Moräne» – «nichtverwertbarer Anteil» – «abgetrennter Feinanteil»

Daraus ergibt sich eine Verwertungsquote des Moränenmaterials von ca. 60% (siehe auch Kapitel 3.2).

Mit verbesserter Anlagentechnik und zukünftigen Einsatzmöglichkeiten für Kieswaschschlamm, dürfte die effektive Verwertungsquote des Moränenmaterials in Zukunft ansteigen. Nach heutigem Stand liegt die wirtschaftliche Grenze für die Aufbereitung von Moränenmaterial bei 30-40% Feinanteil (<63µm).

## 2.7 Verwertbarkeit Schotterschicht

Vollständigkeitshalber ist festzuhalten, dass die unter der Grundmoräne liegende Schotterschicht abgesehen von einem geringen Feinanteil von weniger als 10%, vollständig verwertet werden kann.

---

<sup>2</sup> Für eine direkte Umlagerung müssen die besonders feinen Bereiche während dem Abbauprozess identifiziert und ohne Aufbereitung umgelagert werden. Dieser Teil des Moränenmaterials wäre je nach Nachfrage auf dem Markt ohne Aufbereitung als Material für Hinterfüllungen zu Verwerten.

## 3 Volumen Schotter und Moräne

### 3.1 Rohstoffnachweis

Erste Bohrungen zur Erkundung des Untergrunds im Gebiet Hatwil wurden bereits in den 1970er Jahren abgeteuft. 2009, 2011 und 2017 wurden 8 zusätzliche Kernbohrungen<sup>3</sup> erstellt und ausgewertet. Insgesamt wurden 18 Bohrungen innerhalb des Perimeters und in der relevanten Umgebung in die Auswertung einbezogen. Zur Charakterisierung des Moränenmaterials wurden im Rahmen dieser Untersuchung zwei zusätzliche Baggerschlitze abgeteuft. Damit ist eine genügend zuverlässige Aussage zur Verwertbarkeit der Moräne möglich.

Für die Angabe eines Gesamtvolumens ist die Abbausohle mit den vorhandenen Messtellen ausreichend genau definiert. Zusätzliche Bohrungen im Abbauperimeter dürften lediglich lokal zu Anpassungen der Abbausohle führen (plus oder minus) und sich nicht wesentlich auf die angegebenen Gesamtvolumina auswirken.

### 3.2 Volumenberechnung Moräne/Schotter

→ Siehe Anhang A.4 Volumenauswertung

Zur Überprüfung der angegebenen Volumina wurde innerhalb des in Plan S-1 verzeichneten Perimeters eine Kiesgrube mit den folgenden Eckdaten konstruiert:

- Abstand zwischen Abbauperimeter und Richtplanperimeter 5m
- Generelle Böschungsneigung 1:1
- Abbausohle 2m über dem 10-jähriger Grundwasserhöchststand
- Durchschnittliche Überdeckung mit Bodenmaterial (Ober- und Unterboden) 1.3m

Die ausgewerteten Bohrdaten weisen eine gute Übereinstimmung mit dem Lagerstättenmodell [2] auf (siehe Profile in Plan S1.1). An keiner der überprüften Stellen weist das Modell einen höheren Anteil an Vorstossschotter aus, als aus den Bohrungen ersichtlich ist. Das Modell wird als eher konservative Interpretation eingestuft.

Mit den oben aufgeführten Vorgaben zum Abbau und den im Kanton Zug gängigen Auflockerungsfaktoren von 1.15 und 1.2 [19], lassen sich die folgenden Volumen ermitteln:

|                                               |                                             |        |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|--------|
| • Rohstoff im Abbauperimeter                  | ca. 9.5 Mio m <sup>3</sup> <sub>fest</sub>  |        |
| • davon Grundmoräne                           | ca. 6.0 Mio m <sup>3</sup> <sub>fest</sub>  |        |
| • davon Vorstossschotter                      | ca. 3.5 Mio m <sup>3</sup> <sub>fest</sub>  |        |
| • Gesamtes Abbauvolumen                       | ca. 10.9 Mio m <sup>3</sup> <sub>lose</sub> | (100%) |
| • Sand und Kies zum Verkauf nach Aufbereitung | ca. 8.6 Mio m <sup>3</sup> <sub>lose</sub>  | (79%)  |
| • Auffüllvolumen externes Material            | ca. 6.9 Mio m <sup>3</sup> <sub>lose</sub>  |        |

Aus den ermittelten Flächen und Volumen lässt sich eine Bodennutzungseffizienz (BNE) von 16 m<sup>3</sup><sub>lose</sub>/m<sup>2</sup> errechnen. Die detaillierte Herleitung der angegebenen Volumen ist in Anhang A.4 ersichtlich. Der BNE-Wert kann im Rahmen der nachgelagerten Planung noch verbessert werden, indem randliche Bereiche mit sehr geringem Wert noch überprüft werden.

---

<sup>3</sup>1/09, 02/09, 03/09, 04/09, 5/11, 6/11, KB1/17 und KB2/17

Abbildung 4 zeigt die erwarteten Materialflüsse analog zu den Vorgaben aus dem Kieskonzept.

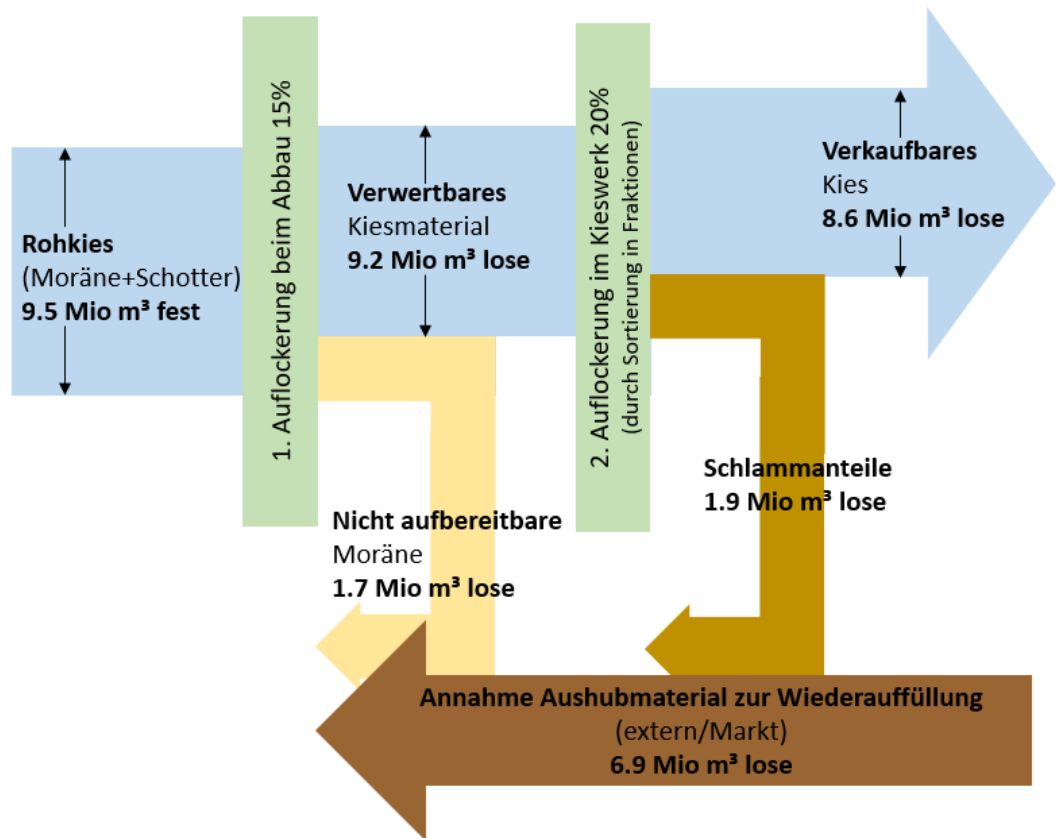


Abbildung 4 Visualisierung Materialflüsse Hatwil gemäss Kieskonzept [19]

## 4 Grundwasser

- ➔ Siehe Beilage 1 Hydrogeologische Beurteilung des Abbaugbiets, Geotest AG, Horw 12.10.2023

## 5 Fazit

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aufbereitung | <p>Im vorliegenden Bericht wird aufgezeigt, dass sich das Moränenmaterial aus dem potenziellen Kiesabbaugebiet Hatwil-Hubletzen zur Aufbereitung zu Sand- und Kieskomponenten eignet und tendenziell weniger feinkörnig ist als das Material aus dem laufenden Kiesabbau Äbnetwald. Mit der Entwicklung der Anlagentechnik und der Verknappung von traditionellen Kieslagerstätten, dürfte die Aufbereitung von Moränenmaterial zu Gesteinskörnungen und Kiesgemischen in Zukunft an Bedeutung gewinnen.</p> <p>Der Grundsatz der haushälterischen Bodennutzung durch optimale Rohstoffverwertung mittels moderner (zeitgemässer) Aufbereitung kann sichergestellt werden. Im Ergebnis resultiert daraus eine regionale Versorgung mit Baustoffen sowie ein größeres Auffüllvolumen für unverschmutztes Aushubmaterial.</p> |
| Volumen      | <p>Die Überprüfung des Rohstoffvolumens hat ergeben, dass sich aus dem bezeichneten Perimeter etwa 8.6 Mio m<sup>3</sup> verkaufbares Kies herstellen lassen. Die Verwertungsquote für den gesamten Abbau liegt bei ca. 79%. Für die Wiederauffüllung der Grube können ca. 7 Mio m<sup>3</sup> unverschmutztes Aushubmaterial angenommen werden.</p> <p>Für den Abbau ergibt sich eine Bodennutzungseffizienz (BNE) von mindestens 16 m<sup>3</sup>lose / m<sup>2</sup>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Grundwasser  | <p>Der vorgesehene Abbau tangiert den gesättigten Teil des Grundwasserleiters, welcher die Quellen speist, nicht. Das Gutachten kommt zu dem Schluss, dass aus dem Abbau keine erhebliche Gefährdung der Quellen bei Hatwil resultiert. Massnahmen zum qualitativen und quantitativen Quellenschutz werden aufgezeigt.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

## Grundlagen

- [1] Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, Geologische und hydrogeologische Untersuchungen, magma AG Zürich, 13.12.2010
- [2] Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, Ergänzende hydrogeologische Erkundung, magma AG Zürich, 24.08.2011
- [3] Projektiertes Kiesabbaugebiet Hubletzen, Bohrungen 2017, Sammelmappe, Wyssling 25.07.2017
- [4] Kiesabbau im Gebiet Hubletzen, Beurteilung der Auswirkungen auf das Grundwasservorkommen «Maschwanden bis Knonau», magma AG Zürich, 15.03.2018
- [5] Kiesabbau im Gebiet Hatwil Hubletzen, Beurteilung der geologischen und hydrogeologischen Grundlagen, Schenker Richter Graf AG Luzern, 27.05.2019
- [6] map.geo.admin.ch
- [7] Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt 1111 Albis, 2009
- [8] Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Sand und Kies in Deutschland, Band 1: Grundlagen, Dezember 2022
- [9] Inventar der Schweizerischen Kieswaschschlämme, Uni Bern FSKB NEROS
- [10] <https://www.fskb.ch/fskbinfo-2022-aushubwaschanlagen-effektiv-und-nachhaltig/>
- [11] Kiesgrube Hof-Äbnetwald, Abklärungen zur Verwertung der Moräne, Geologischer Bericht, Geotest, Horw 31.03.2021
- [12] Verfahrenstechnische Möglichkeiten zur Aufbereitung von kohäsiivem Material, Haver Engineering im Rahmen des Seminar Aushubwaschanlagen FSKB 2022
- [13] Verfahrenstechnische Behandlung von Waschschlämmen und deren Verwertung, NEROS im Rahmen des Seminars Aushubwaschanlagen FSKB 2022
- [14] Telefonate mit Heinrich Müller, MAG Stetten zwischen dem 01.08.2023 und 30.09.2023
- [15] Kieswaschschlammverwertung, Fachstelle Sekundärrohstoffe der Uni Bern in Zusammenarbeit mit NEROS und FSKB, 2017
- [16] Raumplanerischer Bericht, Anpassung kantonaler Richtplan 19/1, Kapitel E11 Abbau Steine und Erden, 17.07.2019
- [17] Telefonat mit F.Steiger Erdbaulabor am 04.10.2023
- [18] Gewässerschutzverordnung GSchV vom 28.10.1998, Stand am 01.02.2023
- [19] Kieskonzept 2008, Anhang A3 zum Schlussbericht, Kanton Zug, Mai 2008
- [20] Bundesgerichtsurteil Anpassung des kantonalen Richtplans vom 13.01.2023

## Anhang

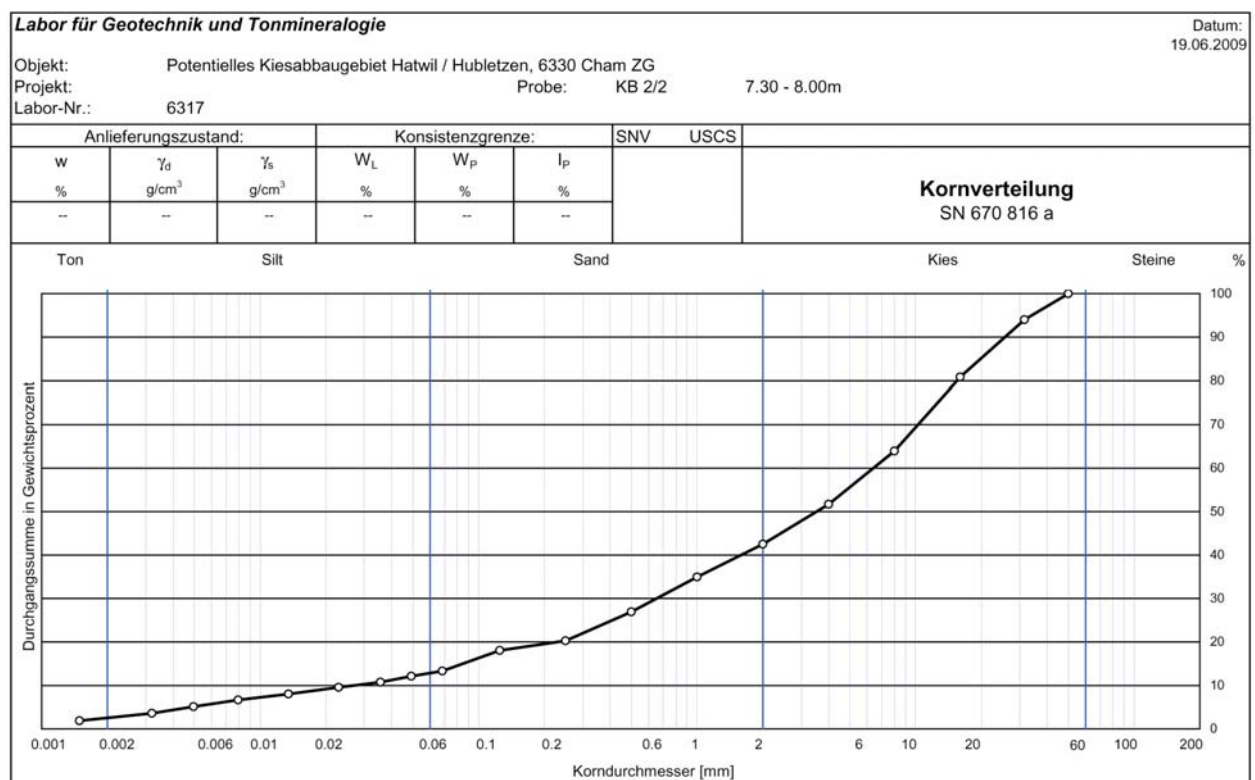
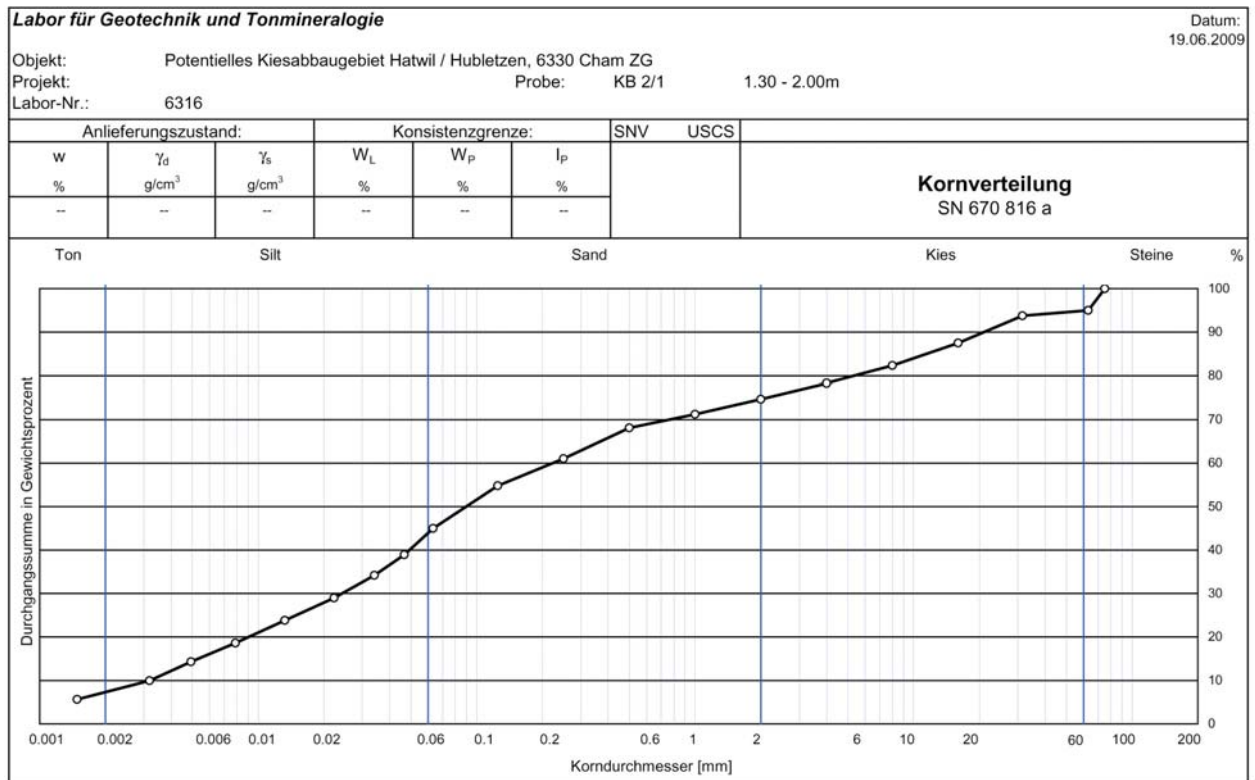
### Anhänge

- A.1 Auswertung Korngrößenverteilung an Erkundungsbohrungen 2011-2017
- A.2 Auswertung Korngrößenverteilung Baggerschlitz 01/23 und 02/23 2023
- A.3 Auswertung Aufbereitungsversuch Moräne Äbnetwald vom August 2021
- A.4 Tabelle Volumenauswertung

### A.1 Auswertung Korngrößenverteilung an Erkundungsbohrungen 2011-2017



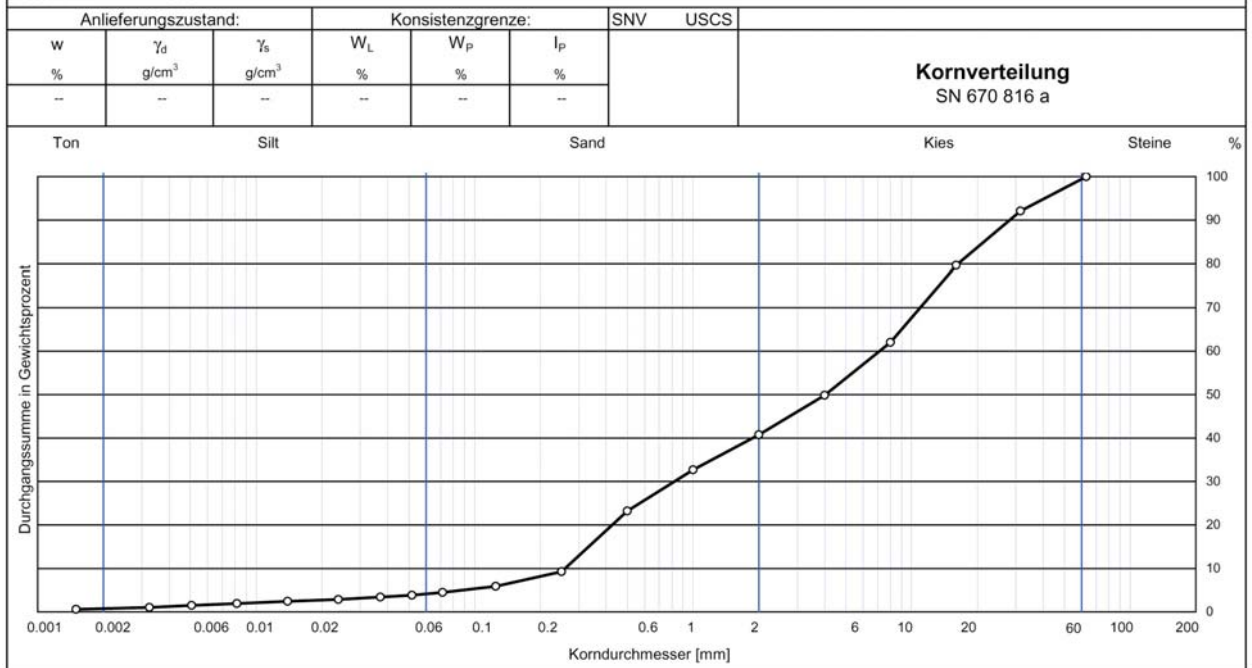
## Kornverteilungskurven



**Labor für Geotechnik und Tonmineralogie**

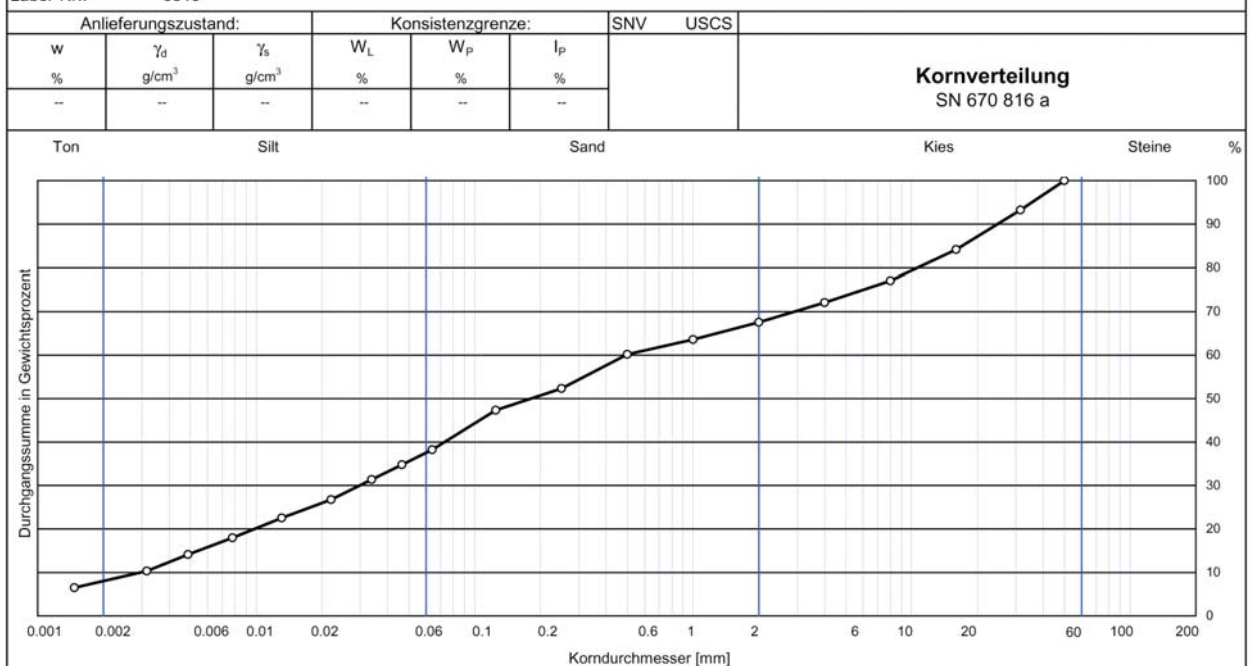
Datum:  
19.06.2009

Objekt: Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG  
 Projekt: Probe: KB 2/3 14.00 - 14.80m  
 Labor-Nr.: 6318


**Labor für Geotechnik und Tonmineralogie**

Datum:  
19.06.2009

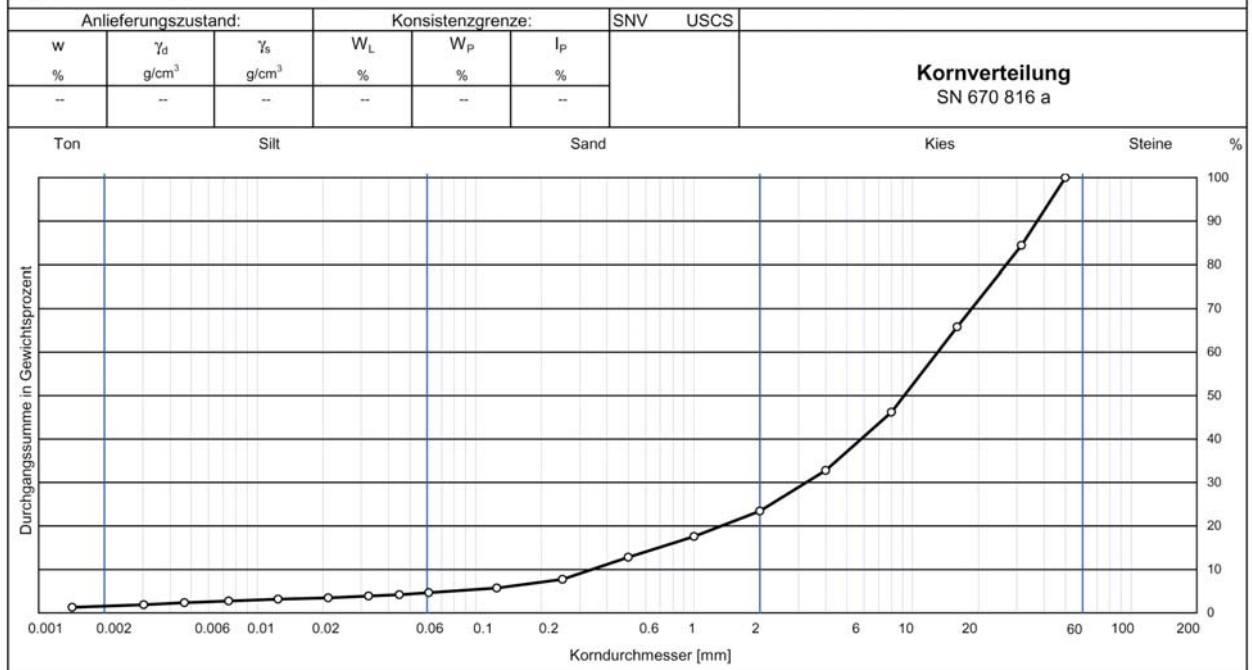
Objekt: Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG  
 Projekt: Probe: KB 3/1 9.60 - 10.00m  
 Labor-Nr.: 6319



**Labor für Geotechnik und Tonmineralogie**

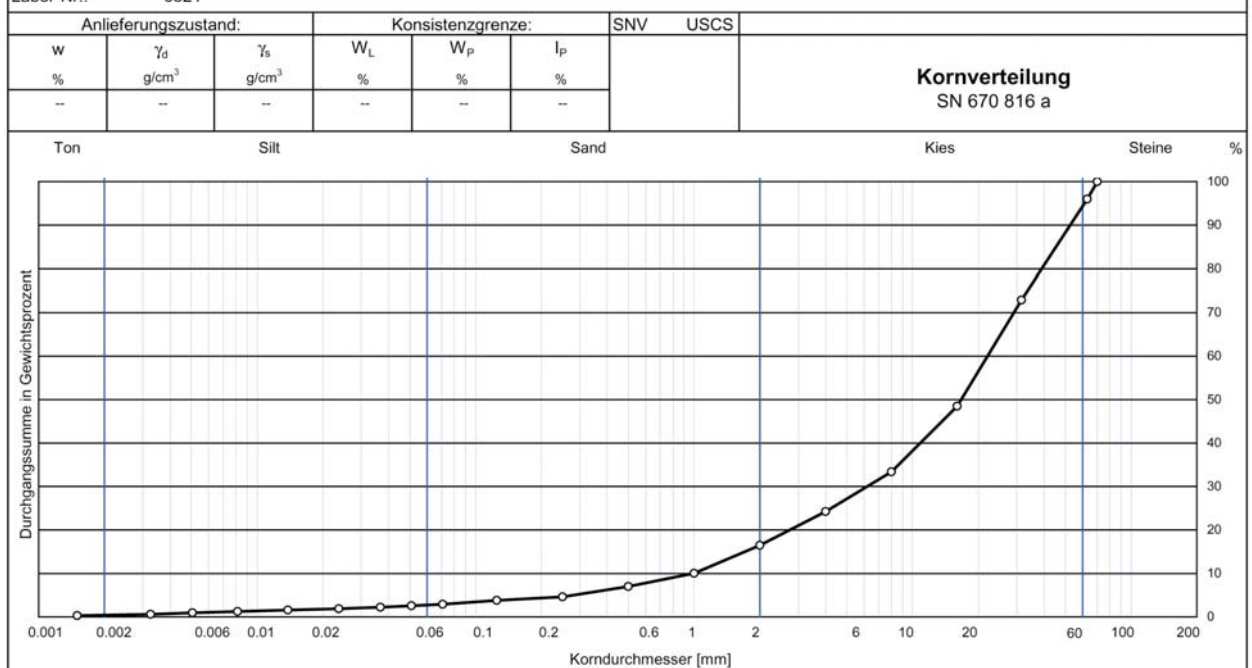
Datum:  
19.06.2009

Objekt: Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG  
 Projekt: Probe: KB 3/2 14.00 - 14.60m  
 Labor-Nr.: 6320


**Labor für Geotechnik und Tonmineralogie**

Datum:  
19.06.2009

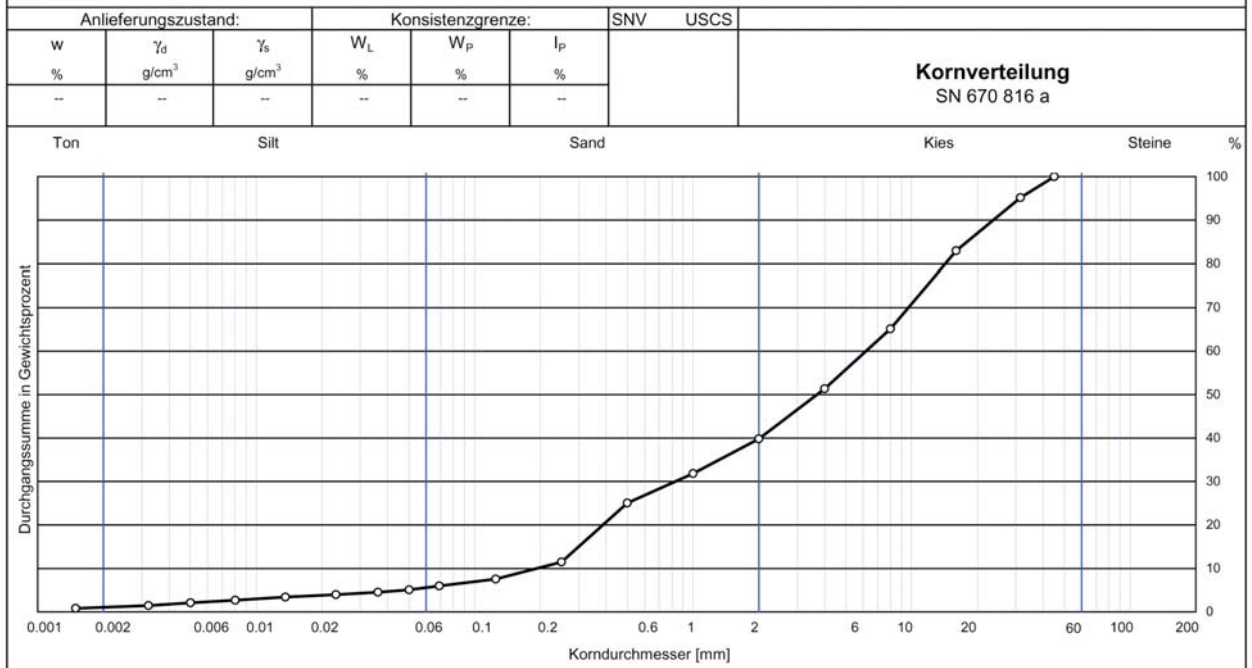
Objekt: Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG  
 Projekt: Probe: KB 3/3 28.00 - 28.50m  
 Labor-Nr.: 6321



**Labor für Geotechnik und Tonmineralogie**

Datum:  
19.06.2009

Objekt: Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG  
 Projekt: Probe: KB 4/1 18.00 - 18.40m  
 Labor-Nr.: 6322

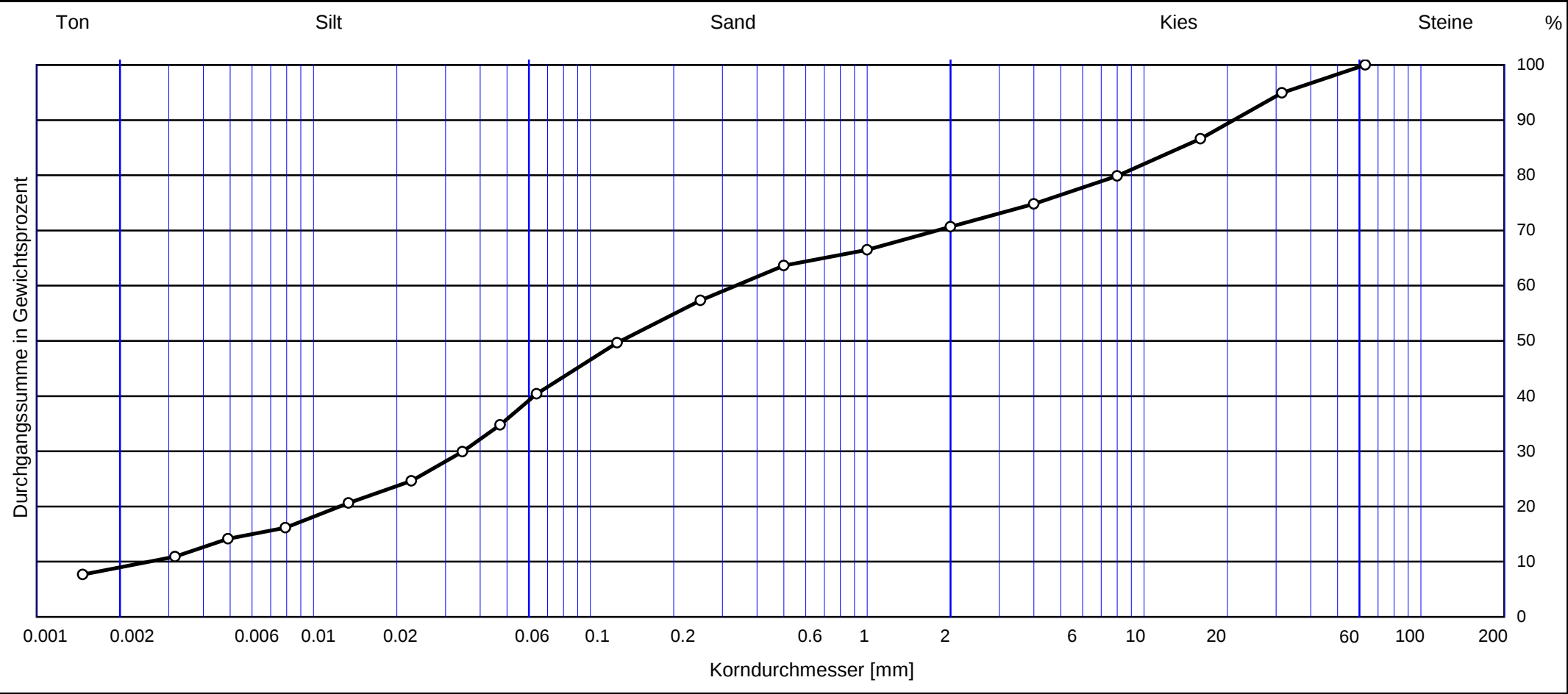


Objekt: Kiesabbaugebiet Hatwil

Projekt: Probe: KB 5/11 2.0 - 2.4 m

Labor-Nr.: 6607

| Anlieferungszustand: |                   |                   | Konsistenzgrenze: |       |       | SNV | USCS | Kornverteilung<br>SN 670 816 a |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-----|------|--------------------------------|
| W                    | $\gamma_d$        | $\gamma_s$        | $W_L$             | $W_P$ | $I_P$ |     |      |                                |
| %                    | g/cm <sup>3</sup> | g/cm <sup>3</sup> | %                 | %     | %     |     |      |                                |
| --                   | --                | --                | --                | --    | --    |     |      |                                |

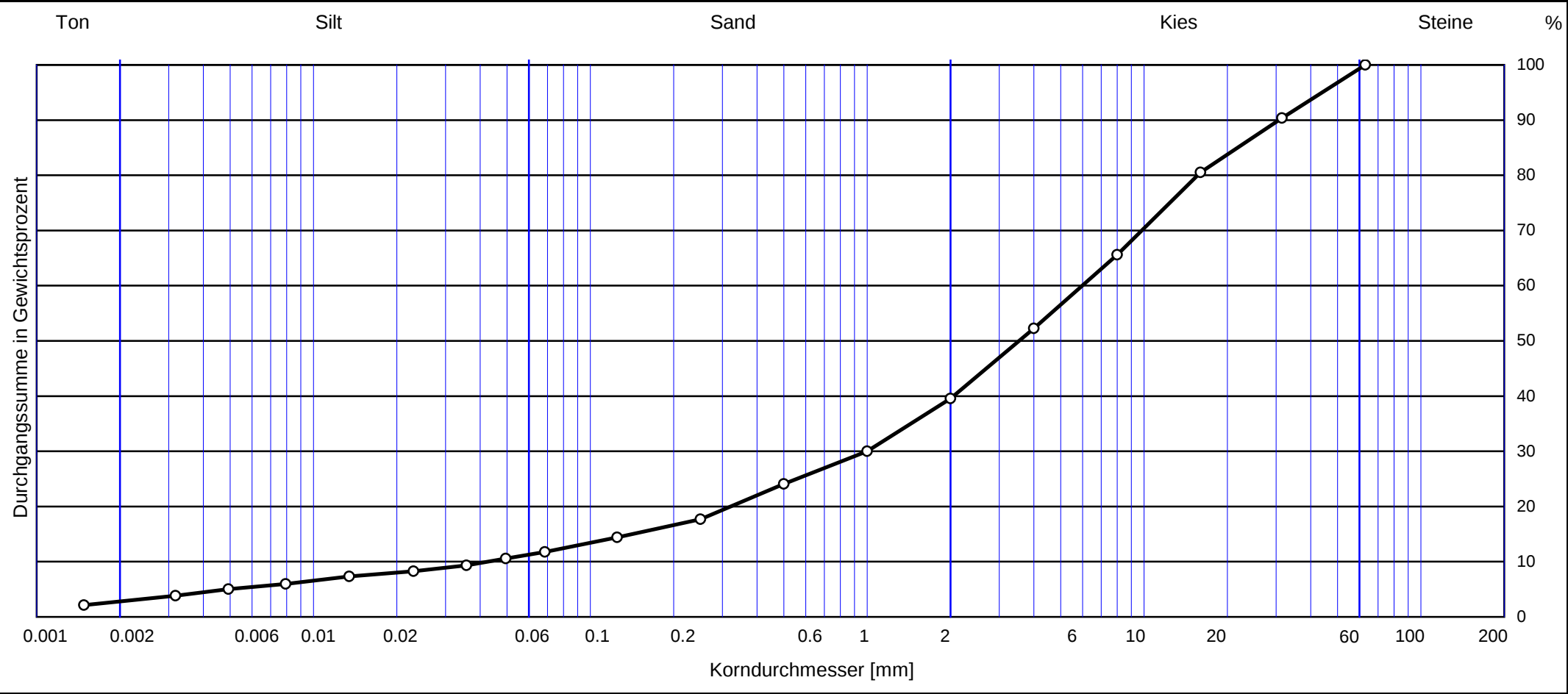


Objekt: Kiesabbaugebiet Hatwil

Projekt: Probe: KB 5/11 14.5 - 15.0 m

Labor-Nr.: 6608

| Anlieferungszustand: |                   |                   | Konsistenzgrenze: |       |       | SNV | USCS | Kornverteilung<br>SN 670 816 a |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-----|------|--------------------------------|
| W                    | $\gamma_d$        | $\gamma_s$        | $W_L$             | $W_P$ | $I_P$ |     |      |                                |
| %                    | g/cm <sup>3</sup> | g/cm <sup>3</sup> | %                 | %     | %     |     |      |                                |
| --                   | --                | --                | --                | --    | --    |     |      |                                |

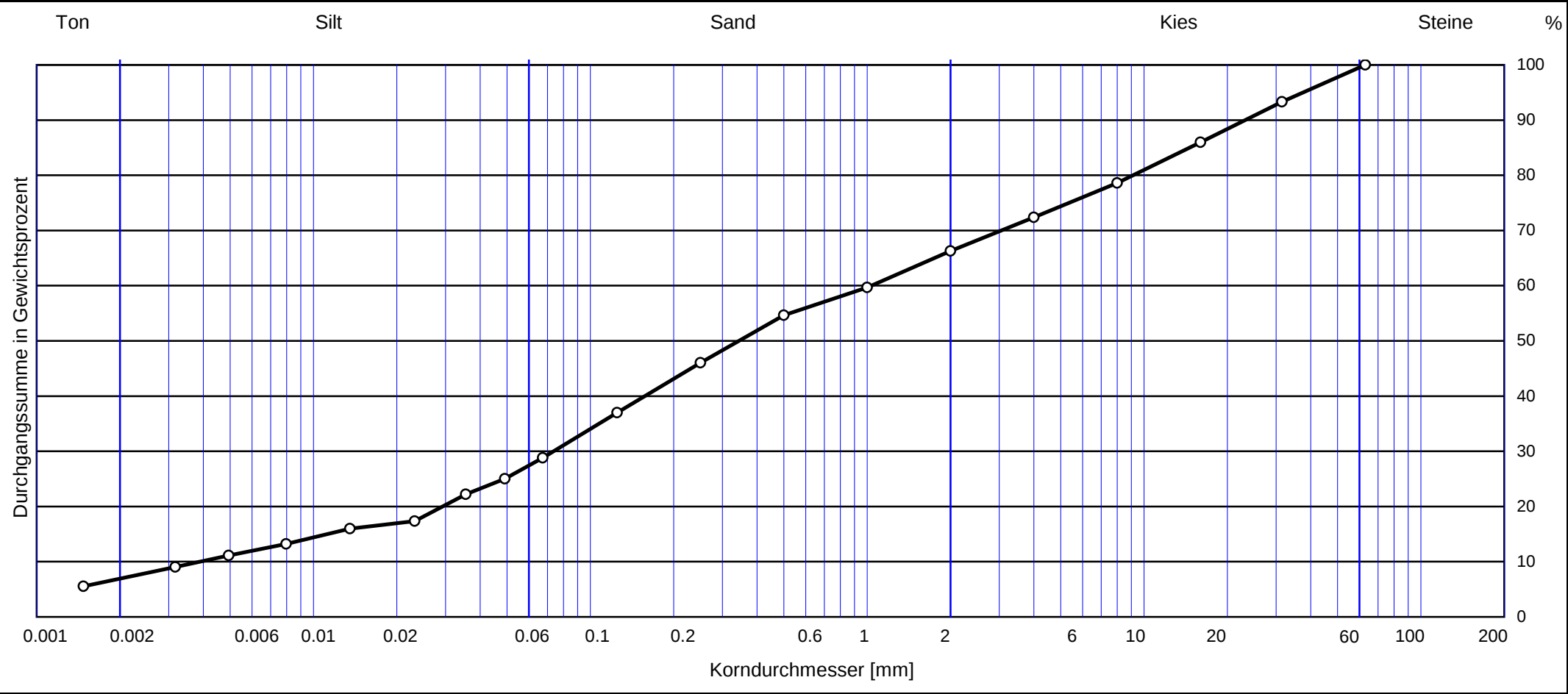


Objekt: Kiesabbaugebiet Hatwil

Projekt: Probe: KB 6/11 16.5 - 17.0 m

Labor-Nr.: 6609

| Anlieferungszustand: |                   |                   | Konsistenzgrenze: |       |       | SNV | USCS | Kornverteilung<br>SN 670 816 a |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-----|------|--------------------------------|
| W                    | $\gamma_d$        | $\gamma_s$        | $W_L$             | $W_P$ | $I_P$ |     |      |                                |
| %                    | g/cm <sup>3</sup> | g/cm <sup>3</sup> | %                 | %     | %     |     |      |                                |
| --                   | --                | --                | --                | --    | --    |     |      |                                |

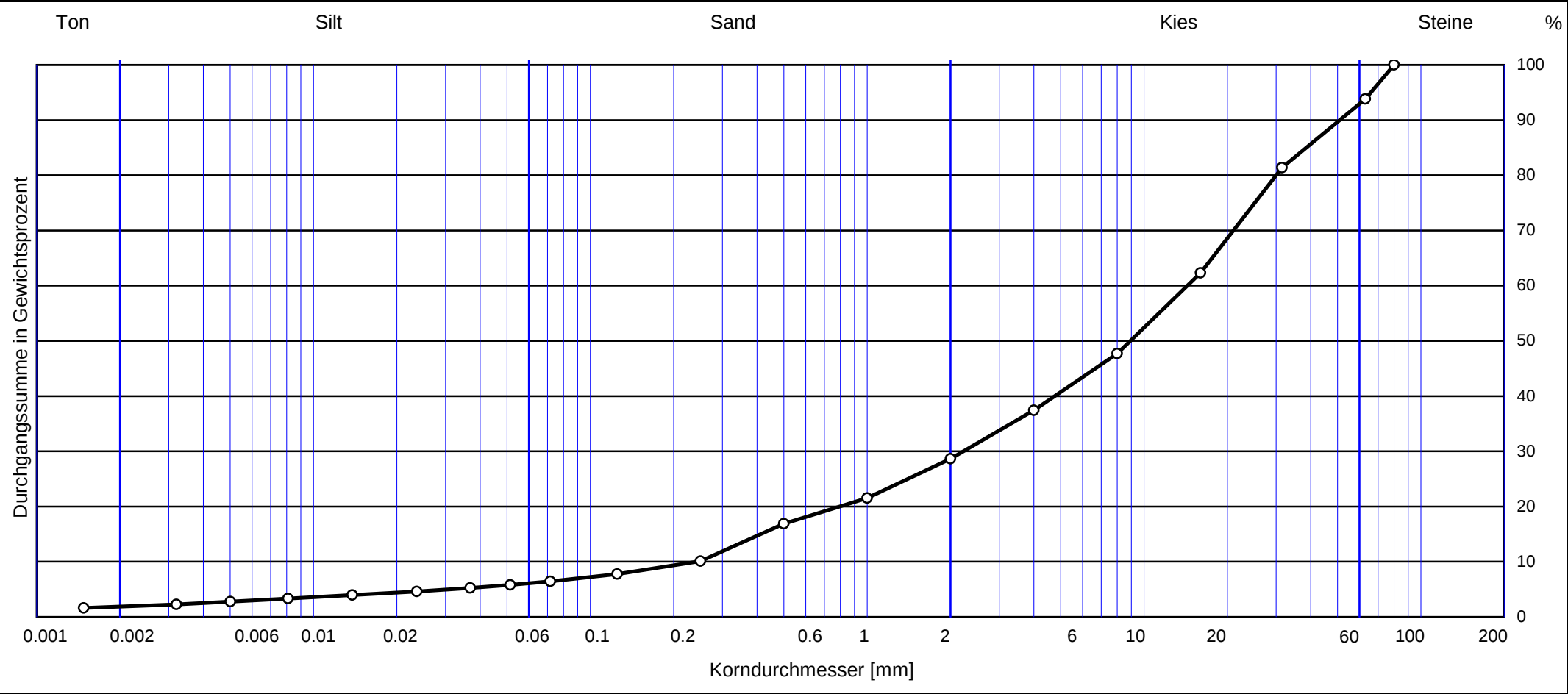


Objekt: Kiesabbaugebiet Hatwil

Projekt: Probe: KB 6/11 28.3 - 28.8 m

Labor-Nr.: 6610

| Anlieferungszustand: |                   |                   | Konsistenzgrenze: |       |       | SNV | USCS | Kornverteilung<br>SN 670 816 a |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-----|------|--------------------------------|
| W                    | $\gamma_d$        | $\gamma_s$        | $W_L$             | $W_P$ | $I_P$ |     |      |                                |
| %                    | g/cm <sup>3</sup> | g/cm <sup>3</sup> | %                 | %     | %     |     |      |                                |
| --                   | --                | --                | --                | --    | --    |     |      |                                |

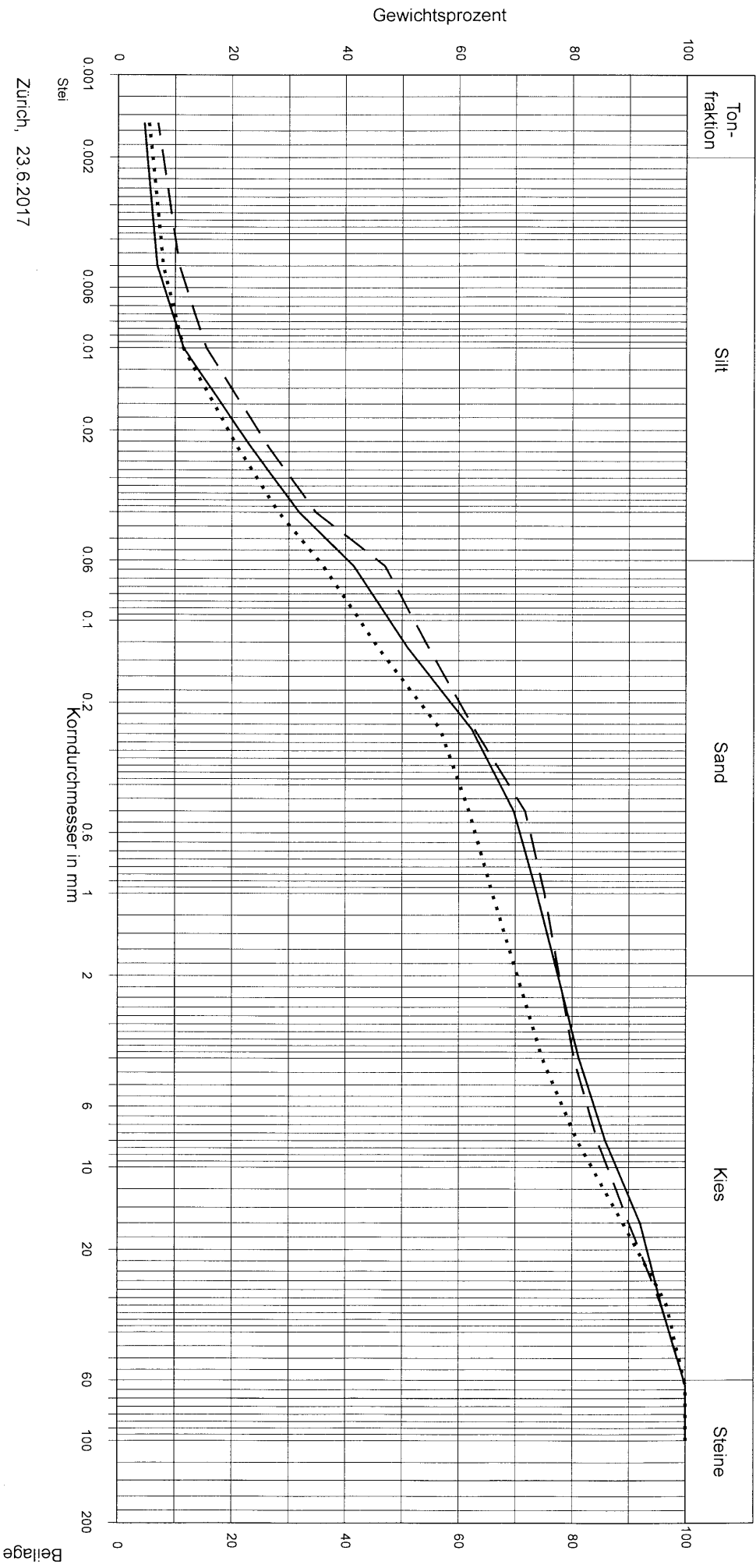


# Kornverteilung in Summationskurven

## Möräne

Auftrag: 11097  
Hatwil

| Material- und Feldbezeichnung |           |             |          | Anlieferungszustand |                          |                            |                            | Konsistenz       |                  |                  | USCS |
|-------------------------------|-----------|-------------|----------|---------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|------------------|------------------|------|
| Bohrung                       | Labor Nr. | Tiefe m     | Signatur | w %                 | $\rho$ g/cm <sup>3</sup> | $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup> | $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup> | w <sub>L</sub> % | w <sub>P</sub> % | I <sub>P</sub> % |      |
| KB1                           | 16511     | 5.00-5.50   | —        | 6.3                 |                          |                            | 2.73                       | 18.1             | 14.5             | 3.6              | SM   |
| KB1                           | 16512     | 7.00-7.50   | —        | 8.7                 |                          |                            | 2.73                       | 19.9             | 16.5             | 3.4              | SM   |
| KB1                           | 16513     | 10.00-10.50 | .....    | 7.7                 |                          |                            | 2.69                       | 18.2             | 16.0             | 2.2              | SM   |



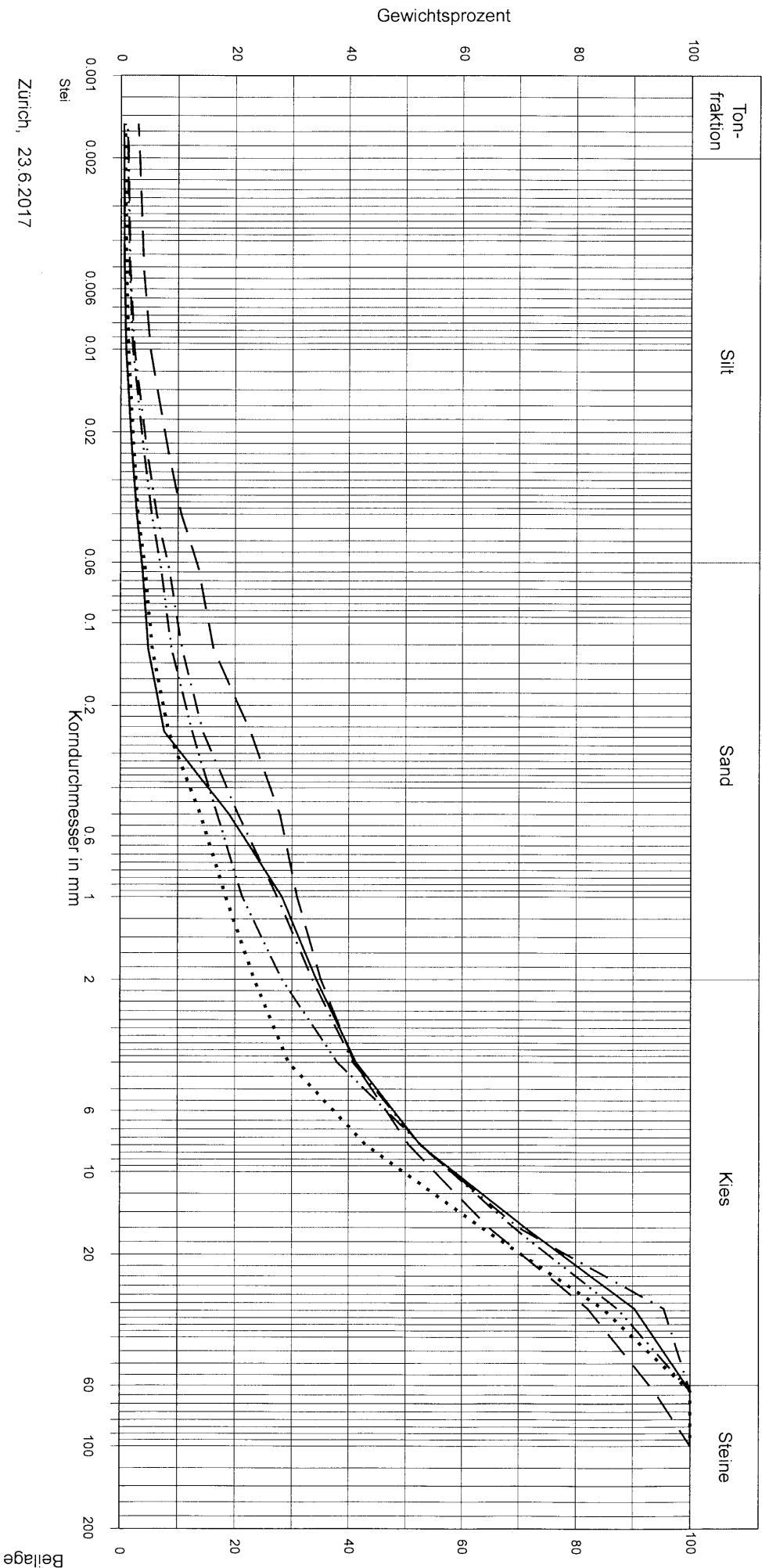
# Kornverteilung in Summationskurven

Auftrag: 11097

*Kornstoss-Schlacke*

Hatwil

| Material- und Feldbezeichnung |           |             |             | Anlieferungszustand |                             |                               |                               | Konsistenz          |                     |                     | USCS  |
|-------------------------------|-----------|-------------|-------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
| Bohrung                       | Labor Nr. | Tiefe<br>m  | Signatur    | w<br>%              | $\rho$<br>g/cm <sup>3</sup> | $\rho_d$<br>g/cm <sup>3</sup> | $\rho_s$<br>g/cm <sup>3</sup> | w <sub>L</sub><br>% | w <sub>P</sub><br>% | I <sub>P</sub><br>% |       |
| KB1                           | 16514     | 14.00-14.50 | —————       | 3.2                 |                             |                               | 2.73                          | 15.7                | 15.9                | -0.2                | GP    |
| KB1                           | 16515     | 15.50-16.00 | — — — — —   | 1.2                 |                             |                               | 2.73                          | 17.7                | 15.0                | 2.7                 | GM    |
| KB1                           | 16516     | 19.00-19.50 | .....       | 3.3                 |                             |                               | 2.73                          | 16.9                | 16.0                | 0.9                 | GP    |
| KB1                           | 16517     | 22.00-22.50 | — · — · — · | 4.5                 |                             |                               | 2.74                          | 17.3                | 16.9                | 0.4                 | GW-GM |
| KB1                           | 16518     | 25.50-26.00 | — · — · — · | 1.8                 |                             |                               | 2.73                          | 17.6                | 16.7                | 0.9                 | GP-GM |

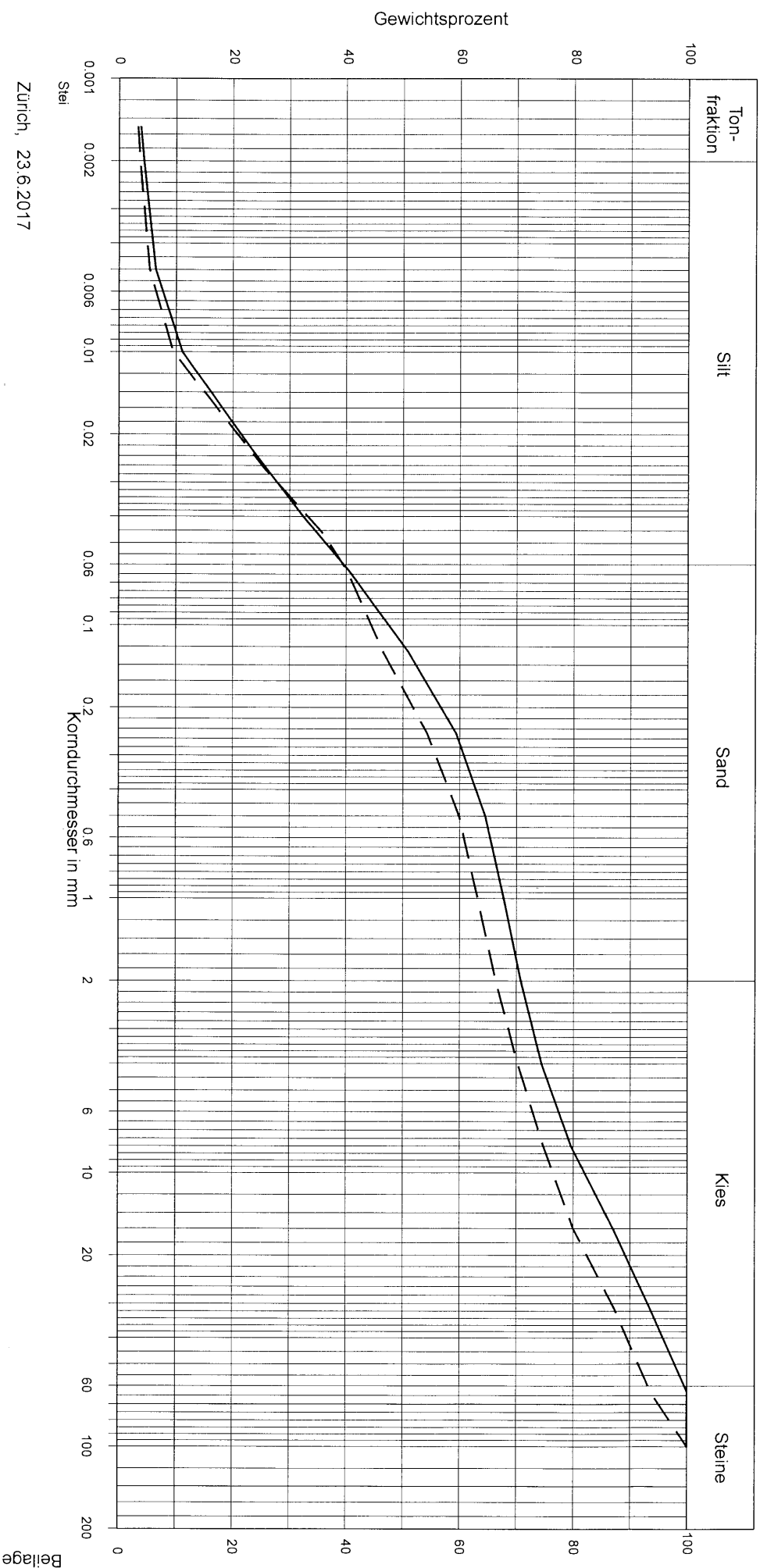


# Kornverteilung in Summationskurven

## Moräne

Auftrag: 11097  
Hatwil

| Material- und Feldbezeichnung |           |            |           | Anlieferungszustand |                             |                               |                               | Konsistenz          |                     |                     | USCS |
|-------------------------------|-----------|------------|-----------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| Bohrung                       | Labor Nr. | Tiefe<br>m | Signatur  | w<br>%              | $\rho$<br>g/cm <sup>3</sup> | $\rho_d$<br>g/cm <sup>3</sup> | $\rho_s$<br>g/cm <sup>3</sup> | w <sub>L</sub><br>% | w <sub>P</sub><br>% | I <sub>P</sub><br>% |      |
| KB2                           | 16521     | 5.50-6.00  | —————     | 2.7                 |                             |                               | 2.73                          | 18.2                | 15.7                | 2.5                 | SM   |
| KB2                           | 16522     | 8.00-8.50  | — — — — - | 4.7                 |                             |                               | 2.73                          | 19.0                | 16.2                | 2.8                 | SM   |
|                               |           |            |           |                     |                             |                               |                               |                     |                     |                     |      |



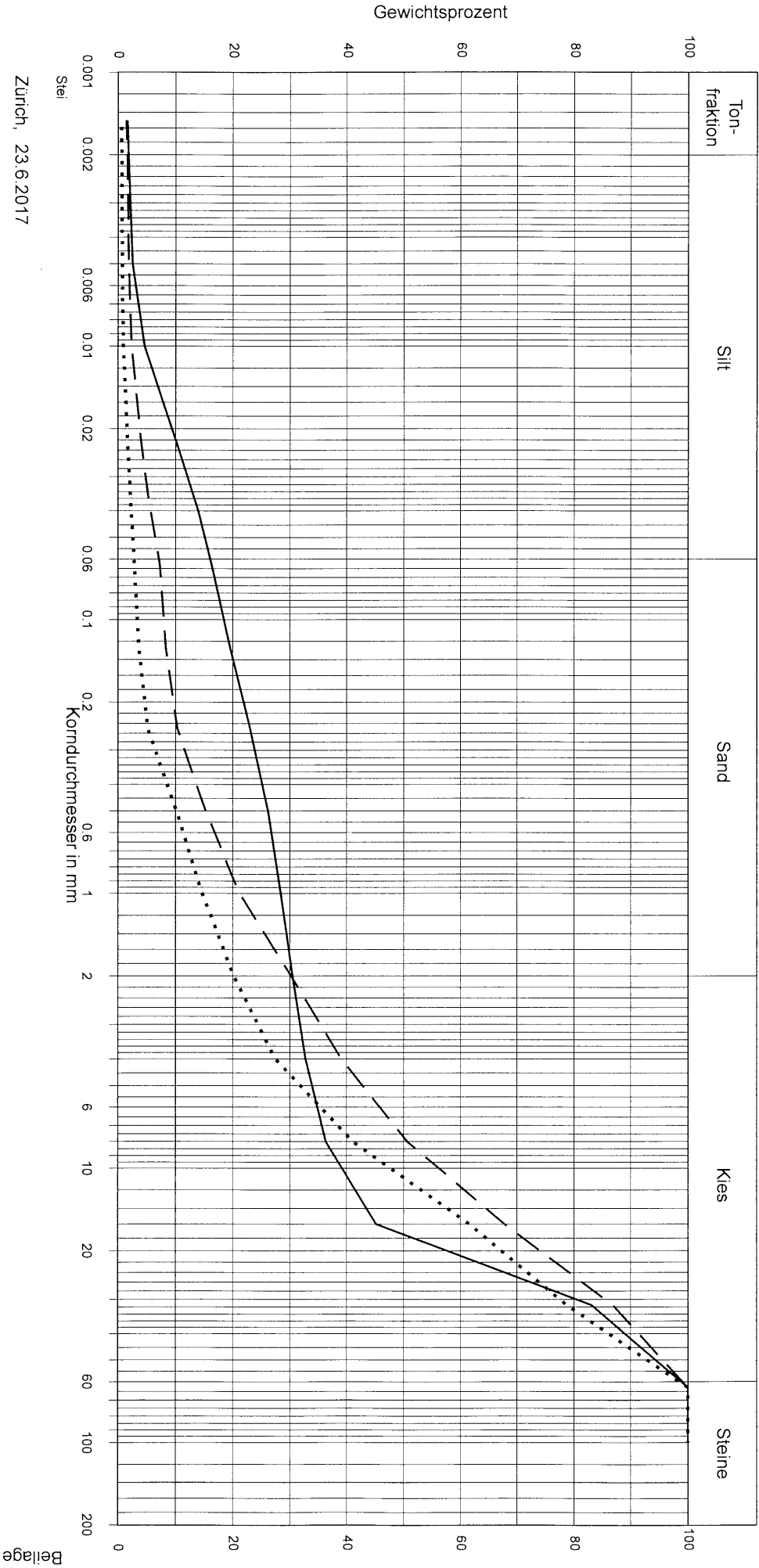
Kornverteilung in Summationskurven

Vorstas-Schofer

Auftrag: 11097

Hatwil

| Material- und Feldbezeichnung |           |             |          | Anlieferungszustand |                        |                                     |                                     | Konsistenz          |                     |                     | USCS                 |
|-------------------------------|-----------|-------------|----------|---------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Bohrung                       | Labor Nr. | Tiefe<br>m  | Signatur | w<br>%              | p<br>g/cm <sup>3</sup> | p <sub>d</sub><br>g/cm <sup>3</sup> | p <sub>s</sub><br>g/cm <sup>3</sup> | w <sub>L</sub><br>% | w <sub>P</sub><br>% | I <sub>P</sub><br>% |                      |
| KB2                           | 16523     | 11.00-11.50 | —————    | 2.3                 |                        |                                     | 2.73                                | 17.8                | 13.8                | 4.0                 | GC-GM<br>GW-GM<br>GW |
| KB2                           | 16524     | 14.50-15.00 | —————    | 2.5                 |                        |                                     | 2.72                                | 19.7                | 17.4                | 2.2                 |                      |
| KB2                           | 16525     | 20.50-21.00 | .....    | 1.7                 |                        |                                     | 2.74                                | 16.8                | 15.5                | 1.3                 |                      |



### A.2 Auswertung Korngrößenverteilung Baggerschlitze 01/23 und 02/23 2023

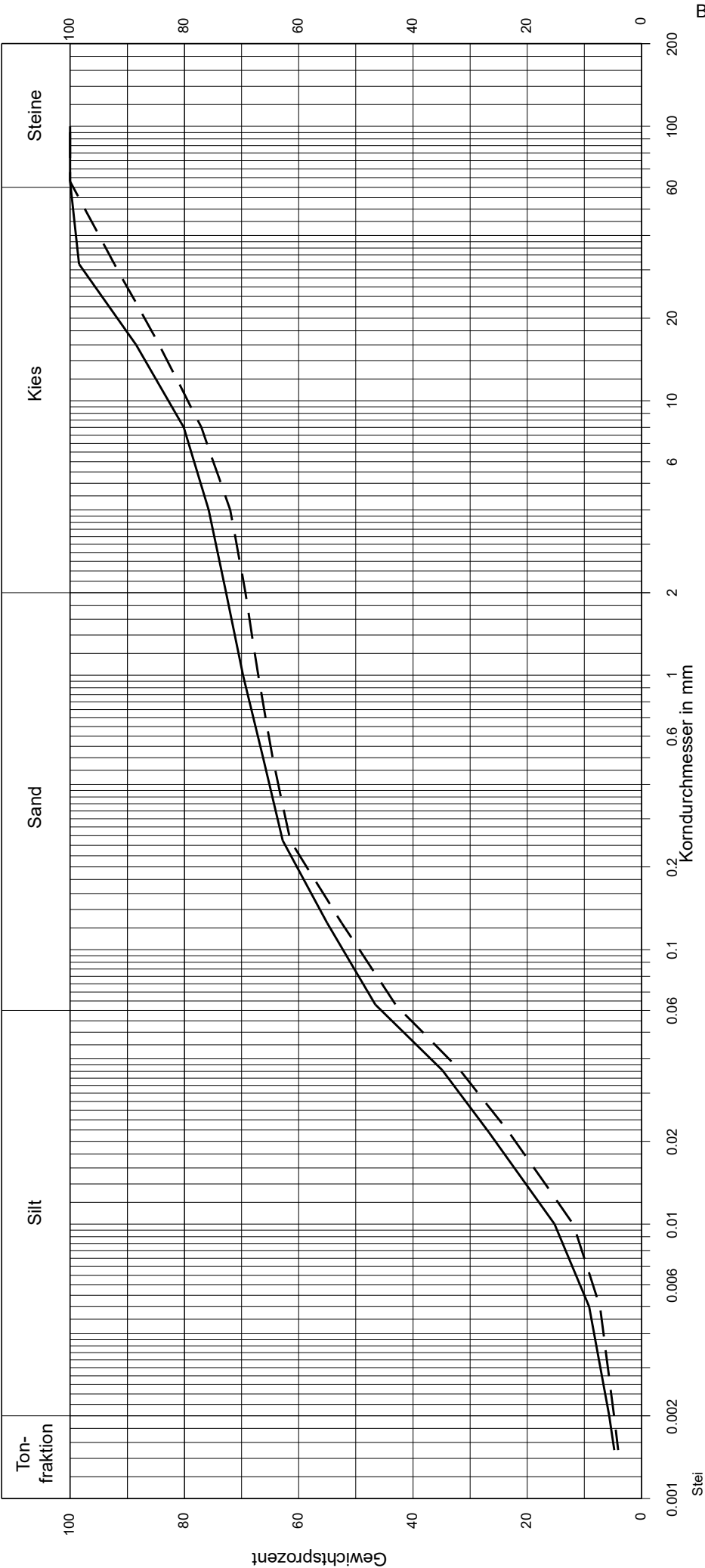


Kornverteilung in Summationskurven

Auftrag: 10416

Hatwil/Aebnetwald

| Material- und Feldbezeichnung |           |            |          | Anlieferungszustand |                             |                               |                               |                     | Konsistenz          |                     |    | USCS |
|-------------------------------|-----------|------------|----------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----|------|
| Bohrung                       | Labor Nr. | Tiefe<br>m | Signatur | w<br>%              | $\rho$<br>g/cm <sup>3</sup> | $\rho_d$<br>g/cm <sup>3</sup> | $\rho_s$<br>g/cm <sup>3</sup> | w <sub>L</sub><br>% | w <sub>P</sub><br>% | I <sub>P</sub><br>% |    |      |
| BS01/23                       | 19748     | 3.0 Hatwil | ————     | 9.4                 |                             |                               | 2.72                          | 18.6                | 15.5                | 3.1                 | GM |      |
| BS01/23                       | 19749     | 5.0 Hatwil | — — — —  | 8.5                 |                             |                               |                               | 17.1                | 14.5                | 2.6                 | GM |      |



## Zusammenstellung der Versuchsergebnisse

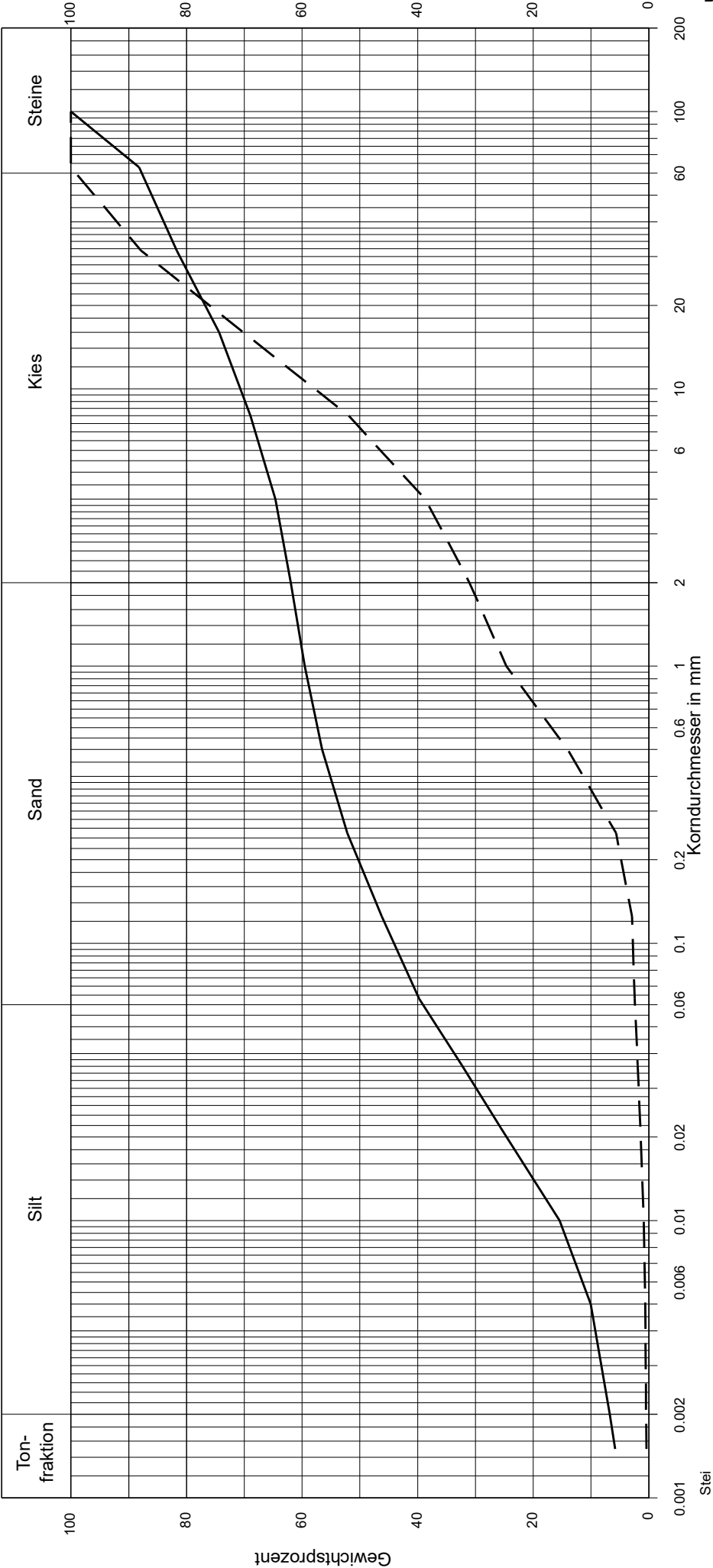
|                                      |                                                         |                   |            |  |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|------------|--|--|
| Auftrag: <b>10416</b>                |                                                         | Hatwil/Aebnetwald |            |  |  |
| <b>Material- und Feldbezeichnung</b> |                                                         |                   |            |  |  |
| Labor Nr.                            |                                                         | 19748             | 19749      |  |  |
| Bohrung Nr.                          |                                                         | BS01/23           | BS01/23    |  |  |
| Feldbezeichnung der Probe            |                                                         |                   |            |  |  |
| Entnahmekote (Tiefe) m               |                                                         | 3.0 Hatwil        | 5.0 Hatwil |  |  |
| USCS-Klassifikation                  |                                                         | GM                | GM         |  |  |
| <b>Anlieferungszustand</b>           |                                                         |                   |            |  |  |
| Wassergehalt                         | W %                                                     | 9.4               | 8.5        |  |  |
| Dichte (feucht)                      | $\rho$ g/cm <sup>3</sup>                                |                   |            |  |  |
| Trockendichte                        | $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>                              |                   |            |  |  |
| Dichte der Festsubstanz              | $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>                              | 2.72              | 2.72       |  |  |
| Porosität                            | n %                                                     |                   |            |  |  |
| Sättigungsgrad                       | Sr %                                                    |                   |            |  |  |
| Carbonatgehalt                       | Ca %                                                    |                   |            |  |  |
| Druckfestigkeit                      | d <sub>c</sub> kPa                                      |                   |            |  |  |
| <b>Konsistenz</b>                    |                                                         |                   |            |  |  |
| Flie遝grenze                          | W <sub>L</sub> %                                        | 18.6              | 17.1       |  |  |
| Ausrollgrenze                        | W <sub>P</sub> %                                        | 15.5              | 14.5       |  |  |
| Plastizitätszahl                     | I <sub>P</sub> = W <sub>L</sub> - W <sub>P</sub> %      | 3.1               | 2.6        |  |  |
| Liquiditätsindex                     | I <sub>L</sub> = (W - W <sub>P</sub> ) / I <sub>P</sub> |                   |            |  |  |
| <b>Kornverteilung</b>                |                                                         |                   |            |  |  |
| D max                                | mm                                                      | 63.0              | 63.0       |  |  |
| > 90 mm                              | %                                                       | 0.0               | 0.0        |  |  |
| < 90 mm                              | %                                                       | 100.0             | 100.0      |  |  |
| < 63 mm                              | %                                                       | 100.0             | 100.0      |  |  |
| < 31.5 mm                            | %                                                       | 98.5              | 92.3       |  |  |
| < 16 mm                              | %                                                       | 88.5              | 84.4       |  |  |
| < 8 mm                               | %                                                       | 80.1              | 77.0       |  |  |
| < 4 mm                               | %                                                       | 75.8              | 72.0       |  |  |
| < 2 mm                               | %                                                       | 72.7              | 69.3       |  |  |
| < 1 mm                               | %                                                       | 69.73             | 67.10      |  |  |
| < 0.5 mm                             | %                                                       | 66.25             | 64.58      |  |  |
| < 0.25 mm                            | %                                                       | 62.80             | 61.48      |  |  |
| < 0.125 mm                           | %                                                       | 55.02             | 52.47      |  |  |
| < 0.063 mm                           | %                                                       | 46.57             | 43.04      |  |  |
| < 0.02 mm                            | %                                                       | 25.57             | 22.06      |  |  |
| < 0.002 mm                           | %                                                       | 5.64              | 4.82       |  |  |

Kornverteilung in Summationskurven

Auftrag: 10416

Hatwil/Aebnetwald

| Material- und Feldbezeichnung |           |            |           | Anlieferungszustand |                             |                               |                               |                     | Konsistenz          |                     |             | USCS |
|-------------------------------|-----------|------------|-----------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|------|
| Bohrung                       | Labor Nr. | Tiefe<br>m | Signatur  | w<br>%              | $\rho$<br>g/cm <sup>3</sup> | $\rho_d$<br>g/cm <sup>3</sup> | $\rho_s$<br>g/cm <sup>3</sup> | w <sub>L</sub><br>% | w <sub>P</sub><br>% | I <sub>P</sub><br>% |             |      |
| BS02/23                       | 19750     | 3.0 Hatwil | ————      | 7.8                 |                             |                               | 2.72                          | 17.2                | 12.2                | 5.0                 | GC-GM<br>GP |      |
| BS02/23                       | 19751     | 5.0 Hatwil | - - - - - | 2.8                 |                             |                               | 2.70                          | 17.3                | 15.9                | 1.4                 |             |      |



## Zusammenstellung der Versuchsergebnisse

|                                      |                            |                   |            |  |  |
|--------------------------------------|----------------------------|-------------------|------------|--|--|
| Auftrag: <b>10416</b>                |                            | Hatwil/Aebnetwald |            |  |  |
| <b>Material- und Feldbezeichnung</b> |                            |                   |            |  |  |
| Labor Nr.                            |                            | 19750             | 19751      |  |  |
| Bohrung Nr.                          |                            | BS02/23           | BS02/23    |  |  |
| Feldbezeichnung der Probe            |                            |                   |            |  |  |
| Entnahmekote (Tiefe) m               |                            | 3.0 Hatwil        | 5.0 Hatwil |  |  |
| USCS-Klassifikation                  |                            | GC-GM             | GP         |  |  |
| <b>Anlieferungszustand</b>           |                            |                   |            |  |  |
| Wassergehalt                         | W %                        | 7.8               | 2.8        |  |  |
| Dichte (feucht)                      | $\rho$ g/cm <sup>3</sup>   |                   |            |  |  |
| Trockendichte                        | $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup> |                   |            |  |  |
| Dichte der Festsubstanz              | $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup> | 2.72              | 2.70       |  |  |
| Porosität                            | n %                        |                   |            |  |  |
| Sättigungsgrad                       | Sr %                       |                   |            |  |  |
| Carbonatgehalt                       | Ca %                       |                   |            |  |  |
| Druckfestigkeit                      | $d_c$ kPa                  |                   |            |  |  |
| <b>Konsistenz</b>                    |                            |                   |            |  |  |
| Flie遝grenze                          | $W_L$ %                    | 17.2              | 17.3       |  |  |
| Ausrollgrenze                        | $W_P$ %                    | 12.2              | 15.9       |  |  |
| Plastizitätszahl                     | $I_P = W_L - W_P$ %        | 5.0               | 1.4        |  |  |
| Liquiditätsindex                     | $I_L = (W - W_P) / I_P$    |                   |            |  |  |
| <b>Kornverteilung</b>                |                            |                   |            |  |  |
| D max                                | mm                         | 100.0             | 63.0       |  |  |
| > 90 mm                              | %                          | 2.7               | 0.0        |  |  |
| < 90 mm                              | %                          | 97.3              | 100.0      |  |  |
| < 63 mm                              | %                          | 88.2              | 100.0      |  |  |
| < 31.5 mm                            | %                          | 81.7              | 87.9       |  |  |
| < 16 mm                              | %                          | 74.4              | 70.2       |  |  |
| < 8 mm                               | %                          | 68.9              | 51.9       |  |  |
| < 4 mm                               | %                          | 64.6              | 38.7       |  |  |
| < 2 mm                               | %                          | 61.9              | 31.0       |  |  |
| < 1 mm                               | %                          | 59.54             | 24.65      |  |  |
| < 0.5 mm                             | %                          | 56.55             | 14.03      |  |  |
| < 0.25 mm                            | %                          | 52.17             | 5.67       |  |  |
| < 0.125 mm                           | %                          | 46.23             | 2.92       |  |  |
| < 0.063 mm                           | %                          | 39.73             | 2.46       |  |  |
| < 0.02 mm                            | %                          | 24.59             | 1.41       |  |  |
| < 0.002 mm                           | %                          | 6.75              | 0.46       |  |  |

### A.3 Auswertung Aufbereitungsversuch Moräne Äbnetwald vom August 2021

## Zusammenstellung Versuch Recytec

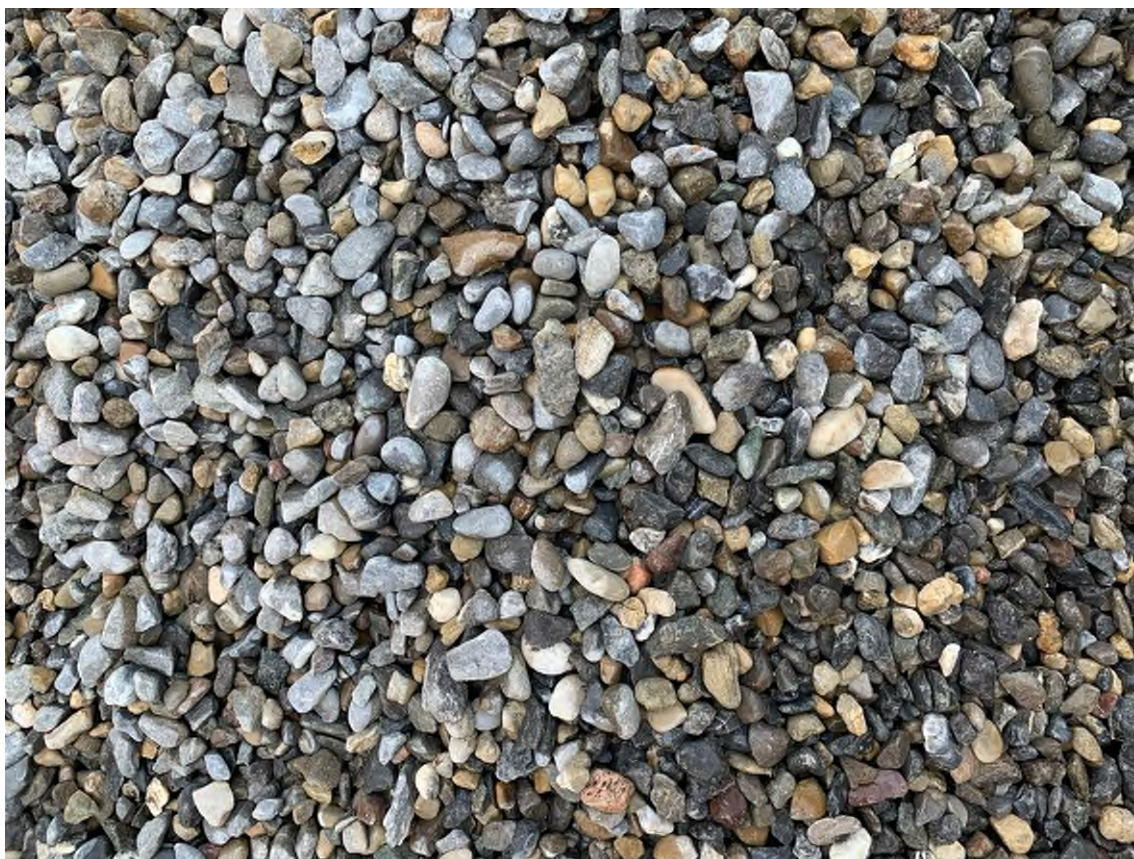
0-4



4-8



8-16



16-32



32-50



50-100



# Siebanalyse

SN EN 933-1

Trockensiebung

Prüfbericht Nr : 630210826.202.1

Auftraggeber : Risi-Cham  
Bezeichnung : Sand 0-4 mm  
Herkunft :  
Kurve Nr :  
Grösstkorn (mm) : 4

Entnahmedatum : 26.08.2021  
Entnahmeort :  
Entnahme durch :  
Probeneingang im Labor : 26.08.2021  
Prüfdatum : 27.08.2021  
Ausgeführt durch : WWU

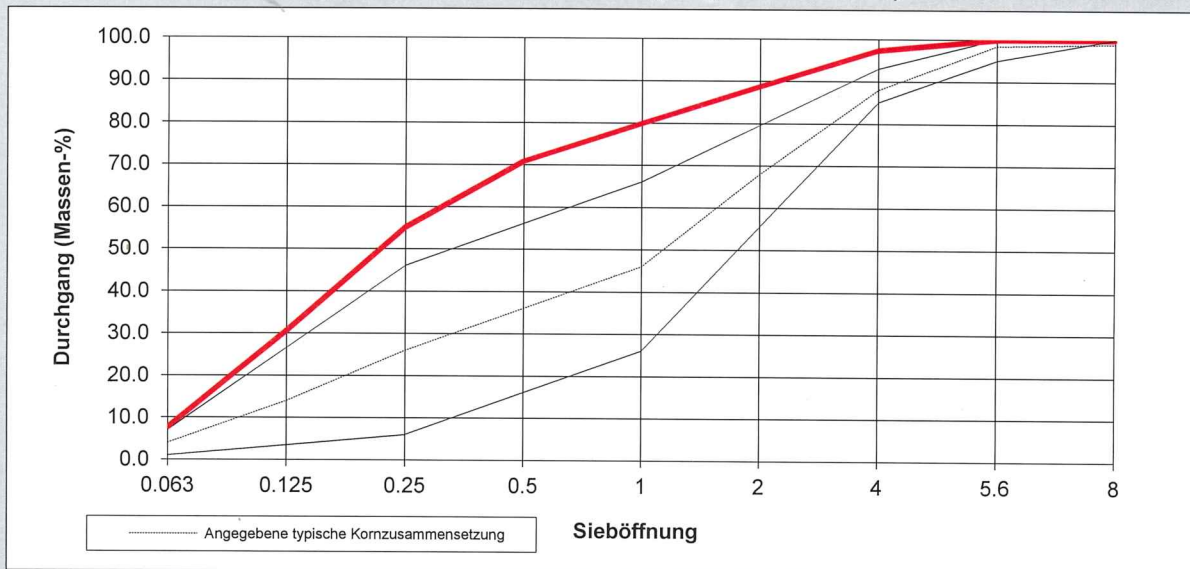
| Trockengewicht M 2 (Gr) 920 |                |                  |                      | Komponente in Massen-% |          |         |
|-----------------------------|----------------|------------------|----------------------|------------------------|----------|---------|
| Sieb (mm)                   | Rückstand (Gr) | Menge (Massen-%) | Durchgang (Massen-%) | Fraktion mm            | Sollwert | Istwert |
| 8                           | 0              | 0.0              | 100.0                |                        |          |         |
| 5.6                         | 1              | 0.1              | 99.9                 |                        |          |         |
| 4                           | 40             | 2.6              | 97.4                 |                        |          |         |
| 2                           | 135            | 8.7              | 88.6                 |                        |          |         |
| 1                           | 136            | 8.8              | 79.9                 |                        |          |         |
| 0.5                         | 141            | 9.1              | 70.8                 |                        |          |         |
| 0.25                        | 244            | 15.7             | 55.0                 |                        |          |         |
| 0.125                       | 379            | 24.5             | 30.6                 |                        |          |         |
| 0.063                       | 355            | 22.9             | 7.7                  |                        |          |         |
| < 0.063                     | 119            | 7.7              | -                    |                        |          |         |
| Total                       | 1550           | 100.0            | -0.685               | Total                  | 0        | 0.0     |

Grenzwert nach SN 670102-NA : < 3.0 % (Ziff. 15)

< 0.01 (Aussiebkontrolle)

## feine Gesteinskörnung 0/4 - G<sub>F</sub>85

Festlegungen nach SN EN 12620 (gültig ab 01.01.2005)



Eigenfeuchtigkeit informativ: 18.1%

Bemerkung:

## A.4 Tabelle Volumenauswertung



## Überprüfung Volumenberechnung potenzielles Kiesabbaugebiet Hatwil

|                      |                                                                                                                                                                                                                        |                                              | (gerundet)        | Bemerkung                                                                                                                         |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Flächen              | Fläche Richtplanperimeter (Antrag)                                                                                                                                                                                     | m <sup>2</sup>                               | 558'000           | inkl. Waldabstand                                                                                                                 |
|                      | Fläche Abbauperimeter (Antrag)                                                                                                                                                                                         | m <sup>2</sup>                               | 542'000           | 5m Abstand zwischen Abbaukante und Richtplanperimeter                                                                             |
| Faktoren             | Mächtigkeit Ober-und Unterboden                                                                                                                                                                                        | m                                            | 1.3               | Annahme gemäss Bohrprofilen / Erfahrungswerte                                                                                     |
|                      | Abbausohle: Abstand Grundwasserhöchststand 10 Jahre                                                                                                                                                                    | m                                            | 2.0               | Gemäss GSchV                                                                                                                      |
|                      | 1. Auflockerung beim Abbau Fest nach Lose                                                                                                                                                                              | %                                            | 15%               | gemäss Angaben Kieskonzept Zug 2008 / verifiziert Risi AG                                                                         |
|                      | 2. Auflockerung in Aufbereitung durch Sortierung in Fraktionen                                                                                                                                                         | %                                            | 20%               | Hohlraum in klassierten Fraktionen, gemäss Angaben Kieskonzept Zug 2008                                                           |
|                      | Verdichtung Auffüllmaterial nach Einbau                                                                                                                                                                                | %                                            | -10%              | d.h. ursprüngliche Dichte wird nicht erreicht (5% Differenz)                                                                      |
| Rohstoff-<br>volumen | Volumen Ober- und Unterboden                                                                                                                                                                                           | m <sup>3</sup> (fest)                        | 700'000           |                                                                                                                                   |
|                      | Volumen Grundmoräne                                                                                                                                                                                                    | m <sup>3</sup> (fest)                        | 6'000'000         | verifiziert ilu 2023 mit aktualisiertem GW-Modell                                                                                 |
|                      | Volumen Vorstossschotter                                                                                                                                                                                               | m <sup>3</sup> (fest)                        | 3'500'000         | verifiziert ilu 2023 mit aktualisiertem GW-Modell                                                                                 |
|                      | <b>Total Rohstoff in Abbauperimeter</b>                                                                                                                                                                                | <b>m<sup>3</sup> (fest)</b>                  | <b>9'500'000</b>  | Abbauböschungen 1:1 und 2m Abstand bis 10j.GWmax                                                                                  |
| Abbau-<br>volumen    | Moräne nicht aufbereitbar (>40% Feinanteil)                                                                                                                                                                            | m <sup>3</sup> (lose)                        | 1'700'000         | 25% der Moräne wird direkt umgelagert in Wiederauffüllung                                                                         |
|                      | Moräne aufbereitbar (<40% Feinanteil)                                                                                                                                                                                  | m <sup>3</sup> (lose)                        | 5'200'000         | 75% der Moräne in Aufbereitung                                                                                                    |
|                      | Vorstossschotter                                                                                                                                                                                                       | m <sup>3</sup> (lose)                        | 4'000'000         |                                                                                                                                   |
|                      | <b>Abbauvolumen gesamt</b>                                                                                                                                                                                             | <b>m<sup>3</sup> (lose)</b>                  | <b>10'900'000</b> | Rohmaterial muss bewegt werden (ohne Boden, sonst +700'000m <sup>3</sup> )                                                        |
|                      | davon in Aufbereitung                                                                                                                                                                                                  | m <sup>3</sup> (lose)                        | 9'200'000         | Vorstossschotter und aufbereitbare Moräne                                                                                         |
| Auf-<br>bereitung    | Moräne aufbereitbar ohne Feinanteil (Ø35%)                                                                                                                                                                             | m <sup>3</sup> (lose)                        | 3'500'000         | Feinanteil von 35% auf 3% reduzieren                                                                                              |
|                      | Vorstossschotter ohne Feinanteil (Ø10%)                                                                                                                                                                                | m <sup>3</sup> (lose)                        | 3'700'000         | Feinanteil von 10% auf 3% reduzieren                                                                                              |
|                      | Abgetrennter Feinanteil / Filterkuchen                                                                                                                                                                                 | m <sup>3</sup> (lose)                        | 1'900'000         | Geht als Filterkuchen in die Wiederauffüllung                                                                                     |
|                      | <b>Sand+Kies zum Verkauf nach 2. Auflockerung</b>                                                                                                                                                                      | <b>m<sup>3</sup> (lose+)</b>                 | <b>8'600'000</b>  | 2. Auflockerung durch Hohlraum in klassierten Fraktionen                                                                          |
| Auffüllung           | Geometrisches Auffüllvolumen                                                                                                                                                                                           | m <sup>3</sup> (fest)                        | 9'500'000         | Unter Annahme Niveau Sekundarlandschaft = Primärlandschaft                                                                        |
|                      | Total mögliche Auffüllung mit losem Material                                                                                                                                                                           | m <sup>3</sup> (lose)                        | 10'500'000        | Angeliefertes loses Material nach Einbau, Verdichtung -10%                                                                        |
|                      | Nicht aufbereitbare Moräne                                                                                                                                                                                             | m <sup>3</sup> (lose)                        | 1'700'000         | Direkt umgelagert                                                                                                                 |
|                      | Abgetrennter Feinanteil / Filterkuchen                                                                                                                                                                                 | m <sup>3</sup> (lose)                        | 1'900'000         | Filterkuchen aus Aufbereitung                                                                                                     |
|                      | <b>Auffüllvolumen externes Material / Markt</b>                                                                                                                                                                        | <b>m<sup>3</sup> (lose)</b>                  | <b>6'900'000</b>  |                                                                                                                                   |
| Kenn-<br>zahlen      | Verwertungsquote Moräne                                                                                                                                                                                                | m <sup>3</sup> (lose+)/m <sup>3</sup> (lose) | 60%               | (Moräne aufbereitbar ohne Feinanteil*1.2Auflockerung in Aufbereitung) / (Volumen Moräne*1.15)                                     |
|                      | Bodenutzungseffizienz (BNE)                                                                                                                                                                                            | m <sup>3</sup> (lose+)/m <sup>2</sup>        | 16                | Aufbereitets Material zum Verkauf pro m <sup>2</sup> (Abbauperimeter)                                                             |
|                      | Verwertungsquote Abbaustelle gesamt                                                                                                                                                                                    | m <sup>3</sup> (lose+)/m <sup>3</sup> (lose) | 79%               | ((Moräne aufbereitbar ohne Feinanteil + Vorstossschotter ohne Feinanteil)*1.2 Auflockerung in Aufbereitung) / Abbauvolumen gesamt |
| Grundlagen           | 1) OK Terrain: GIS Geodatenshop Zug, Lidar Höhendaten 2020<br>2) OK Vorstossschotter: Datenlieferung Dober 2023 verifiziert ilu 2023<br>3) Abbausohle: Auswertung 10jähriges GWmax plus 2m (Geotest / Kanton Zug 2023) |                                              |                   |                                                                                                                                   |