

## Bodenphysikalische Kennwerte

Objekt : Tongrube Grana, Ton  
 Auftragsnummer: O-20140178  
 Auftraggeber : MUEG GmbH  
 Bohrlochnr.  
 Hoch :  
 Rechts :  
 NN Höhe/ Teufe (m) :  
 Werkprobennummer :  
 Labornummer : 60314  
 Stratigraphie :  
 Probenart : g  
 Probenspezifikation : T,u\*,fs'  
 gelb-hellgrau,ausgetrocknet

Bodenart n. DIN 18196 : TM

| Korngr.-verteilung              |       | Kornfraktionen |       | Wasserzahlen        |      | Dichten         |        |
|---------------------------------|-------|----------------|-------|---------------------|------|-----------------|--------|
| d                               | S     |                | ( % ) | w(< 0,4 mm)         |      |                 | (t/m³) |
| ( mm )                          | ( % ) |                |       |                     |      |                 |        |
| 0,002                           | 61    | Ton            | 61    | w(oben)             |      | $\rho$          |        |
| 0,0063                          | 71    | Schluff        | 33    | w(unten)            |      | $\rho_s$        | 2,69   |
| 0,02                            | 85    | Feinsand       | 5     | w( $\emptyset$ )    | 0,04 | $\rho_d$        |        |
| 0,063                           | 94    | Mittelsand     | 1     | w <sub>L</sub>      | 0,50 | $\rho_r$        |        |
| 0,125                           | 98    | Grobsand       |       | w <sub>P</sub>      | 0,28 | $\rho'$         |        |
| 0,25                            | 100   | Sand           | 6     | w <sub>M</sub>      |      |                 |        |
| 0,5                             | 100   | Feinkies       |       | w <sub>S</sub>      |      | e               |        |
| 1                               | 100   | Mittelkies     |       | w <sub>B,Neff</sub> |      | n               |        |
| 2                               | 100   | Grobkies       |       | w <sub>0</sub>      |      | Sr              |        |
| 4                               | 100   | Kies           |       | w <sub>1</sub>      |      |                 |        |
| 8                               | 100   | Steine         |       | Plastizität         |      | max e           |        |
| 16                              | 100   |                |       | I <sub>P</sub>      | 0,21 | min e           |        |
| 31,5                            | 100   | U              |       | I <sub>C</sub>      | 2,11 | D               |        |
| 63                              | 100   | C              |       | Glühverlust         |      | Proctordichte   |        |
| >63,0                           | 100   |                |       | V <sub>gl</sub>     |      | $\rho_{pr}$     | 1,65   |
|                                 |       |                |       | I <sub>om</sub>     |      | w <sub>pr</sub> | 0,21   |
| K-Wert aus Korngrößenverteilung |       |                |       | Kalkgehalt          |      |                 |        |
| nach                            |       |                |       | V <sub>ca</sub>     |      |                 |        |
| m/s                             |       |                |       |                     |      |                 |        |

gepr.:

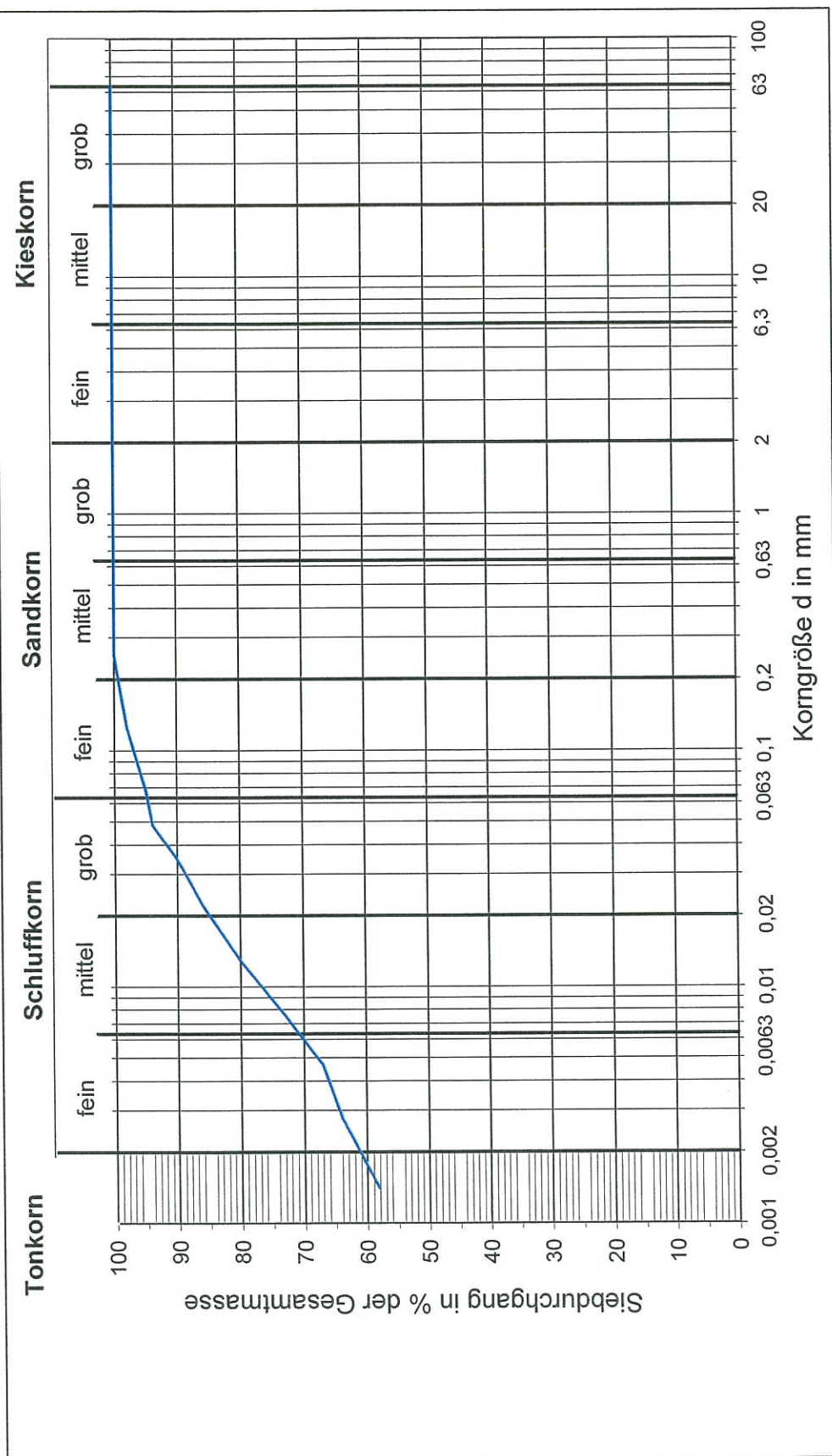
Anlage 7.1.1

# Korngrößenverteilung



Auftrags-Nr.: O-20140178  
 Auftraggeber: MUEG GmbH  
 Objekt: Tongrube Grana, Ton

Datum:



Bohrloch/Schurf - Nr.:  
 Labornummer:  
 Probennummer:  
 Entnahmetiefe [m]:

60314

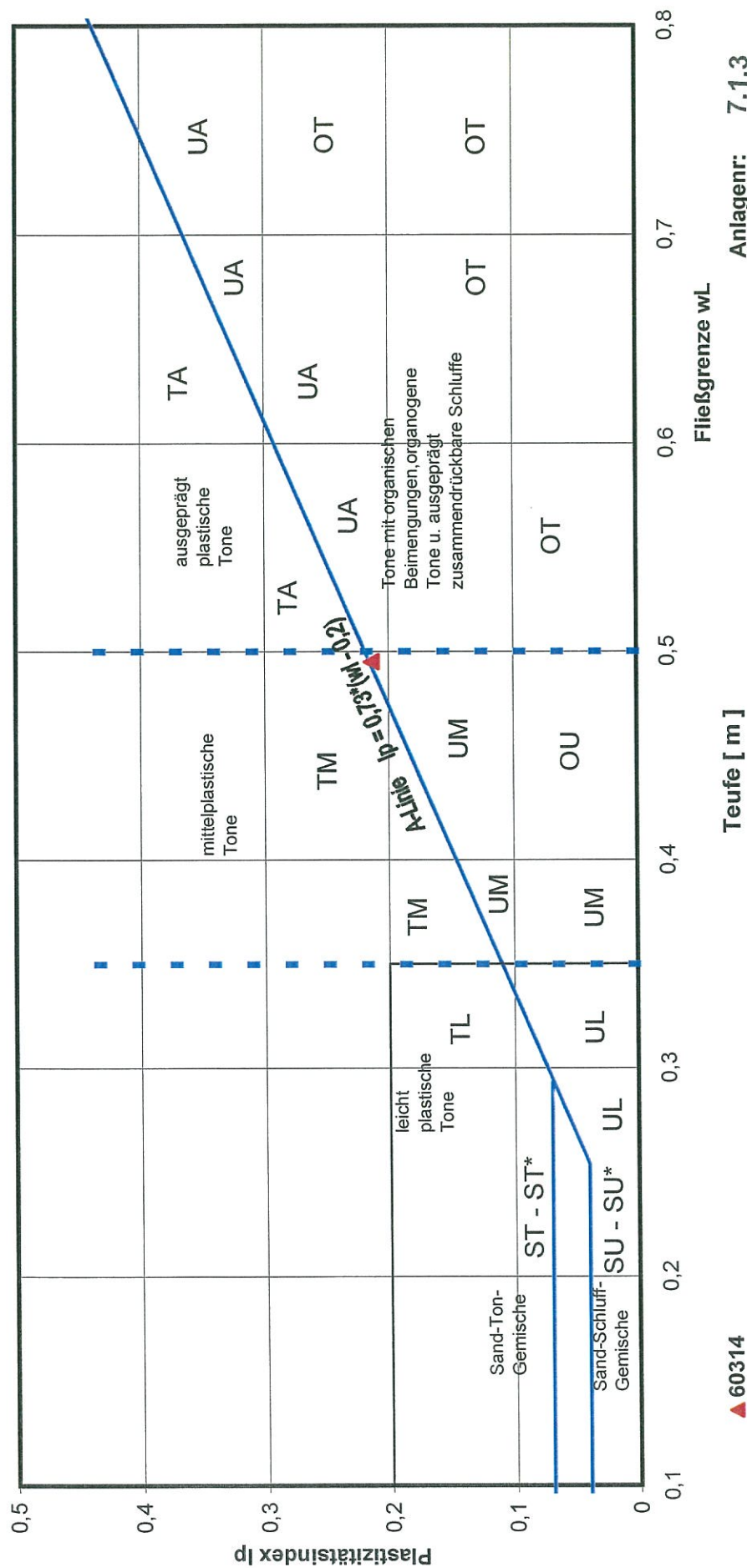
Lockergestein n. DIN 4022 :  
 Lockergestein n. DIN 18196 :  
 $U = d_{60}/d_{10}$  :  
 $C = (d_{30})^2/d_{10} \cdot d_{60}$  :  
 Durchl.-Beiwert k [m/s] :

Anlage 7.1.2

aus KV nach

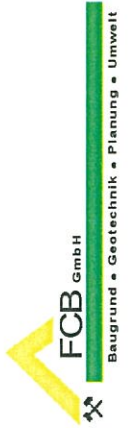
# Plastizitätsdiagramm nach CASAGRANDE

## Tongrube Grana, Ton

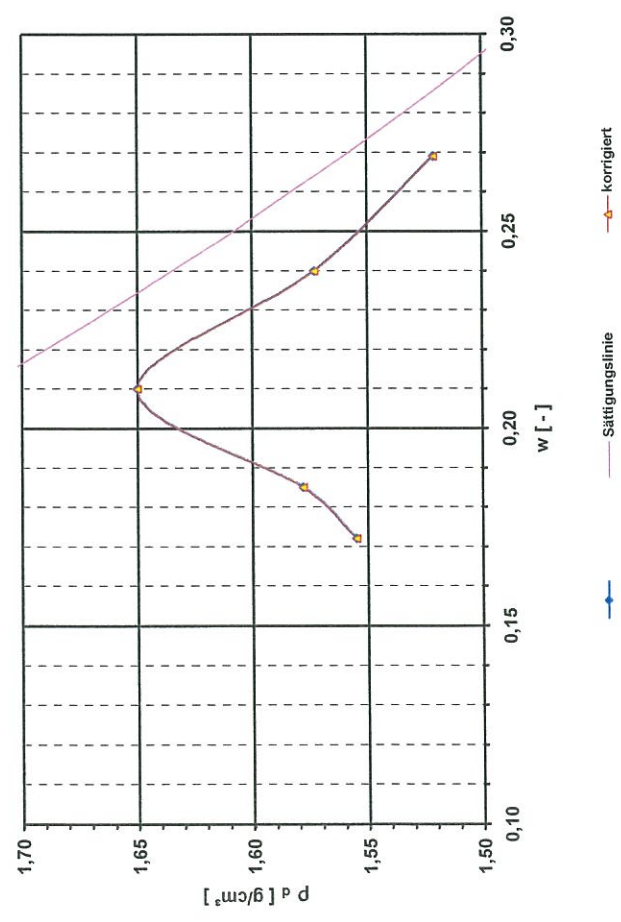


Bestimmung der Proctordichte

Prüfung DIN 18127 - 100 Y



Auftraggeber: MUEG  
Objekt: Tongrube Grana, Ton  
Auftrag-Nr.: O-20140178



Labor-Nr.: 60314  
Probe-Nr.: Ton  
Anlieferung: 11.04.2014  
Überkornanteil: 0  
Größtkorn [mm]: 20  
Bodenart n.DIN 18196: TM  
Bodenart n.DIN 4022: T<sub>u</sub><sup>\*</sup>, fs<sup>\*</sup>

|                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| $\rho_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]<br>angenommen | 2,69 |
|---------------------------------------------|------|

| Teilversuchsergebnisse    |                                |       |       |       |       |
|---------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Wassergehalt              | w                              | 0,172 | 0,185 | 0,21  | 0,24  |
| Trockendichte             | $\rho_d$ [g/cm <sup>3</sup> ]  | 1,555 | 1,578 | 1,650 | 1,521 |
| Wassergehalt, korrigiert  | w'                             | 0,172 | 0,185 | 0,21  | 0,24  |
| Trockendichte, korrigiert | $\rho_d'$ [g/cm <sup>3</sup> ] | 1,555 | 1,578 | 1,65  | 1,521 |

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| $\rho'_{pr}$ [g/cm <sup>3</sup> ] | 1,65 |
| $w'_{pr}$ [-]                     | 0,21 |



## Kompressionsversuch - DIN 18135 (E) unter Wasserzugabe

Auftraggeber: **MUEG GmbH**

Objekt: **Tongrube Grana, Ton**

Auftrag-Nr.: O-20140178

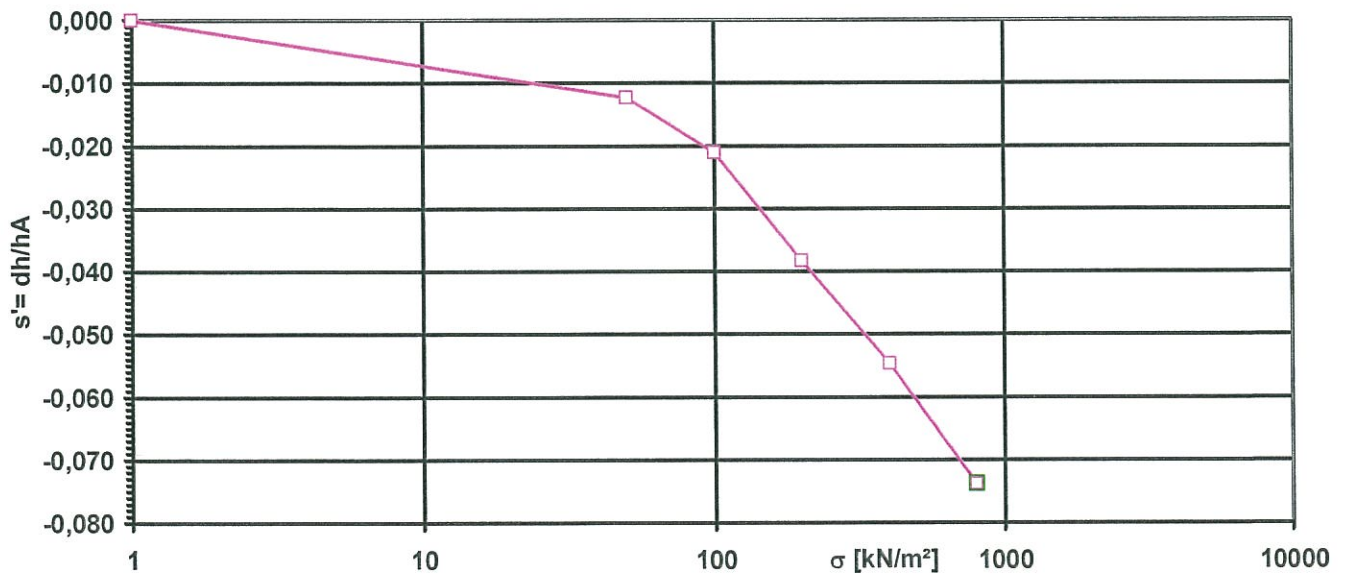
Fluten unter  $\sigma$  [kN/m<sup>2</sup>] :

50

|                   |                                              |                  |  |                   |   |                  |  |
|-------------------|----------------------------------------------|------------------|--|-------------------|---|------------------|--|
| <b>Labor-Nr.:</b> | 60314                                        | <b>Bhrg-Nr.:</b> |  | <b>Probe-Nr.:</b> | 1 | <b>Teufe[m]:</b> |  |
| <b>Bodenart:</b>  | T, u*, fs', gelb-hellgrau, Pseudokornbildung |                  |  |                   |   |                  |  |
| <b>Probenart:</b> | Probe im Proctorgerät hergestellt            |                  |  |                   |   |                  |  |

| $h_A$<br>[cm] | Fläche<br>[cm <sup>2</sup> ] | Volumen<br>[cm <sup>3</sup> ] | $m_{fA}$<br>[g] | $w_A$ | $w_E$ |
|---------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------|-------|
| 1,93          | 50                           | 96,5                          | 192,70          | 0,210 | 0,190 |

| $\rho_s$<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | $\rho_A$<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | $\rho_{dA}$<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | $\rho_E$<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | $\rho_{dE}$<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | Dpr <sub>A</sub> |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| 2,69                             | 2,00                             | 1,65                                | 2,12                             | 1,78                                | 1                |



| $\sigma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $E_s$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $s'$   | $e$   | $h$<br>[cm] | Setzung<br>[cm] | ddh<br>[cm] | $\rho_d$<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | Erst-<br>belastung |
|----------------------------------|-------------------------------|--------|-------|-------------|-----------------|-------------|----------------------------------|--------------------|
| 1                                |                               | 0,0000 | 0,630 | 1,930       |                 | 0,000       | 1,650                            |                    |
| 50                               | 3984                          | 0,0123 | 0,610 | 1,906       | -0,0238         | 0,024       | 1,671                            |                    |
| 100                              | 5612                          | 0,0211 | 0,596 | 1,889       | -0,0407         | 0,017       | 1,686                            |                    |
| 200                              | 5691                          | 0,0383 | 0,567 | 1,856       | -0,0740         | 0,033       | 1,716                            |                    |
| 400                              | 11728                         | 0,0547 | 0,541 | 1,824       | -0,1056         | 0,032       | 1,746                            |                    |
| 800                              | 19797                         | 0,0738 | 0,510 | 1,788       | -0,1425         | 0,037       | 1,782                            |                    |

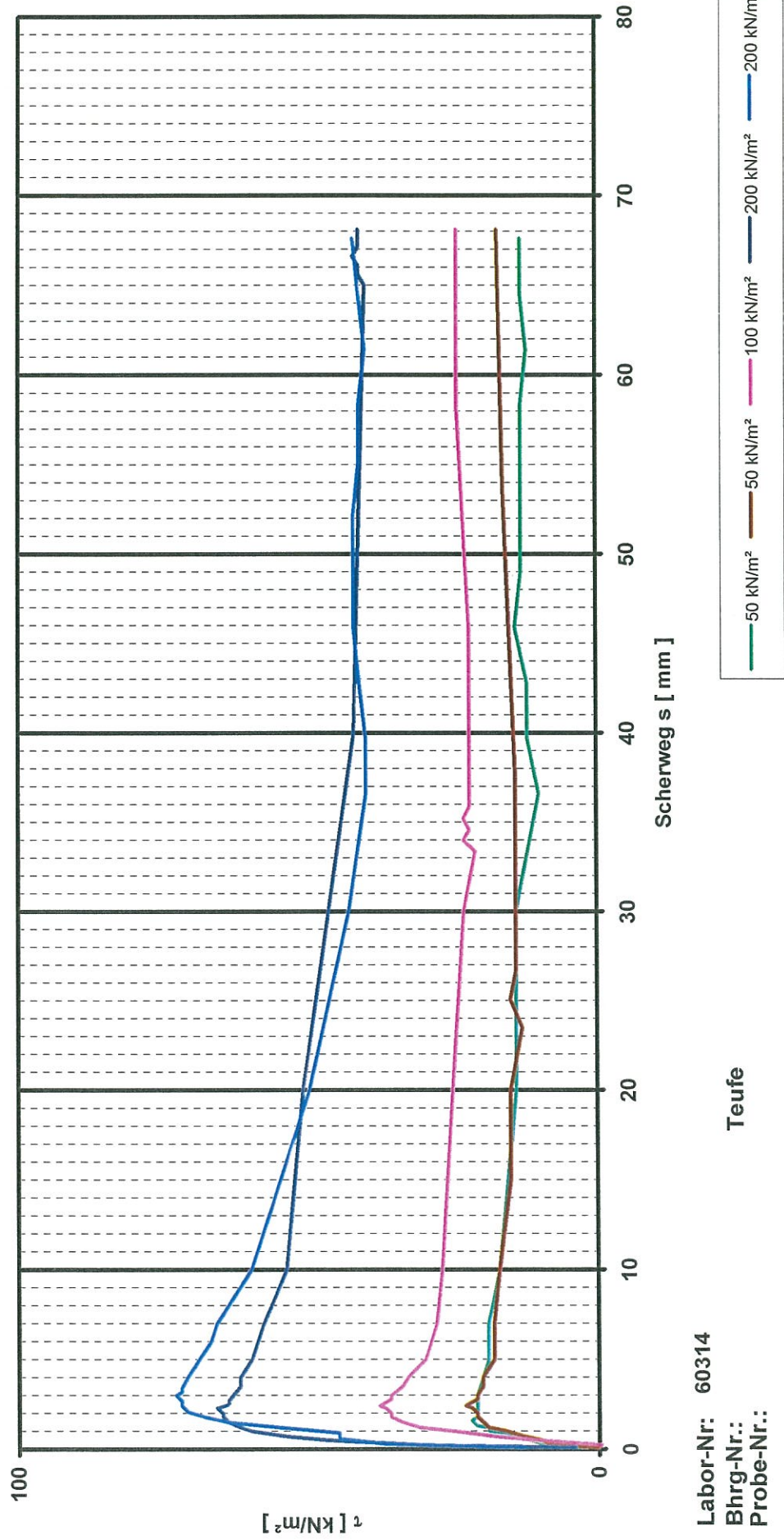
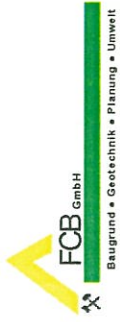
$$E_s = (1 - s') \cdot d\sigma / ds'$$

$$s' = dh/h_A \quad ddh = h_1 - h_2$$

Auftraggeber: MUEG GmbH

Objekt: Tongrube Grana, Ton

Auftrag-Nr.: O-20140178 T,u\*,fs',grau-gelb,Probekörper aus Proctorversuch



Labor-Nr: 60314

Bhrg-Nr.:

Probe-Nr.:

Teufe

## Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN 18137 Teil 3

Kreistringscherversuch  
unter Wasser

Auftraggeber:

MUEG GmbH

Objekt:

Tongrube Grana, Ton

Auftrag-Nr.:

O-20140178

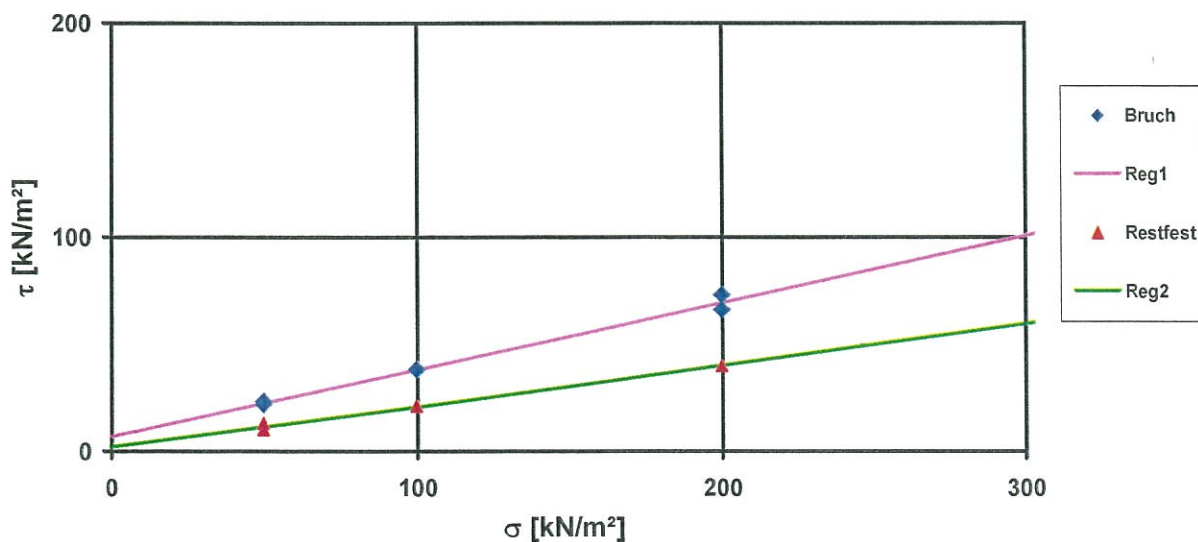
|              |                                                   |            |  |
|--------------|---------------------------------------------------|------------|--|
| Labor-Nr:    | 60314                                             | Probe-Nr.: |  |
| Bhrg-Nr.:    |                                                   | Teufe [m]: |  |
| Bemerkungen: | T,u*,fs',grau-gelb,Probekörper aus Proctorversuch |            |  |

|                                               |       |                                |      |
|-----------------------------------------------|-------|--------------------------------|------|
| Vorbelastung [kN/m <sup>2</sup> ]:            |       | Konsolidierungszeit [h]:       | 265  |
| Schergeschwindigkeit [mm/min]:                | 0,031 | $\rho_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]: | 2,69 |
| Probenquerschnittsfläche A[cm <sup>2</sup> ]: | 50    | Einbauprobenhöhe hA[cm]:       | 1,65 |

| Bruch                            |                                  | Rest                             |               |               |       |       |                                |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------|---------------|-------|-------|--------------------------------|
| $\sigma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\tau_b$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\tau_r$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $s_b$<br>[mm] | $s_r$<br>[mm] | $w_A$ | $w_E$ | $\rho$<br>[g/cm <sup>3</sup> ] |
| 50                               | 22                               | 10                               | 1,6           | 36,6          | 0,243 | 0,265 | 1,95                           |
| 50                               | 23                               | 13                               | 2,4           | 23,5          | 0,263 | 0,283 | 1,95                           |
| 100                              | 38                               | 21                               | 2,4           | 33,4          | 0,261 | 0,258 | 1,96                           |
| 200                              | 66                               | 40                               | 2,3           | 65,0          | 0,242 | 0,259 | 1,91                           |
| 200                              | 73                               | 40                               | 3,0           | 36,6          | 0,257 | 0,249 | 1,96                           |
|                                  |                                  |                                  |               |               |       |       |                                |
|                                  |                                  |                                  |               |               |       |       |                                |
|                                  |                                  |                                  |               |               |       |       |                                |

### Scherparameter

|                                              | $\phi'$<br>[°] | $c'$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\phi'_r$<br>[°] | $c'_r$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------------------|----------------|------------------------------|------------------|--------------------------------|
| für $\sigma = 0 \dots 200$ kN/m <sup>2</sup> | 17,4           | 7                            | 11,1             | 1                              |





## Bodenphysikalische Kennwerte

Objekt : Tongrube Grana, Lößlehm  
 Auftragsnummer: O-20140178  
 Auftraggeber : MUEG GmbH  
 Bohrlochnr.  
 Hoch :  
 Rechts :  
 NN Höhe/ Teufe (m) :  
 Werkprobennummer :  
 Labornummer : 60214  
 Stratigraphie :  
 Probenart : g  
 Probenspezifikation : U,t,fs',ms'  
 gelbbraun, Lößlehm

Bodenart n. DIN 18196 : UL

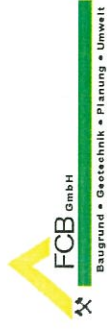
| Korngr.-verteilung              |         | Kornfraktionen |       | Wasserzahlen        |      | Dichten         |        |
|---------------------------------|---------|----------------|-------|---------------------|------|-----------------|--------|
| d                               | S       |                | ( % ) | w(< 0,4 mm)         |      |                 | (t/m³) |
| ( mm )                          | ( % )   |                |       |                     |      |                 |        |
| 0,002                           | 17      | Ton            | 17    | w(oben)             |      | $\rho$          |        |
| 0,0063                          | 24      | Schluff        | 72    | w(unten)            |      | $\rho_s$        | 2,67   |
| 0,02                            | 48      | Feinsand       | 8     | w( $\phi$ )         | 0,13 | $\rho_d$        |        |
| 0,063                           | 89      | Mittelsand     | 2     | w <sub>L</sub>      | 0,29 | $\rho_r$        |        |
| 0,125                           | 96      | Grobsand       | 1     | w <sub>P</sub>      | 0,23 | $\rho'$         |        |
| 0,25                            | 97      | Sand           | 11    | w <sub>M</sub>      |      |                 |        |
| 0,5                             | 99      | Feinkies       |       | w <sub>S</sub>      |      | e               |        |
| 1                               | 100     | Mittelkies     |       | w <sub>B,Neff</sub> |      | n               |        |
| 2                               | 100     | Grobkies       |       | w <sub>0</sub>      |      | Sr              |        |
| 4                               | 100     | Kies           |       | w <sub>1</sub>      |      |                 |        |
| 8                               | 100     | Steine         |       | Plastizität         |      | max e           |        |
| 16                              | 100     |                |       | I <sub>P</sub>      | 0,06 | min e           |        |
| 31,5                            | 100     | U              |       | I <sub>C</sub>      | 2,56 | D               |        |
| 63                              | 100     | C              |       | Glühverlust         |      | Proctordichte   |        |
| >63,0                           | 100     |                |       | V <sub>gl</sub>     |      | $\rho_{pr}$     | 1,83   |
|                                 |         |                |       | I <sub>om</sub>     |      | w <sub>pr</sub> | 0,14   |
| K-Wert aus Korngrößenverteilung |         |                |       | Kalkgehalt          |      |                 |        |
| nach                            | USBR    |                |       | V <sub>ca</sub>     |      |                 |        |
|                                 | 9,0E-09 | m/s            |       |                     |      |                 |        |

gepr.:

Anlage 7.2.1



# Korngrößenverteilung

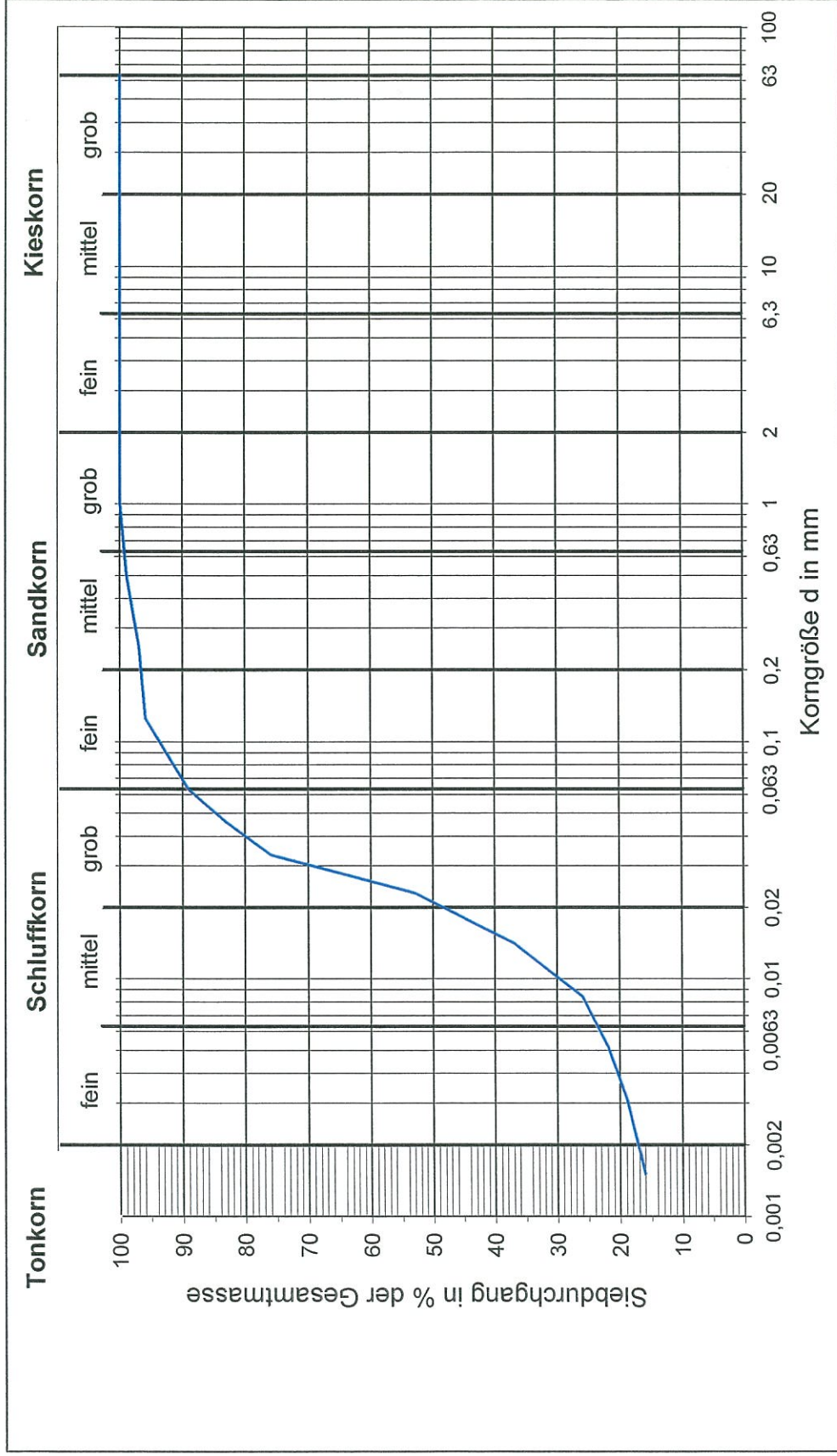


Auftrags-Nr.: O-20140178

Auftraggeber : MUEG GmbH

Objekt : Tongrube Grana, Lößlehm

Datum :



Bohrloch/Schurf - Nr. :

60214

Labornummer :

Probennummer :

Entnahmetiefe [ m ] :

Lockergestein n. DIN 4022 :

Lockergestein n. DIN 18196 :

U=d60/d10 :

C=(d30)^2/d10\*d60 :

Durchl.-Beiwert k [m/s] :

U,t,fs',ms'

UL

9,0E-09

aus KV

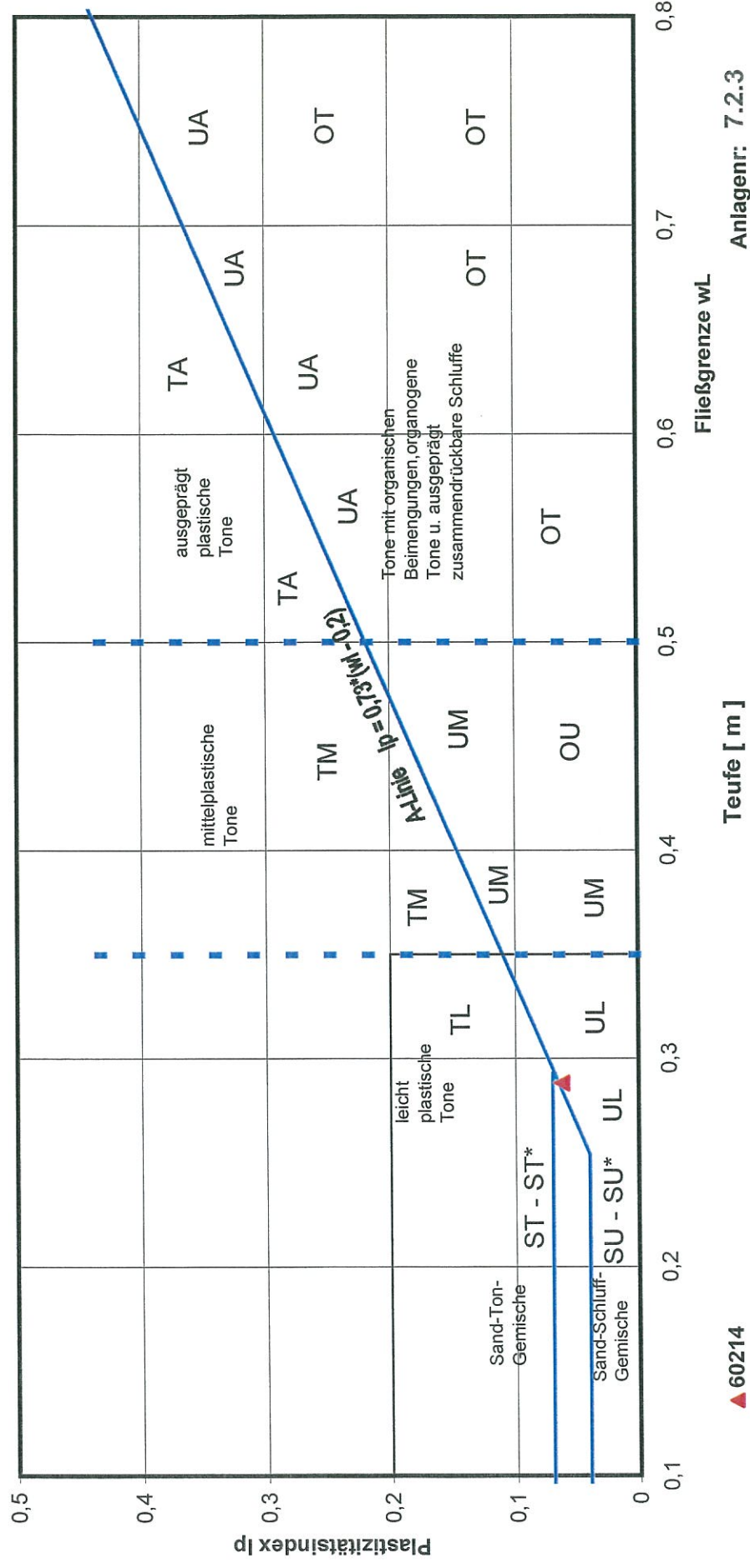
nach

USB

Anlage 7.2.2

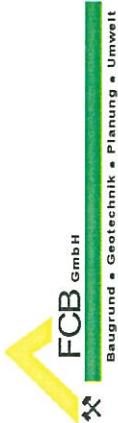
# Plastizitätsdiagramm nach CASAGRANDE

## Tongrube Grana, Lößlehm

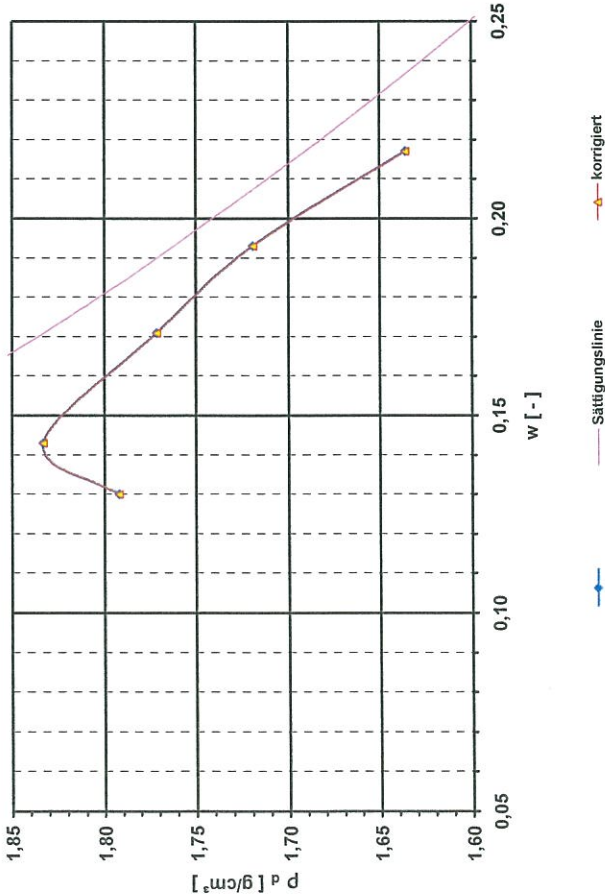


Bestimmung der Proctordichte

Prüfung DIN 18127 - 100 Y



Auftraggeber: MUEG  
Objekt: Tongrube Grana, Lößlehm  
Auftrag-Nr.: O-20140178



Labor-Nr.: 60214  
Probe-Nr.: Lößlehm  
Anlieferung: 11.04.2014  
Überkornanteil: 0  
Größtkorn [mm]: 20  
Bodenart n. DIN 18196: UL  
Bodenart n. DIN 4022: U<sub>t</sub>,fs',ms'

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| $\rho_s$ [g/cm³]<br>angenommen | 2,67 |
|--------------------------------|------|

| Teilversuchsergebnisse    |                   |       |       |       |       |
|---------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Wassergehalt              | w                 |       |       |       |       |
| Trockendichte             | $\rho_d$ [g/cm³]  | 0,13  | 0,143 | 0,171 | 0,217 |
| Wassergehalt, korrigiert  | w'                | 1,792 | 1,833 | 1,771 | 1,636 |
| Trockendichte, korrigiert | $\rho'_d$ [g/cm³] | 0,13  | 0,143 | 0,171 | 0,217 |
|                           |                   | 1,792 | 1,833 | 1,771 | 1,636 |

|                      |      |
|----------------------|------|
| $\rho'_{pr}$ [g/cm³] | 1,83 |
| $w'_{pr}$ [-]        | 0,14 |



## Kompressionsversuch - DIN 18135 (E) unter Wasserzugabe

Auftraggeber: **MUEG GmbH**

Objekt: **Tongrube Grana, Lößlehm**

Auftrag-Nr.: **O-20140178**

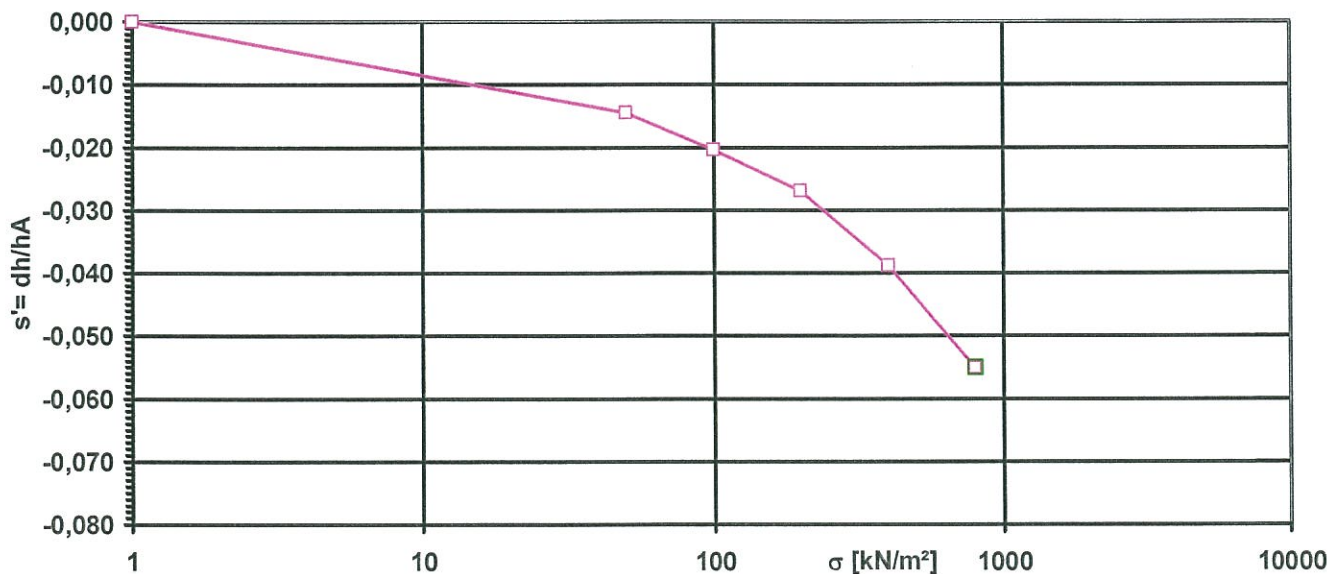
Fluten unter  $\sigma$  [kN/m<sup>2</sup>] :

**50**

|                   |                                   |                  |  |                   |   |                  |  |
|-------------------|-----------------------------------|------------------|--|-------------------|---|------------------|--|
| <b>Labor-Nr.:</b> | 60214                             | <b>Bhrg-Nr.:</b> |  | <b>Probe-Nr.:</b> | 1 | <b>Teufe[m]:</b> |  |
| <b>Bodenart:</b>  | U,t,fs',ms',gelbbraun, Lößlehm    |                  |  |                   |   |                  |  |
| <b>Probenart:</b> | Probe im Proctorgerät hergestellt |                  |  |                   |   |                  |  |

| $h_A$<br>[cm] | Fläche<br>[cm <sup>2</sup> ] | Volumen<br>[cm <sup>3</sup> ] | $m_{fA}$<br>[g] | $w_A$ | $w_E$ |
|---------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------|-------|
| 1,9           | 50                           | 95,0                          | 198,60          | 0,151 | 0,146 |

| $\rho_s$<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | $\rho_A$<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | $\rho_{dA}$<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | $\rho_E$<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | $\rho_{dE}$<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | $D_{pr A}$  |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| 2,67                             | 2,09                             | 1,82                                | 2,20                             | 1,92                                | <b>0,99</b> |



| $\sigma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $E_s$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $s'$   | $e$   | $h$<br>[cm] | Setzung<br>[cm] | $ddh$<br>[cm] | $\rho_d$<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | Erst-<br>belastung |
|----------------------------------|-------------------------------|--------|-------|-------------|-----------------|---------------|----------------------------------|--------------------|
| 1                                |                               | 0,0000 | 0,470 | 1,900       |                 | 0,000         | 1,816                            |                    |
| 50                               | 3379                          | 0,0145 | 0,449 | 1,873       | -0,0275         | 0,028         | 1,843                            |                    |
| 100                              | 8352                          | 0,0204 | 0,440 | 1,861       | -0,0388         | 0,011         | 1,854                            |                    |
| 200                              | 15071                         | 0,0269 | 0,430 | 1,849       | -0,0512         | 0,012         | 1,867                            |                    |
| 400                              | 16355                         | 0,0388 | 0,413 | 1,826       | -0,0737         | 0,023         | 1,890                            |                    |
| 800                              | 23588                         | 0,0551 | 0,389 | 1,795       | -0,1047         | 0,031         | 1,922                            |                    |

$$E_s = (1 - s') \cdot d\sigma / ds'$$

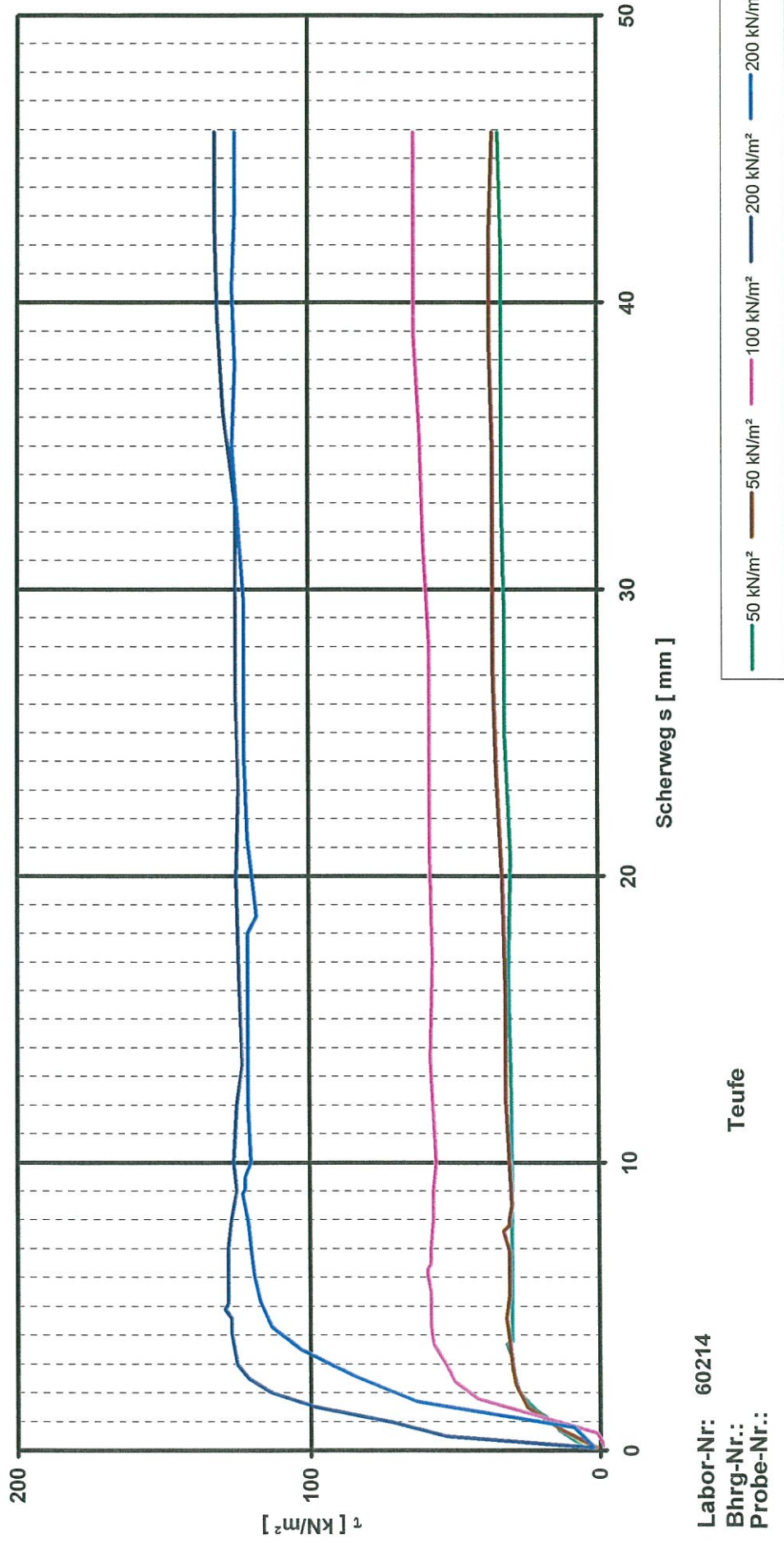
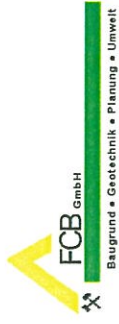
$$s' = dh/h_A \quad ddh = h_1 - h_2$$

Auftraggeber: MUEG GmbH

Objekt: Tongrube Grana, Lösslehm

Auftrag-Nr.: O-20140178

U,t,fs',ms', gelbbraun, Lösslehm, Probekörper im Proctorgerät hergestellt



Labor-Nr: 60214

Bhrg-Nr.:

Probe-Nr.:

Teufe

## Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN 18137 Teil 3

Kreisschersversuch  
unter Wasser

Auftraggeber:

MUEG GmbH

Objekt:

Tongrube Grana, Lößlehm

Auftrag-Nr.:

O-20140178

|              |                                                                          |            |  |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|--|
| Labor-Nr.:   | 60214                                                                    | Probe-Nr.: |  |
| Bhrg-Nr.:    |                                                                          | Teufe [m]: |  |
| Bemerkungen: | U,t,fs',ms', gelbbraun, Lößlehm, Probekörper im Proctorgerät hergestellt |            |  |

|                                  |       |                          |      |
|----------------------------------|-------|--------------------------|------|
| Vorbelastung [kN/m²]:            |       | Konsolidierungszeit [h]: | 239  |
| Schergeschwindigkeit [mm/min]:   | 0,031 | $\rho_s$ [g/cm³]:        | 2,67 |
| Probenquerschnittsfläche A[cm²]: | 50    | Einbauprobenhöhe hA[cm]: | 1,65 |

| Bruch               |                     | Rest                |               |               |       |       |                   |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|---------------|-------|-------|-------------------|
| $\sigma$<br>[kN/m²] | $\tau_b$<br>[kN/m²] | $\tau_r$<br>[kN/m²] | $s_b$<br>[mm] | $s_r$<br>[mm] | $w_A$ | $w_E$ | $\rho$<br>[g/cm³] |
| 50                  | 32                  | 30                  | 3,7           | 3,8           | 0,176 | 0,205 | 2,01              |
| 50                  | 33                  | 30                  | 7,6           | 8,5           | 0,171 | 0,202 | 2,01              |
| 100                 | 59                  | 56                  | 6,1           | 10,0          | 0,173 | 0,200 | 1,99              |
| 200                 | 129                 | 123                 | 4,9           | 13,4          | 0,169 | 0,187 | 2,01              |
| 200                 | 123                 | 118                 | 8,9           | 18,6          | 0,173 | 0,192 | 1,99              |
|                     |                     |                     |               |               |       |       |                   |
|                     |                     |                     |               |               |       |       |                   |
|                     |                     |                     |               |               |       |       |                   |

### Scherparameter

|                                  | $\phi'$<br>[°] | $c'$<br>[kN/m²] | $\phi'_r$<br>[°] | $c'_r$<br>[kN/m²] |
|----------------------------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|
| für $\sigma = 0 \dots 200$ kN/m² | 32,1           | 0               | 30,4             | 0                 |

