

**Setzung von Abfalldeponien**  
**- Theorie und Laborversuche zur Kennzeichnung**  
**von Einflussgrößen –**

Vom Fachbereich für Bauingenieur- und Vermessungswesen  
Der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina  
zu Braunschweig

zur Erlangung des Grades eines  
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigte

Dissertation

von

Dipl.-Ing. Gunnar Ziehmann  
aus Flensburg

|                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| Eingereicht am:       | 04. Juli 2001                |
| Mündliche Prüfung am: | 23. November 2001            |
| Berichterstatter:     | Prof. Dr.-Ing. H.-J. Collins |
| Berichterstatter:     | Prof. Dr.-Ing. B. Walz       |

2002

## Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. EINLEITUNG .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. STAND DES WISSENS.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2.1. Geotechnische Grundlagen.....</b>  | <b>3</b>  |
| 2.1.1. Vorbemerkung.....   | 3         |
| 2.1.2. Mechanismen der Kraftübertragung in Böden.....                                      | 3         |
| 2.1.3. Setzungen .....   | 5         |
| 2.1.3.1. Allgemeine Betrachtungen.....   | 5         |
| 2.1.3.2. Konsolidationstheorie.....  | 8         |
| <b>2.2. Setzungsverhalten von Abfallkörpern.....</b>                                       | <b>12</b> |
| 2.2.1. Abfalltechnische Besonderheiten.....  | 12        |
| 2.2.1.1. Allgemeines.....  | 12        |
| 2.2.1.2. Abfallzusammensetzung .....   | 12        |
| 2.2.1.3. Stückgrößen.....  | 14        |
| 2.2.1.4. Stückformen .....   | 15        |
| 2.2.1.5. Porenzahl und -zustand .....  | 16        |
| 2.2.2. Literaturlauswertung .....  | 17        |
| 2.2.3. Zusammenfassung des Wissensstandes zum Setzungsverhalten von<br>Abfallkörpern ..... | 31        |
| <b>3. VERSUCHE.....</b>  | <b>32</b> |
| <b>3.1. Modellvorstellung und Arbeitsprogramm .....</b>                                    | <b>32</b> |
| 3.1.1. Modellvorstellung .....   | 32        |
| 3.1.2. Ziel der Untersuchung.....  | 36        |
| 3.1.3. Arbeitsprogramm und Materialauswahl.....  | 38        |
| <b>3.2. Beschreibung der Versuchsmaterialien .....</b>                                     | <b>45</b> |
| 3.2.1. Allgemeines.....  | 45        |
| 3.2.2. Chemische Analysen und biologische Stabilität der Grundmaterialien.....             | 45        |
| 3.2.3. Physikalische Kenngrößen .....  | 46        |
| 3.2.3.1. Bestimmungsmethoden .....   | 46        |
| 3.2.3.2. Grundmaterialien.....   | 47        |
| 3.2.3.3. Zusätze .....   | 52        |
| <b>3.3. Versuchsgeräte .....</b>   | <b>54</b> |
| 3.3.1. Standardödometer.....   | 55        |
| 3.3.2. Ödometer Ø 60 cm.....   | 56        |
| 3.3.3. Ödometer Ø 23 cm.....   | 59        |
| 3.3.4. Übergreifende Betrachtungen bei den Versuchsgeräten .....                           | 63        |
| 3.3.4.1. Wandreibung .....   | 63        |
| 3.3.4.2. Auflasteinheit .....  | 72        |
| 3.3.4.3. Messgenauigkeit der vertikalen Verformung.....                                    | 73        |
| <b>3.4. Durchgeführte Versuche.....</b>  | <b>75</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>4. ERGEBNISSE .....</b>   | <b>80</b>  |
| <b>4.1. Nicht-volumenkonstante Verformung fester Bestandteile während des Versuches.....</b>   | <b>80</b>  |
| <b>4.2. Einfluss der Abfallzusammensetzung auf das Setzungsverhalten von Abfallkörpern .....</b>   | <b>91</b>  |
| 4.2.1. Allgemeines.....  | 91         |
| 4.2.2. Versuchsergebnisse .....  | 91         |
| <b>4.3. Versuchstechnischer Nachweis der nicht-ausschließlichen Anwendbarkeit der Konsolidationstheorie zur Erklärung des Setzungsverhaltens von Abfallkörpern .....</b> | <b>97</b>  |
| <b>4.4. Einfluss der Größenverhältnisse zwischen maximaler Stückgröße und Geräteabmessung auf die Ergebnisse im Ödometerversuch.....</b>                                 | <b>101</b> |
| 4.4.1. Allgemeines.....  | 101        |
| 4.4.2. Einfluss auf die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse .....  | 102        |
| 4.4.2.1. Allgemeines.....  | 102        |
| 4.4.2.2. Versuchsreihe 1 und 2.....  | 104        |
| 4.4.2.3. Versuchsreihe 3 .....   | 107        |
| 4.4.2.4. Versuchsreihe 4 .....   | 107        |
| 4.4.3. Einfluss auf die absoluten Ergebnisse.....  | 108        |
| 4.4.3.1. Allgemeines.....  | 108        |
| 4.4.3.2. Versuchsreihe 1 .....   | 108        |
| 4.4.3.3. Versuchsreihe 1, 3 und 4 .....  | 112        |
| 4.4.4. Zusammenfassende Betrachtung.....   | 115        |
| <b>4.5. Ergebniszusammenfassung und –bewertung.....</b>  | <b>117</b> |
| <b>5. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>  | <b>124</b> |
| <b>6. LITERATUR .....</b>  | <b>129</b> |