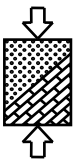


## Forschungsvorhaben



**Bentonitentwässerung mit Hilfe der Elektroosmose**

**Bearbeiter: Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. (FH) Bernd Ulke**  
**([ulke@geotechnik.rwth-aachen.de](mailto:ulke@geotechnik.rwth-aachen.de))**



## Problemstellung und Ziele des F+E Vorhabens

Bentonitsuspensionen werden im Spezialtiefbau bei unterschiedlichen Bauverfahren (insbesondere als Stützflüssigkeit bei der Herstellung von Schlitzwänden) eingesetzt. Zur Herstellung der Suspension wird das Tonmineral Bentonit mit Wasser aufgemischt. Wird die Suspension als Stützflüssigkeit eingesetzt, vermischt sie sich während des Einsatzes mit Sand und Zement. Der pH-Wert ändert sich in den alkalischen Bereich. Aus diesem Grund muss die Suspension nach einer gewissen Zeit ausgetauscht und als sogenannte Altsuspension entsorgt werden.

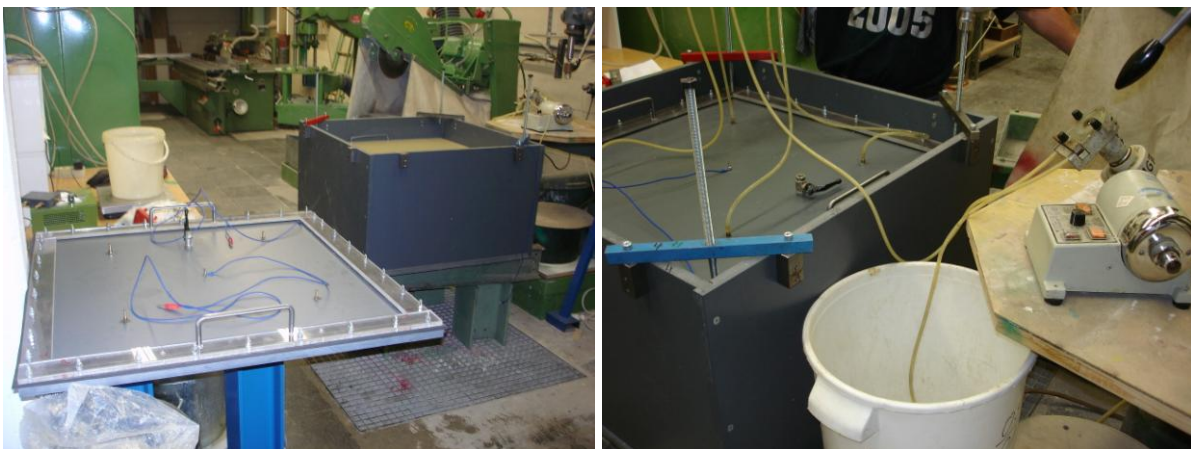
Bisher wird die Altsuspension meist an landwirtschaftliche Betriebe gegen eine Vergütung abgegeben. Es ist aber davon auszugehen, dass zukünftig vermehrt auch eine Deponierung zu höheren Kosten erfolgen wird.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, durch den Einsatz der Elektroosmose die Suspension zu entwässern, um das zu entsorgende Volumen gering zu halten. Die Wirtschaftlichkeit der Elektroosmose ist dann gegeben, wenn die eingesparten Entsorgungskosten infolge Volumenverkleinerung größer als die Strom- und Investitionskosten dieses Verfahrens sind. In diesem Zusammenhang waren folgende Fragen zu beantworten:

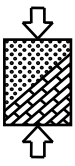
- Funktioniert das Verfahren der Elektroosmose zur Trennung von Wasser und Bentonit?
- Ist das abgetrennte Wasser in die Kanalisation zu leiten?
- Mit welchen Kosten ist zu rechnen (Strom- und Investitionskosten)

Zur Beantwortung der Fragen wurde in der institutseigenen Versuchshalle ein Versuchstand gebaut (Abmessungen L/B/H: 80/80/50 [cm]), um verschiedene Suspensionen zu testen:

- Frischsuspension (Versuche V1.x)
- Suspension, die unmittelbar nach dem Betoniervorgang gewonnen wurde (Versuche V2.y)
- Altsuspension, in dem Zustand, wie sie entsorgt werden würde (Versuche V3.z)



*Bild 1 Versuchstand am GiB*



## Bisherige Arbeiten und Versuche

Das aus Kunststoff bestehende Versuchsbecken mit  $0,64 \text{ m}^2$  Grundfläche wurde mit etwa  $0,25 \text{ m}^3$  Suspension befüllt (Bild 1), so dass sich eine Füllhöhe von ca. 40 cm ergab. Das für den Elektroosmosevorgang notwendige elektrische Feld wurde zwischen den horizontal oder vertikal angeordneten Anoden (+ Pol) und Kathoden (-Pol) erzeugt, an denen eine Gleichspannung angelegt wurde. Die Elektroden bestanden aus Lochblechen, bei horizontaler Anordnung der Elektroden wurde die Anode etwa 2 cm über dem Boden des Versuchsbeckens auf Kunststoffklötzen gelagert. Die Kathoden wurden 30 cm oberhalb der Anode aufgehängt. Die Versuchsdauer betrug in der Regel 24 Std. (in Ausnahmefällen 48 Std.).

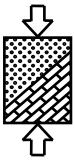
Durch Vorversuche konnte gezeigt werden, dass der Sedimentationsprozess (Absinken des Bentonits allein durch die Schwerkraft) innerhalb der Suspension unabhängig von der Versuchsserie sehr langsam ablief. Innerhalb von 24 Std. kam es in den Vorversuchen zu praktisch keiner natürlichen Entmischung, so dass die in den Versuchen erreichte Separierung von Wasser und Bentonit allein auf die Elektroosmose zurückzuführen war.

Bei allen Versuchen hat sich das separierte Wasser an der Oberfläche der Suspension gesammelt und konnte durch eine Pumpe abgesaugt werden. Das Wasser wurde anschließend durch das Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISA) hinsichtlich pH-Wert, Leitfähigkeit und Eisengehalt analysiert.

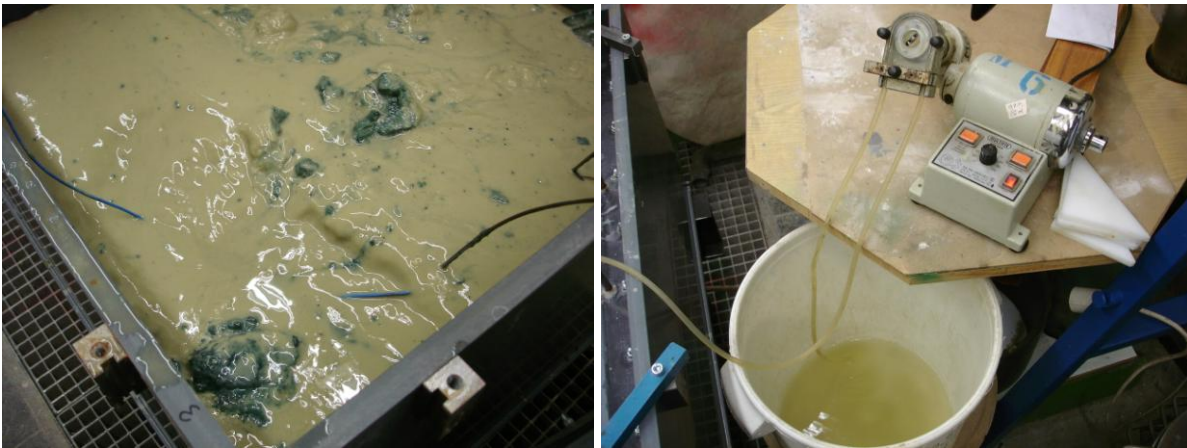
Das abgetrennte Wasser war optisch „klar“, also frei von sichtbaren Verunreinigungen (*Bild 2*). Lediglich bei einem Versuch, bei dem die Suspension mehrfach aufbereitet für eine Elektroosmose verwendet wurde, war der Eisengehalt des abgepumpten Wassers deutlich erhöht und eine „rostfarbene“ Trübung erkennbar.

Das Wasser der gebrauchten Suspension war ansonsten durch den Kontakt zum Zement alkalisch, der pH-Wert lag bei etwa 10,5-12, die Leitfähigkeit schwankte zwischen 3300 und 4300 [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]. Das Wasser kann in diesem Zustand noch problemlos der Kanalisation zugeführt werden.

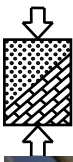
Im Folgenden werden Bilder der einzelnen Versuche vorgestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass dieses Verfahren technisch funktioniert.



*Bild 2 Abgepumptes Wasser, zur Einleitung in die Kanalisation geeignet*



*Bild 3 Eindicktes Betonit (links) und separiertes Wasser (rechts) bei der Versuchsserie VI*



*Bild 4 Stichfestes Bentonit nach der Elektroosmose bei der Versuchserie V2*



*Bild 5 Vertikale Anordnung der Elektroden (links) und Absaugen des abgetrennten Wasser an der Oberfläche (rechts), Versuchsserie V3*

## Ausblick

Infolge der Kosten für Strom und dem reduzierten Wirkungsgrad der Elektroosmose bei der Verwendung von Altsuspension kann mit dem Verfahren derzeit kein bzw. kein großer monetärer Gewinn beim Einsatz in der Praxis erzielt werden. Es ist aber auch nicht unwirtschaftlich, so dass bei leicht veränderten Randbedingungen (z.B. regional steigende Entsorgungskosten von Altbentonit) ein Einsatz auf Baustellen denkbar ist. Vor einem Einsatz in der Praxis sind noch großmaßstäbliche Versuche erforderlich, um die elektrische Spannung, den Elektrodenabstand und die Abmessungen von Anode und Kathode festlegen bzw. optimieren zu können. Bei Rückfragen zu diesem Thema steht Ihnen Herr Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. (FH) Bernd Ulke gerne zur Verfügung.