



Doctoral Thesis

Organophile Bentonite als Komponente in Deponiebarriere-Systemen

Author(s):

Stockmeyer, Michael R.

Publication Date:

1992

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000642195> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH Nr. 9740

**Organophile Bentonite als
Komponente in
Deponiebarriere-Systemen**

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

Reinhold Michael Stockmeyer

Dipl. natw. ETH

geboren am 10. August 1962
Bundesrepublik Deutschland

Angenommen auf Antrag von:

Prof. H. J. Lang, ETH Zürich, Referent
Dr. F. T. Madsen, ETH Zürich, Korreferent
Prof. Dr. G. Lagaly, Universität Kiel, Korreferent

1992



II. Zusammenfassung

Das Adsorptionsvermögen organophiler Bentonite für organische Verbindungen aus verdünnten wässrigen Lösungen und die Schadstoffretention in mit Organobentoniten vergütetem mineralischen Barrierenmaterial wurde untersucht.

Phenol, Anilin, Nitroethan, Diethylketon, Aethoxyessigsäure, Maleinsäure und Hexadecylpyridiniumbromid wurden als Testsubstanzen verwendet. Die untersuchten Organobentonite sind zu verschiedenen Anteilen ihres Kationenaustauschvermögens mit Dimethyl-dioctadecyl Ammonium bzw. Octadecyl-benzyl-dimethyl Ammonium belegt. In Perkolationsssäulen wurde die Adsorptionseffektivität für jedes Bentonitprodukt und die verschiedenen Testlösungen unter konstanten Gleichgewichtsbedingungen bei zwei Konzentrationen untersucht und quantifiziert. Phenol, Anilin, und Nitroethan wurden dabei am besten adsorbiert, gefolgt von Hexadecylpyridiniumbromid, Diethylketon, und schließlich den beiden organischen Säuren.

Es konnte gezeigt werden, daß bei Anwendung der Perkolationsssäulenmethode ein Gleichgewicht zwischen Adsorption und Desorption der organischen Verbindungen am Ton erreicht wird. Die Adsorptionsleistung der verschiedenen organophilen Bentonite gegenüber verschiedenen organischen Verbindungen kann so verglichen werden. Für einen bekannten Schadstoff läßt sich damit ein am besten geeigneter Adsorbent bestimmen. Dies ist ein wichtiger Aspekt für die Reinigung von organisch verschmutzten Industrieabwässern oder -abgasen. Für die Anwendung als Zuschlagstoff in Deponiebarrieren werden organophile Bentonite mit einem möglichst breiten Adsorptionsspektrum benötigt, da sich die Zusammensetzung und die Konzentrationen im Sickerwasser ständig ändern.

Zum Vergleich wurde auch die Adsorption zweier organischer Substanzen in Gegenwart von Schwermetallionen untersucht. In Gegenwart organischer Verbindungen konnte über einen synergetischen Effekt eine beachtlich höhere Schwermetalladsorption beobachtet werden. In manchen Fällen war die Schwermetalladsorption mehr als doppelt so hoch als in Abwesenheit der organischen Substanzen. Analog wurde auch eine höhere Adsorption

der organischen Verbindungen in Gegenwart von Schwermetallionen beobachtet.

Es wurden drei Bentonite verschiedener Organophilierung als Zuschlagstoffe ausgewählt, um einen siltigen Sand, einem Material welches bereits für eine Deponiebarriere verwendet wurde, zu vergüten. In Oedometern wurden Durchlässigkeitsversuche mit Wasser und einer 10 g/l Phenollösung durchgeführt. Die Eluate wurden analysiert, um den Durchbruch des Modellschadstoffes zu bestimmen. Es konnte gezeigt werden, daß eine Vergütung mit Organobentonit die Durchlässigkeit des Materials nicht in dem Maße verkleinert wie mit Ca-Bentonit. Dafür konnte aber der Durchbruch des Phenols erheblich verzögert werden.

Für Diffusionsversuche mit 5 g/l und 10 g/l Phenollösung wurden wieder analog vergütete und verdichtete Proben (Proctor standard) des siltigen Sandes verwendet. Wieder konnte mit Organobentonitvergütungen eine beachtliche Steigerung der Schadstoffretention beobachtet werden. In der Gegenwart organophiler Bentonite werden diffusive Transportprozesse stark verzögert.

Die Scherfestigkeit und die Verformbarkeit eines Bodens wird durch Vergütung mit organophilen Bentoniten nicht verschlechtert. Die Errichtung mineralischer Barrieren ist dabei mit üblichen Geräten und Methoden ohne größere Besonderheiten möglich. Die Verwendung von Organobentonitzuschlag in der mineralischen Barriere verbessert die Wirksamkeit des ganzen Deponiebarriersystems.

III. Abstract

The adsorption behaviour of organophilic bentonites in contact with aqueous solutions of organic compounds and contaminant retention in liner material improved with organobentonites was studied.

Phenol, aniline, nitroethane, diethyl ketone, ethoxy acetic acid, maleic acid and hexadecyl pyridinium bromide were used as test substances for adsorption test series. The investigated organoclays vary in the degree of their total CEC exchanged by organic counterions. Dimethyl-dioctadecyl ammonium and octadecyl-benzyl-dimethyl ammonium were the used cations. In percolation columns the adsorption effectivity under constant boundary conditions was quantitatively determined for every bentonite, organic compound, and varying concentrations of the test solutions. Phenol, aniline, and nitroethane were the best adsorbed compounds, followed by hexadecyl pyridinium bromide, diethyl ketone, and finally by both organic acids.

It was revealed, that the applied percolation column method resulted in an equilibrium between adsorption of the organics at the clay and desorption by water. Thus, the adsorption performance of different organoclays for various organic compounds can be compared. For known pollutants, a best suited adsorbent can be determined. This is an interesting aspect for cleaning purposes of organically contaminated industrial waste waters or gases. For the use as a component in liner systems of waste deposits, organophilic bentonites with a broad adsorption ability are needed, as the composition and concentration of leakage water vary with time.

For comparison purposes, the adsorption of two organic compounds in the presence of heavy metal ions by bentonites was also studied. The presence of organic compounds considerably increased the adsorption of heavy metal ions due to a synergistic effect. In some cases, the adsorption of the metal ions was twice than in absence of the organic compound. Also was observed the increasing adsorption of the organic compounds in the presence of heavy metal ions.

A silty sand which already was used to construct a full scale sealing layer was blended with three selected bentonites of various organophilicity. Hydraulic conductivity tests with water and a 10 g/l phenol test solution were performed in consolidation cells. The eluates were analysed to determine the break through of the contaminant. It was revealed, that an organophilic bentonite admixture does not decrease the permeability that much as a common Ca-bentonite does. But the break through of the phenol concentration was considerably retarded by the use of organobentonite admixtures.

Similar samples of compacted silty sand (proctor standard) improved with bentonites of various organophilicity were used to perform diffusion tests with 5 g/l and 10 g/l phenol test solutions. Again a considerably increased contaminant retention was observed. The diffusive transport mechanisms were hindered in the presence of organophilic bentonites.

The shear strength and deformability of soil samples improved with organobentonites were found to be unaffected compared to unimproved soil samples. Full scale construction of mineral sealing layers is possible with standart equipment and methods and requires only minor special care. A practical application of organobentonites for the construction of waste deposit liners provides an increased efficiency of the whole composite liner system.