



UMTEC

Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik

Das Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC besteht aus vier Fachgruppen: Rohstoffe und Verfahrenstechnik, Abfall und Ressourceneffizienz, Wasser und Abwassertechnik sowie Geruch. Rund 20 Wissenschaftler und Ingenieure aus den Bereichen Maschinen- und Verfahrenstechnik, Umweltwissenschaften und Chemie betreuen Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

Die Fachgruppe Rohstoffe und Verfahrenstechnik beschäftigt sich vor allem mit der mechanischen Aufbereitung von Primär- und Sekundärrohstoffen. In einem hervorragend ausgestatteten Verfahrenstechniklabor entwickeln wir Verfahren und Geräte zur Separation von Feststoffen und zur Phasentrennung. Wir greifen auf eine langjährige Erfahrung aus unseren Projekten mit Industrieunternehmen und Umweltämtern zurück. Zahlreiche Patentanmeldungen belegen unser Innovationspotenzial.

Unsere acht Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Bereich Rohstoffe und Verfahrenstechnik sind überwiegend Ingenieure von der HSR und der ETH Zürich. Sie werden durch Zivildienstleistende, Praktikanten und Studierende unterstützt.

Bindemittel zur Bodenstabilisierung

Hintergrund

Zur Gewinnung von Kies und Sand wird das Korn $<0.063\text{mm}$ im Kieswerk abgetrennt. Das Feinkorn wird ausgeflockt, auf etwa 70 % Feststoffgehalt entwässert, und dann als «Kiesschlamm» abgelagert. Die Gesamtmenge abgelagerter Kiesschlämme beträgt in der Schweiz rund 5 Mio. Tonnen jährlich.

Ökologisch und wirtschaftlich wäre es in hohem Masse wünschenswert, wenn diese Kiesschlämme zu Baustoffen verwertet werden könnten und es hat in der Vergangenheit auch nicht an entsprechenden Versuchen in dieser Richtung gefehlt. Eine bekannte Möglichkeit ist die Verwertung des Kiesschlammes zu einem bindemittelgebundenen Baustoff unter Verwendung von Zement/Branntkalk-Rezepturen («Erdbeton»). Das Material kann dann z.B. im Strassen- und Dammbau verwendet werden («Stabi»). Problematisch sind hierbei die hohen Kosten für den erforderlichen Zement respektive Kalk.

Innovative Projektidee

In zahlreichen Versuchsserien mit verschiedenen Bindemittelrezepturen wurde überraschend festgestellt, dass sich Zement bei der Verfestigung von Kiesschlamm bis zu 50 % durch Holzasche substituieren lässt, ohne dass die Verarbeitbarkeit des Materials und die Festigkeit des Bauwerks signifikant abnehmen.

Die Gründe hierfür sind bislang weitgehend unklar. Sicher ist jedoch, dass es sich um einen Synergie-Effekt im Dreieck Kiesschlamm/Zement/Holzasche handeln muss, denn dieser Effekt wird z.B. bei der Verfestigung von Sand mit Zement und Holzasche nicht festgestellt. Es liegt nahe, dass bei dem von uns beobachteten Effekt die im Kiesschlamm enthaltenen Tonfraktionen eine zentrale Rolle spielen.



Abb.1: Das Ausgangsmaterial: Kiesschlamm (links) und Holzasche aus der Verbrennung von unbehandelten Holzabfällen (rechts).

Projektziel

Ziel des Projekts war die Optimierung der Menge an Holzasche, die im Gemisch mit Zement eingesetzt werden muss. Es ging insbesondere darum, bei guter Verarbeitbarkeit die gleichen bodenmechanischen Eigenschaften zu erhalten, wie bei herkömmlichen Stabirezepturen auf Kalk/Zementbasis. Zudem war der Einfluss der einzelnen Holzaschebestandteile auf die Festigkeit der Stabirezepturen zu untersuchen. Neben den baustofflichen Eigenschaften lag ein Schwerpunkt auf der Vermeidung einer möglichen Gefährdung der Umwelt durch aus dem Bauwerk ausgewaschenes Chromat.

Umsetzung in Labor und Feldversuchen

Die innovative Projektidee wurde durch die LOGBAU AG/Maienfeld zusammen mit dem UMTEC in zwei von der KTI und dem BAFU unterstützten Projekten umgesetzt. Zunächst wurden die Rezepturen im Labormassstab optimiert. Hierbei zeigte sich, dass für die meisten Einsatzgebiete eine Mischung von etwa 8 % Zement, 8 % Holzasche und 84 % Kiesschlamm eine Festigkeit erreicht, die für die anvisierten Anwendungen völlig ausreichend ist.

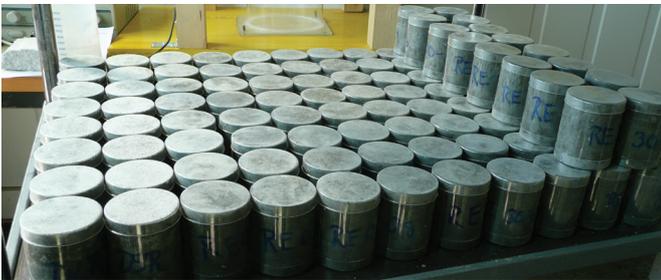


Abb. 2: Prüfkörper für Druck- und Eluatanalysen auf Basis von Kiesschlamm, verfestigt mit dem neu entwickelten Bindemittel.

Im September 2013 wurde ein Feldversuch auf dem Platz der LOGBAU AG in Maienfeld durchgeführt. Dort wurde Kiesschlamm mit den von uns vorab festgelegten Bindemittelrezepturen gemischt, in Schichten eingebaut und verdichtet. Zum Vergleich wurden Versuchsfelder mit «konventionellen» Bindemitteln angelegt.



Abb. 3: Verteilung der neuen Bindemittelrezeptur auf einem Prüffeld im Rahmen des Grossversuchs.

Weder beim Einbau noch bei den bisher erfolgten ME-Messungen zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den mit unseren Holzasche/Zement-Rezepturen und konventionellen Bindemitteln hergestellten Versuchsfeldern. Das von uns entwickelte Bindemittel eignet sich nicht nur für die Verwertung von Kiesschlamm zu einem Baustoff, sondern auch zur Stabilisierung von plastisch verformbaren Böden («Bodenstabi»).

Kontakt

Prof. Dr. Rainer Bunge, Tel. 055 222 48 62

HSR Hochschule für Technik Rapperswil ■ Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC ■ Oberseestrasse 10 ■ CH-8640 Rapperswil

Die Analyse des Sickerwassers der Prüffelder im Grossversuch erbrachte bei den Feldern mit der neu entwickelten Rezeptur vergleichbare bzw. geringere Chromatkonzentrationen im Vergleich zu den Prüffeldern, welche mit herkömmlichen Stabimischungen auf Kalk/Zement Basis angelegt wurden.



Abb. 4: Einarbeiten des Bindemittels in bindigen Boden mittels Bodenfräse

Wirtschaftliche und ökologische Aspekte

Wirtschaftlich vorteilhaft ist das Verfahren dadurch, dass der kostenpflichtig zu entsorgende Kiesschlamm zu einem verkäuflichen Produkt aufgearbeitet wird, wobei zusätzlich noch ein teures Bindemittel (Zement) etwa zur Hälfte durch einen kostenpflichtig zu entsorgenden Abfall (Holzasche) substituiert wird.

Im Vergleich mit konventionellen Bindemitteln auf der Basis Zement/Branntkalk ist die CO₂-Bilanz von unserem Bindemittel auf der Basis von Zement/Holzasche sehr viel besser. Da die Hälfte der Bindemittelmasse aus CO₂-neutraler Holzasche besteht, halbiert sich folglich die CO₂-Bilanz des Bindemittels insgesamt. Gleichzeitig wird wertvolles Deponievolumen eingespart, denn bislang musste sowohl die Holzasche als auch der Kiesschlamm in Deponien abgelagert werden.



Abb. 5: Festigkeitsmessungen (ME-Wert) nach Aushärtung der Prüffelder im grossen Feldversuch

Fazit

Eine Bodenstabi auf Basis des neu entwickelten Bindemittels ist punkto Verarbeitbarkeit, Druckfestigkeit und Eluatqualität mindestens gleichwertig mit herkömmlichen Stabimischungen auf Kalk/Zement Basis. Sie ist aber erstens umweltfreundlicher und zweitens billiger.