



Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung · VEGAS
Institut für Wasserbau · Universität Stuttgart · Pfaffenwaldring 61 · D-70550 Stuttgart

Universität Stuttgart
Institut für Wasserbau

VEGAS Leitung
Jürgen Braun, Ph.D. Tel.: 685-67018
Dr.-Ing. H.-P. Koschitzky Tel.: 685-64716
Pfaffenwaldring 61
D - 70550 Stuttgart

Telefon: +49 (0) 711 685 - 64717
Telefax: +49 (0) 711 685 - 67020
E-Mail: vegas@iws.uni-stuttgart.de
www.vegasinfo.de

Forschungsberichtsblatt

Thema: Machbarkeitsstudie zum Einsatz von Eisenkolloiden zur Sanierung von CKW-Kontaminationen (Fahnensanierung)
Förderprogramm: Baden-Württemberg Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS)
Förderkennzeichen: BWR25001

1. Kurzbeschreibung des Forschungsergebnisses

Eine Methodik wurde entwickelt, die es ermöglicht das Ausbreitungsverhalten von Eisen-Kolloid-Suspensionen systematisch zu untersuchen. Auf Grund der geringen Eisen-Konzentration in der Suspension hebt sich die Erhöhung des Eisengehalts im Boden nur sehr gering vom geogenen Eisen ab. Deshalb wurde ein Messverfahren (basierend auf Suszeptibilitätsmessungen) zum Nachweis von Nanoeeisenpartikeln in sehr geringer Konzentration entwickelt, getestet und validiert. In Säulenversuchen wurden die Einflussparameter einzeln systematisch variiert. Ihr jeweiliger Einfluss kann folgendermaßen zusammengefasst werden:

- **Abstandsgeschwindigkeit der Injektionsströmung** Die Entfernung der Transportdistanz vergrößert sich mit der Injektionsgeschwindigkeit. Der Zusammenhang ist nicht linear, weiterhin ist zum Transport des Nanoeeisens eine Mindestfließgeschwindigkeit erforderlich, die unter anderem von der spezifischen Dichte der Partikel und deren Agglomerationsverhalten abhängig ist.

- **Durchlässigkeit, Korngrößenverteilung und Heterogenitäten**

Höhere hydraulische Durchlässigkeiten erlauben, bei gleicher Injektionsgeschwindigkeit, größere Transportentfernungen. Heterogenitäten beeinflussen nicht nur die Transportentfernung, sondern auch die Eisenkonzentration im Boden.

- **Alter der Suspension**

- **Größe der Nanoteilchen, bzw. der Nanoeeisen-Agglomeraten**

Die untersuchten Kolloide haben, auf Grund von Agglomeratbildung, teilweise eine sehr eingeschränkte Mobilität, was die Reichweite einer Injektion und somit die Effizienz der Technologie vermindern kann.

- Formulierung der Suspension / Beimengung von Hilfsstoffen (z.B. Tensiden)

Die Formulierung der Suspension (Veränderung der Aggregations- und Transporteigenschaften) hat den größten Einfluss auf die Transportentfernung. Bei ungünstigen Formulierungen ist ein Transport (auch bei optimalen Randbedingungen) nicht möglich.

- Retardierung/Adsorption

Retardierungsprozesse konnten nachgewiesen werden, dabei wurde gezeigt, dass diese nicht primär durch Dichteeffekte kontrolliert werden.

2. Welche Fortschritte ergeben sich in Wissenschaft und/oder Technik durch Ihre Forschungsergebnisse?

Durch die Entwicklung einer Eisenbestimmung mit einem modifizierten Metall-Suchgerät konnten die Grundlagen für eine quantitative Beschreibung der Einflussfaktoren gelegt werden. Mit dieser Technik gelingt es darüber hinaus, verschiedene Kolloidformulierungen bzw. –Vorbehandlungsverfahren im direkten Vergleich zu untersuchen.

Es gelang innerhalb des Projekts die wesentlichen Einflussfaktoren zu identifizieren und erste Messreihen durchzuführen. Dabei wurde die Vorbehandlung bzw. Modifikation der Nanopartikel zur Verhinderung der Agglomeration als Hauptfaktor ermittelt.

Weitere Untersuchungen zur genauen Korrelation der Suspensionseigenschaften (nanoskalig) mit den hydraulischen Bodeneigenschaften sind notwendig korrelieren. Daraus könnten systematische Optimierungsmöglichkeiten abgeleitet werden, mit denen sowohl das Transportverhalten der Kolloide im Untergrund wie auch die Reaktionsfähigkeit verbessert werden könnten.

3. Welche Empfehlung ergibt sich aus dem Forschungsergebnis für die Praxis?

Basierend auf den erarbeiteten Grundlagen und nach genauer Quantifizierung des Einflusses der identifizierten Parameter sollten größerskaligen, dreidimensionalen Untersuchungen die Übertragbarkeit auf den Feldmaßstab überprüft werden. In diesem Rahmen sollte das Messverfahren dahingehend modifiziert werden, dass ein Einbau in Brunnen oder direkt in den Untergrund ermöglicht wird und damit der Durchbruch von Nano-Eisen messtechnisch erfasst werden kann. Der erfolgreiche Abschluss dieser Arbeiten wird einen kontrollierten Feldeinsatz der neuen Technologie ermöglichen.