

3. Forschungsprojekt ChromSan

Einleitung

Seit 2006 wurde am damaligen „Institut für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik“ (IAE: unter der Leitung von Prof. Lorber), dem heutigen „Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft“ (AVAW: unter der Leitung von Prof. Pomberger) der Montanuniversität Leoben das ferroDECONT-Verfahren zur Reinigung von schwermetallbelasteten Wässern entwickelt. Dies geschah im Rahmen des Projekts „In-situ-Sanierung von Chromschäden über Reduktionsprozesse“, was direkt in das Folgeprojekt „ChromSan - Weiterführende Untersuchungen zur in-situ Sanierung“ mündete. Im ersten Projekt wurde hierzu eine Pilotanlage (siehe Abbildung) auf einer Klagenfurter Altlast errichtet, mit der das Verfahren im Projekt „ChromSan“ eingehend getestet.

Bei der Entwicklung und Umsetzung des Verfahrens haben sich das IAE, sowie das Institut für Verfahrenstechnik der Montanuniversität stark eingebracht. Nach der Entwicklung kam es im Jahr 2013 zu der Gründung der ferroDECONT GmbH, einem Spin-off Unternehmen im Zentrum für Angewandte Technologie in Leoben. 2015 wurde das Patent für das ferroDECONT-Verfahren anerkannt.

Das Projekt „ChromSan – Weiterführende Untersuchungen zur in-situ Sanierung von Chromschäden über Reduktionsprozesse“ wird im Rahmen der Altlastenforschung durch das Ministerium für ein lebenswertes Österreich über, die Kommunkredit Public Consulting und dem Bundesland Kärnten gefördert. Das Konsortium besteht aus der der Montanuniversität Leoben und der ferroDECONT GmbH. Mit der Probenahme vor Ort ist die UTC Umwelttechnik und technische Chemie GmbH betraut worden.



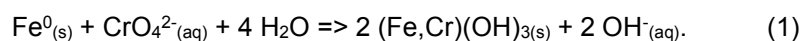
Abbildung: Versuchsfeld ungesättigte Zone mit Pilotanlage auf Klagenfurter Altlast

Im Bereich der Altlastensanierung kommt das ferroDECONT Verfahren in Kombination mit einem in-situ Sanierungsverfahren zum Einsatz. Das ferroDECONT-Verfahren basiert auf der Wechselwirkung zwischen im Wasser gelösten Schwermetallen mit nullwertigen Eisen ($Fe(0)$). Das schwermetall-kontaminierte Wasser wird

durch -mit Eisengranalien (ein Nebenprodukt der Eisenerzeugung) befüllte - Fließbettreaktoren geleitet. Dies führt zu einer Fluidisierung der Wirbelschicht.

Abbildung: ferroDECONT-Verfahren in Pilotanlage mit Fließbettreaktoren

Das nullwertige Eisen oxidiert durch die korrosive Wirkung des Wassers, während die gelösten Metalle, wie z. B. Cr(VI), reduziert werden. Die Reaktion löst eine reduktions-induzierte Präzipitation (siehe Gleichung 1), bzw. eine durch das Eisen hervorgerufenen Adsorption aus, was zu einer Fixierung der Schwermetalle in einem Eisen-Hydroxid Schlamm führt. Im Falle der reduktions-induzierte Präzipitation von Chrom durch Eisen besteht der Schlamm aus einer festen Lösung von amorphen Eisen-Chrom-Hydroxiden. Die Verwirbelungen im Fließbett sorgen für kontinuierlichen mechanischen Abrieb der Eisengranalien der oxidierten Schicht. Somit ist dauerhaft eine reaktive Oberfläche vorhanden und der Passivierung der Oberfläche wird vorgebeugt.



Die Abtrennung des Schlammes von der flüssigen Phase erfolgt z.B. durch eine Kammerfilterpresse und bewirkt somit die Dekontamination des Wassers.

Bei der Anwendung in der Altlastensanierung wird ein Teil des gereinigten Grundwassers in einen nahegelegenen Vorfluter abgeleitet. Der Rest des Wassers wird mit einem Reduktionsmittel versetzt und zur in-situ-Sanierung des Untergrundes verwendet. Ein mögliches Anwendungsszenario ist schematisch in Abbildung dargestellt. In einem Tank wird das gereinigte Wasser mit dem Reduktionsmittel Natrium Dithionit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) versetzt.

Durch Injektionslanzen wird das Wasser oberhalb der Kontamination in den Boden injiziert, fließt nach unten und entfaltet die reduktive Wirkung. Im Falle von Chrom wird das verfügbare Cr(VI) in Cr(III) umgewandelt und somit unschädlich gemacht. Da vorangegangene Laborversuche gezeigt haben, dass diese Umwandlung nicht vollständig ist und ein Teil der an die Mineraloberflächen adsorbierten Cr(VI) Ionen mit den gelösten Ionen im Wasser um die Adsorptionsplätze konkurrieren. Diese gelösten Ionen werden bevorzugt an die Bodenminerale adsorbiert und desorbieren als Folge den Schadstoff -in diesem Falle das Cr(VI). Wenn nun im Wasser nicht mehr genügend reduktive Wirkung vorhanden ist um das mobilisierte Cr(VI) gänzlich zu reduzieren, kommt es zu einer Erhöhung der Cr(VI) Konzentration, weshalb ein Förderbrunnen im abströmigen Bereich der Kontamination errichtet worden ist. Durch den Brunnen wird das kontaminierte Wasser an die Erdoberfläche gepumpt, durch die Fließbettreaktoren geleitet und somit gereinigt.

Im ersten Projektjahr wurde der Fokus auf die Injektion in die ungesättigte Bodenzone gelegt. Im zweiten Jahr wurden die Auswirkungen verschiedener Injektionspfade, wie zum Beispiel der direkten Injektion in den Grundwasserkörper untersucht. Somit soll die Übertragung auf die Situation einer Kontamination in gesättigte Bodenzone erforscht werden. Hierzu wurde auf der Altlast ein zweiter Hot-Spot im Grundwasserschwankungsbereich ausgemacht und dieser, durch im Halbkreis angeordnete Injektionsbrunnen behandelt.

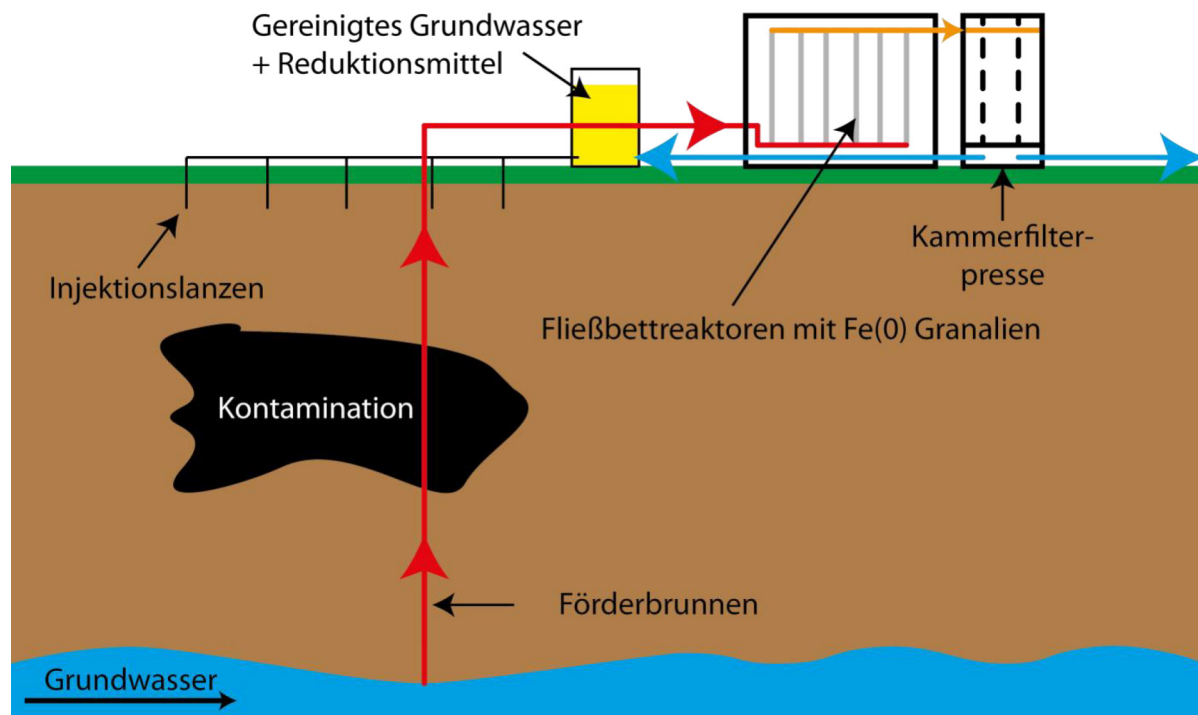


Abbildung: Schematische Darstellung des Einsatzes des ferroDECONT Verfahrens im Bereich der Altlastensanierung.

Ein weiteres Ziel ist die Abschätzung eines zeitlichen Rahmens für eine Sanierung. Hierzu dient eine Modellierung der Entwicklung der Konzentration von Cr-Spezies und Reduktionsmittel in Zeit und Raum. Außerdem wurden Laborversuche in Bodensäulen zur in-situ-Behandlung von kontaminiertem Boden unter gesättigten Bedingungen durchgeführt. Die Beständigkeit und Nachhaltigkeit des Reduktionsmittels im Boden wurde ebenfalls, sowohl im Labor, also auch im Feld analysiert.

Während der Projektlaufzeit wurden regelmäßig Grundwasserproben genommen, um somit die Wirkung der Behandlung nachzuverfolgen. Wie die Laborergebnisse vermuten ließen, kam es zu einem Cr(VI) Eintrag in das Grundwasser, welcher nach geringer Zeit versiegt. Es zeigte sich deutlich, dass das Redox Milieu des gesamten Systems abgesunken ist. Es war über den Behandlungszeitraum kein Cr(IV) im Grundwasser nachweisbar. Es stellte sich jedoch heraus, dass der Rebound-Effekt nach Behandlungsende eine gewisse Bedeutung darstellt. Dies bedeutet, dass sowohl Injektionspausen, als auch das Ende der Behandlung im Versuchsfeld 1 einen Wiederanstieg der Cr(VI)-Konzentrationen im Grundwasser bewirkten. Dieser ist allerdings auf einem geringeren Niveau als vor der Behandlung. Mineralogische Detail-Untersuchungen von Bohrkernen gaben Aufschluss auf die Verteilung der Schadstoffe im Boden und konnten erklären, warum es in den behandelten Bereichen zum Rebound Effekt kommt und warum eine komplette Sanierung im Forschungszeitraum nicht möglich ist. Das Reduktionsmittel benötigt mehr Zeit im gänzlich alle Bereiche im Boden zu erreichen. Mit der Zeit diffundieren Cr(VI) Ionen, welche noch nicht reduziert wurden, aus den schwer zu erreichenden Bereichen heraus und werden ausgewaschen, da die reduktive Wirkung des Reduktionsmittels mit der Zeit aufgebraucht ist.

KONTAKT: DI PHILIPP SEDLAZECK
 FRANZ-JOSEF-STRASSE 18, 8700 LOEBEN, AUSTRIA
 TEL.: +43 (0) 3842 / 402 – 5114; MOBIL: +43 (0) 676 / 84 53 86 - 400
 E-MAIL: PHILIPP.SEDLAZECK@UNILEOBEN.AC.AT; WEBSITE: AVAW.UNILEOBEN.AC.AT