

„Wir erforschen technische Probleme nicht.
Wir lösen sie!“ UMTEC



Chrom(VI) – Belastung von Jettingrückflüssen

Kanton Wallis
Das Departement für
Verkehr, Bau und Umwelt

UMTEC
Hochschule Rapperswil



Abb. 1: Erstellung einer Jettingsäule

Thema Abwasser

Hintergrund

Für den Bau der Autobahn A9 im Kanton Wallis ist es im Bereich des Tunnels Riedberg und des gedeckten Einschnitts Turtmann notwendig, den Untergrund zu verfestigen. Dazu wird das Jettingverfahren, auch Düsenstrahlverfahren genannt, angewendet. Mit dem Jettingverfahren werden Betonsäulen über eine initiale Bohrung direkt im Boden erstellt. Über eine spezielle Bohrlanze wird dabei Wasser oder Luft zusammen mit Zement unter hohem Druck in das Bohrlochumgebende Erdreich eingeblasen (siehe Abb. 1 und Abb. 3). Der Boden wird dabei komprimiert bzw. mit dem überschüssigen Wasser und Zement über das Bohrloch ausgetragen. Dieser Austrag wird Jettingrückfluss genannt. Der Jettinrückfluss, bestehend aus Wasser, Boden und Zement, wird zum Aushärten und Trocknen auf der Baustelle zwischengelagert. Anschliessend wird der Rückstand kostengünstig auf Inertstoffdeponien abgelagert.

Projektziel

In der ersten Bauphase wurde festgestellt, dass die Eluatkonzentrationen bezüglich des Chromats im Jettingrückstand den geforderten Grenzwert für eine Deponierung auf Inertstoffdeponien übersteigen. Dies war insofern erstaunlich, da ein spezieller chromatarmer Zement verwendet wurde. Dieser Umstand macht nun eine kostspielige Nachbehandlung des Rückstandes notwendig. Um diese Kosten in den folgenden Bauphasen einzusparen, wurde das UMTEC damit beauftragt, in Laborexperimenten mögliche Lösungen zu erarbeiten, mit denen die Chrom(VI)-Konzentration durch Massnahmen direkt bei der Jettinganwendung vor Ort verringert werden.



Chrom(VI) – Problematik

Für die Ablagerung auf einer Inertstoffdeponie muss der Jettingrückstand den Anforderungen der technischen Verordnung über Abfälle (TVA) entsprechen. Hierbei stellt im Besonderen der Grenzwert für Chrom(VI) in TVA-Eluaten des Jettingrückstandes ein Problem dar.

Das Chrom im Jettingrückstand stammt aus dem verwendeten Zement. Die bei der Zementherstellung verwendeten Rohstoffe Kalkstein und Ton weisen, je nach Herkunft, Konzentrationen von 2 bis 100 mg/kg Chrom in Form von Chrom(III) auf. Im Zementherstellungsprozess werden diese Rohstoffe auf 1'450°C erwärmt. Dabei wird ein Teil des Chrom(III) zur wasserlöslichen Spezies Chrom(VI) oxidiert, welche in Form des Chromatkomplexanions (CrO_4^{2-}) vorliegt. Chromat ist ein starkes Oxidationsmittel, welches giftig und karzinogen ist. Es ist die Ursache für die Berufskrankheit "Maurerkrätze" (Chromatdermatitis). Ein Zement gilt gesundheitlich als unbedenklich wenn die Chromatkonzentration unter 2 mg/kg liegt. Für eine Deponierung auf Inertstoffdeponien darf die Chromatkonzentration im TVA - Eluat des abzulagernden Materials 0.01 mg/l nicht überschreiten.

Ergebnisse der Laborversuche

Chromarmer Zement wird in der Regel mit chromreduzierenden Additiven wie Eisen(II)-Salzen oder Zinnsulfat versetzt. Beim Anmischen des Zementes wird durch die Additive das Chromat ($Cr(VI)$) zum unbedenklichen $Cr(III)$ reduziert.

In ersten Versuchsreihen wurde abgeklärt, inwieweit Sauerstoff durch Oxidation der Additive die Chromatreduktion beeinflusst. Da die Chromatgehalte in exemplarischen Jettingversuchen unter Stickstoffatmosphäre nicht tiefer lagen als unter normaler Atmosphäre, wurde es ausgeschlossen, dass Sauerstoff die Wirksamkeit der Additive herabsetzt.

Im Weiteren wurde der Einfluss der Reaktionszeit, welche den Additiven zur Reduktion des $Cr(VI)$ beim Anmischen des Zementes zur Verfügung steht, untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass die Reaktionszeit, bei Anwendung von Fe(II)-Salzen als Reduktionsmittel, eine Rolle spielt. Bei Reduktion mit Zinnsulfat wurde kein Einfluss der Reaktionszeit festgestellt.

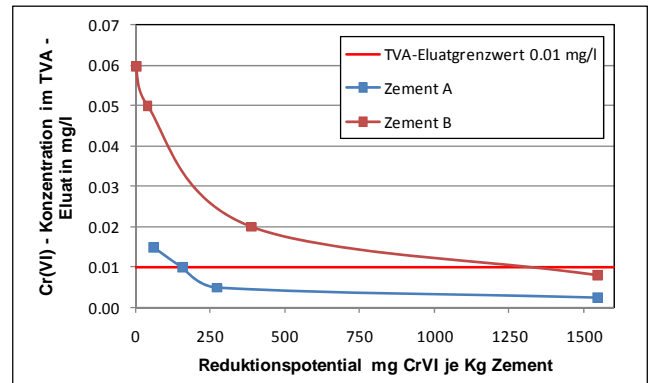


Abb. 2: Chromatkonzentrationen im TVA-Eluat nach zusätzlicher Reduktionsmittelzugabe.

In weiterführenden Experimenten wurde der Einfluss einer Erhöhung der Reduktionsmittelzugabe untersucht. Grundlage der Versuche bildeten zwei Zementprodukte von zwei verschiedenen Herstellern. Der Zement A hatte eine Gesamtchromkonzentration von 24 mg/kg und der Zement B beinhaltete 61 mg/kg. In beiden Zementen wurde die Chromatkonzentration durch die Konzentrationserhöhung der Reduktionsmittel deutlich abgesenkt. Im Gegensatz zum Zement A musste dem Zement B um Faktor 7 mehr Reduktionsmittel zugegeben werden, um Eluatwerte des $Cr(VI)$ unter 0.01 mg/l zu erhalten (siehe Abb.2). Dies ist unrealistisch, da zum einen die Reduktionsmittel bezogen auf den Zementpreis relativ teuer sind und sich die Zementqualität zum anderen durch hohe Reduktionsmittelkonzentrationen verschlechtert.

Fazit

Um die Chromatkonzentration im Jettingrückstand soweit zu reduzieren, dass eine Ablagerung auf Inertstoffdeponien möglich ist, reicht es nicht aus, Reduktionsmittel im Überschuss zuzugeben. Es ist darüber hinaus notwendig, einen von Grund auf chromarmen Zement einzusetzen. Diese Schlussfolgerungen entsprechen dem aktuellen Wissensstand. Weitere Untersuchungen sind zur Verifizierung der Ergebnisse notwendig und werden zurzeit am UMTEC durchgeführt.

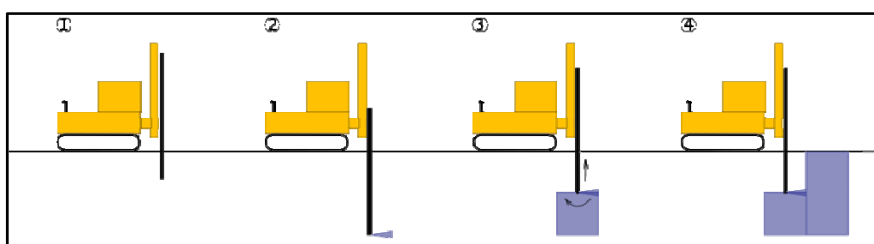


Abb. 3: Schematische Darstellung des Düsenstrahlverfahrens (Jetting):

- (1) Erstellung eines Bohrloches
- (2) Beginn des Jettings (Auflösen des Bodengefüges und Einpressen von Zement)
- (3) langsames Herausziehen der Bohrlanze
- (4) Erstellen einer zweiten Jettingsäule direkt im Anschluss an die erste Säule

Quelle: www.wikipedia.org, User 5gon12eder, 29.10.2009