



Herstellung von Beton:
**Umweltgerechter Umgang
mit chromathaltigen
Betonschlämmen**

Worum es geht

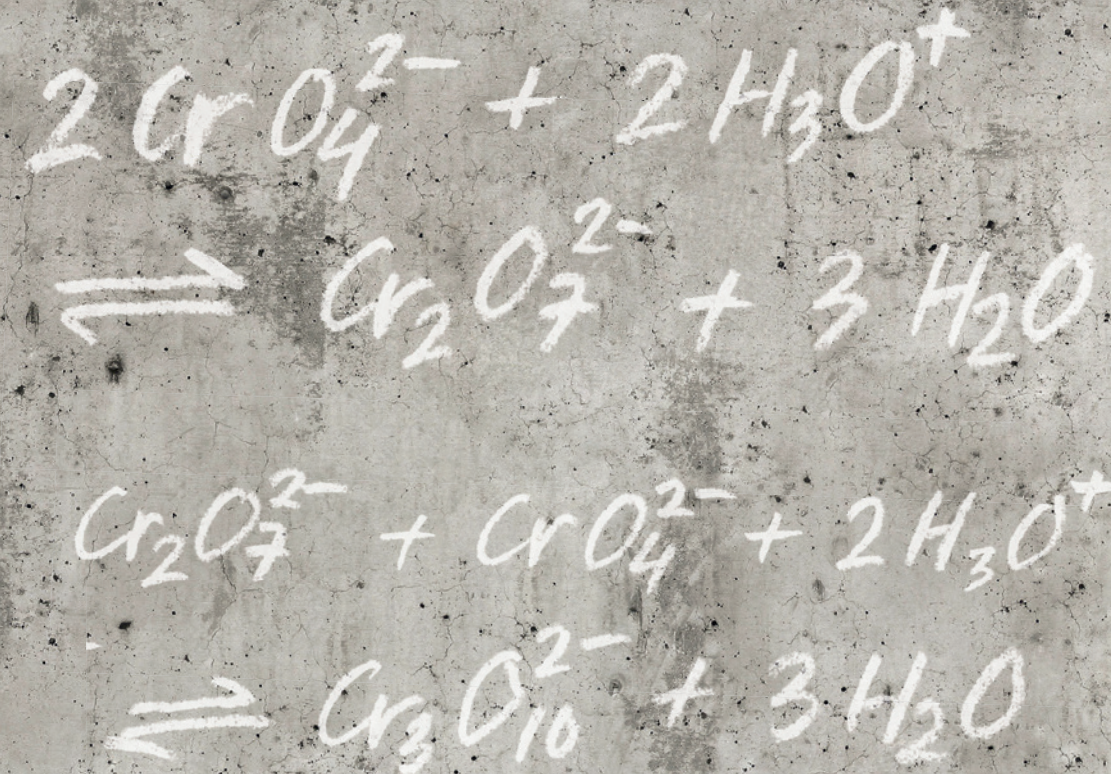
Für den Umgang mit Baustoffen und Bauabfällen sind verschiedene Gesetze und Verordnungen zu beachten, wie beispielsweise die Chemikalien-Risiko-Reduktions-Verordnung (ChemRRV), oder auch die Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA).

Beim Betonieren und in Transportbetonwerken können Schlämme entstehen, die es umweltverträglich zu behandeln gilt, da deren Gehalt an Chromat die gesetzlichen Vorgaben der VVEA allenfalls nicht einhält.

In der Vergangenheit wurden die Schlämme mehrheitlich deponiert. Dies wird in Zukunft aufgrund knapperer Depo-nieräume und konsequenterer Vollzugsmethoden schwieriger werden.

Eine gesetzeskonforme Behandlung von Betonschlämmen kann aufwändig sein. Doch mittels geeigneter prozess-technischer Massnahmen können die rechtlichen Vor-gaben erfüllt und damit auch die Umwelt und das Budget geschont werden.

Die vorliegende Information will mit ihren Empfehlungen einen Beitrag leisten zu einer praxis- und kosteneffizienten Minderung von Chromat-Emissionen in die Umwelt.



Chrom und Chromat in Zement und Beton

Chrom ist ein chemisches Element mit dem Symbol Cr. Durch chemische Reaktionen entstehen Verbindungen mit Chrom-Ionen in verschiedenen Oxidationsstufen bzw. Wertigkeiten.

- Chromoxid (Cr_2O_3) enthält 3-wertige Chrom-Ionen (Cr^{3+}). Unter anderem wird Cr_2O_3 als korrosionshemmende Schicht auf nichtrostenden Stählen verwendet.
- Chromat enthält das 6-wertige Chrom-Ion (Cr^{6+}). Es kommt als Chromat (CrO_4^{2-}) und Dichromat ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) vor.

Kalkstein, Mergel und Ton sind die bei der Zementherstellung verwendeten Rohmaterialien. In diesen Rohmaterialien sind Chromverbindungen als natürliche Bestandteile der Erdkruste vorhanden. Das darin enthaltene Cr(III) oxidiert bei der Klinkerherstellung zu Chromat (CrO_4^{2-}).

Das Vorkommen und die Zustandsform von Chromverbindungen in Sicker-, Grund- und Oberflächenwasser wird – in Abhängigkeit vom pH-Wert – durch Redoxreaktionen¹, Lösungs-, Fällungs-, Anlagerungs- und Auslaugungsvorgänge beeinflusst.

Während die Konzentration von Chrom (Cr III) in Wasser hauptsächlich von Fällungs- und Lösungsreaktionen abhängig ist, wird diejenige von Chromat (Cr VI) in neutralem bis saurem Milieu zusätzlich von Adsorption² und Desorption³ beeinflusst.

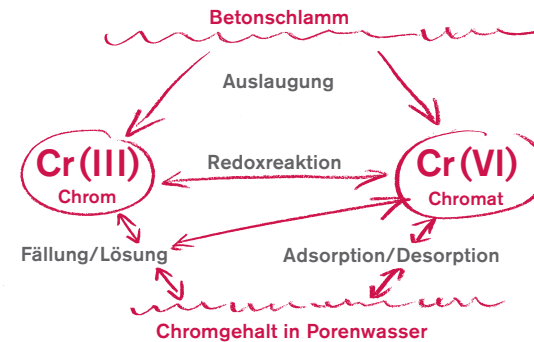
Während Chrom-Verbindungen schwer löslich sind, sind die meisten Chromat-Verbindungen leicht löslich. Unter sauren bis leicht alkalischen Bedingungen bindet sich Chromat an die Oberfläche von Mineralien.

¹ **Redoxreaktion** (eigentlich: Reduktions-Oxidations-Reaktion) bezeichnet den chemischen Vorgang, bei dem ein Stoff Elektronen auf einen anderen überträgt (Oxidation) und von jenem umgekehrt Elektronen aufgenommen werden (Reduktion).

² **Adsorption** bezeichnet die Anlagerung von Stoffen aus Gasen oder Flüssigkeiten an Feststoffe;

³ **Desorption** ist das Gegenteil von Adsorption, nämlich die Auslaugung von bestimmten Stoffen aus Feststoffen.

Vorkommen und Verhalten von Chrom und Chromat sind komplex:



Da Chromat als stark giftig, wassergefährdend und krebserzeugend gilt, wird sein Vorkommen in Baustoffen und der Umwelt limitiert:

Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz: Der Chromat-Grenzwert der Chemikalien-Risiko-Reduktions-Verordnung (ChemRRV) beträgt maximal 2 ppm in Zement. Um diesen nicht zu überschreiten, wird Schweizer Zementen ein Reduktionsmittel zugegeben; somit halten die Zemente den Grenzwert nachweislich und sicher ein.

Gewässerschutz: Der Grenzwert der Gewässerschutzverordnung (GSchV, Anhang 3.2, Ziffer 23) beträgt 0,1 mg/l für Baustellen- und Kieswaschwasser, welches in die öffentliche Kanalisation oder in Gewässer eingeleitet wird.

Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA): Der Grenzwert für den Chromatgehalt bei der Entsorgung als Inertstoff auf Deponien ist 0,1 mg/kg. Dieser Grenzwert kann aufgrund des Lösungsverhaltens von Chromverbindungen bei der Entsorgung von Betonschlämmen in der Regel nicht ohne zusätzliche Massnahmen eingehalten werden.

Bodenschutz: Der Grenzwert für unverschmutztes Aushubmaterial beträgt gemäss der VVEA des Bundesamts für Umwelt (BAFU) 0,05 mg/kg.

Lösungsansätze für die umweltgerechte Entsorgung chromathaltiger Betonschlämme

Ein wesentliches Ziel im Umgang mit Abfällen aus der Betonherstellung ist die Schliessung der damit verbundenen Stoffkreisläufe. Dazu gehören die Verwertung des anfallenden Waschwassers und des Schlammes in Betonwerken sowie die Behandlung oder Ablagerung nicht verwertbarer Anteile.

Sowohl beim Waschen des Betonmischers im Betonwerk als auch beim Waschen der Fahrmischer oder Muldentransporter nach der Lieferung fallen Betonreste an. Diese lassen sich in wiederzuverwendende Gesteinskörnung und zu entsorgenden Schlamm trennen.

Die Schlammengen sind weitgehend unabhängig von den produzierten Betonmengen. Der gesamte in der Schweiz anfallende Schlamm liegt je nach Quelle bei 160 000 bis 400 000 Tonnen pro Jahr – dies bei einer Betonproduktion von rund 16 Millionen Kubikmeter.

Bei solchen Mengen ist es verständlich, dass Kosten- und Nutzenüberlegungen bei der Wahl des Entsorgungsverfahrens entscheidend sind. Die möglichen Lösungen müssen einfach und möglichst im Werk realisierbar sein.

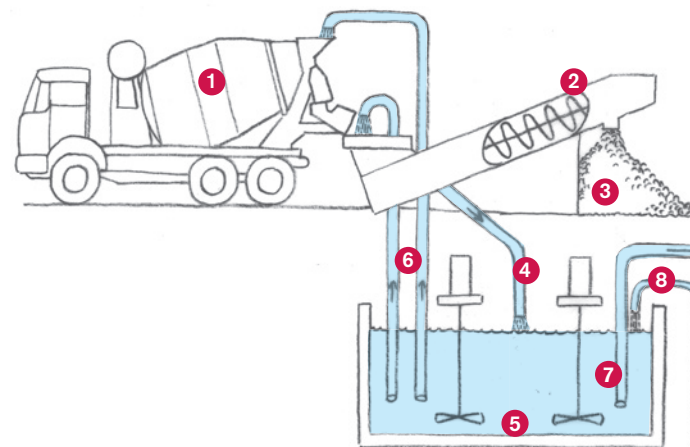
Im Folgenden zeigen zwei Lösungsansätze auf, wie diese Entsorgungsprobleme gelöst werden können.

Lösungsansatz 1: Restwasser-Recycling mittels Restbeton-Auswaschanlage

Mit Betonrückständen versetztes Wasser, das im Betonwerk beim Waschen der Mischgeräte oder der Transportfahrzeuge anfällt, wird in einen Behälter – die sogenannte Restbeton-Auswaschanlage – abgeleitet. In dieser werden die groben Rückstände bzw. die Gesteinskörnung mittels eines Schneckenförderers, einem Schöpfrad oder dergleichen vom Wasser getrennt und ausgetragen. Die saubere Gesteinskörnung wird der Kiesaufbereitung wieder zugeführt.

Das Wasser fliesst in einen Wassertank resp. Wasserbehälter. Ein Rührwerk hält die Feianteile im Wasser ständig in der Schwebe. Dieses Restwasser wird den Kreisläufen wieder zugeführt, also für die Betonherstellung und für das Waschen der Transportfahrzeuge verwendet. Seine Qualität wird anhand von Messungen der Dichte laufend kontrolliert.

Da der Gehalt an Feianteilen, die dem Frischbeton zugegeben werden, normativ begrenzt ist (SN EN 1008), sind weitere Einflussgrössen regelmässig zu überprüfen.



- 1 Fahrmischer
- 2 Schneckenförderer
- 3 Ausgewaschene Gesteinskörnung
- 4 Wasser-Feinstoff-Gemisch
- 5 Wassertank mit Rührwerken
- 6 Restwasser für das Waschen
- 7 Restwasser für die Betonherstellung
- 8 Frischwasserzufuhr

Lösungsansatz 2: Verfestigung der Schlämme und Aufarbeitung von Restbeton zu verwertbaren Gesteinskörnungen

In kompakten Restbeton-Auswaschanlagen werden – wie im Lösungsansatz 1 beschrieben – die Gesteinskörnungen ausgewaschen und ausgetragen. Diese lassen sich vom Abwurfplatz direkt in den Kiesaufbereitungs- bzw. Betonherstellprozess zurückführen.

Ein Hydrozyklon konzentriert die im Waschwasser verbliebenen Feianteile kontinuierlich zu einem zähflüssigen Betonschlamm. Dieser wird in Big-Bags abgefüllt und lässt sich nach der Erhärtung und Austrocknung wie Betonabbruch zu feiner Gesteinskörnung aufbereiten – vorzugsweise zur Verwertung in Magerbeton.

Das durch den Hydrozyklon entschlammte Wasser wird für Waschprozesse oder für die Betonproduktion verwendet.

3 Schritte

- 1 Auswaschen der Gesteinskörnung
- 2 Aufkonzentration der Feianteile zu zähflüssigem Betonschlamm und Überführen in Big-Bag
- 3 Zwischenlagern auf Betonabbruch-Recyclingplatz



Fazit beider Lösungsansätze:

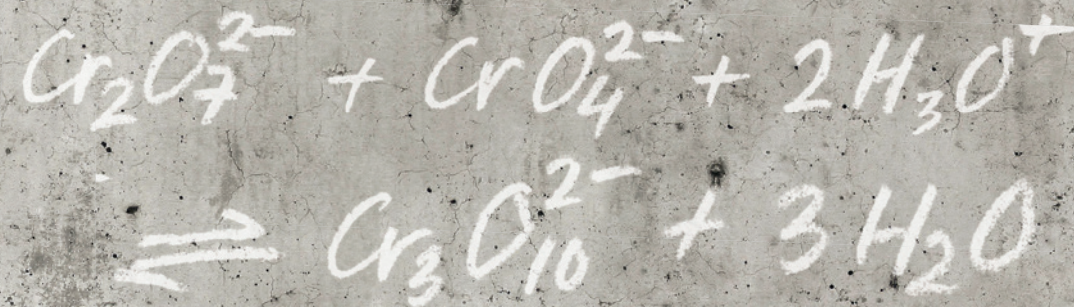
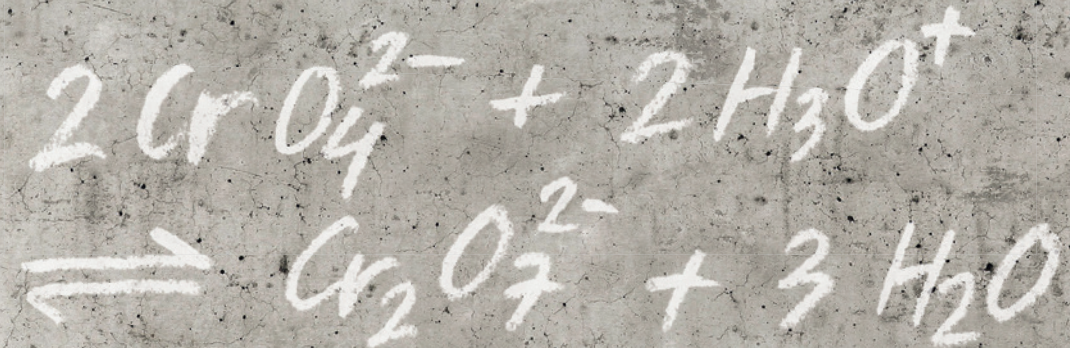
Je nach Beschaffenheit und Ausrüstung der Anlagen eines Transportbetonwerkes können die beiden dargestellten Lösungsansätze nur mithilfe zusätzlicher Investitionen realisiert werden.

Ein Kosten-Nutzen-Vergleich dürfte jedoch zu dem Ergebnis führen, dass aufgrund der Entwicklung der Deponiepreise als auch bei einem konsequenten kantonalen Vollzug der rechtlichen Vorschriften die Unternehmen mittel- bis längerfristig mit einem höheren Aufwand zu rechnen haben.

Empfehlungen an die Betonhersteller

Aufgrund des derzeitigen Kenntnisstandes sind bei der Produktion von Beton folgende Massnahmen gegen die Freisetzung von Chromat zu empfehlen:

1. Kreisläufe im Betonwerk schliessen: Den gesamten Schlamm und alles Restwasser möglichst in der Betonproduktion verwenden. Dies erfordert eine geeignete Überwachung des Produktionsprozesses, beispielsweise durch die kontinuierliche Dichtemessung des Restwassers – automatisch oder manuell – und die Verknüpfung der Messwerte mit den Produktionsparametern (Wasserdosierungen).
2. Behandlung der nicht verwertbaren Restmengen: Den Schlamm in Big-Bags oder entsprechenden Gebinden aushärten lassen und zu Gesteinskörnung aufbereiten resp. VVEA-konform deponieren.
3. Entsorgung durch spezialisierte Drittfirmen, wenn der Betonhersteller aufgrund der Anlagenbeschaffenheit die vorgenannten Massnahmen nicht im eigenen Werk umsetzen kann.
4. Weitere Prozessoptimierungen bei der Produktion, wenn damit die Einhaltung der rechtlichen Vorgaben zuverlässig sichergestellt werden kann.





BETONSUISSE Marketing AG
Marktgassee 53
3011 Bern
T 031 327 97 87
F 031 327 97 70
www.betonsuisse.ch
info@betonsuisse.ch

BETONSUISSE – Natürlich Beton.