
Mögliche Freisetzung von Chrom(VI)-Verbindungen bei Türöffnungen und Revisionen an Abfallverbrennungsanlagen

An Betreiber von Abfallverbrennungs- und thermischen Verwertungsanlagen, Betriebs- und Kraftwerksleitung, Instandhaltung, Fachkraft für Arbeitssicherheit und Umweltbeauftragte

1. Anlass

Bei Türöffnungen im laufenden Betrieb, bei Revisionen und bei Instandhaltungsarbeiten an Abfallverbrennungsanlagen kann eine Exposition der Beschäftigten gegenüber krebserzeugenden Chrom(VI)-Verbindungen nicht ausgeschlossen werden. Träger der Belastung sind die aufgewachsene Kruste auf den Rostbauteilen sowie der Asche- und Flugstaub auf Rostunterbau, Kesselzügen, Trichtern, Rauchgaskanälen und Filterebenen.

Das Chrom stammt dabei nicht aus dem Abfall, sondern aus dem Werkstoff der Anlage.

2. Sachverhalt: Entstehung im Ofen

Im bestimmungsgemäßen Betrieb liegen vier Größen permanent und gleichzeitig vor: chromlegierte, hitzebeständige Rost- und Ofenbauteile; basische Aschebestandteile aus Calcium, Natrium und Kalium; Sauerstoff aus der Verbrennungsluft; und Metalloberflächentemperaturen in dem Bereich, in dem Chromate entstehen und stabil bleiben. An der Grenzfläche zwischen Ascheauflage und Chromoxidschicht wird aus dem festgebundenen dreiwertigen Chrom des Bauteils ein wasserlösliches, krebserzeugendes Chrom(VI)-Salz, als Calciumchromat oder als Natriumchromat.

Keine dieser vier Größen ist im bestimmungsgemäßen Betrieb wählbar. Ist der Rost chromlegiert und enthält das Brenngut Calcium oder Natrium, laufen die Reaktionen ab. Bereits gewöhnliches Kochsalz genügt als Reaktionspartner, und Hausmüll enthält Speisesalz immer.

Die basischen Bestandteile stammen nicht nur aus dem Abfall. Bei trockener und quasitrockener Rauchgasreinigung wird Calciumhydroxid oder Calciumoxid im Überschuss in den Rauchgasstrom eingedüst, bei nasser Wäsche wird Natronlauge eingesetzt. Nicht verbrauchtes Sorbens schlägt sich gemeinsam mit der Flugasche auf allen nachgeschalteten Flächen nieder. Der basische Anteil ist damit Teil des Verfahrens und nicht von der Abfallzusammensetzung abhängig. Parallel bildet sich im feuchten, sauerstoffreichen Rauchgas eine flüchtige Chromverbindung, die sich an kühleren Anlagenteilen niederschlägt. Kesselbeläge, Trichter und Filterstaub tragen deshalb ebenfalls Chromat, obwohl dort kein Chromstahl beteiligt ist.

Chromat baut sich nicht nur auf der Sichtfläche auf, sondern ebenso an Unterseiten, Fugen und Auflagerpunkten sowie auf den tragenden Flächen unter dem Rost, die aus demselben Werkstoff bestehen. Diese Flächen sind im eingebauten Zustand nicht einsehbar und fehlen bei der Planung des Reinigungsumfangs regelmäßig.

Das Abfahren ist das Bildungsmaximum: Der Brennstoff ist verbraucht, die Luftzufuhr läuft weiter, und die Anlage durchläuft langsam genau den Temperaturbereich, in dem die Umwandlung am schnellsten abläuft und die Produkte stabil sind. Die Anlage bildet Chromat mit dem größten Wirkungsgrad in den Stunden unmittelbar vor der Begehung.

Mit dem Öffnen des Ofens tritt feuchte Umgebungsluft ein. Chromate ziehen Luftfeuchtigkeit an und gehen in Lösung. Das Material wird dadurch sowohl staubfähig als auch hautgängig.

Gib **Chrom(VI)** keine Chance!

Erkennen | Beherrschen | Verhindern



Lose Ascheauflage an einem Bauteil im Ofenbereich. Nachweis an Asche im Ofenbereich, Probenröhrchen mit Farbumschlag.

3. Rechtliche Einordnung

- Gefährdungsbeurteilung nach § 6 GefStoffV und TRGS 400; Schutzmaßnahmen und Minimierungsgebot nach § 7 GefStoffV und TRGS 500.
- TRGS 561 Nr. 5.9.3 „Thermisch beanspruchte Chrom-legierte Industriekomponenten“: Absatz 5 knüpft die Schutzmaßnahmen allein daran, dass eine **Chrom(VI)**-Belastung vorliegt oder nicht auszuschließen ist. Dann sind die Maßnahmen nach Nr. 4.1 und 4.2 umzusetzen.
- TRGS 561 Nr. 5.9.3 Absatz 4: „Insbesondere während Anlagen-Revisionen (Instandhaltungsarbeiten), im Rückbau und der Störungsbeseitigung ist eine Exposition der Beschäftigten durch **Chrom(VI)**-Verbindungen nicht auszuschließen.“
- TRGS 561 Nr. 4.1: Bei absehbar dauerhafter Überschreitung der Konzentration von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für **Chrom(VI)**-Verbindungen ist die Einrichtung einer räumlichen Schwarz-Weiß-Trennung, zum Beispiel durch ein mit dem Arbeitsbereich verbundenes Schleusensystem zum An- und Ablegen der Arbeits- und Schutzkleidung, zu prüfen und ggf. umzusetzen.
- Expositionsverzeichnis nach § 10a GefStoffV für Beschäftigte, bei denen eine Exposition gegenüber krebserzeugenden Stoffen der Kategorie 1A oder 1B nicht auszuschließen ist.
- Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 14 GefStoffV; Unterrichtung der Fremdfirmen nach § 15 GefStoffV (Revisions-, Reinigungs- und Gerüstbaubetriebe).
- Arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV. Der Anhang der TRGS 561 führt **Chrom(VI)** mit Zielorgan Lunge und Nase, Matrix Urin, einem BAR von $0,6 \mu\text{g}/\text{l}$ und einer EKA-Korrelation.
- Gefährdung durch Hautkontakt nach TRGS 401 gesondert beurteilen.

Dieser Text ersetzt keine standortbezogene Gefährdungsbeurteilung.

4. Was die Luftmessung nicht beantwortet

Für **Chrom(VI)**-Verbindungen gibt es in Deutschland weder einen Arbeitsplatzgrenzwert noch eine Akzeptanz- oder Toleranzkonzentration. Die TRGS 561 stellt in Nr. 5.7 fest: „Für **Chrom(VI)**-Verbindungen wurde bisher noch keine ERB abgeleitet. Anzuwenden ist die Konzentration von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für die einatembare Fraktion.“ Der Überschreitungsfaktor beträgt 8. Bei Einhaltung dieser Konzentration über das gesamte Arbeitsleben verbleibt nach TRGS 561 ein zusätzliches statistisches Lungenkrebsrisiko in der Größenordnung von ca. 4:1000.

Chrom(VI)-Verbindungen haben keinen Schwellenwert. Wird eine Luftbelastung oberhalb der Nachweisgrenze ermittelt, ist der gemessene Bereich nicht mehr unbedenklich zu betreten.

Gib Chrom(VI) keine Chance!

Erkennen | Beherrschen | Verhindern

Das Abheben der Bauteile und das Aufbrechen der Krusten sind Ereignisse von Minuten; über acht Stunden gemittelt verschwinden sie rechnerisch. Zu prüfen ist deshalb die Kurzzeitspitze gegen den Überschreitungsfaktor, nicht das Achtstundenmittel allein.

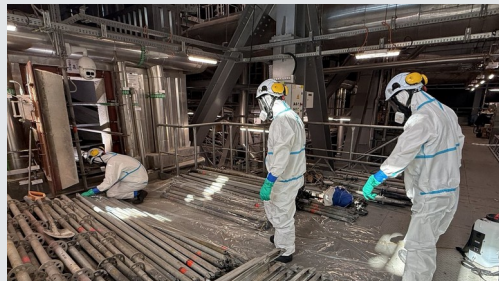
Die Luftmessung erfasst zudem nur einen von drei Aufnahmewegen. Artikel 3 Absatz 3 der Richtlinie 2004/37/EG bestimmt: „Bei der Risikobewertung sind alle sonstigen Expositionswege, z. B. Aufnahme in und/oder über die Haut, zu berücksichtigen.“ Chrom(VI)-Verbindungen sind als H350 eingestuft und tragen in der MAK- und BAT-Werte-Liste den Hautresorptionsvermerk „H“. Für einen krebserzeugenden Stoff mit diesem Vermerk führt das Bewertungsschema der TRGS 401 bereits bei geringen Mengen und kurzer Kontaktdauer zur Einstufung „hohe Gefährdung“.

Ein eingehaltener Wert im Ofen belegt, dass die Schutzausrüstung der eingesetzten Personen wirkt. Er belegt nichts über die Personen ohne Schutzausrüstung im Bereich davor, und er verhindert keine Verschleppung nach außen, solange keine Schleuse gesetzt ist und im Durchgangsbereich weder die Schutzkleidung noch das im Ofen benutzte Werkzeug dekontaminiert wird.

5. Der Bereich vor den Türen

Dies ist die derzeit größte Lücke im Schutzkonzept. In der Praxis ist vielen Betreibern die Gefährdung durch chromathaltigen Staub im Türbereich nicht bewusst; eine Zonierung findet dort häufig nicht statt, weil der Bereich als sicher gilt. Bodenproben aus solchen Türbereichen zeigen jedoch, dass der abgelagerte Aschestaub chromatbelastet ist.

Daraus folgen zwei Gefährdungen, die eine Luftmessung im Ofen nicht abbildet. Erstens die Verwirbelung: Jede Bewegung von Personen, Fahrzeugen und Flurförderzeugen und jede Türöffnung wirbelt den abgelagerten Staub wieder auf, und zwar dort, wo Personen ohne Schutzausrüstung arbeiten und nicht im Expositionsverzeichnis geführt werden. Zweitens die Verschleppung über das Schuhwerk in Werkstatt, Pausenraum, Umkleide, Leitwarte und Fahrzeugkabinen. Der Weg ist kurz, unkontrolliert und täglich.



Nachweis an Aschestaub auf einem Verkehrsweg außerhalb des Ofens. Gerüstmaterial und Arbeitsvorbereitung im Bereich vor der Ofentür.

Erforderlich ist ein eigenes Schutzkonzept für diesen Bereich:

- Der Türbereich gehört zum kontrollierten Bereich, nicht zum Übergang: Abgrenzung, Beschilderung, Zutrittsregelung.
- Zonengrenzen festlegen und kennzeichnen, einschließlich eines Übergangs mit Schuhwechsel oder Schuhreinigung. Klebematten allein genügen dafür nicht. Wirksam sind mit Reduktionsmittel angefeuchtete Matten in den Wegen und in der Schleuse; alleiniges Absaugen reicht nicht aus.

Gib Chrom(VI) keine Chance!

Erkennen | Beherrschen | Verhindern

- Boden- und Wischproben im Türbereich und in den angrenzenden Bereichen als Bestandteil der Gefährdungsbeurteilung. Sie beantworten die Frage nach der Staubauflage, die eine Luftmessung nicht beantwortet.
- Festgelegtes Dekontaminationsregime statt Reinigung: chromatbindende Behandlung der Flächen, Aufnahme des gebundenen Materials, Absaugung mit Entstauber der Staubklasse H, in definiertem Intervall und dokumentiert. Kein trockenes Kehren, kein Abblasen. Reinigen verlagert den Staub, es beseitigt das Chromat nicht.
- Verschleuster Zugang statt offener Übergang: Schleuse mit getrennter Ablage für benutzte Schutzkleidung, Reinigung des Schuhwerks und Waschgelegenheit. Das ist der Ort, an dem die Verschleppung tatsächlich unterbrochen wird.
- Definierte Übergabestelle für Bauteile, Gebinde und Werkzeug; kein Abstellen und kein Lagern im Türbereich.
- Ortsfeste Messung in diesem Bereich zusätzlich zur personengetragenen Messung im Ofen.

6. Schutzmaßnahmen bei Türöffnung und Revision

Technisch, vorrangig:

- Zonierung und staubarmes Arbeiten sind die tragenden Maßnahmen. Türen als kontrollierte Öffnungen mit Vorhang oder Zwischenzone, nicht dauerhaft offen.
- Punktabsaugung am Entstehungsort, Entstauber der Staubklasse H. Kein Druckluftabblasen, kein trockenes Kehren oder Bürsten ohne Absaugung.
- Staub binden statt anfeuchten. Feuchte bindet nur, solange sie hält, Nässe löst das Chromat und verlagert es ins Wasser. Wirksam ist eine bindende und reduzierende Behandlung, die das sechswertige Chrom in die dreiwertige Stufe überführt, mit anschließender Aufnahme des Materials.
- Rostbauteile vor dem Anheben von oben und im Fugenbereich benetzen, waagrecht abheben statt kippen, direkt in ein geschlossenes Behältnis setzen; den darunterliegenden Bereich erst nach Benetzung und Absaugung betreten.
- Bauteilreinigung in geschlossener Einhausung mit Absaugung oder im Nassverfahren mit Wasserfassung, nicht im Freien und nicht in der offenen Werkstatt. Schwerpunkt ist die Unterseite. Transport zwischen Ofen und Reinigungsplatz abgedeckt oder in geschlossenen Behältern.



Benetzen vor Arbeitsbeginn auf dem Rost. Vollmaske, Einweg-Schutzanzug mit Kapuze, Handschuhe.

Persönlich:

- Gebläseunterstützter Atemschutz TH3/TM3 P oder Vollmaske P3 bei Krustenabtrag und Bauteilreinigung. Filtrierende Halbmasken reichen für diese Tätigkeiten nicht aus.

Gib Chrom(VI) keine Chance!

Erkennen | Beherrschen | Verhindern

- Einweg-Schutzanzug Typ 5/6 mit Kapuze, Überschuhe, Augenschutz, chemikalienbeständige Handschuhe mit dichtem Übergang zwischen Ärmel und Handschuh, Wechsel bei jeder Durchfeuchtung.
- Waschgelegenheit und Dusche im Ausgangsbereich, Duschen vor Verlassen des Bereichs. Keine private Reinigung der Arbeitskleidung, kein Mitnehmen nach Hause.

Organisatorisch:

- Personenzahl im Ofen begrenzen, Zutrittsliste führen, keine Parallelarbeiten übereinander.
- Kein Essen, Trinken oder Rauchen im Bereich; Pausen ausschließlich außerhalb des kontrollierten Bereichs.
- Einbahnige Wegeführung über die Schleuse; Werkzeug bleibt im kontrollierten Bereich oder wird an der Materialschleuse dekontaminiert; Gebinde geschlossen und außen gereinigt ausschleusen.
- Gerüstmaterial vor dem Ausschleusen dekontaminieren oder absaugen; nicht reinigbare Bohlen als kontaminiertes Material entsorgen. Rückbau erst nach Abschluss der Grobreinigung.
- Wirksamkeitskontrolle durch Wischproben an definierten Punkten im sauberen Bereich: Pausenraum, Umkleide, Leitwarte, Türgriffe, Fahrzeugkabinen.

Einzubeziehen ist auch die Peripherie: Aschetrichter, Primärluftkanäle, Entschlacker und Förderer, Kesselzüge und Heizflächen, Rußbläser, Rauchgaskanäle und Kompensatoren, Zyklone und Filterebenen, Zellenradschleusen, Silos, Saugzuggebläse, Revisionsöffnungen und die poröse Feuerfestauskleidung. Ablagerungen aus dem Betrieb reichen aus, auch ohne Krustenreinigung.

7. Dekontamination

Reinigung nimmt Staub an einer Stelle weg und trägt ihn an eine andere. Eine Dekontamination verändert den Stoff: Sechswertiges Chrom nimmt drei Elektronen auf und geht in die dreiwertige Stufe über, die nicht krebserzeugend ist. Das Chromat wird dafür zunächst gebunden, dann reduziert und gemeinsam mit dem Trägermaterial aufgenommen. Drei Punkte gehören dazu:

- Abflussfrei arbeiten. Die eingesetzte Flüssigkeit darf die Fläche nicht unkontrolliert verlassen. Auffangwannen oder abgedichtete Ränder, kein Ablauf in Hofentwässerung, Kanalisation oder Erdreich.
- Wirksamkeit belegen. Zuverlässig ist die Behandlung erst, wenn Wischproben danach keinen positiven Befund mehr liefern. Nicht das Mittel belegt den Erfolg, sondern die Messung danach.
- Grenzen kennen. Auf verölten oder stark staubbeladenen Oberflächen erreicht das Reduktionsmittel das Chromat nicht vollständig, und eine Neubildung im nächsten Betriebszyklus verhindert es nicht. Die Dekontamination ersetzt kein technisches und organisatorisches Schutzkonzept, sie schließt dessen Lücken.
- Dekontaminationsstelle für das Personal. Der Ausgang aus dem kontrollierten Bereich gehört als Dekontaminationsstelle ausgeführt: abgegrenzte Kabine oder Schleusenkammer mit Absaugung, mit Reduktionsmittel angefeuchtete Bodenmatte, Ablage für kontaminierte Einwegkleidung und Waschgelegenheit.

Durchführung und Ablauf von der Zonierung über die Behandlung bis zur Entsorgung gehören in die Hand von Personal, das dafür ausgebildet ist.

Gib Chrom(VI) keine Chance!

Erkennen | Beherrschen | Verhindern

8. Umwelt, Abfall und Transport

Chrom(VI)-Verbindungen tragen zusätzlich zur Krebseinstufung den Gefahrenhinweis H410, sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung. Für Natriumchromat und für Calciumchromat ist dies harmonisiert festgelegt. Diese Einstufung ist von der Kanzerogenität unabhängig und begründet eine eigene Maßnahmenkette, die in der Praxis regelmäßig übersehen wird.

- Wasser. Reinigungs-, Dusch- und Löschwasser enthält gelöstes Chromat. Eine Einleitung in Hofentwässerung, Regenwasserkanal oder Kanalisation ist ohne Behandlung unzulässig; maßgeblich sind Abwasserverordnung, Entwässerungssatzung und AwSV. Erforderlich sind getrennte Fassung, dichte Zwischenlagerung und Behandlung durch Reduktion zu Chrom(III) mit Fällung.
- Boden und Niederschlag. Chromate sind wasserlöslich. Offene Lagerung von Abtragmaterial und ungeschütztes Abstellen kontaminierter Bauteile im Freien führen bei Regen zur Auswaschung ins Erdreich. Lagerung überdacht, auf dichter Fläche und in geschlossenen Gebinden.
- Abfalleinstufung. Rost- und Kesselaschen stehen in der Abfallverzeichnis-Verordnung als Spiegeleintrag (19 01 11* / 19 01 12; Filterstäube 19 01 13* / 19 01 14). Zu prüfen sind HP7, karzinogen, und HP14, ökotoxisch. HP14 knüpft unmittelbar an H410 an, mit einer deutlich niedrigeren Konzentrationsschwelle als HP7, und ist damit der wahrscheinlichere Auslöser einer Einstufung als gefährlicher Abfall.
- Transport. Bei Einstufung mit H410 gilt die ADR-Kennzeichnung als umweltgefährdender Stoff mit den entsprechenden Beförderungs- und Begleitpapierpflichten.

Der Revisionsrückstand ist ein Konzentrat, die Rostasche des Regelbetriebs ist verdünnt. Werden beide vermischt, verlagert sich die Prüfung auf das große Volumen. Die getrennte Erfassung an der Quelle ist deshalb die wirksamste Einzelmaßnahme des Konzepts. Eigener Strom sind: Krustenabtrag, Ablagerungen von Bauteilunterseiten und tragenden Flächen, Kesselbeläge, Saugerinhalte, gebrauchte Filterelemente, Kehrgut, Einweganzüge, Wischtücher und Atemschutzfilter.

9. Weiterleitung

Bitte intern an Betriebs- und Kraftwerksleitung, Fachkraft für Arbeitssicherheit, Umweltbeauftragte, Instandhaltung und Revisionsplanung weitergeben.

Grundlagen:

TRGS 561, Fassung 4.5.2026, Nr. 2, Nr. 5.7 und Nr. 5.9.3 [4.1 und 4.2]

TRGS 400, 401, 402, 500, 910; GefStoffV §§ 6, 7, 10a, 14, 15; ArbMedVV

Richtlinie 2004/37/EG, Artikel 3 Absatz 3 und Artikel 5 Absatz 3; Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP); Verordnung (EU) Nr. 1357/2014 (HP7, HP14)

Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV); Abwasserverordnung, AwSV; ADR. Weiterführend: Ausarbeitung „**Chrom(VI)** in der Abfallverbrennung“

Mit freundlichen Grüßen

Markus Sommer

Der Chromatexperte

www.chromatexperten.de

markus.sommer@chromatexperten.de

Dąbówka, September 2026