

Leitfaden zur Gefährdungsbeurteilung bei Exposition gegenüber Chrom(VI)-Stäuben Von der Substitution bis zur Freimessung

Datum: 12. Januar 2026

Autor: Markus Sommer, "Die Chromatexperten" - www.chromatexperten.de

Vorbemerkung

Dieser Leitfaden behandelt die Anforderungen an eine Gefährdungsbeurteilung zum Betrieb energieerzeugender Anlagen mit Verbrennungsmotoren, deren Bauteile chromlegierte Oberflächen haben und mit Dämmstoffen oder -systemen versehen sind, welche basische Oxide, insbesondere Calciumoxid und/oder Natriumoxid enthalten. Energieerzeugende Anlagen sind insbesondere Gas- und Dieselmotoren bzw. Gas- und Dampfturbinen, sowie Aggregate, Anlagen, Komponenten der Abgasnachbehandlung in Personen- und Nutzfahrzeugen, Baumaschinen, Schiffsmotoren, SCR-Systeme, Kessel, Behälter, Ab- und Zuleitungen der genannten Bauteile, sowie Heißgas- und Verbindungsleitungen, vorzugsweise aus Edelstahl mit chromhaltigen Passivschichten oder Bauteile, die nicht über chromhaltige Oberflächen verfügen, aber mit Dämmstoffen ummantelt sind, die basische Oxide enthalten, aber mit chromhaltigen Befestigungs- oder Verarbeitungselementen direkt verbunden oder versehen sind, bei Betriebstemperaturen ab 250°C. Heutige Dämmstoffe mit basischen Oxiden mit einem Massegehalt von über 5% sind u.a. Mineralwolle, Erdalkalische Silikatfasern (AES-Wolle/Superwool), E-Glas und ECR-Glasfasern als Gewebe oder Fasermatten in stuhlroher oder jeglicher Beschichtungs- und Imprägnationsform.

Wissenschaftliche Studien, Feldmessungen, Laboranalysen, aber auch Warnmeldungen von Motoren-, Turbinen-, Dämmstoffherstellern, Isolations- und Serviceunternehmen, aber auch behördliche Institutionen (insbesondere Berufsgenossenschaften) weisen darauf hin, dass alle o.g. Anwendungskombinationen trotz ordnungsgemäßer Verwendung zur Bildung und Freisetzung krebserregender, hautresorptiver und chronisch umweltschädlicher Chrom(VI)-Verbindungen, insbesondere Calciumchromat, Natriumchromat u.a. führen können, weil Chromverbindungen aus Heißeiloberflächen thermochemisch mit (Erd-)Alkalimetalloxiden, insbesondere Calciumoxid und/oder Natriumoxid bei höheren Temperaturen (ab ca. 250°C bei Gegenwart von Natriumoxid bzw. ab ca. 350°C bei Calciumoxid) in der Gegenwart von Sauerstoff (O₂) reagieren können um stabile Chromate zu formen, die inhalativ und/oder dermal vom Körper aufgenommen werden können, was zu irreparablen DANN-Schädigungen (u.a. Doppelstrangbrüchen) führen kann, welche im Laufe der Lebenszeit zu tödlichen Krankheiten, insbesondere Krebserkrankungen des Atem- und/oder Verdauungskontrakts führen können.

Es ist wichtig zu unterstreichen, dass das Chrom(VI)-Problem nicht auf Altanlagen begrenzt ist, sondern der o. g. Entstehungsprozess bereits kurz nach der Erstinbetriebnahme beginnen kann.

Erwähnenswert sei auch die kritische Erkenntnis, dass z. B. Mineralwolle mit Alkali-/Erdalkalimetalloxiden + Edelstahl-Drahtgestriken bzw. Absteppfäden Chromate (Calcium und/oder Natriumchromat) bilden kann, auch wenn das Material nicht auf chromlegierten Heißeilen verbaut wird.

Jede Neuinstallation mit chromlegierten Heißeilen und alkali-/erdalkalimetalloxidhaltigen Isolationsmaterialien ist aufgrund heutiger Erkenntnisse eine bewusste Entscheidung, ein vorhersehbares Chromat-Entstehungsrisiko zu schaffen, wenn verfügbare Substitutionsmaterialien, also Hochtemperaturdämmung OHNE basische Oxide, insbesondere OHNE Calcium- und Natriumoxid nicht verwendet werden, obwohl die zu erwartende Gefährdung von Mensch und Umwelt als bekannt vorausgesetzt werden kann.

Die Installation solcher Materialien, obwohl Substitutionsmaterialien verfügbar sind und die Regulierung (STOP-Prinzip, Richtlinie 2004/37/EG) dieses verbietet, könnte somit durchaus als bedingter Vorsatz gewertet werden. Hierbei kann prinzipiell eine bewusste Risikoschaffung unterstellt werden, die unter Berücksichtigung der verfügbaren Alternativen und der bekannten Gefährdungen nicht zu rechtfertigen wäre.

1. Einleitung

Der Leitfaden beschreibt die Vorgehensweise bei der Gefährdungsbeurteilung nach dem gesetzlich vorgeschriebenen STOP-Prinzip, die Substitutionsprüfung, die Festlegung von Technischen sowie Organisatorischen Schutzmaßnahmen inklusive der Definition Persönlicher Schutzausrüstung, welche bis zum Abschluss der Dekontamination und der Freimessung bei Tätigkeiten mit Chrom(VI)-Stäuben erforderlich ist. Hierbei liegt der Fokus auf Detektion von Stäuben, die bei der Verwendung von calcium- und/oder natriumoxidhaltigen Dämmungen auf chromlegierten heißen Teilen von Anlagen entstehen und ein inhalatives wie dermales Risiko am Arbeitsplatz bedeuten. Chrom(VI)-Verbindungen sind als krebserzeugend (H350), können Allergien auslösen bzw. sind hautresorptiv (H317, H334) eingestuft, gelten je nach Chromatart auch als erbgutverändernd (H340) und/oder reprotoxisch (H360FD) und sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung (H410)

Diese Mehrfachgefährdung erfordert umfassende Schutzmaßnahmen für Mensch und Umwelt. Rechtliche Grundlage für diesen Leitfaden bilden somit insbesondere die europäische Richtlinie 2004/37/EU [5], die REACH- und die CLP-Verordnung I sowie die nationalen Umsetzungen in Deutschland (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV [2], TRGS u.a.) und beispielsweise in den Niederlanden durch (Arbeidsomstandighedenwet – ArbOWet [22] bzw. Arbeidsomstandighedenbesluit [23]).

Zusammenfassung der Kernerkenntnisse

Dieses Protokoll adressiert ein kritisches Arbeitsschutzproblem, das sich aus der Verwendung insbesondere von calcium- und/oder natriumoxidhaltigen Isolationsmaterialien in Hochtemperaturanwendungen mit chromlegiertem Stahl ergibt:

1. Wissenschaftlich belegter Mechanismus:

Peer-reviewte Studien belegen eindeutig, dass Chrom(VI)-Verbindungen bei Temperaturen über 300 Grad Celsius an der Grenzfläche entstehen. Die maximale Bildung tritt im Bereich zwischen 600-800 Grad Celsius auf.

2. Mehrfachgefährdung:

Chrom(VI)-Verbindungen sind durchgängig krebserzeugend, hautresorptiv, teilweise keimzellmutagen, reproduktionstoxisch und gewässergefährlich.

3. Regulatorische Konsequenzen:

Das STOP-Prinzip fordert Substitution als erste Maßnahme. Eine bloße Neutralisierung ist kein Ersatz für Substitution.

4. Praktische Relevanz:

Herstellerwarnmeldungen bestätigen, dass Chrom(VI)-Bildung durch Verwendung von Isolationsmaterial mit basischen Oxiden (insbesondere Calcium) ein bekanntes Problem ist.

5. Substitution als Lösung:

Alkali- und erdalkalimetalloxidfreie Isolationsmaterialien bieten eine technisch machbare Substitutionslösung. (z. B. VitroSillK® von Duratras®)

1.1 Regulatorische Entwicklung: ECHA-Verwendungsverbot für Chrom(VI)

Die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) plant ein generelles **Verwendungsverbot für Chrom(VI)-Verbindungen** mit begrenzten Ausnahmen. Die öffentliche Konsultation endete am **18. Dezember 2025** [20].

Scope der geplanten Restriction

Die Beschränkung betrifft dann u.a.

- Calciumchromat (EC No 232-140-5)
- Natriumchromat (EC No 234-190-3)
- Sowie weitere 13 Chrom(VI)-Verbindungen und -Salze, die durch CrO₃ entstehen

Kritische Konsequenz:

Keine neuen Verwendungen außerhalb von UC1-UC6 (REACH)

Nach Inkrafttreten der ECHA-Restriktion können keine neuen Verwendungen außerhalb von sechs definierten Kategorien (UC1-UC6) mehr beantragt werden. Die Chromatentstehung durch bewusste Auswahl von Isolationsmaterialien mit basischen Oxiden ist nicht in diesen Kategorien enthalten und kann daher auch nicht genehmigt werden. Das Verwendungsverbot für Chrom(VI)-Verbindungen stellt somit auch ein „de facto“-Verwendungsverbot für diese Dämmstoffe dar, weil deren Verwendung die erwartbare Bildung von Chrom(VI)-Verbindungen auslöst, was einer gezielten Verwendung gleichzustellen ist.

Konsequenzen für bestehende Anlagen:

- Die durch die Dämmstoffauswahl entstandenen Chromate haben Anlagenteile und Isolationselemente kontaminiert, diese können nicht wiederverwendet werden, mindestens die kontaminierten Anlagenbereiche müssen saniert werden, da es sich sonst um eine nicht rechtmäßige Verwendung einer verwendungsbeschränkten Substanz handelt (Anhang XVIII (REACH)).
- Die "Neutralisierung" als Behandlung wird zu einer nicht mehr zulässigen Verwendung (Behandlung=Verwendung) [gemäß Artikel 3(24) REACH]. Sie ist lediglich als Reduktionsmittel zur Gefahrenminderung im Rahmen einer geplanten Substitution zulässig;
- die Substitution kann nicht mehr umgangen werden

Eine ausführliche Analyse der ECHA-Pläne und ihrer Implikationen für die Isolierbranche ist unter [20] dokumentiert.

2. Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung ist gemäß § 6 GefStoffV (Deutschland) und Kapitel 4 des Arbeidsomstandighedenbesluit (Niederlande) durchzuführen und zu dokumentieren. Sie umfasst die folgenden Schritte:

2.1. Informationsermittlung

Zunächst sind alle relevanten Informationen über die verwendeten Stoffe, die Arbeitsverfahren und die Arbeitsbedingungen zu sammeln. Dies beinhaltet:

- **Stoffidentifikation:** Genaue Zusammensetzung der Dämmmaterialien und der chromlegierten Anlagenteile.
- **Expositionsbedingungen:** Art, Dauer und Höhe der Exposition gegenüber Chrom(VI)-Stäuben.
- **Arbeitsverfahren:** Beschreibung der Tätigkeiten, bei denen eine Exposition auftreten kann (z. B. Wartung, Reparatur, Demontage).

Besondere Informationsquellen

Die Notwendigkeit zur Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung ergibt sich insbesondere aus der Meldung der **BG ETEM** [9] sowie aus den frei verfügbaren Warnmeldungen namhafter Hersteller, die auf die Bildung von Chrom(VI) hinweisen:

- **Proventia Group Oy:**
Information Bulletin: Hexavalent Chromium (Cr(VI)) Awareness and Safety Guidance [10]
- **Frenzelit GmbH:**
TechInfo 28 - Mögliche Chrom(VI)-Bildung bei bestimmten Hochtemperaturanwendungen [11]
- **Caterpillar Inc.:**
Technical Information Bulletin MO116139 – 01 - Hexavalent Chromium(VI) has been detected in certain Caterpillar Engines [12]
- **Caterpillar Energy Solutions GmbH:** Technisches Rundschreiben 2175/00 DE - Sechswertiges Chrom (Cr6, CrVI) [13]
- **MAN Truck & Bus SE:** Service Mitteilung 8339SM - Auftreten von hexavalenten Chrom - Cr(VI)-Verbindungen im Betrieb [14]
- **Rockwool Technical Insulation:**
Hinweise zur sicheren Verwendung – ProRox WM Drahtnetzmatte [18]

Diese Dokumente belegen, dass die Bildung von Chrom(VI) unter den genannten Bedingungen ein bekanntes, zu erwartendes und somit ein ernstzunehmendes Problem darstellt.

Wissenschaftliche Bewertungsgrundlage

Die Gefährdungsbeurteilung wird durch peer-reviewte wissenschaftliche Studien untermauert, die den Mechanismus der Chromatbildung eindeutig nachweisen:

1. **Sayano et al. (2015) [15] und Mao et al. (2015) [16]** beweisen die Bildung von Chrom(VI)-Verbindungen wie Calciumchromat (CaCrO_4):

Der Prozess beginnt bereits bei 300-400°C. Die Bildung wird durch den CaO-Gehalt massiv beeinflusst; d.h. sogenannte "Superwool"-Produkte mit 40-60% CaO-Anteil erhöhen die Chromatentstehung drastisch.

2. **Mao et al. (2015) [16]** untersuchen die **Temperaturabhängigkeit der Chrom(VI)-Bildung** und belegen, dass CaO als Katalysator für die Oxidation von Cr(III) zu Cr(VI) wirkt.
3. **Verbinnen et al. (2013) [17]** dokumentieren, dass die Bildung von **Natriumchromat** bereits bei ca. 200°C beginnt. Die Studie zeigt, dass Natriumoxid als aggressivster Katalysator wirkt und zu einer weitaus höheren Gesamtbildung von Chrom(VI) führt als Calciumoxid.
4. **Van Leeuwen (2024) – Dissertation und Journal-Publikation [21], [22]**

Die jüngsten Arbeiten von Travis Kent van Leeuwen (Montana State University, 2024), teilweise finanziert durch die europäische Hochtemperatur-Isolierwollindustrie (ECFIA), liefern eine umfassende experimentelle Manifestierung des Problems. Die Forschung, veröffentlicht als Dissertation und in einem peer-reviewten Journal, belegt:

- **Reaktive Kondensation:**
Chromdampf aus dem Edelstahl kondensiert nicht passiv, sondern reagiert auf der Oberfläche der Isolierfasern direkt zu Chrom(VI).
- **Katalytische Wirkung von Oxiden:**
Alkali- und Erdalkalimetalloxide (CaO , Na_2O) sind die entscheidenden Katalysatoren, die diese Reaktion ermöglichen und beschleunigen.
- **Experimenteller Beweis:**
Materialien mit diesen Oxiden zeigen eine signifikant höhere und schnellere Bildung von gelben Chrom(VI)-Ablagerungen im Vergleich zu oxidfreien Materialien.

Besondere Kritikalität von Natriumchromat

Natriumchromat ist nicht nur krebserzeugend, sondern auch:

- **Keimzellmutagen (Kategorie 1B, H340):**
Kann genetische Defekte verursachen.
- **Reproduktionstoxisch (Kategorie 1A, H360FD):**
Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen und das Kind im Mutterleib schädigen.
- **Als SVHC (Substance of Very High Concern) gelistet:**
Unterliegt der Zulassungspflicht gemäß REACH Anhang XIV.
- **In REACH Anhang XVII, Eintrag 47, beschränkt:**
Die Verwendung ist streng reguliert.

Konsequenz für die "Neutralisierung":

Die Anwendung einer Reduktionsmittellösung auf Chrom(VI)-haltigen Oberflächen nur zur Reinigung ist eine **Behandlung** und damit eine **Verwendung** im Sinne von **REACH** Artikel 3(24).

Da die Verwendung von Natriumchromat als SVHC somit zulassungspflichtig ist, ist eine solche "Neutralisierung" ohne Genehmigung nicht erlaubt. Dies macht die Substitution mit vorgeschalteter Sanierung zur einzig gangbaren rechtssicheren Lösung.

2.2. Gefährdungsermittlung und Risikobewertung

Basierend auf den gesammelten Informationen ist die Gefährdung der Beschäftigten **und der Umwelt zu ermitteln**. Dabei ist zu prüfen, ob und in welchem Umfang Chrom(VI)-Stäube freigesetzt werden können.

Besonderheit bei Chrom(VI)-Verbindungen:

Chrom(VI)-Verbindungen sind nicht nur krebserzeugend (Kategorie 1A), sondern auch als **hautresorptiv** eingestuft. Die deutsche TRGS 401 [8] und das niederländische Arbeidsomstandighedenbesluit Kapitel 4 [23] attestieren ein **hohes Risiko** auch bei kurzfristigem Hautkontakt und kleinen Mengen, **ohne dass ein Schwellenwert existiert**.

Zusätzlich führt die Einstufung als **H410 (gewässergefährdend)** zu weitreichenden Anforderungen an die Dekontamination und Entsorgung.

Konsequenz für die Gefährdungsbeurteilung:

Die mögliche Anwesenheit von Chrom(VI)-haltigen Ablagerungen auf Oberflächen stellt eine unmittelbare und hohe Gefährdung für Mensch und Umwelt dar. **Die Gefährdungsermittlung beginnt daher mit der visuellen Prüfung auf sichtbare (gelbliche) Ablagerungen und wird durch einen Wischtest (Oberflächenkontaminationsmessung) ergänzt.**

Liegen Chrom(VI)-haltige Ablagerungen sichtbar oder nachgewiesen durch Testmethoden vor, löst deren Präsenz unmittelbar die Einleitung höchster Sicherheitsmaßnahmen und die Anwendung des STOP-Prinzips aus.

Eine weitere Risikobewertung anhand von Luftgrenzwerten ist in diesem Fall für die Initiierung von Schutzmaßnahmen nicht erforderlich, da bereits ein hohes Risiko durch die dermale Exposition und die Umweltgefährdung (durch unkontrollierte Verwirbelung und nicht steuerbarer Ablagerung) gegeben ist.

2.3. Mutterschutz

Arbeitsplätze mit möglicher Chrom(VI)-Bildung sind für Schwangere und Stillende tabu.

Gemäß Mutterschutzgesetz (MuSchG) §11 (Deutschland) und den entsprechenden niederländischen Vorschriften ist eine Weiterbeschäftigung einer schwangeren Person **grundsätzlich nicht zulässig**, wenn sie bei der Arbeit krebserzeugenden Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B ausgesetzt ist. Dies gilt **unabhängig von der Expositionshöhe**.

Die DGUV (Deutschland) und die niederländischen Behörden empfehlen zudem unter Berücksichtigung des **Vorsorgeprinzips**, auch **Stillende nicht gegenüber krebserzeugenden und keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A und 1B zu exponieren**.

Da sowohl Calciumchromat als auch Natriumchromat in diese Kategorien fallen (Krebserzeugung, Keimzell-Mutagenität, Reproduktionstoxizität), ist ein Beschäftigungsverbot für Schwangere und Stillende an kritischen Arbeitsplätzen mit möglicher Chrom(VI)-Bildung zwingend.

3. Schutzmaßnahmen (STOP-Prinzip)

Basierend auf der Risikobewertung sind geeignete Schutzmaßnahmen nach dem STOP-Prinzip (**S**ubstitution, **T**echnische, **O**rganisatorische, **P**ersönliche Schutzmaßnahmen) festzulegen und umzusetzen.

Kritische Anmerkung zur Reduktion (Neutralisierung):

Die Substitution ist das erste und bindende **S** im **STOP**-Prinzip und wird durch TRGS 401, TRGS 910 und Richtlinie 2004/37/EG verpflichtend vorgeschrieben, dort wo sie technisch machbar ist (**UK: ALARA/ALARAP**).

Eine bloße (und technisch niemals vollständig zu erzielende) Reduktion (**fälschlicherweise von einigen Herstellern/Betreibern als "Neutralisierung" bezeichnet**) von Chrom(VI)-Verbindungen zu Chrom(III)-Verbindungen durch Reduktionsmittellösungen nur zur kurzfristigen Reinigung und Risikominimierung ohne geplante Substitution vorgesehen sind, ist **kein Ersatz für eine Substitution**, sondern nur als organisatorische unterstützende Maßnahme (**O**) anzusehen.

Vergleichende Hinweise von Motorenherstellern, über reduzierte Chrom (III)-Verbindungen mit Chrom(III)-Verbindungen aus der Natur sind irreführend, da Reduktionen niemals vollständig funktionieren (Aerosol vs. Stäube mit möglicherweise überlagernden und somit aerosolbeständigen Wirkungsverhinderern wie Industriefett - Schmutz und/oder -Öl) und noch nicht reduzierte Chrom(VI)-Verbindungen enthalten können und als industrielle Byprodukte anzusehen sind, die immer noch krebserregendes und chronisch umweltschädliches Potential besitzen.

Motorenhersteller, Isolationsbetriebe und Kraftwerksbetreiber unterlassen es systematisch, die Substitution als vorrangige Maßnahme zu erwähnen und „empfehlen“ ungeschulten Mitarbeitern oder externem Servicepersonal stattdessen, auf Reduktionslösungen setzen. Eine solche Vorgehensweise ist nicht konform mit den europäischen Anforderungen an CMR-Stoffe und verstößt gegen die Richtlinie 2004/37/EG.

In keiner bekannten Empfehlung wird darauf hingewiesen, dass es sich auch beim Versuch der Reduktion tatsächlich um „Arbeiten mit krebserregenden Metallen und ihren Verbindungen (TRGS 561) [3] handelt, welche ebenfalls eine Substitution vorschreiben; hinzu kommt der umweltschädliche Aspekt, wenn feuchte Reduktionsarbeiten nicht abflussfrei durchgeführt werden.

3.1. Substitution

Bei der Substitutionsprüfung (TRGS 600 "Substitution") ist zu prüfen, ob die verwendeten calcium- und/oder natriumoxidhaltigen Dämmungen durch Materialien ersetzt werden können, welche keine basischen Oxide enthalten.

In Zusammenhang mit diesem Leitfaden haben sich Substitutionsmaterialien wie **VitroSilk® von Cleansulation®** als technisch machbare Alternative bewährt, die die Chrom(VI)-Bildung wegen fehlender basischer Oxide im Isoliermaterial von vornherein verhindert und damit das STOP-Prinzip somit vollständig umsetzt.

Das Unternehmen wirbt mit dem einleuchtenden Slogan „kein Calcium – kein Chrom(VI)“ und attestiert seinen Kunden eine laborbestätigte und somit zertifizierte Materialeigenschaft „frei von (Erd-)Alkalimetalloxiden“

3.2. Technische Schutzmaßnahmen

- **Absaugung:** Einsatz von Absauganlagen direkt an der Entstehungsstelle der Stäube.
- **Einhausung:** Kapselung der Arbeitsbereiche, um eine Ausbreitung der Stäube zu verhindern.
- **Raumlufttechnik:** Sicherstellung einer ausreichenden Be- und Entlüftung der Arbeitsräume.

3.3. Organisatorische Schutzmaßnahmen

- **Zugangsbeschränkung:** Begrenzung der Anzahl der Beschäftigten im Gefahrenbereich.
- **Arbeitszeitbegrenzung:** Minimierung der Expositionsdauer.
- **Reinigungspläne:** Regelmäßige Reinigung der Arbeitsbereiche.
- **Unterweisung:** Regelmäßige Unterweisung der Beschäftigten über die Gefahren und Schutzmaßnahmen.

3.4. Persönliche Schutzmaßnahmen

Wenn technische und organisatorische Maßnahmen nicht ausreichen, um die Exposition sicher zu verhindern, ist persönliche Schutzausrüstung (PSA) zu verwenden:

- **Atemschutz:** Partikelfiltrierende Vollgesichtsmasken (wg. Wasserlöslichkeit der Chromate), vorzugsweise mit gebläseunterstützte Atemschutzgeräte.
- **Schutzkleidung:** Geschlossene, staubdichte Schutzanzüge (Typ 5) mit überklebbaren Nähten; ebenfalls zu überkleben sind die Übergänge (Hand-)Schuh-Schutzanzug.
- **Schutzhandschuhe:** Nitrilbeschichtete Textilhandschuhe.

4. Dekontamination, Reinigung und Entsorgung

wichtiger Hinweis:

Nach Abschluss der Arbeiten sind die Arbeitsbereiche und die verwendeten Arbeitsmittel sorgfältig zu dekontaminieren und zu reinigen. Aufgrund der H410-Einstufung sind dabei besondere Umweltschutzmaßnahmen zu ergreifen.

Der zu dekontaminierende Schwarzbereich ist mit Personen- und Materialschleusen zu versehen

4.1. Grundsätze der Dekontamination

- **Abflussfreie Durchführung:**

Alle Flüssigkeiten (Spülwässer, Reduktionsmittellösungen) müssen vollständig aufgefangen werden. Es darf kein Chrom(VI)-haltiges Wasser in die Kanalisation oder die Umwelt gelangen. Feldmessungen haben gezeigt, dass durch fehlende Schutzmaßnahmen Boden- und Raumstäube chromathaltig sind (Verschleppungsgefahr). Angeschlossene Räume sind vor Kontaminationen zu schützen.

- **Absaugung:**

Stäube sind durch Industriestaubsaugern der Staubklasse H aufzunehmen.

- **Reduktionsmittel:**

Die Verwendung von Reduktionsmitteln (z. B. Ascorbinsäure) kann die Gefährdung durch Chrom(VI) reduzieren, ersetzt aber nicht die Notwendigkeit der vollständigen Entfernung und Entsorgung aller Stäube und sonstiger Ablagerungen nach Abschluss der Arbeiten.

4.2. Entsorgung

Alle kontaminierten Materialien (Dämmstoffe, Reinigungstücher, PSA, Filter) sind als **gefährlicher Abfall** zu kennzeichnen und zu entsorgen. Die Entsorgung muss über einen zertifizierten Fachbetrieb erfolgen und ist zu dokumentieren. Die H410-Einstufung erfordert eine besondere Abfallbehandlung.

5. Freimessung

Nach Abschluss der Dekontaminations- und Reinigungsarbeiten und vor der Installation der substituierenden Wärmedämmung sind Freimessungen durchzuführen, um den Erfolg der Maßnahmen zu überprüfen.

5.1. Oberflächenmessung (Wischtest)

Die erste und entscheidende Maßnahme der Freimessung ist die Überprüfung auf noch vorhandene Oberflächenkontaminationen durch unzureichende Absaugungs- oder Reduktionsarbeiten; diese erfolgt mittels Wischtest. Als Ziel muss die vollständige Beseitigung der Kontamination angesehen werden (d.h. unterhalb der Nachweisgrenze des Analyseverfahrens). In diesem Zusammenhang hat sich das mobile Labor TIK01 der niederländischen Firma SEEF B.V. bewährt, welches es ermöglicht, innerhalb weniger Stunden belastbare Ergebnisse und Schlussfolgerungen zu erreichen.

Nur wenn keine Oberflächenkontamination mehr nachweisbar ist, kann der nächste Schritt der Freimessung, die Luftmessung erfolgen.

5.2. Luftmessung

Nach erfolgreicher Dekontamination der Oberflächen wird durch Luftmessungen überprüft, ob die Chrom(VI)-Konzentration in der Raumluft die Akzeptanzkonzentration von $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterschreitet („grüner Bereich | kein Risiko für Mensch und Umwelt“).

Die Messung sollte eigentlich nach deutscher DGUV Information 213-505 "Verfahren zur Bestimmung von sechswertigem Chrom" erfolgen, allerdings zeigt dieses Analyseverfahren deutliche Defizite in der Messtechnik auf, weil es Interferenzen aus industriellem Milieu nicht berücksichtigt (überlagernde Industriestäube u.ä.) Untersuchungen haben gezeigt, dass das deutsche Verfahren nur 15% der tatsächlichen Chrom(VI)-Belastung anzeigt.

Für eine realistische Bewertung hat sich das Laborverfahren der bereits benannten niederländischen Firma SEEF B.V. ebenfalls bewährt, es ist zu bevorzugen um eine belastbare Zertifizierung zu erzielen.

6. Dokumentation

Alle Schritte der Gefährdungsbeurteilung, die festgelegten Schutzmaßnahmen, die Ergebnisse der Messungen (sowohl Oberflächenwischtests, als auch Luftmessungen) und die Durchgeführten Unterweisungen sind sorgfältig zu dokumentieren und aufzubewahren.

Die Dokumentation muss auch die Nachweise über die ordnungsgemäße Entsorgung der gefährlichen Abfälle umfassen.

7. Expositionsverzeichnis (gemäß TRGS 561 und GefStoffV § 14)

7.1 Rechtliche Grundlage und Zweck

Das Führen eines Expositionsverzeichnisses ist eine zwingende Anforderung der EU-Direktive 2004/37/EU, welche z. B. in Deutschland durch TRGS 561 ("Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen") sowie der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) § 14 umgesetzt wird (ähnliche Bestimmungen gelten in allen EU-Mitgliedsländern) und dient der lückenlosen Dokumentation aller Arbeitnehmer, die gegenüber krebserzeugenden Metallen wie Chrom(VI) exponiert sind und waren, um die Expositionshöhe und -dauer nachzuverfolgen und eine Rückverfolgung bei späteren Erkrankungen zu ermöglichen.

7.2 Inhalte des Verzeichnisses

Für jeden betroffenen Arbeitnehmer sind folgende Daten zu erfassen:

- **Personenbezogene Daten:** Name, Geburtsdatum, Geschlecht, Reproduktionsstatus
- **Tätigkeitsbezogene Daten:** Arbeitsbereich, Art und Dauer der Tätigkeit
- **Expositionsdaten:**
 - **Inhalativ:** Ergebnisse der Luftmessungen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 - **Dermal:** Ergebnisse der Oberflächenmessungen (Wischtests)
- **Gesundheitsdaten:** Ergebnisse arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen
- **Schutzmaßnahmen:** Dokumentation der angewendeten technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen

7.3 Aufbewahrung und Zugang

- **Aufbewahrungsdauer:** Das Verzeichnis muss **mindestens 40 Jahre nach Ende der Exposition** aufbewahrt werden.
- **Zugang:** Der Arbeitgeber, der Betriebsrat, zuständige Behörden und der betroffene Arbeitnehmer (für seine eigenen Daten) haben ein Einsichtsrecht.
- **Datenschutz:** Das Verzeichnis unterliegt der DSGVO und muss vor unbefugtem Zugriff geschützt werden.

8. Schlussbemerkung

Dieses Protokoll basiert auf einer sachlichen Analyse von öffentlich verfügbaren Dokumenten, wissenschaftlichen Studien und regulatorischen Vorgaben.

Die Nennung von Unternehmen und deren Dokumenten erfolgt ausschließlich zu Informations- und Aufklärungszwecken und erfolgt wertfrei; es ist nicht beabsichtigt, die genannten Unternehmen zu diskreditieren. Vielmehr soll dieses Protokoll zur Aufklärung über die regulatorischen Anforderungen bei der Handhabung von Chrom(VI)-Kontaminationen beitragen und eine sachliche, auf wissenschaftlichen Erkenntnissen basierende Grundlage für die Gefährdungsbeurteilung, der Anwendung des STOP-Prinzips mit anschließender Freimessung und Freigabe (Wiederherstellung des Weißbereichs) bieten.

Die zitierten Dokumente (Herstellerwarnmeldungen, Technische Rundschreiben, Betriebsanleitungen) sind in der Regel frei im Internet verfügbar oder liegen als Originale vor. Sie werden hier zitiert, um die praktische Relevanz und die Notwendigkeit einer umfassenden Gefährdungsbeurteilung zu unterstreichen.

Dieser Leitfaden stellt keine Rechtsberatung dar und erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit, wurde aber nach bestem Wissen erstellt

9. Autor/Verfasser

Markus Sommer

Leiter der Cleansulation®Academy

Mitglied des Informationsnetzwerks „Die Chromatexperten“



8. Referenzen

- [1] Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-Verordnung)
- [2] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) – Deutschland
- [3] TRGS 561 "Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen" – Deutschland
- [4] TRGS 910 "Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen" - Deutschland
- [5] Richtlinie 2004/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit
- [6] TRGS 402 "Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition" - Deutschland
- [7] DGUV Information 213-505 "Verfahren zur Bestimmung von sechswertigem Chrom" - Deutschland
- [8] TRGS 401 "Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen" - Deutschland
- [9] BG ETEM: "Mögliche Chrom(VI)-Exposition bei der Instandhaltung von Gasmotoren-BHKW",
- [10] Proventia Group Oy: "Information Bulletin: Hexavalent Chromium (Cr(VI)) Awareness and Safety Guidance", 2/2025
- [11] Frenzelit GmbH: "TechInfo 28 - Mögliche Chrom(VI)-Bildung bei bestimmten Hochtemperaturanwendungen", Januar 2024
- [12] Caterpillar Inc.: "Technical Information Bulletin MO116139 – O1 - Hexavalent Chromium has been detected in certain Caterpillar Engines", 01/06/2020
- [13] Caterpillar Energy Solutions GmbH: "Technisches Rundschreiben 2175/00 DE -Sechswertiges Chrom (Cr6, CrVI)", 23.08.2021
- [14] MAN Truck & Bus SE: "Service Mitteilung 8339SM - Auftreten von hexavalenten Chrom - Cr(VI)-Verbindungen im Betrieb", 13.12.2023
- [15] Sayano, A., Kanno, H., Inagaki, S., Takahashi, M., & Yoshida, M. (2015). The formation of Cr(VI) compound at the interface between metal and heat-insulating material and the approach to prevent the formation by sol-gel process. Journal of the Ceramic Society of Japan, 123(8), 677-684.
- [16] Mao, L., Gao, B., Deng, N., Zhai, J., Zhao, Y., Li, Q., & Cui, H. (2015). The role of temperature on Cr(VI) formation and reduction during heating of chromium-containing sludge in the presence of CaO. Chemosphere, 138, 197-204.
- [17] Verbinnen, B., Billen, P., Van Coninckxloo, M., & Vandecasteele, C. (2013). Heating temperature dependence of Cr(III) oxidation in the presence of alkali and alkaline earth salts and subsequent Cr(VI) leaching behavior. Environmental science & technology, 47(11), 5858-5863.
- [18] Rockwool Technical Insulation: "Hinweise zur sicheren Verwendung – ProRox WM Drahtnetzmatte mit Edelstahl-Drahtgeflecht (SW) und/oder Edelstahl-Steppfaden (S)", 01.05.2023
- [19] Markus Sommer, "Die Chromatexperten" - www.chromatexperten.de: "Kritische Analyse zur Chrom(VI)-"Neutralisierung" und zu fehlenden Substitutionshinweisen", 12. Januar 2026.
- [20] Markus Sommer, "Die Chromatexperten" - www.chromatexperten.de: "Analyse: ECHA-Pläne zur Chrom(VI)-Beschränkung und Implikationen für die Chromatentstehung", 12. Januar 2026. Basierend auf ECHA (2025): "Annex XV Restriction Report – Proposal for a Restriction – Substance Name: Certain Cr(VI) substances", Version 1.0, 11. April 2025. Konsultation: 18. Juni 2025 – 18. Dezember 2025.
- [21] van Leeuwen, T. K. (2024). "Condensation of Chromium Vapor, Generated in High-Temperature (>800°C) Environments, and Interactions with Aluminosilicate Surfaces." Dissertation, Montana State University, Bozeman.
- [22] van Leeuwen, T. K., Guerrero, A., Dowdy, R., Satritama, B., Rhamdhani, M. A., Will, G., & Gannon, P. (2024). "Reactive Condensation of Cr Vapor on Aluminosilicates Containing Alkaline Oxides." Journal of The Electrochemical Society, 171(9), 091501.
- [23] Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH)
- [24] Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet) - Niederlande
- [25] Arbeidsomstandighedenbesluit - Niederlande