Irreführende Sicherheitsmaßnahmen und Missstände bei der Bewertung der Chromatentstehung durch calciumhaltige Isolationssysteme bei Blockheizkraftwerken und anderen energieerzeugenden Aggregaten

von Stephan Effinowicz, Florian Sommer und Markus Sommer

20. Oktober 2024

Version 1.1 · November 2026

1. Einleitung

In industriellen Anwendungen wie Blockheizkraftwerken (BHKWs), Gas- und Dampfturbinen, aber auch Komponenten der Abgasnachbehandlung bei (Nutz-)Fahrzeugen ist davon auszugehen, dass durch die Verwendung insbesondere **calciumhaltiger Isolationsmaterialien** gefährliche **Chrom(VI)-Verbindungen wie Calciumchromat entstehen**.

Das Entstehungsprinzip basiert in diesen Anwendungsfällen auf einer **thermochemischen Reaktion** zwischen **Calciumoxiden** aus den Isolationsmaterialien und **Chrom(III)-Verbindungen**, die aus den Passivschichten der **Edelstahlheißteile** der Energieerzeuger stammen.

Auch durch die Einwirkung von z. B. **Luftfeuchtigkeit** und anderen äußeren Bedingungen, kann sich auch **Calciumhydroxid** bilden, welches zusätzlich die **Passivschicht des Edelstahls** angreift und die **Freisetzung von Chrom(III)-Verbindungen** verstärkt und beschleunigt.

Diese Chrom(III)-Verbindungen reagieren dann mit den Calcium-Verbindungen unter hohen Temperaturen zu gefährlichem **Calciumchromat**, einer stark krebserregenden und chronisch umweltschädlichen Chrom(VI)-Verbindung.

Diese Fallstudie untersucht, wie fahrlässig und irreführend die Hersteller, Betreiber und Behörden mit den Risiken der Chrom(VI)-Bildung umgehen und welche Missstände in Bezug auf Verantwortung und Sicherheit bestehen.

2. Problemstellung

Die **Motorenhersteller**, aber auch Hersteller von Turbinen, weist explizit auf die Gefährdung durch die Bildung von Calciumchromat aufgrund der verwendeten calciumhaltigen Isolationsmaterialien hin. Er schlägt vor, das Problem durch den Einsatz von **Neutralisierungslösungen** während Wartungsarbeiten zu beheben. Dies suggeriert, dass die Risiken kontrollierbar und beherrschbar sind. In der Realität stellt sich jedoch heraus, dass dies eine **irreführende Sicherheit** vermittelt und die eigentlichen Ursachen nicht beseitigt werden. Die **Betreiber** der Anlagen, die sich auf die Informationen des Herstellers verlassen, wähnen sich durch den Einsatz dieser Neutralisierungslösungen in einer falschen Sicherheit. Gleichzeitig zeigen die **Behörden** seit Jahren eine zurückhaltende Reaktion auf den Missstand, was möglicherweise auf eine **technische Überforderung** und das Festhalten an Arbeitsplatzgrenzwerten zurückzuführen ist, die für Chrom(VI)-Verbindungen möglicherweise nicht ausreichend sind.

Zusätzlich versuchen die **Hersteller der Isolationsmaterialien**, ihre Produkte aus dem Fokus zu nehmen, indem sie argumentieren, dass **gasförmige Chromverbindungen**, die möglicherweise auch sechswertig sein könnten, freigesetzt werden.

Dadurch soll suggeriert werden, dass ihre **calciumhaltigen Produkte** nichts mit der Bildung von Calciumchromat zu tun haben, obwohl diese nachweislich eine Schlüsselrolle bei der Entstehung dieser krebserregenden Substanzen spielen.

3. Akteursperspektiven

3.1 Herstellerperspektive

Motoren- und Turbinenhersteller

Der **Motoren- bzw. Turbinenhersteller** weisen in wenig besorgniserweckenden Unterlagen darauf hin, dass die verwendete Wärmedämmung zur Bildung von Calciumchromat führen kann.

Man empfiehlt, bei sichtbaren Chromaten und während Wartungsarbeiten Neutralisierungslösungen anzuwenden, die das gefährliche Chrom(VI) in das weniger gefährliche Chrom(III) umwandeln sollen.

Dämmstoffhersteller

Die **Hersteller der calciumhaltigen Isolationsmaterialien** versuchen, ihre Produkte aus dem Fokus der Kritik zu nehmen, indem sie argumentieren, dass bei hohen Temperaturen **gasförmige Chromverbindungen** freigesetzt werden könnten, die möglicherweise auch Chrom(VI) enthalten.

Dies solle verdeutlichen, dass die **Calciumchromatbildung** nicht durch ihre Isolationsmaterialien, sondern durch andere Prozesse verursacht werde.

Problematik:

- **Irreführende Kommunikation (Motoren- und Turbinenhersteller)**:

  die so genannte Neutralisierungslösung wird als ausreichende Sicherheitsmaßnahme dargestellt, obwohl diese nur eine **reaktive Maßnahme** sind und das Grundproblem, die Bildung von Chrom(VI)-Verbindungen, nicht verhindern.
- **Verantwortungsvermeidung (Dämmstoffhersteller)**:

  Die Argumentation der Hersteller von Dämmmaterialien, dass bereits gasförmige Chromverbindungen die Ursache für die Gefährdung seien, ist eine **Ablenkung vom eigentlichen Problem**.

  Die Bildung von **Calciumchromat** entsteht durch die **thermochemische Reaktion** der **Calcium**oxide in ihren Produkten mit aus der Passivschicht freigesetzten **Chrom(III)**-Verbindungen edelstahlhaltiger Motoren- bzw. Turbinenkomponenten.

3.2 Betreiberperspektive

Die Betreiber der Anlagen, die auf die Motoren bzw. Turbinen des Herstellers angewiesen sind, befolgen – wenn überhaupt - die genannten Empfehlungen und wenden die Neutralisierungslösungen bei Wartungsarbeiten an.

Sie gehen davon aus und behaupten ebenfalls, dass diese Maßnahme das Problem ausreichend löst und die Chrom(VI)-Gefahr vollständig beseitigt; ein für sie durchaus gefälliger Gedankengang als minimalste, wenn auch falsch interpretierte Form einer vorgetäuschten Form praktizierten Arbeitsschutzes.

Problematik:

- **Falsche Sicherheit**:

  Die Betreiber wiegen sich und betroffenes Personal durch die Neutralisierungslösungen in einer **trügerischen Sicherheit**.

  Sie übersehen, dass Chrom(VI)-Verbindungen schon vor der Wartung oder vor sichtbaren Ablagerungen in der Luft oder auf Oberflächen vorhanden sein können und eine chronische Belastung für die Mitarbeiter darstellen.
- **Langfristige Exposition**:

  Die **kontinuierliche Exposition** der Arbeitnehmer gegenüber Chrom(VI) durch unsichtbare Stäube oder Aerosole wird nicht ausreichend berücksichtigt.

  Dies erhöht das Risiko von **Langzeitfolgen** wie Krebserkrankungen.
- **Mehrfache Expositionswege**:

  Neben der **inhalativen Belastung** durch Stäube und Dämpfe bestehen auch erhebliche Gefährdungen durch **Hautkontakt**.

  Chrom(VI)-Verbindungen können auch über die Haut aufgenommen werden.

  Es besteht das Risiko, dass sich **gefährliche Chromverbindungen an Kleidung anlagern**, die dann wiederum in andere Bereiche eingeschleppt werden.

  Da **krebserzeugende, mutagene und reproduktionstoxische (KMR)-Stoffe** mittlerweile grundsätzlich auch als **hautresorptiv** gelten, ist dies ein wichtiger Aspekt, der in den Schutzmaßnahmen berücksichtigt werden muss.

3.3 Behördenperspektive

Die Behörden sind seit mehreren Jahren über den Missstand informiert, haben jedoch bisher keine klaren Maßnahmen oder Empfehlungen gegeben.

Sie argumentieren teilweise mit den geltenden **Arbeitsplatzgrenzwerten**, die oft nicht überschritten werden und erzeugen somit auch bei den Betreibern technischer Anlagen und den unmittelbar betroffenen Arbeitnehmern ein missverständliches und somit falsches Sicherheitsempfinden, welches dazu verleitet, die viel zitierte Luftbelastung unterhalb von 0,001 mg/m³ als unterhalb eines allerdings nicht vorhandenen Schwellenwertes zu betrachten:

Für insbesondere krebserregende Chrom(VI)-Verbindungen gibt es in jedoch keine sicheren Schwellenwerte, denn die arbeitsschutztechnische Risikobetrachtung wird über den Beurteilungsmaßstab von 0,001 mg/m³ (Toleranzkonzentration; eine Akzeptanzkonzentration ist für Chrom(VI)-Verbindungen nicht festgelegt) in den **Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS 910)** definiert.

Liegen Chrom(VI)-Verbindungen in der Luft vor (<0,001 mg/m³) gilt für den Arbeitsplatz bereits das so genannte „mittlere Risiko" (Ampelmodell: gelb) und es sind bereits Maßnahmen erforderlich, die in der Gefährdungsbeurteilung festzulegen sind.

Je näher sich die Luftbelastung in Richtung TW bewegt, umso höher sind die Sicherheitsmaßnahmen anzusetzen.

Wird der TW überschritten, ist das Risiko als „hoch" einzuschätzen (Ampelmodell: rot), normales Arbeiten ist nun faktisch nicht mehr erlaubt.

Problematik:

- **Überforderung und fehlende Maßnahmen**:

  Es besteht der Eindruck, dass die Behörden mit der Komplexität des Themas **überfordert** sind. Technische und sachliche Defizite führen dazu, dass keine klaren Empfehlungen zur Substitution der gefährlichen Materialien oder zu präventiven Maßnahmen ausgesprochen werden.

- **Fehlende Berücksichtigung der Expositions-Risiko-Beziehung**:

  Die Behörden stützen sich auf Arbeitsplatzgrenzwerte, die für Chrom(VI)-Verbindungen jedoch nicht anzuwenden sind, da es keine absolut sichere Expositionsgrenze gibt.

  Die **Expositions-Risiko-Beziehung** der TRGS 910 zeigt, dass bereits bei sehr geringen Konzentrationen ein erhöhtes Krebsrisiko besteht. Ein **Minimierungsgebot** ist in solchen Fällen verpflichtend, wird jedoch nicht ausreichend umgesetzt und fälschlicherweise sogar als nicht empfehlenswert ausgesprochen, weil behördenseitig davon ausgegangen wird, dass nur „Isolierer" Kontakt mit Hochtemperatur-Isolationsmaterialien haben und „daher berufsgemäß und aufgrund von Kontakt mit Mineralfasern und anderen Dämmstoffen bereits ausreichende Schutzkleidung tragen.

  Bei dieser Argumentation wird nicht in Erwägung gezogen, dass auch „Nicht-Isolierer" im Rahmen anderer Tätigkeiten (z. B. Servicepersonal für die Wartung energieerzeugender Anlagen wie Blockheizkraftwerke, Notstromaggregate u.ä.) durchaus direkten Kontakt mit chromat-kontaminierten Dämmstoffen haben und keine für Isolierer übliche Schutzkleidung tragen.

4. Gesetzliche Pflichten und Verantwortung

4.1 Substitutionsprüfungspflicht gemäß Gefahrstoffverordnung

Nach der Gefahrstoffverordnung (§ 7) besteht eine klare Pflicht, zu prüfen, ob gefährliche Stoffe durch weniger gefährliche Alternativen ersetzbar sind, wenn dies technisch möglich ist.

Da calciumfreie Isolationssysteme verfügbar sind und diese nachweislich die Bildung von Calciumchromat verhindern (kein Calcium – kein Calciumchromat), müssten diese anstelle der calciumhaltigen Systeme verwendet werden.

Der Hersteller verletzt diese **Substitutionspflicht**, indem er weiterhin die gefährlicheren Materialien einsetzt und keine wirksamen Präventivmaßnahmen anbietet, auch weil er „Empfehlungen" der Behörden folgt, die Substitutionsmöglichkeiten nicht erwähnen, weil die Behörden der Argumentation der Motoren-/Turbinen- bzw. Dämmstoffhersteller ungeprüft folgen, dass keine Alternativen verfügbar sind.

4.2 Arbeitsplatzgrenzwerte und Expositions-Risiko-Beziehung

Für krebserregende Stoffe wie Chrom(VI)-Verbindungen gibt es in Deutschland keine sicheren Grenz- und/oder Schwellenwerte.
Die TRGS 910 stellt klar, dass es für diese Stoffe keine Expositionsmenge gibt, die als vollkommen unbedenklich angesehen werden kann.
Die Behörden argumentieren fälschlicherweise mit Arbeitsplatzgrenzwerten, obwohl für Chrom(VI) eine strenge Minimierung jeder Exposition erforderlich ist.
Analysen der bislang veröffentlichten Hinweise von Berufsgenossenschaften und Arbeitsschutzbehörden lassen klar erkennen, dass das Entstehungsprinzip der Chromate nicht, oder nur teilweise verstanden wurde.

4.3 Verantwortlichkeit der Akteure

- **Hersteller von Energieerzeugern und Isolationsmaterialien**:

  Beide tragen eine wesentliche Verantwortung. Der Motoren-/Turbinenhersteller hält an gefährlichen Materialien fest und setzt auf Neutralisierungslösungen als Symptombekämpfung.

  Die Hersteller von Isolationsmaerialien versuchen, sich durch falsche Argumentationen von der Verantwortung zu befreien, obwohl ihre Produkte eine wesentliche Rolle bei der Entstehung von Calciumchromat spielen.
- **Betreiber**:

  Auch der Betreiber ist verpflichtet, geeignete Maßnahmen zur Minimierung der Exposition zu ergreifen. Er verlässt sich jedoch zu sehr auf die Empfehlungen des Herstellers und ignoriert langfristige Risiken, wie die **Mehrfachgefährdung durch Inhalation und Hautresorption**.
- **Behörden**: Die Behörden tragen ebenfalls eine Mitverantwortung, da sie es versäumen, klare und verbindliche Maßnahmen oder Empfehlungen zu erlassen, um den Missstand zu beheben.

5. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die fortgesetzte Verwendung calciumhaltiger Isolationssysteme, die zur Bildung von krebserregendem Calciumchromat führen, stellt eine erhebliche Gefährdung der Arbeitnehmer und der Umwelt dar.

Weder die vorgeschlagene Lösung des Herstellers noch die Reaktionen der Betreiber und der Behörden sind ausreichend, um die Risiken angemessen zu minimieren.

Empfehlungen:

- **Substitution der Isolationsmaterialien**:

  Es sollten calciumfreie Isolationssysteme eingesetzt werden, um die Bildung von Chrom(VI)-Verbindungen (Chromaten) von vornherein zu verhindern.
- **Erhöhte Kontrollen und strengere Vorschriften**:

  Die Behörden sollten ihre technischen Kapazitäten stärken und strengere Vorschriften zur Handhabung und Substitution gefährlicher Materialien erlassen.
- **Aufklärung und Schulung**:

  Betreiber und Arbeitnehmer müssen umfassend über die tatsächlichen Risiken informiert und im Umgang mit den Gefahrenstoffen geschult werden. Insbesondere sollten Schulungen zur **Gefahr durch Hautkontakt und kontaminierte Kleidung** erfolgen.
- **Langfristige Risikominimierung**:

  Neben reaktiven Maßnahmen (wie der Neutralisierung) müssen proaktive Maßnahmen zur Reduktion der Exposition und zur Vermeidung von Gefahrenquellen im Vordergrund stehen.

6. Fazit

Die derzeitige Situation deutet auf systematische Versäumnisse und irreführende Maßnahmen im Umgang mit Chrom(VI)-Verbindungen (Chromaten) in BHKW-Anlagen und anderen energieerzeugenden Aggregaten hin.

Nur durch eine umfassende Substitution der problematischen Materialien, eine verstärkte Schulung der Arbeitnehmer in Bezug auf **inhalative und dermale Risiken** und eine bessere Zusammenarbeit zwischen Herstellern, Betreibern und Behörden kann eine langfristige Lösung gefunden werden, die die Gesundheit der Arbeitnehmer und den Umweltschutz gewährleistet, damit die bisherige Fahrlässigkeit bzw. Ignoranz aller Beteiligten aufhört und Arbeits- und Umweltschutz endlich im Vordergrund stehen, auch wenn die einzuleitenden Maßnahmen einen gewissen Kostenaufwand bedeuten.

Die geschilderten Sachverhalte und Verhaltensmuster erinnern in einigen Fragmenten an die Asbestproblematik vor vielen Jahrzehnten; die damals gemachten Fehler sollten und dürfen nicht wiederholt werden.

Alle drei benannten Gruppen können ihre Glaubwürdigkeit und Reputation nur dann erhalten bzw. wiedererlangen, wenn sie den Mut zeigen, sich mit den Erkenntnissen und dem Stand der Technik auseinandersetzen zu wollen.

Dokumentenmatrix für andere Länder

Die Vorschriften für den Umgang mit Gefahrstoffen und krebserregenden Stoffen wie Chrom(VI)-Verbindungen unterscheiden sich in den einzelnen Ländern.

Vergleich relevanter Vorschriften in Deutschland, den Niederlanden, Frankreich und dem Vereinigten Königreich (UK):

Deutschland:

TRGS 910 (Technische Regeln für Gefahrstoffe) definiert die Expositions-Risiko-Beziehungen für krebserregende Stoffe wie Chrom(VI).

GefStoffV (Gefahrstoffverordnung) regelt den Schutz vor gefährlichen Stoffen.

Niederlande:

Arbeidsomstandighedenbesluit (Arbobesluit) regelt den Schutz von Arbeitnehmern im Umgang mit Gefahrstoffen. Es ist die niederländische Entsprechung zur GefStoffV.

Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS) ist vergleichbar mit den TRGS in Deutschland und enthält technische Regeln und Richtlinien für den sicheren Umgang mit gefährlichen Stoffen.

Frankreich:

Code du Travail (Arbeitsgesetzbuch) enthält detaillierte Bestimmungen zum Schutz vor Gefahrstoffen und krebserregenden Stoffen.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) gibt technische Richtlinien und Empfehlungen für den Umgang mit gefährlichen Stoffen heraus. Diese sind vergleichbar mit den deutschen TRGS.

Vereinigtes Königreich (UK):

COSHH (Control of Substances Hazardous to Health Regulations) ist die entsprechende Regelung zur Gefahrstoffverordnung in Deutschland. Sie schreibt Maßnahmen zum Schutz vor gefährlichen Stoffen am Arbeitsplatz vor.

HSE (Health and Safety Executive) veröffentlicht technische Leitlinien und Empfehlungen für den Umgang mit Gefahrstoffen, vergleichbar mit den TRGS.

EU-weit gültige Vorschrift:

2004/37/EG (Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit) gilt als **bindende Vorschrift** in allen EU-Mitgliedsstaaten und stellt sicher, dass gefährliche Stoffe wie Chrom(VI) in der gesamten Europäischen Union unter einheitlichen Schutzmaßnahmen fallen.

Die nationalen Vorschriften müssen daher in Übereinstimmung mit der Richtlinie 2004/37/EG umgesetzt werden, um den Schutz der Arbeitnehmer (und der Umwelt) zu gewährleisten.

Versionsverlauf

Version	Datum	Änderung
1.0	Oktober 2024	Erstfassung
1.1	November 2026	Neusatz im Gestaltungssystem der Chromatexperten; Schreibweise Chrom(VI) vereinheitlicht. Aktualisierung: keine Akzeptanzkonzentration für Chrom(VI)-Verbindungen, Beurteilungsmaßstab 0,001 mg/m³ (TRGS 910, TRGS 561).