

20250101.03 CHROMATEN OP DE WERKVLOER – RAPPORTEN UIT DE PRAKTIJK

Verdere observaties over chromaten op de werkplek

Gesundheitsrisiken durch Chrom (VI)-Expositionen bei Arbeiten mit (erd-) alkalimetallhaltigen Hochtemperaturisolierungen und -systemen in der gängigen Praxis unter Anwendung anerkannter Mess- und (labortechnischen) Analysemethoden (Gesamtstaub und Hintergrundkonzentration (E-Staub) untersucht

Verdere waarnemingen van de vorming van chroom (VI) door het gebruik van alkali en/of aardalkali metaal houdende isolatiematerialen op chroomhoudende metalen hete delen op motoren en turbines

Samenvatting

Deze collectie dient te worden gezien als een aanvulling op de hoofdstudie op het voorblad en is bedoeld om aan te tonen dat de

20250101 – Chromaten op de werkvloer

20250101.01 – Chromaten op de werkvloer – isolatiecassettes

20250101.02 – Chromaten op de werkplek – zijstudie (hantering en opslag)

De aanwezigheid van kankerverwekkende en chronisch voor het milieu schadelijke chroom(VI)-verbindingen (chromaten), in het bijzonder calciumchromaat, en de daarmee gepaard gaande stofontwikkeling en (achtergrond)verontreiniging (inhaleerbare, inhaleerbare fractie) is geen alleenstaand geval.

De auteurs observeren al enkele jaren de aanwezigheid van chromaten en hebben hun ervaringen vanaf het eerste moment fotografisch en tekstueel gedocumenteerd, maar de detectiemethoden waren aanvankelijk beperkt.

Aan de ene kant werd hen soms de toegang ontzegd, werd analyse bemoeilijkt en aan de andere kant waren testmogelijkheden alleen mogelijk door middel van sneltests.

Pas door de aanschaf van de mobiele Cr(VI) testkit TK01 (fabrikant: SEEF B.V., NL) konden positieve sneltesten dieper wetenschappelijk geverifieerd worden.

Met behulp van de laboratoriumanalyses met analyserapport van SEEF B.V. kan nu ook de werkelijke chroom(VI) stofbelasting worden bepaald in betrouwbare cijfers en chemische analyses.

In december 2024 werd de SG 10-2 filterpomp van het Duitse bedrijf GSA mbH aangeschaft en konden voor het eerst luchtmetingen worden uitgevoerd volgens "Door de ongevallenverzekeringsinstellingen erkende meetmethode voor de bepaling van de concentraties van kankerverwekkende, mutagene of reprotoxische stoffen in geslachtscellen in de lucht in werkruimten" ("Methode voor de bepaling van zeswaardig chroom" van de Duitse sociale ongevallenverzekering (DGUV); Informatie 231-505).

De meetresultaten werden bepaald als achtergrondconcentratie in de studie 20250101, de nevenstudie 20250101.02 onderzocht het inademiingsrisico voor chroom(VI)-verbindingen tijdens de loutere hantering/opslag van verontreinigde isolatie-elementen.

In beide studies werd het acceptatierisico van 0,0001 mg/m³ significant overschreden en werd het tolerantierisico van 0,001 mg/m³ overschreden tijdens hantering/opslag.

Bij de voorzichtige beschouwing van de belangrijkste stofontwikkeling in de laadgang tijdens demontagewerkzaamheden lag de afgeleide belasting van de ademzone bijna 700% boven de in TRGS 910 in Duitsland gespecificeerde tolerantiewaarde.

Verdere metingen zijn in behandeling, maar er worden nog hogere metingen verwacht, aangezien het aantal verwijderbare isolatie-elementen in de studie 20250101 extreem laag was en de chroom(VI)-belasting van de verontreinigde elementen, die slechts werden gestapeld en gemanipuleerd, vrij matig was.

Deze uitwerking toont het uittreksel uit vele jaren onderzoek op foto's met verwijzingen naar het gebruikte isolatiemateriaal en de plaats van gebruik of de aanduiding van het thermisch geïsoleerde apparaat.

De inhoud van de hoofdstukken I-II van de hierboven genoemde hoofd- en secundaire studies blijft ongewijzigd en is van toepassing op alle latere observaties.

De onderzochte energieproducenten vormen vaak het "hart" van grote energiecentrales met alle in- en uitgangen, maar ook warmtekrachtkoppelingssystemen of installaties van de zogenaamde "warmtekrachtkoppeling" (WKK) in continu of flexibel bedrijf, evenals noodstroom- en aandrijfeenheden in openbare gebouwen zoals

- Ziekenhuizen en zorginstellingen
- Zwembaden en andere recreatieve voorzieningen
- Woonblokken met decentrale energievoorziening en

motoren (eenheden) voor de

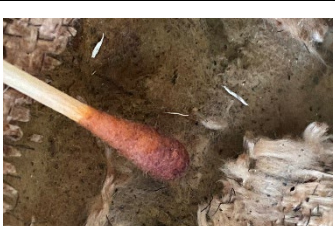
- Verzending, in de
- Spoorvervoer en tot op zekere hoogte ook
- Wegverkeer op voertuigen met uitlaatgasnabehandelingssystemen volgens de nieuwste emissienormen

maken deel uit van het onderzoek.

Pagina's 3 en 4 tonen de verschillende materiaalklassen van alkalische en/of aardalkalimetaaloxidehoudende isolatiematerialen, die meer dan 90% van de huidige isolatiemarkt uitmaken, afhankelijk van de plaats van gebruik en de structurele omstandigheden, ondersteund door twee waarschuwingen van fabrikanten van de verschillende materiaalklassen, ook representatief voor de industrie.

Op pagina's 5 en 6 wordt ingegaan op met chromaat verontreinigde toepassingsvoorbeelden op motoren en turbines van bekende fabrikanten, ook aangevuld met twee waarschuwingen van selectieve leveranciers.

Isolatiematerialen:

		
Fig.1 Minerale wol	Fig.2 Minerale wol	Fig. 3 Minerale wol
		
Fig. 4 Glasweefsel	Fig.5 Glasweefsel	Fig. 6 Glasweefsel
		
Fig. 7 Glasvezel naaldmatten	Fig.8 Glasvezel naaldmatten	Fig. 9 Glasvezel naaldmatten
		
Fig.10 Microtherm producten	Fig.11 Microtherm producten	Fig.12 Microtherm producten
		
Fig.13 Superwool/AES	Fig.14 Superwool AES	Fig.15 Superwool/AES

Figuren 1-15 tonen de meest voorkomende isolatiematerialen die in de afgelopen vijf jaar consequent positief zijn getest op chroom(VI)-verbindingen als ze gedurende een bepaalde periode in gebruik zijn geweest en direct in contact zijn geweest met het chroomhoudende hete deel.

Alle materialen hebben een gehalte aan alkali- en/of aardalkalimetaaloxiden gemeen, vooral calciumoxide (CaO), soms ook natriumoxide (Na₂O) van meer dan 10% tot bijna 50%:

Materiaal	CaO-klasse en/of	Na2O inhoud	Opmerking
Minerale wol	ca. 18%		Soda-lime glas (gerecycled)/ minerale vezel
Glas	10-20%		E-glas
Glasvezel naald mat	10-20%		E-glas
Microtherm	10-20%		E-glas omhulsel
AES/Superwool	45-50%		Alkalische aarde silicaatvezel

Zowel de fabrikanten van minerale vezelproducten (met name de ondernemingen Rockwool en Saint Gobain) als de fabrikanten van glasweefsels en glasvezelnaaldmatten (waaronder Frenzelit) waarschuwen in hun gegevensbladen voor de vorming van chroom(VI)-verbindingen:

[illegible]



Frenzelt
creating hightech solutions

TechInfo 28

Mögliche Chrom(VI)-Bildung bei bestimmten Hochtemperaturanwendungen

In einigen industriellen Hochtemperaturanwendungen konnte in der Vergangenheit beobachtet werden, dass bei speziellen Voraussetzungen, hexavalente Chromverbindungen entstehen können. Dies wurde zum Beispiel schon vor einiger Zeit beim Schweißen bestimmter Metalle festgestellt. Nur zeigte sich, dass bei der Verwendung von chromlegierten Stählen unter bestimmten Voraussetzungen auch bei weiteren Anwendung Chrom(VI)-Verbindungen entstehen können.

Gefährlichkeit von Chrom(VI)-Verbindungen

Von Chrom(VI)-Verbindungen spricht man bei chemischen Verbindungen, die Chrom in der Oxidationsstufe 6 enthalten (Cr^{6+}). Es existieren viele verschiedene Chrom(VI)-Verbindungen, am häufigsten tritt hexavalentes Chrom in Form von Chromat (CrO_4^{2-}), Dichromat ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) oder als Chrom(VI)-oxid (CrO_3) auf. Trotz ihrer unterschiedlichen Strukturen gleichen sich alle existierenden Chrom(VI)-Verbindungen in ihrer extrem hohen Toxizität. Hexavalente Chromverbindungen sind beim Verschlucken Einatmen und bei Hautkontakt schädlich, da Sie zu Vergiftungen und schweren Verätzungen führen können. Nachweislich krebserregend sind genetische Defekte verursachen können. Beim Arbeiten mit Chrom(VI)-Verbindungen sind daher besondere Sicherheitshinweise zu beachten.

Voraussetzungen für das Entstehen von Chrom(VI)-Verbindungen in industriellen Anwendungen

Damit sich in der industriellen Anwendung Chrom(VI)-Verbindungen bilden können, müssen alle der folgenden Voraussetzungen erfüllt sein:

- Vorhandensein von chromlegierten Stählen
- Vorhandensein von Alkali- oder Erdaalkali metal-oxiden (insbesondere Calciumoxid)
- Gegenwart von Sauerstoff (z.B. Umgebungsluft)
- Hohe Temperaturen (350 °C)

Sind all diese Parameter erfüllt, ist es möglich, dass sich im längeren Betrieb Chrom(VI)-Verbindungen bilden. Beispiele hierfür sind die Verwendung von calciumhaltigen Schmelzen für Chromlegierte Schraubverbindungen in hochtemperatur-Flanschenverbindungen oder auch die Verwendung von Calciummoschichte Materialien zur thermischen Isolation von heißen Bauteilen aus chromlegiertem Stahl. Bitte beachten Sie, dass auch textile Isolationsmaterialien von Frenzelt Calciumoxid in unterschiedlich hohen Anteilen enthalten. Bei der Verwendung dieser Produkte kann es also ebenfalls zur Bildung von Chrom(VI)-Verbindungen kommen, wenn in der Anwendung auch die anderen oben genannten Voraussetzungen erfüllt sind. In diesen Fällen müssen bei Montage, Revision und sonstigen Arbeiten unbedingt besondere Sicherheitsvorkehrungen getroffen und Erstorgungshinweise für Chrom(VI)-Verbindungen beachtet werden.

Bei anwendungstechnischen Fragen unterstützen wir Sie gerne:
dichtung@frenzelt.com, Phone: +49 9272 72 419

Status: Januar 2014

page 1 / 1

DICHTUNGEN
GASKETS

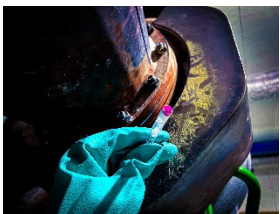
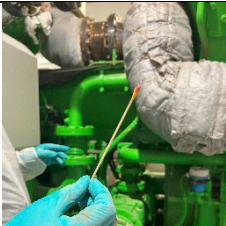
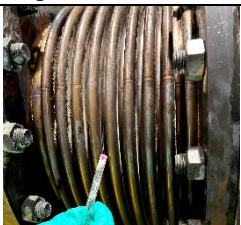
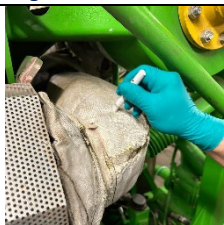
ISOLATION
INSULATION

KOMPENSATOREN
EXPANSION JOINTS

www.frenzelt.com

Fig. 14 Technische informatie van Frenzelt, fabrikant van E-glasweefsel en E-glasvezel naaldmatten en afdichtingen

Motor- en turbinefabrikanten – voorbeelden van chromaatvervuiling:

		
Fig.15 Innio Jenbacher	Fig.16 Innio Jenbacher	Fig.17 Innio Jenbacher
		
Fig.18 Innio Jenbacher	Fig.19 Innio Jenbacher	Fig.20 Innio Jenbacher
		
Fig.21 2G Energie	Fig.22 Liebherr	Fig.23 Rupsband
		
Fig.24 Rupsband	Fig.25 MAN	Figuur 26 MWM
		
Fig.27 Siemens gasturbine	Fig.28 Siemens stoomturbine	Fig.29 Siemens gasturbine

In alle getoonde voorbeelden van afbeeldingen is er een directe thermochemische relatie tussen

- Chroomhoudend roestvrijstalen heet onderdeel, met een bedrijfstemperatuur >300°C
- Calcium- en/of natriumoxidehoudend isolatiemateriaal/isolatiesysteem in
- Zuurstof-open omgeving

Zoals u gemakkelijk kunt zien, worden alle soorten energieopwekkers en ook alle verschillende vormen van de huidige thermische isolatieconcepten beïnvloed.

De twee selectief geselecteerde waarschuwingen van motorfabrikanten die hun energiegeneratoren al in de fabriek met alkalische en/of aardalkalische metaalisolatiematerialen verkopen, rapporteren over de vorming van calciumchromaat door het gebruik van calciumhoudende isolatiesystemen:

<p>Zusätzliche Informationen</p> <p>Allgemeine Hinweise</p> <p>Das Isolationsmaterial an Gasmotoren unterliegt aufgrund der mechanischen und thermischen Beanspruchung im Motorbetrieb einem Alterungsprozess. Dies zeigt sich zum einen daran, dass bei der Demontage von Isolationsmaterial nach längerem Betrieb feine Glasnadeln an den entsprechenden Motorteilen (z.B. Abgasstrang, Turbolader, ...) sichtbar werden. Zum anderen kann es im Laufe der Zeit zu chemischen Reaktionen kommen, die zur Bildung des Gefahrstoffes Chrom-6 führen können.</p> <p>Chrom-6 (Chrom in der Oxidationsstufe 6, kurz Cr-6) bildet sich aus chromhaltigen Stählen in Gegenwart von Kalzium (z.B. aus dem Isoliermaterial) und Sauerstoff bei Temperaturen über 400 °C. Cr-6 kann in sehr geringen Konzentrationen als gelbliches Pulver auf den betreffenden Motorteilen oder im Isoliermaterial gefunden werden. Cr-6 liegt in Form eines nicht flüchtigen Pulvers vor.</p> <p>Um die Belastung der Atemluft möglichst gering zu halten, müssen die in dieser Anweisung beschriebenen Arbeitsweisen genau eingehalten werden (z.B. das Aufwirbeln von Stäuben bei Arbeiten mit gebrauchtem Isoliermaterial muss unbedingt verhindert werden).</p> <p>JENBACHER HE 2300-0025 Application the Cr-6 - Reduktionslösung</p> <p>CAUTION Hazard from chemicals In the case of activities involving chemical substances (e.g. solvents, lubricating oil, etc.) there is damage to health due to skin contact, splashes in the eyes and inhalation of the vapors.</p> <ul style="list-style-type: none"> Observe the information in the safety data sheets (SDS) and, if applicable, the list of working substances and hazardous substances (AGV) or the operating instructions. Wear appropriate protective clothing (PPE) (e.g. Chemical protective gloves, tight-fitting goggles, optional with face protection / respirator, foot protection, chemical protective suit). Keep unprotected people away. <p>4 Additional Information</p> <p>General Information</p> <p>The insulation material on gas engines is subject to an aging process due to the mechanical and thermal stress during engine operation. On the one hand, this is shown by the fact that when insulation material is dismantled after prolonged operation, fine glass needles become visible on the corresponding engine parts (e.g. exhaust system, turbocharger, ...). On the other hand, chemical reactions can occur over time, which can lead to the formation of the hazardous substance chromium 6.</p> <p>Chromium (chromium in oxidation state 6, Cr-6 for short) is formed from chromium-containing steels in the presence of calcium (e.g. from the insulating material) and oxygen at temperatures above 400 °C. Cr-6 can be found in very small concentrations as a yellowish powder on the engine parts in question or in the insulating material. Cr-6 is in the form of a non-volatile powder.</p> <p>In order to keep the pollution of the breathing air as low as possible, the working methods described in the instruction must be strictly adhered to (e.g. the whirling up of dust when working with used insulating material must be prevented at all costs).</p> <p>2 Zweck</p> <p>Diese Technische Anweisung beschreibt die richtigen Arbeitsverfahren zur Verringerung des Expositionsrisikos bei der Demontage und Montage von gebrauchtem Isoliermaterial und bei der Reinigung potenziell kontaminierter Motorteile vor Beginn der Wartungsarbeiten.</p> <p>3 Sicherheitshinweise</p> <p>! WARNUNG Personenschaden Wird keine persönliche Schutzausrüstung getragen bzw. die Sicherheitsvorschriften oder der Arbeitnehmerschutz nicht beachtet, kann es zu Personenschäden kommen.</p> <ul style="list-style-type: none"> Entsprechende Persönliche Schutzausrüstung (PSA) tragen. Sicherheitsvorschriften laut <input type="text"/> beachten. Hinweise zu Arbeitnehmerschutz laut <input type="text"/> beachten. 	<p>MAN Truck & Bus SE</p> <p>Technical Information - machine translated from german with deepi Service Information</p> <p>Service Message 8339SM</p> <p>Tools Occurrence of hexavalent chromium-Cr(VI) compounds during operation</p> <p>Publication: 13.12.2023</p> <p>Valid: From the date of publication, until revoked or replaced</p> <p>Affected engines: Engines from MAN Truck & Bus SE in Off-road, power and marine applications</p> <p>Affected Components: Exhaust lines, exhaust gas aftertreatment, as well as components for insulation and heat shields</p> <p>Circumstance: In the area of the above components, calcium chromate Cr(VI) compound deposits / dusts may be formed.</p> <p>The dusts or deposits may contact the chromium-containing stainless steel in contact with calcium-containing substances such as insulating material or engine exhaust and high thermal load.</p> <p>Chrom(VI) compounds can lead to serious health effects or environmental pollution.</p> <p>General Information</p> <p>When new engines and components from MAN Truck & Bus SE comply with all applicable legal requirements.</p> <p>On the basis of indications from the market, MAN Truck & Bus SE has demonstrated the presence of Cr(VI) compounds on running engine components in its own analyses.</p> <p>Under certain conditions, calcium chromate Cr(VI), Cr(VI) can be formed from existing components during operation. These are:</p> <ul style="list-style-type: none"> Stainless steel (e.g. in exhaust systems) in contact with Calcium-containing compounds (e.g. in insulating material or assembly joints) at temperatures > 300°C and in the presence of oxygen <p>Due to these conditions, the occurrence of Cr(VI) compounds is to be expected probably on all affected components in the area of the exhaust tract or the exhaust gas aftertreatment. Particularly when working on these components as part of repair or maintenance, appropriate protective measures must be taken.</p> <p>Cr(VI) compounds can be identified as follows (as a rough guide):</p> <ul style="list-style-type: none"> Deposits on components in the form of a yellowish, yellow or orange residue Crystalline particles or dusts with a yellowish, yellow or orange color that can detach from the component <p>Possible effects on humans and the environment:</p> <p>According to the safety data sheet, calcium chromate can have the following effects on humans and the environment, among others:</p> <ul style="list-style-type: none"> H302: May cause allergic reactions. H350: May cause cancer. H360D: Fertiliser / Fertiliser. H410: Very toxic to aquatic life with long-term effects. <p>Possible effects on the environment:</p> <p>According to the safety data sheet, calcium chromate can have the following effects on the environment, among others:</p> <ul style="list-style-type: none"> H410: Very toxic to aquatic life with long-term effects. <p>This service message is valid until 13.12.2023. In the event of a change in the data or content, the document will be updated and the date of the update will be indicated in the document.</p> <p>MAN TRUCK & BUS SE</p>	<p>Fig. 30 Waarschuwing van de Oostenrijkse firma Inno Jenbacher voor met calciumchromaat verontreinigde isolatie-elementen</p>	<p>Fig. 31 Waarschuwing van de Duitse firma MAN Truck & Bus SE voor calciumhoudende isolatie-elementen en/of montagepasta's</p>
---	---	---	---

Samenvatting | Verdere vooruitzichten

Deze samenvatting "Rapporten uit de praktijk" is een aanvulling op de reeds genoemde hoofd-, neven- en vervolgstudies van de auteurs en wordt voortdurend aangevuld met voortgezette metingen, analyseresultaten daarvan en de nieuwste bevindingen en ontwikkelingen.

Uit het aantal opgedane ervaringen, de documentatie met foto's, films en literatuurverwijzingen blijkt dat de vorming van kankerverwekkende en chronisch milieubelastende chromaten geenszins - zoals vaak ten onrechte wordt beweerd - slechts geïsoleerde incidenten zijn, maar een probleem dat tot nu toe wereldwijd volledig is onderschat, en het is ook duidelijk dat dit probleem al tientallen jaren op de agenda staat, correct beoordeeld sinds het begin van de vervanging van asbesthoudende chromaten. isolatiematerialen en -systemen, bestaat.

De metingen en hun resultaten zijn niet langer alleen gebaseerd op lokaal gemaakte sneltests, die vooral vaak tot "vals-negatieve" resultaten leiden.

Zowel de onderzoeken die zijn uitgevoerd met het mobiele laboratorium "Chroom (VI) Test Kit TK01" van de firma SEEF B.V., als de materiaalmonsters die zijn onderzocht in erkende testlaboratoria, evenals de luchttests die zijn uitgevoerd met de filterpomp "SG 10-2" door de firma GSA mbH schetsen een consistent zorgwekkend totaalbeeld, namelijk het regelmatige gevaar voor mens en milieu door kankerverwekkende stoffen (inhaleerbare fractie), die zowel bij inademing als bij inademing een hoog gezondheidsrisico vormen.

In de analyses werden zelfs de grenswaarden overschreden die in sommige landen nog niet zijn aangepast en dus aanzienlijk hoger zijn dan de lage waarden die al in Duitsland, Frankrijk en Nederland zijn vastgesteld.

Aangezien er geen drempelwaarden zijn voor CMR-stoffen zoals chroom(VI)-verbindingen op de werkplek die een bepaald niveau van verontreinigende stoffen accepteren, is de acceptatielimiet van chromaten alleen

0,0001 mg/m³,

een waarde die zeer dicht in de buurt komt van de beoogde "nulwaarde" van de EU-richtlijn 2004/37.

Zodra chromaten in de vorm van vaste stoffen of stof aanwezig zijn, geldt al een "gemiddeld risico" gevarezone, vanaf een luchtconcentratie van

0,001 mg/m³

De ene bevindt zich in het bereik van "hoog risico", wat normaal werk in de buurt van de blootstelling onmogelijk maakt en de facto verder werk uitsluit totdat de bron is geëlimineerd.

Helaas hebben noch de industrie, noch de autoriteiten nog begrepen hoe groot het gevaar voor mens en milieu eigenlijk is.

Mogen deze studies en uitgebreide observaties leiden tot een verandering in het denken zodat de blootstelling-risicorelatie van 1:250 (dodelijke) kankers niet wordt vervuld bij een blootstelling van 0,001 mg/m³.

De reeks studies zal worden voortgezet en voortdurend worden aangevuld.

Wrocław, februari 2025

©De Chromaatexperts

Supplementen | Updates

Herziening: 1.x Datum __.__.__

5. Aanbevelingen voor actie

Het actiegebied schetst de voorgeschreven maatregelen die moeten worden toegepast als contact met zogenaamde "CMR-stoffen" (kankerverwekkende, mutagene en reprotoxische stoffen) door werknemers niet kan worden uitgesloten en wordt voornamelijk geïmplementeerd in nationale regelgeving door EU-richtlijn 2004/37/EG.

De volgende punten zijn afgeleid van de Duitse verordening inzake gevaarlijke stoffen (GefStoffV) en verschillende technische richtlijnen voor gevaarlijke stoffen (TRGS).

De lijst toont duidelijk de immense invloed die de aanwezigheid van zeswaardige chroomverbindingen zal hebben op eerdere werkprocessen.

Als de bevindingen van deze studie worden begrepen, staat de hele energieproducerende industrie voor een ware paradigmaverschuiving.

Opgemerkt moet worden dat alle maatregelen alleen rekening houden met de beheersing van de verontreiniging die reeds heeft plaatsgevonden om het aantoonbaar bestaande risico voor mens en milieu te beheersen en verdere schade te voorkomen.

Op lange termijn moet de zogenaamde "minimaliseringseis" worden toegepast, d.w.z. dat gevaarlijke stoffen moeten worden vervangen door stoffen die minder gevaarlijk zijn of in het beste geval helemaal niet gevaarlijk zijn (vervanging (5.2.1)).

Aangezien chromaten niet aanwezig zijn vóór de inbedrijfstelling van de thermisch geïsoleerde systemen, maar alleen tijdens en na de inbedrijfstelling, ligt de prioriteit op de lange termijn bij het vervangen van de bron van chromaatvorming, d.w.z. de calciumhoudende isolatie. Calciumvrije isolatiesystemen zijn al beschikbaar en hebben betere eigenschappen dan de huidige stand van de techniek.

Een andere benadering zou het gebruik van hete onderdelen zijn die geen chroom bevatten, maar een dergelijke verandering zou alleen in nieuwe gebouwen kunnen worden aangebracht als onderdeel van verdere ontwikkelingen in de motortechnologie.

Vanuit het perspectief van vandaag is de enige optie voor de duizenden en duizenden installaties die al in bedrijf zijn, het verwijderen van de huidige isolatiematerialen, een grondige reiniging van de installatie (ontsmetting) en de daaropvolgende toepassing van genoemde (aard)alkalische metaaloxidevrije isolatie.

Ook al zijn deze nieuwe isolatiesystemen voor het eerst iets duurder in aanschaf en brengt de ontsmetting en afvoer van de oude thermische isolatie ook op korte termijn extra kosten met zich mee, deze kosten - zelfs als ze niet gepland zijn - waarschijnlijk nog steeds goedkoper dan het permanent blijven exploiteren van de getroffen systemen na de hieronder genoemde maatregelen.

In dit opzicht zal de geschiedenis zich herhalen, zoals die al bekend is uit de tijd van asbestverwijdering. Voor het volledige pakket aan maatregelen, de planning, uitvoering en monitoring ervan, is het aan te raden om toezicht te houden door deskundige veiligheidsfunctionarissen die ook de nodige contacten hebben met externe bedrijven die nodig zijn voor de uitvoering van de maatregelen.

5.1 Onmiddellijke maatregelen

5.1.1 Technische maatregelen

Behuizing en afzuiging

- Installatie van volledig afgesloten werkruimtes
- Onderdruk behoud met minimaal 20 Pascal
- Meertraps filtersystemen met HEPA H13/H14
- Luchtverversingssnelheid > 10 keer per uur
- Gescheiden toevoer- en afvoerluchtkanalen

Minimalisatie van stof

- Gebruik van stofarme ontmantelingsprocessen
- Bevochtiging van de werkruimtes waar mogelijk
- Speciaal gereedschap voor zacht werk
- Stofafzuiging direct op de plaats van oorsprong
- Regelmatige reiniging van het oppervlak

Inrichting van de werkplek

- Zwarte en witte gebieden instellen
- Professionele ontsmettingsluizen
- Gescheiden transportroutes voor materialen
- Markering van besmette gebieden
- Speciaal ingerichte reinigingszones

5.1.2 Organisatorische maatregelen

Toegangsbeperkingen

- Toegang alleen voor getraind personeel
- Documentatie van alle aanwezige personen
- Beperking in de tijd van de werktijd
- Rotatieprincipe voor blootgestelde activiteiten
- Coördinatie van parallel werk

Werkstromen

- Gedetailleerde werkinstructies
- Risicobeoordeling voor elke stap van het proces
- Bepaling van noodprocedures
- Regelmatige monitoring van de werkplek
- Documentatie van alle activiteiten

Hygiënemaatregelen

- Strikte scheiding van werk- en privékleiding
- Regelmatige verandering van beschermende kleding
- Douchegelegenheid na het werk
- Verbod op eten/drinken op de werkplek
- Regelmatige reiniging van de werkgebieden

5.1.3 Persoonlijke beschermingsmiddelen

Ademhalinggerelateerd

- Volgelaatsmaskers met blaasondersteuning
- P3-filter voor zwevende deeltjes
- Regelmatig onderhoud en testen
- Individuele aanpassing, lektest voor elk gebruik

Beschermende kleding

- Wegwerp beschermende pakken Categorie III Type 5/6
- Chemisch bestendige handschoenen
- Speciale veiligheidsschoenen met overjassen
- Veiligheidsbril met zijbescherming
- Hoofd- en nekbescherming

Accessoires

- Communicatie
- Persoonlijke meetapparatuur
- Uitrusting voor noodgevallen
- Schoonmaakmateriaal
- EHBO-doos

5.2 Maatregelen op lange termijn**5.2.1 Vervanging****Alternatieve materialen**

- Ontwikkeling van chroomvrije isolatieoplossingen
- Gebruik van Cleansulation producten
- Innovatieve bevestigingssystemen
- Verbeterde coatingtechnologieën
- Mechanisch stabielere constructies

Wijzigingen in het ontwerp

- Optimalisatie van isolatiegeometrieën
- Verbeterde toegankelijkheid voor onderhoud
- Modulair ontwerp
- Geïntegreerde monitoringsystemen
- Temperatuur-geoptimaliseerd ontwerp

Proces aanpassingen

- Herziening van onderhoudsintervallen
- Preventieve vervanging van bedreigde onderdelen
- Optimalisatie van bedrijfsparameters
- Aanpassing van reinigingsprocedures
- Ontwikkeling van speciaal gereedschap

5.2.2 Toezicht**Metrologische monitoring**

- Continue luchtmetingen
- Regelmatige wistests
- Persoonlijke dosimetrie
- Biomonitoring
- Materiaalanalyses

Documentatie

- Digitaal onderhoudsbeheer
- Volledige documentatie over blootstelling
- Registratie van materiële wijzigingen
- Registratie van incidenten, langdurige archivering van alle gegevens

Kwaliteitsbewaking

- Regelmatige audits
- Certificering van processen
- Herziening van de beschermende maatregelen
- Validatie van meetmethoden
- Controle van documentatie

5.2.3 Kwalificatie**Basisopleiding**

- Potentieel gevaar van chroom(VI)
- Maatregelen op het gebied van gezondheid en veiligheid op het werk
- Gedrag in noodgevallen
- Documentatieverplichtingen
- Rechtsgrondslag

Hands-on training

- Omgang met PBM's
- Decontaminatie proces
- Bemonstering technieken
- Reinigingsmethoden
- Oefeningen voor noodgevallen

Hoger onderwijs

- Regelmatige bijscholing
- Updates over nieuwe regelgeving
- Uitwisseling van ervaringen
- Workshops over beste praktijken
- Gecertificeerde trainingen

5.2.4 Preventie**Gezondheidszorg**

- Regelmatige arbeidsgeneeskundige keuringen
- Programma's voor biomonitoring
- Psychologische ondersteuning
- Ergonomisch ontwerp van de werkplek
- Beheer van gezondheid op het werk

Milieubescherming

- Verwijdering concepten
- Minimalisering van emissies
- Weg
- Strategieën voor recycling
- Monitoring van het milieu

Economie

- Kostenraming van de maatregelen
- Investering
- Verzekeringsaspecten
- Minimalisering van aansprakelijkheid
- Bescherming van het beeld

6. Conclusies

6.1 Blootstellingsrisico's

De gemeten waarden, bepaald uit een mix van verschillende isolatiematerialen en -systemen, bewijzen een systematische en significante overschrijding van de toepasselijke grenswaarden voor beroepsmatige blootstelling:

- De gemeten chroom(VI)-concentraties van 2,33-6,99 µg/m³ in het directe werkgebied overschrijden vele nationale grenswaarden meermaals
- Zelfs de achtergrondvervuiling (0,526-0,556 µg/m³) ligt boven de aanvaardbare waarden
- Het gevaar treft niet alleen direct blootgestelde werknemers, maar ook mensen in de uitgebreide werkomgeving
- De verticale verdeling van de belasting toont een effectieve verspreiding van het verontreinigde stof over het gehele werkgebied

6.2 Systemische problemen

De studie brengt fundamentele zwakke punten in de eerdere praktijk aan het licht:

- De historische ontwikkeling van isolatiematerialen heeft geleid tot een inherent probleem
- De combinatie van calciumhoudende isolatiematerialen met chroomhoudende componenten creëert ideale omstandigheden voor chromaatvorming
- Mechanische belasting en veroudering verhogen de vorming en daaropvolgende afgifte van chromaten
- De bestaande beschermingsconcepten zijn ontoereikend voor de geïdentificeerde gevaren

6.3 Risico's van overdracht

De studie laat meerdere manieren van overdracht zien:

- Primaire stofvrijlating door directe werkzaamheden aan de isolatie
- Secundaire contaminatie door oproeren en verspreiden
- Overdracht via gereedschappen, arbeidsmiddelen en persoonlijke beschermingsmiddelen
- Verspreiding via ventilatiesystemen en structurele openingen

6.4 Economische implicaties

De noodzakelijke maatregelen hebben een aanzienlijke economische impact:

- Directe investeringen in beschermingsmiddelen en technische faciliteiten
- Meer personeel en meer tijd nodig voor onderhoudswerkzaamheden
- Bijkomende kosten voor monitoring en documentatie
- Langetermijnguitgaven voor vervanging en preventie

6.5 Paradigmaverschuiving nodig

De resultaten illustreren de noodzaak van een fundamentele heroverweging:

- Eerdere praktijken zijn niet meer actueel en juridisch twijfelachtig
- Onmiddellijke technische en organisatorische maatregelen zijn essentieel
- Er is geen alternatief voor langdurige vervanging van chromaatvormende materialen
- Er moeten holistische preventiestrategieën worden ontwikkeld

7. Aanbevelingen

Op basis van de onderzoeksresultaten worden de volgende aanbevelingen gedaan:

7.1 Strategische oriëntatie

De industrie moet een gecoördineerde aanpak volgen:

- Ontwikkeling van een gemeenschappelijke strategie om het chromaatprobleem aan te pakken
- Opstellen van industrienormen voor niet-chromaatvormende isolatieoplossingen
- Oprichting van competentienetwerken voor de uitwisseling van ervaringen
- Gecoördineerde initiatieven op het gebied van onderzoek en ontwikkeling

7.2 Technische innovatie

Focus op toekomstbestendige oplossingen:

- Versnelde ontwikkeling van (aard)alkalische metaalvrije of laag-alkalische metalen isolatiematerialen
- Optimalisatie van verwerkings- en assemblagetechnieken
- Integratie van monitoringsystemen in nieuwe installatieconcepten
- Verbetering van ontsmettings- en reinigingstechnologieën

7.3 Organisatorische herschikking

Aanpassing van de operationele structuren:

- Implementatie van systematische risicobeoordelingen
- Opzetten van beroepsopleidings- en kwalificatieprogramma's
- Opzetten van effectieve documentatie- en verificatiesystemen
- Ontwikkeling van specifieke nood- en interventieplannen

7.4 Regelgevende maatregelen

Aanbevelingen voor het regelgevend kader:

- Aanscherping van monitoring en controle
- Standaardisatie van meetmethoden en documentatie
- Harmonisatie van internationale grenswaarden en normen
- Ontwikkeling van specifieke richtlijnen voor de industrie

7.5 Preventieve strategieën

Preventiebenaderingen op lange termijn:

- Systematische vervanging van chromaatvormende materialen (isolatie, afdichtingen, pasta's)
- Implementatie van concepten voor preventief onderhoud
- Ontwikkeling van verbeterde strategieën voor gezondheid en veiligheid op het werk
- Opzetten van continue verbeteringsprocessen

7.6 Noodzaak van onderzoek

Geïdentificeerde onderzoeksinteresses:

- Verdere ontwikkeling van meettechnologie en analysemethoden
- Onderzoek naar langetermijneffecten en chronische effecten
- Optimalisatie van ontsmettings- en reinigingsmethoden
- Ontwikkeling van innovatieve beveiligingsconcepten

7.7 Economische aspecten

Aanbevelingen voor kostenoptimalisatie:

- Ontwikkeling van kosteneffectieve beschermingsmaatregelen

- Optimalisatie van workflows en processen
- Gebruik van synergie-effecten tijdens de implementatie
- Rekening houden met levenscycluskosten bij investeringen

Deze aanbevelingen moeten worden opgevat als richtsnoeren voor de toekomstige ontwikkeling van de industrie en moeten als basis dienen voor de ontwikkeling van specifieke actieplannen.

8. Bibliografie (bronnen/referentie)

Zie document "Veiligheid voor mens en milieu" van 06.12.2024

9. Test- en meetmethode (analyse van het totale stofgehalte)



9.1 "Chroom (VI) snelle tests"

In alle voorgaande onderzoeken en onderzoeken zijn zogenaamde "snelle tests" gebruikt voor de eerste detectie en identificatie van chroom(VI)-verbindingen.

Bij deze procedure wordt een in DPC gedrenkte testtip die hieronder wordt beschreven, afgeveegd of gedept over een te testen oppervlak om een colorimetrische reactie op te wekken in aanwezigheid van chroom (VI).

De werking van de sneltests, die door verschillende bedrijven worden aangeboden (bijv. product "HexChecks" (Figure Engineering Ltd. USA) of product "TKII" (MATInspired NL)), is gebaseerd op een "colorimetrische methode"; de testprocedure maakt gebruik van een chemische reactie met 1,5-difenylcarbazine (DPC), die in aanwezigheid van chroom (VI) oxideert tot 1,5-difenylcarbazon en een violette tot roze verkleuring produceert.

De intensiteit van de kleur is evenredig met de chroom (VI) concentratie en kan visueel of met een colorimeter worden beoordeeld.

De testresultaten zijn vrij betrouwbaar, **vals-positieve resultaten zijn zeer zeldzaam, maar vals-negatieve resultaten wel, omdat het kan gebeuren dat stof en afzettingen, maar ook olieachtige oppervlakken, de reactie tussen chroom (VI) en de DPC tijdens het wattenstaafje kunnen voorkomen.**

Sinds 2023 biedt het Nederlandse bedrijf "SEEF B.V." een speciaal voor chromaat vervuild thermisch isolatiesysteem "Chromaat Speedtest" aan, dat ook is ontworpen volgens de bovengenoemde methoden, maar iets minder gevoelig is voor stofafzettingen, maar deze toch niet volledig kan voorkomen.

Veldtests hebben aangetoond dat de **uitstrijkjes een "echt positieve" treffer hebben van meer dan 99%** en een **"vals-negatieve" ratio van minder dan 50%**, dus is besloten om deze testmethode in de toekomst te behouden.

Het is voordelig om bij de selectie van testmethoden te vermelden dat SEEF een mobiel laboratorium heeft ontwikkeld voor relatief eenvoudige maar diepere Cr6-analyse, dat ook stationair kan worden gebruikt en een relatief snelle laboratoriumachtige test voor materiaalmonsters biedt.

9.2 "Mobiel laboratorium" Cr(VI) testkit TK01 (SEEF B.V.)

De TK01 Chroom-6 testkit maakt een snelle en betrouwbare analyse van chroom-6 ter plaatse mogelijk en is ontwikkeld voor de meting van calciumchromaat in onder andere isolatie, montagepasta's, smeermiddelen en RVS onderdelen. De analyse vindt plaats binnen 45 minuten en maakt de gelijktijdige analyse van 6 monsters mogelijk. Het gepatenteerde proces voorkomt de reductie van chroom-6 tot chroom-3 tijdens het analyseproces en minimaliseert tegelijkertijd de interferentie van zink en aluminium.

Kleinere materiaalmonsters of zogenaamde wipe swabs worden voorbehandeld met bepaalde chemische stoffen en verwarmd in reageerbuisjes, zodat een bijna 100% veilige colorimetrie kan worden uitgevoerd.

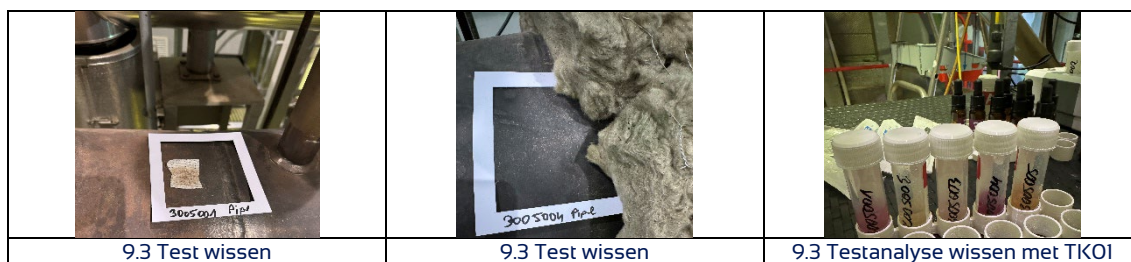
In de praktijk kunnen bijvoorbeeld bij verdere tests volgens deze procedure bijvoorbeeld sterk met stof bedekte of anderszins vervuilde gebieden ondanks een negatieve sneltest als positief en dus chromaathoudend worden gedetecteerd.

9.3 Laboratoriumanalyse (veegtest | Materiaal monsters) (SEEF B.V.)

Bij de zogenaamde "veegtest" wordt een ruimtelijk afgebakend gebied van 10 x 10 cm diagonaal en horizontaal met een doek afgeveegd om het oppervlaktestof te absorberen en in het doek te binden.

Als het doek vervolgens niet wordt onderzocht met behulp van de mobiele laboratoriummethode, wordt het naar het laboratorium gestuurd voor analyse van de chroom(VI)-belasting voor het geteste gebied. Een paar dagen later werd de exacte besmetting in ppm | mg/kg schriftelijk; Het veegmonster wordt ook getest op andere zware metalen.

In het geval van materiaalmonsters worden monsters van vezelstof of andere afzettingen naar het laboratorium gestuurd en vervolgens geanalyseerd en geëvalueerd volgens dezelfde procedure als bij de veegtest.



10. Test- en meetmethode (achtergrondbelasting)

		
10.1 Bemonstering apparaat	10.1 Pompde kop	10.1 Meetprincipe

10.1 "Bemonsteringsapparaat SG 10-2 (GSA)"

Het **SG10-2 bemonsteringsapparaat** incl. oplader voor de **persoonlijke** en **stationaire** bemonstering van gevaarlijke stoffen tot 12 l/min volgens EN 481.

Het **SG10-2 bemonsteringsapparaat** is ontwikkeld voor het meten van gevaarlijke stoffen, vooral wanneer **grote volumestromen** nodig zijn.

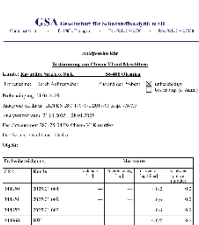
De SG10-2 biedt een debiet van 1-12 l/min en maakt zo aanzienlijk kortere meettijden mogelijk.

De verschillende door IFA gelicentieerde bemonsteringskoppen maken het mogelijk om inhaleerbaar stof (**E-stof, totaal stof**) en/of de alveolaire stoffractie (**A-stof, fijnstof**) te meten.

Voor de bepaling van chroom(VI)-verbindingen in de lucht die we inademen, is een volumedebiet van 10 l/min ingesteld.

De metingen werden uitgevoerd op basislagers van de DGUV (Duitse sociale ongevallenverzekering) in overeenstemming met informatie 213-505 als erkende meetmethode voor het bepalen van de concentratie zeswaardig chroom in de lucht in werkruimtes.

Een paar dagen nadat het in de analyseoplossing opgeloste filter is verzonden, wordt het resultaat gegeven in microgrammen/filters, gevolgd door conversie en evaluatie (totale hoeveelheid lucht, afgeleid van deze microgram/kubieke meter).

		
10.2 Opgelost filter in oplossing	10.2 Analyse oplossing	10.2 Certificaat van analyse

11. Vooruitzichten en verder onderzoek

11.1 Status van deze studie

De hoofdstudie 20250101 over het chroom(VI)-probleem vormt de basis van de onderzoeksreeks. Het vormt de wetenschappelijke en methodologische basis voor alle verdere onderzoeken. De observaties uit de nevenstudie 20250101.01 en metingen en analyses uit de vervolgstudie 20250101.02 verbreden het perspectief.

Toekomstige en vroegere metingen en empirische waarden worden gebruikt als aanvullende gegevensverzameling ("observaties uit de praktijk"), waarbij de vastgestelde methoden en parameters van het hoofdonderzoek als standaard dienen.

11.2 Representativiteit en overdraagbaarheid

Er moet uitdrukkelijk op worden gewezen dat de MWM-motor die uit de hoofdstudie werd onderzocht, 20250101 toevallig de eerste eenheid was die werd geanalyseerd met behulp van de modernste meettechnologie.

Het is opmerkelijk dat deze motor een relatief kleine hoeveelheid textielisolatie heeft in vergelijking met andere fabrikanten. De onderzochte isolatiecassettes zijn professioneel en van hoge kwaliteit, maar houden geen rekening met de vorming van chromaten. Veel andere motorfabrikanten gebruiken aanzienlijk meer textielisolatietechnologie en aanzienlijk inferieure cassettes, wat mogelijk tot nog hogere belastingen kan leiden.

11.3 Uitgebreide bevindingen

De aanzienlijke chroom(VI)-concentraties die in verwijderbare metalen cassettes worden gedetecteerd, worden geproduceerd volgens het duidelijke thermochemische patroon in gebieden waar calciumhoudende isolatiematerialen met luchttoevoer ("zuurstof-open") zijn geïnstalleerd. Deze waarneming ondersteunt de theoretische beschouwingen over het vormingsmechanisme van chromaten opnieuw op een praktische manier.

11.4 Automobielsector

Eerste vooronderzoeken hebben ook chromaten gedetecteerd in de motorruimte van verschillende automodellen (vooral Mercedes en Audi). Verdere specifieke studies worden momenteel voorbereid voor dit doel. De mogelijke implicaties van deze bevindingen voor de automobielsector zijn het onderwerp van lopende onderzoeken.

11.5 Maatschappelijke relevantie

De omvang van het probleem wordt vooral duidelijk wanneer men de uiteenlopende toepassingsgebieden van de betrokken motoren in aanmerking neemt. Aggregaten van het bestudeerde type zijn onder meer te vinden in:

- ziekenhuizen, openbare gebouwen (energievoorziening | Noodstroomgeneratoren)
- Liners | Centrales
- Industriële installaties

Dit onderstreept de noodzaak van verder systematisch onderzoek en preventieve maatregelen.

11.6 Vooruitzichten

De beschikbare bevindingen markeren slechts het begin van een uitgebreide inventarisatie. De geïdentificeerde blootstellingsrisico's en de mogelijke gevolgen ervan voor de veiligheid op het werk en de volksgezondheid vereisen verder gedetailleerd onderzoek. Op basis van de hier ontwikkelde methoden en normen worden verdere toepassingsgebieden en scenario's systematisch geanalyseerd.

De resultaten van deze studie suggereren dat een sectoroverschrijdende herbeoordeling van het gebruik van calciumhoudende hogetemperatuurisolatie dringend nodig is. De bescherming van blootgestelde werknemers en de ontwikkeling van veilige alternatieven moeten op de voorgrond staan.

11.7 Verdere documentatie

Deze nevenstudie en alle daaropvolgende evaluaties zullen worden uitgevoerd op basis van de hoofdstudie en verschillen in toelichting op 2.1 (werksituatie en milieu, toestand van de isolatie), 2.2 (meetmethoden en uitvoering) en 2.2.2 (totale stofanalyse), alsmede de meetresultaten; Alle andere informatie kan in dezelfde context worden behandeld en geïnterpreteerd, zij het met kleine variaties.