

Richtlijn voor risicobeoordeling bij blootstelling aan chroom(VI)-stof

Van substitutie tot vrijgave

Datum: 12 januari 2026

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

Voorafgaande opmerking

Deze richtlijn behandelt de eisen voor een risicobeoordeling voor de exploitatie van energieopwekkende installaties met verbrandingsmotoren waarvan de onderdelen verchroomde oppervlakken hebben en zijn voorzien van isolatiematerialen of -systemen die basische oxiden bevatten, in het bijzonder calciumoxide en/of natriumoxide. Energieopwekkende installaties zijn met name gas- en dieselmotoren of gas- en stoomturbines, evenals aggregaten, installaties, componenten voor de nabehandeling van uitlaatgassen in personen- en bedrijfsvoertuigen, bouwmachines, scheepsmotoren, SCR-systemen, ketels, reservoirs, afvoer- en toevoerleidingen van de genoemde onderdelen, alsmede hete gas- en verbindingsleidingen, bij voorkeur van roestvrij staal met chroomhoudende passieve lagen of onderdelen die geen chroomhoudende oppervlakken hebben, maar zijn omhuld met isolatiematerialen die basische oxiden bevatten, maar die direct zijn verbonden met of voorzien zijn van chroomhoudende bevestigings- of verwerkingselementen, bij bedrijfstemperaturen vanaf 250 °C. Huidige isolatiematerialen met basische oxiden met een massagehalte van meer dan 5% zijn onder andere minerale wol, aardalkalische silicaatvezels (AES-wol/Superwool), E-glas en ECR-glasvezels als weefsel of vezelmatten in ruwe vorm of in elke vorm van coating en impregnering.

Wetenschappelijke studies, veldmetingen, laboratoriumanalyses, maar ook waarschuwingen van fabrikanten van motoren, turbines en isolatiematerialen, isolatie- en servicebedrijven, maar ook overheidsinstellingen (met name beroepsverenigingen) wijzen erop dat alle bovengenoemde toepassingscombinaties, ondanks correct gebruik, kunnen leiden tot de vorming en het vrijkomen van kankerverwekkende, huidresorptieve en chronisch milieuschadelijke chroom(VI)-verbindingen, in het bijzonder calciumchromaat, natriumchromaat, enz. kunnen leiden, omdat chroomverbindingen uit hete oppervlakken bij hogere temperaturen (vanaf ca. 250 °C in aanwezigheid van natriumoxide resp. vanaf ca. 350 °C bij calciumoxide) thermochemisch kunnen reageren met (aard)alkalimetaaloxiden, met name calciumoxide en/of natriumoxide in aanwezigheid van zuurstof (O₂) kunnen reageren om stabiele chromaten te vormen, die via inademing en/of de huid door het lichaam kunnen worden opgenomen, wat kan leiden tot onherstelbare DNA-schade (o.a. dubbelstrengsbreuken), die in de loop van het leven kunnen leiden tot dodelijke ziekten, met name kanker van de ademhalings- en/of spijsverteringsorganen.

Het is belangrijk te benadrukken dat het chroom(VI)-probleem niet beperkt is tot oude installaties, maar dat het bovengenoemde ontstaansproces al kort na de eerste ingebruikname kan beginnen.

Vermeldenswaardig is ook de kritische constatering dat bijvoorbeeld minerale wol met alkali-/aardalkalimetaaloxiden + roestvrijstalen draadgaas of stikdraden chromaten (calcium- en/of natriumchromaat) kan vormen, zelfs als het materiaal niet op met chroom gelegeerde hete onderdelen wordt aangebracht.

Elke nieuwe installatie met chroomgelegeerde hete onderdelen en isolatiematerialen die alkali-/aardalkalimetalenoxiden bevatten, is op basis van de huidige kennis een bewuste keuze om een voorspelbaar risico op chromatvorming te creëren, terwijl er vervangende materialen beschikbaar zijn, d.w.z. hoge temperatuurisolatie ZONDER basische oxiden, in het bijzonder ZONDER calcium- en natriumoxide, niet worden gebruikt, hoewel het te verwachten gevaar voor mens en milieu als bekend kan worden verondersteld.

De installatie van dergelijke materialen, hoewel er vervangingsmaterialen beschikbaar zijn en de regelgeving (STOP-principe, Richtlijn 2004/37/EG) dit verbiedt, zou dus zeker als voorwaardelijke opzet kunnen worden beschouwd. In principe kan hierbij worden uitgegaan van een bewuste risicocontrole die, gezien de beschikbare alternatieven en de bekende gevaren, niet te rechtvaardigen zou zijn.

1. Inleiding

De richtlijn beschrijft de procedure voor de risicobeoordeling volgens het wettelijk voorgeschreven STOP-principe, de substitutiecontrole, de vaststelling van technische en organisatorische beschermingsmaatregelen, inclusief de definitie van persoonlijke beschermingsmiddelen die nodig zijn totdat de ontsmetting en de vrijgave meting bij werkzaamheden met chroom(VI)-stof zijn voltooid. De focus ligt hierbij op de detectie van stof dat ontstaat bij het gebruik van calcium- en/of natriumoxidehoudende isolatiematerialen op met chroom gelegeerde hete onderdelen van installaties en dat een inhalatie- en dermaal risico op de werkplek vormt. Chroom(VI)-verbindingen zijn geclassificeerd als kankerverwekkend (H350), kunnen allergieën veroorzaken of zijn huidresorptief (H317, H334), en worden, afhankelijk van het type chromaat, ook beschouwd als mutageen (H340) en/of reprotoxisch (H360FD) en zeer giftig voor in het water levende organismen met langdurige effecten (H410). Deze meervoudige gevaren vereisen uitgebreide beschermingsmaatregelen voor mens en milieu. De wettelijke basis voor deze richtlijn wordt dan ook gevormd door met name de Europese richtlijn 2004/37/EU [5], de REACH- en CLP-verordening 1 en de nationale implementaties in Duitsland (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV [2], TRGS e.a.) en bijvoorbeeld in Nederland door (Arbidsomstandighedenwet – ArbStoffV [22] resp. ArbStoffV [23]).

Samenvatting van de belangrijkste bevindingen

Dit protocol behandelt een kritiek probleem op het gebied van arbeidsveiligheid dat voortvloeit uit het gebruik van met name calcium- en/of natriumoxidehoudende isolatiematerialen in toepassingen bij hoge temperaturen met chroomgelegeerd staal:

1. Wetenschappelijk bewezen mechanisme:

Peer-reviewed studies tonen duidelijk aan dat chroom(VI)-verbindingen bij temperaturen boven 300 graden Celsius aan het grensvlak ontstaan. De maximale vorming vindt plaats in het bereik tussen 600 en 800 graden Celsius.

2. Meervoudig gevaar:

Chroom(VI)-verbindingen zijn zonder uitzondering kankerverwekkend, huidresorptief, deels kiemcelmutageen, reprotoxisch en gevaarlijk voor het watermilieu.

3. Regelgevende gevolgen:

Het STOP-principe vereist substitutie als eerste maatregel. Louter neutraliseren is geen vervanging voor substitutie.

4. Praktische relevantie:

Waarschuwingen van fabrikanten bevestigen dat de vorming van chroom(VI) door het gebruik van isolatiemateriaal met basische oxiden (met name calcium) een bekend probleem is.

5. Substitutie als oplossing:

Isolatiematerialen zonder alkali- en aardalkalimetalen bieden een technisch haalbare vervangingsoplossing. (bijv. VitroSillK® van Duratras®)

1.1 Regelgevende ontwikkeling: ECHA-verbod op het gebruik van chroom(VI)

Het Europees Agentschap voor chemische stoffen (ECHA) is van plan een algemeen **verbod op het gebruik van chroom(VI)-verbindingen** in te voeren, met beperkte uitzonderingen. De openbare raadpleging eindigde op **18 december 2025** [20].

Reikwijdte van de geplande beperking

De beperking heeft dan onder andere betrekking op

- Calciumchromaat (EC-nr. 232-140-5)
- Natriumchromaat (EC-nr. 234-190-3)
- En nog 13 andere chroom(VI)-verbindingen en -zouten die ontstaan door CrO₃

Kritisch gevolg:

Geen nieuwe toepassingen buiten UC1-UC6 (REACH)

Na de inwerkingtreding van de ECHA-beperking kunnen geen nieuwe toepassingen meer worden aangevraagd buiten zes gedefinieerde categorieën (UC1-UC6). De vorming van chromaat door bewuste keuze van isolatiematerialen met basische oxiden valt niet onder deze categorieën en kan daarom ook niet worden goedgekeurd. Het gebruiksverbod voor chroom(VI)-verbindingen betekent dus ook een "de facto" gebruiksverbod voor deze isolatiematerialen, omdat het gebruik ervan de te verwachten vorming van chroom(VI)-verbindingen veroorzaakt, wat gelijkstaat aan een gericht gebruik.

Gevolgen voor bestaande installaties:

- De door de keuze van het isolatiemateriaal ontstane chromaten hebben installatieonderdelen en isolatie-elementen verontreinigd, deze kunnen niet worden hergebruikt, ten minste de verontreinigde delen van de installatie moeten worden gesaneerd, omdat het anders gaat om een onrechtmatig gebruik van een stof met beperkte toepassingen (bijlage XVIII (REACH)).
- De "neutralisatie" als behandeling wordt een niet langer toegestaan gebruik (behandeling = gebruik) [overeenkomstig artikel 3, lid 24, REACH]. Het is alleen toegestaan als reductiemiddel om gevaren te verminderen in het kader van een geplande substitutie;
- de vervanging kan niet meer worden omzeild

Een uitgebreide analyse van de plannen van ECHA en de implicaties daarvan voor de isolatiebranche is gedocumenteerd in [20].

2. Risicobeoordeling

De gevarenbeoordeling moet worden uitgevoerd en gedocumenteerd overeenkomstig § 6 GefStoffV (Duitsland) en hoofdstuk 4 van het Arbeidsomstandighedenbesluit (Nederland). Deze omvat de volgende stappen:

2.1. Informatievergaring

Allereerst moet alle relevante informatie over de gebruikte stoffen, de werkprocedures en de arbeidsomstandigheden worden verzameld. Dit omvat:

- **Identificatie van stoffen:** exacte samenstelling van de isolatiematerialen en de met chroom gelegeerde onderdelen van de installatie.
- **Blootstellingsomstandigheden:** aard, duur en mate van blootstelling aan chroom(VI)-stof.
- **Werkprocedures:** beschrijving van de activiteiten waarbij blootstelling kan optreden (bijv. onderhoud, reparatie, demontage).

Specifieke informatiebronnen

De noodzaak om een risicobeoordeling op te stellen vloeit met name voort uit de melding van **BG ETEM** [9] en uit de vrij beschikbare waarschuwingen van gerenommeerde fabrikanten die wijzen op de vorming van chroom(VI):

- **Proventia Group Oy:**
Informatiebulletin: Hexavalent Chromium (Cr(VI)) Awareness and Safety Guidance [10]
- **Frenzelit GmbH:**
TechInfo 28 - Mogelijke vorming van chroom(VI) bij bepaalde toepassingen bij hoge temperaturen [11]
- **Caterpillar Inc.:**
Technisch informatiebulletin MO116139 – 01 - Hexavalent chroom(VI) is aangetroffen in bepaalde Caterpillar-motoren [12]
- **Caterpillar Energy Solutions GmbH:** Technische circulaire 2175/00 DE - Zeswaardig chroom (Cr6, CrVI) [13]
- **MAN Truck & Bus SE:** Servicebericht 8339SM - Voorkomen van zeswaardige chroom - Cr(VI)-verbindingen tijdens het gebruik [14]
- **Rockwool Technical Insulation:**
Aanwijzingen voor veilig gebruik – ProRox WM draadgaasmatten [18]

Deze documenten tonen aan dat de vorming van chroom(VI) onder de genoemde omstandigheden een bekend, te verwachten en dus serieus te nemen probleem is.

Wetenschappelijke beoordelingsbasis

De risicobeoordeling wordt ondersteund door peer-reviewed wetenschappelijke studies die het mechanisme van chromaatvorming ondubbelzinnig aantonen:

1. **Sayano et al. (2015) [15] en Mao et al. (2015) [16]** bewijzen de vorming van chroom(VI)-verbindingen zoals calciumchromaat (CaCrO_4):

Het proces begint al bij 300-400 °C. De vorming wordt sterk beïnvloed door het CaO-gehalte; dwz zogenaamde "Superwool"-producten met een CaO-gehalte van 40-60% verhogen de chromaatvorming drastisch.

2. **Mao et al. (2015) [16]** onderzoeken de **temperatuurafhankelijkheid van de vorming van chroom(VI)** en bewijzen dat CaO als katalysator werkt voor de oxidatie van Cr(III) tot Cr(VI).
3. **Verbinnen et al. (2013) [17]** documenteren dat de vorming van **natriumchromaat** al begint bij ongeveer 200 °C. De studie toont aan dat natriumoxide als meest agressieve katalysator werkt en tot een veel hogere totale vorming van chroom(VI) leidt dan calciumoxide.

4. **Van Leeuwen (2024) – proefschrift en tijdschriftpublicatie [21], [22]**

Het recente werk van Travis Kent van Leeuwen (Montana State University, 2024), gedeeltelijk gefinancierd door de Europese hoge-temperatuurisolatiewolindustrie (ECFIA), biedt een uitgebreide experimentele weergave van het probleem. Het onderzoek, gepubliceerd als proefschrift en in een peer-reviewed tijdschrift, bewijst:

- **Reactieve condensatie:**
Chroomdamp uit roestvrij staal condenseert niet passief, maar reageert direct op het oppervlak van de isolatievezels tot chroom(VI).
- **Katalytische werking van oxiden:**
Alkali- en aardalkalimetaaloxiden (CaO , Na_2O) zijn de cruciale katalysatoren die deze reactie mogelijk maken en versnellen.
- **Experimenteel bewijs:**
Materialen met deze oxiden vertonen een aanzienlijk hogere en snellere vorming van gele chroom(VI)-afzettingen in vergelijking met oxidevrije materialen.

Bijzondere criticiteit van natriumchromaat

Natriumchromaat is niet alleen kankerverwekkend, maar ook:

- **kiemcelmutageen (categorie 1B, H340):**
Kan genetische defecten veroorzaken.
- **Reproductietoxisch (categorie 1A, H360FD):**
Kan de vruchtbaarheid aantasten en het kind in de baarmoeder schaden.
- **Vermeld als SVHC (Substance of Very High Concern):**
Onderworpen aan de registratieplicht volgens REACH bijlage XIV.
- **Beperkt in REACH bijlage XVII, vermelding 47:**
Het gebruik is streng gereguleerd.

Gevolgen voor de "neutralisatie":

Het aanbrengen van een reductiemiddeloplossing op oppervlakken die chroom(VI) bevatten, uitsluitend voor reinigingsdoeleinden, is een **behandeling** en daarmee een **gebruik** in de zin van REACH artikel 3(24).

Aangezien het gebruik van natriumchromaat als SVHC dus vergunningsplichtig is, is een dergelijke "neutralisatie" zonder vergunning niet toegestaan. Dit maakt vervanging met voorafgaande sanering de enige haalbare, rechtszekere oplossing.

2.2. Gevarenidentificatie en risicobeoordeling

Op basis van de verzamelde informatie moet het gevaar voor de werknemers **en het milieu worden bepaald**. Daarbij moet worden onderzocht of en in welke mate chroom(VI)-stof kan vrijkomen.

Bijzonderheid bij chroom(VI)-verbindingen:

Chroom(VI)-verbindingen zijn niet alleen kankerverwekkend (categorie 1A), maar ook huidabsorberend. De Duitse TRGS 401 [8] en het Nederlandse Arbeidsomstandighedenbesluit hoofdstuk 4 [23] bevestigen een **hoog risico**, ook bij kortstondig huidcontact en kleine hoeveelheden, **zonder dat er een drempelwaarde bestaat**.

Bovendien leidt de classificatie als **H410 (milieugevaarlijk voor water)** tot vergaande eisen op het gebied van decontaminatie en afvalverwerking.

Gevolgen voor de risicobeoordeling:

De mogelijke aanwezigheid van chroom(VI)-houdende afzettingen op oppervlakken vormt een direct en groot gevaar voor mens en milieu. **De gevarenbeoordeling begint daarom met een visuele controle op zichtbare (gelige) afzettingen en wordt aangevuld met een veegtest (meting van oppervlakteverontreiniging).**

Als er afzettingen met chroom(VI) zichtbaar zijn of door testmethoden worden aangetoond, leidt hun aanwezigheid onmiddellijk tot het nemen van de strengste veiligheidsmaatregelen en de toepassing van het STOP-principe.

Een verdere risicobeoordeling op basis van luchtgrenswaarden is in dit geval niet nodig om beschermende maatregelen te nemen, aangezien er al een hoog risico bestaat door blootstelling via de huid en het gevaar voor het milieu (door ongecontroleerde werveling en oncontroleerbare afzetting).

2.3. Moederschapsbescherming

Werkplekken waar mogelijk chroom(VI) wordt gevormd, zijn verboden terrein voor zwangere vrouwen en vrouwen die borstvoeding geven.

Volgens de Duitse wet op de bescherming van moeders (MuSchG) §11 en de overeenkomstige Nederlandse voorschriften is het **in principe niet toegestaan** om een zwangere vrouw te blijven tewerkstellen als zij op het werk wordt blootgesteld aan kankerverwekkende gevaarlijke stoffen van categorie 1A of 1B. Dit geldt **ongeacht de mate van blootstelling**.

De DGUV (Duitsland) en de Nederlandse autoriteiten bevelen bovendien aan om, rekening houdend met het **voorzorgsbeginsel**, ook **vrouwen die borstvoeding geven niet bloot te stellen aan kankerverwekkende en kiemcelmutagene gevaarlijke stoffen van de categorieën 1A en 1B.**

Aangezien zowel calciumchromaat als natriumchromaat in deze categorieën vallen (kankerverwekkend, kiemcelmutageen, reproductietoxisch), is een werkverbod voor zwangere vrouwen en vrouwen die borstvoeding geven op kritieke werkplekken waar mogelijk chroom(VI) wordt gevormd, verplicht.

3. Beschermende maatregelen (STOP-principe)

Op basis van de risicobeoordeling moeten passende beschermingsmaatregelen volgens het STOP-principe (substitutie, technische, organisatorische, persoonlijke beschermingsmaatregelen) worden vastgesteld en geïmplementeerd.

Kritische opmerking over reductie (neutralisatie):

Substitutie is de eerste en bindende **S** in het STOP-principe en wordt verplicht voorgeschreven door TRGS 401, TRGS 910 en Richtlijn 2004/37/EG, waar dit technisch haalbaar is (**VK: ALARA/ALARAP**).

Een loutere (en technisch nooit volledig te realiseren) reductie (**door sommige fabrikanten/exploitanten ten onrechte aangeduid als "neutralisatie"**) van chroom(VI)-verbindingen tot chroom(III)-verbindingen door middel van reductiemiddelenoplossingen, alleen bedoeld voor kortstondige reiniging en risicobeperking zonder geplande substitutie, is **geen vervanging voor substitutie**, maar moet alleen worden beschouwd als een organisatorische ondersteunende maatregel (**O**).

Vergelijkende opmerkingen van motorfabrikanten over gereduceerde chroom(III)-verbindingen met chroom(III)-verbindingen uit de natuur zijn misleidend, aangezien reducties nooit volledig werken (aerosol versus stof met mogelijk overlappende en dus aerosolbestendige remmers zoals industrieel vet, vuil en/of -olie) en nog niet gereduceerde chroom(VI)-verbindingen kunnen bevatten en moeten worden beschouwd als industriële bijproducten die nog steeds kankerverwekkend zijn en chronisch schadelijk voor het milieu.

Motorfabrikanten, isolatiebedrijven en exploitanten van energiecentrales verzuimen systematisch om substitutie als prioritaire maatregel te noemen en "bevelen" ongeschoolde medewerkers of extern servicepersoneel in plaats daarvan aan om te kiezen voor reductieoplossingen. Een dergelijke aanpak is niet in overeenstemming met de Europese eisen voor CMR-stoffen en is in strijd met Richtlijn 2004/37/EG.

In geen enkele bekende aanbeveling wordt erop gewezen dat ook bij pogingen tot reductie feitelijk sprake is van "werken met kankerverwekkende metalen en hun verbindingen (TRGS 561) [3], waarvoor eveneens vervanging verplicht is; daar komt nog het milieubelastende aspect bij wanneer vochtige reductiewerkzaamheden niet zonder afvoer worden uitgevoerd.

3.1. Substitutie

Bij de substitutietest (TRGS 600 "Substitutie") moet worden gecontroleerd of de gebruikte calcium- en/of natriumoxidehoudende isolatiematerialen kunnen worden vervangen door materialen die geen basische oxiden bevatten.

In verband met deze richtlijn hebben vervangende materialen zoals **VitroSilk®** van **Cleansulation®** zich bewezen als technisch haalbaar alternatief, dat de vorming van chroom(VI) van meet af aan voorkomt door het ontbreken van basische oxiden in het isolatiemateriaal en daarmee het STOP-principe volledig implementeert.

Het bedrijf adverteert met de overtuigende slogan "geen calcium – geen chroom(VI)" en garandeert zijn klanten een in het laboratorium bevestigde en dus gecertificeerde materiaaleigenschap "vrij van (aard)alkalimetaaloxiden".

3.2. Technische beschermingsmaatregelen

- **Afzuiging:** gebruik van afzuiginstallaties direct op de plaats waar het stof ontstaat.
- **Inkapseling:** inkapseling van de werkruimtes om verspreiding van het stof te voorkomen.
- **Luchttechniek:** zorgen voor voldoende ventilatie en luchtverversing in de werkruimtes.

3.3. Organisatorische beschermingsmaatregelen

- **Toegangsbeperking:** beperking van het aantal werknemers in de gevarenzone.
- **Beperking van de werktijd:** minimalisering van de blootstellingsduur.
- **Schoonmaakplannen:** regelmatige reiniging van de werkruimtes.
- **Instructie:** regelmatige instructie van de werknemers over de gevaren en beschermende maatregelen.

3.4. Persoonlijke beschermingsmaatregelen

Als technische en organisatorische maatregelen niet voldoende zijn om blootstelling veilig te voorkomen, moet persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) worden gebruikt:

- **Ademhalingsbescherming:** deeltjesfilterende volgelaatsmaskers (vanwege de wateroplosbaarheid van chromaten), bij voorkeur met ademhalingsapparatuur met ventilator.
- **Beschermende kleding:** gesloten, stofdichte beschermende pakken (type 5) met afplakke naden; ook de overgangen tussen (hand)schoenen en beschermend pak moeten worden afgeplakt.
- **Beschermende handschoenen:** met nitril gecoate textielhandschoenen.

4. Ontsmetting, reiniging en verwijdering

Belangrijke opmerking:

Na voltooiing van de werkzaamheden moeten de werkruimtes en de gebruikte arbeidsmiddelen zorgvuldig worden ontsmet en gereinigd. Vanwege de H410-classificatie moeten daarbij speciale milieubeschermingsmaatregelen worden genomen.

De te ontsmetten zwarte zone moet worden voorzien van personen- en materiaalsluizen.

4.1. Beginselen van ontsmetting

- **Afvoelingsvrije uitvoering:**

Alle vloeistoffen (spoelwater, reductiemiddelen) moeten volledig worden opgevangen. Er mag geen water dat chroom(VI) bevat in het riool of het milieu terechtkomen. Veldmetingen hebben aangetoond dat door het ontbreken van beschermende maatregelen bodem- en ruimte stof chroom bevat (risico op verspreiding). Aangrenzende ruimtes moeten tegen besmetting worden beschermd.

- **Afzuiging:**

Stof moet worden opgezogen met industriële stofzuigers van stofklasse H.

- **Reductiemiddelen:**

Het gebruik van reductiemiddelen (bijv. ascorbinezuur) kan het gevaar van chroom(VI) verminderen, maar vervangt niet de noodzaak om alle stof en andere afzettingen na voltooiing van de werkzaamheden volledig te verwijderen en af te voeren.

4.2. Afvalverwerking

Alle verontreinigde materialen (isolatiemateriaal, reinigingsdoeken, PBM, filters) moeten als **gevaarlijk afval** worden gemarkeerd en verwijderd. De verwijdering moet worden uitgevoerd door een gecertificeerd gespecialiseerd bedrijf en moet worden gedocumenteerd. De H410-classificatie vereist een speciale afvalverwerking.

5. Vrijgave

Na voltooiing van de ontsmettings- en reinigingswerkzaamheden en vóór de installatie van de vervangende warmte-isolatie moeten vrijheidsmetingen worden uitgevoerd om het succes van de maatregelen te controleren.

5.1. Oppervlaktemeting (veegproef)

De eerste en doorslaggevende maatregel van de vrijgavecontrole is het controleren op nog aanwezige oppervlakteverontreinigingen als gevolg van onvoldoende afzuig- of reductiewerkzaamheden; **dit gebeurt door middel van een veegtest. Het doel moet zijn om de verontreiniging volledig te verwijderen** (d.w.z. tot onder de detectiegrens van de analysemethode). In dit verband heeft het mobiele laboratorium TKOI van het Nederlandse bedrijf SEEF B.V. zijn waarde bewezen, omdat het binnen enkele uren betrouwbare resultaten en conclusies oplevert.

Pas als er geen oppervlakteverontreiniging meer aantoonbaar is, kan de volgende stap van de vrijheidsmeting, de luchtmeting, worden uitgevoerd.

5.2. Luchtmeting

Na succesvolle ontsmetting van de oppervlakken wordt door middel van luchtmetingen gecontroleerd of de chroom(VI)-concentratie in de binnenlucht onder de aanvaardbare concentratie van 0,1 µg/m³ ligt ("groene zone | geen risico voor mens en milieu").

De meting zou eigenlijk moeten worden uitgevoerd volgens de Duitse DGUV-informatie 213-505 "Procedure voor het bepalen van zeswaardig chroom", maar deze analysemethode vertoont duidelijke tekortkomingen in de meettechniek, omdat er geen rekening wordt gehouden met interferenties uit de industriële omgeving (overlappende industriële stofdeeltjes en dergelijke). Onderzoek heeft aangetoond dat de Duitse methode slechts 15% van de werkelijke chroom(VI)-belasting aangeeft.

Voor een realistische beoordeling heeft ook de laboratoriumprocedure van het reeds genoemde Nederlandse bedrijf SEEF B.V. zijn waarde bewezen. Deze procedure verdient de voorkeur om een betrouwbare certificering te verkrijgen.

6. Documentatie

Alle stappen van de risicobeoordeling, de vastgestelde beschermingsmaatregelen, de resultaten van de metingen (zowel oppervlakteveegproeven als luchtmetingen) en de gegeven instructies moeten zorgvuldig worden gedocumenteerd en bewaard.

De documentatie moet ook het bewijs van de correcte verwijdering van het gevaarlijke afval bevatten.

7. Blootstellingsregister (volgens TRGS 561 en GefStoffV § 14)

7.1 Rechtsgrondslag en doel

*Het bijhouden van een blootstellingsregister is een verplichte eis **van de EU-richtlijn 2004/37/EU**, die bijvoorbeeld in Duitsland wordt geïmplementeerd door TRGS 561 ("Werkzaamheden met kankerverwekkende metalen en hun verbindingen") en de Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) § 14 (soortgelijke bepalingen gelden in alle EU-lidstaten) en dient voor de volledige documentatie van alle werknemers die zijn en waren blootgesteld aan kankerverwekkende metalen zoals chroom(VI), om de blootstellingsgraad en -duur te kunnen volgen en om later optredende ziekten te kunnen traceren.*

7.2 Inhoud van het register

Voor elke betrokken werknemer moeten de volgende gegevens worden geregistreerd:

- **Persoonsgegevens:** naam, geboortedatum, geslacht, reproductiestatus
- **Werkgerelateerde gegevens:** werkgebied, aard en duur van de activiteit
- **Blootstellingsgegevens:**
 - **Inhalatief:** resultaten van de luchtmetingen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 - **Dermisch:** resultaten van oppervlaktemetingen (veegproeven)
- **Gezondheidsgegevens:** resultaten van preventieve arbeidsgeneeskundige onderzoeken
- **Beschermende maatregelen:** documentatie van de toegepaste technische, organisatorische en persoonlijke beschermende maatregelen

7.3 Bewaring en toegang

- **Bewaartermijn:** het register moet **ten minste 40 jaar na het einde van de blootstelling** worden bewaard.
- **Toegang:** De werkgever, de ondernemingsraad, de bevoegde autoriteiten en de betrokken werknemer (voor zijn eigen gegevens) hebben inzagerecht.
- **Gegevensbescherming:** het register valt onder de AVG en moet worden beschermd tegen ongeoorloofde toegang.

8. Slotopmerking

Dit protocol is gebaseerd op een objectieve analyse van openbaar beschikbare documenten, wetenschappelijke studies en regelgevende voorschriften.

De vermelding van bedrijven en hun documenten is uitsluitend bedoeld ter informatie en voorlichting en is waarde vrij; het is niet de bedoeling om de genoemde bedrijven in diskrediet te brengen. Dit protocol is veeleer bedoeld om voorlichting te geven over de regelgevende vereisten bij de behandeling van chroom(VI)-verontreinigingen en om een objectieve, op wetenschappelijke kennis gebaseerde basis te bieden voor de risicobeoordeling, de toepassing van het STOP-principe met aansluitende vrijgave na meting (herstel van het witte gebied).

De geciteerde documenten (waarschuwingen van fabrikanten, technische circulaires, gebruiksaanwijzingen) zijn doorgaans vrij beschikbaar op internet of zijn als origineel beschikbaar. Ze worden hier geciteerd om de praktische relevantie en de noodzaak van een uitgebreide risicobeoordeling te onderstrepen.

Deze gids is geen juridisch advies en pretendeert niet volledig te zijn, maar is naar beste weten opgesteld.

9. Auteur/opsteller

Markus Sommer

Hoofd van de Cleansulation® Academy

Lid van het informatienetwerk "Die Chromatexperten"



8. Referenties

- [1] Verordening (EG) nr. 1272/2008 (CLP-verordening)
- [2] Verordening inzake de bescherming tegen gevaarlijke stoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) – Duitsland
- [3] TRGS 561 "Werkzaamheden met kankerverwekkende metalen en hun verbindingen" – Duitsland
- [4] TRGS 910 "Risicogerelateerd maatregelenconcept voor werkzaamheden met kankerverwekkende gevaarlijke stoffen" – Duitsland
- [5] Richtlijn 2004/37/EG van het Europees Parlement en de Raad van 29 april 2004 betreffende de bescherming van werknemers tegen blootstelling aan carcinogene of mutagene agentia op het werk
- [6] TRGS 402 "Bepaling en beoordeling van de risico's bij werkzaamheden met gevaarlijke stoffen: blootstelling door inademing" – Duitsland
- [7] DGUV-informatie 213-505 "Procedure voor het bepalen van zeswaardig chroom" - Duitsland
- [8] TRGS 401 "Gevaar door huidcontact - vaststelling, beoordeling, maatregelen" - Duitsland
- [9] BG ETEM: "Mogelijke blootstelling aan chroom(VI) bij het onderhoud van gasmotoren-WKK-installaties",
- [10] Proventia Group Oy: "Informatiebulletin: Hexavalent Chromium (Cr(VI)) Awareness and Safety Guidance", 2/2025
- [11] Frenzelit GmbH: "TechInfo 28 - Mogelijke vorming van chroom(VI) bij bepaalde toepassingen bij hoge temperaturen", januari 2024
- [12] Caterpillar Inc.: "Technical Information Bulletin MO116139 – OI - Hexavalent Chromium has been detected in certain Caterpillar Engines", 01/06/2020
- [13] Caterpillar Energy Solutions GmbH: "Technische circulaire 2175/00 DE - Zeswaardig chroom (Cr6, CrVI)", 23-08-2021
- [14] MAN Truck & Bus SE: "Servicebericht 8339SM - Voorkomen van zeswaardig chroom - Cr(VI)-verbindingen tijdens het gebruik", 13-12-2023
- [15] Sayano, A., Kanno, H., Inagaki, S., Takahashi, M., & Yoshida, M. (2015). De vorming van Cr(VI)-verbindingen op het raakvlak tussen metaal en warmte-isolerend materiaal en de aanpak om de vorming ervan te voorkomen door middel van een sol-gelproces. 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). De rol van temperatuur bij de vorming en reductie van Cr(VI) tijdens het verwarmen van chroomhoudend slib in aanwezigheid van CaO. Chemosphere, 138, 197-204.
- [17] Verbinnen, B., Billen, P., Van Coninckxloo, M., & Vandecasteele, C. (2013). Verwarmingstemperatuurafhankelijkheid van Cr(III)-oxidatie in aanwezigheid van alkali- en aardalkalizouten en daaropvolgend Cr(VI)-uitlooggedrag. Milieuwetenschap & technologie, 47(11), 5858-5863.
- [18] Rockwool Technical Insulation: "Aanwijzingen voor veilig gebruik – ProRox WM draadnetmatten met roestvrijstalen draadgaas (SW) en/of roestvrijstalen steekdraad (S)", 01-05-2023
- [19] Markus Sommer, "Die Chromatexperten" - www.chromatexperten.de: "Kritische analyse van de "neutralisatie" van chroom(VI) en het ontbreken van vervangingsadviezen", 12 januari 2026.
- [20] Markus Sommer, "Die Chromatexperten" - www.chromatexperten.de: "Analyse: ECHA-Pläne zur Chrom(VI)-Beschränkung und Implikationen für die Chromatentstehung" (Analyse: ECHA-plannen voor beperking van chroom(VI) en implicaties voor de vorming van chromaat), 12 januari 2026. Gebaseerd op ECHA (2025): "Bijlage XV Beperkingsrapport - Voorstel voor een beperking - Naam van de stof: Bepaalde Cr(VI)-stoffen", versie 1.0, 11 april 2025. Raadpleging: 18 juni 2025 - 18 december 2025.
- [21] van Leeuwen, T. K. (2024). "Condensatie van chroomdamp, gegenereerd in omgevingen met hoge temperaturen (>800 °C), en interacties met aluminiumsilicaatoppervlakken." Proefschrift, 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] Verordening (EG) nr. 1907/2006 (REACH)
- [24] Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet) - Nederland
- [25] Arbeidsomstandighedenbesluit - Nederland