

Długotęka, oktober 2026

Het over het hoofd geziene ingrediënt

Hoe een onopvallend metaaloxide een wereldwijde omslag in arbeids- en milieubescherming veroorzaakt

Overzicht bij de vakanalyse

Versie 1.4 · oktober 2026

Markus Sommer, chromaatexpert, De Chromaatexperts · www.chromatexperten.de

1. De feiten

Hoogtemperatuurisolatie bevat basische oxiden, vooral calcium- en natriumoxide. Geen van beide is ingedeeld als kankerverwekkend, en geen van beide komt voor in een beschouwing over **Chroom(VI)**. Boven ongeveer 300 °C reageren zij met de chroomoxidelaag van chroomgelegeerde hete onderdelen tot calcium- en natriumchromaat; natriumchromaat al vanaf ongeveer 200 °C. De reactie vraagt een chroombron, een basisch oxide, zuurstof en temperatuur. Alle vier voorwaarden zijn in een geïsoleerde hete installatie tijdens normaal bedrijf aanwezig. In de leveringstoestand is geen chromaat aanwezig; het ontstaat op het grensvlak tussen isolatiemateriaal en onderdeel en vormt zich na elke opstart opnieuw. Vrijkomen doet het bij onderhoud, demontage, reiniging, revisie en sloop, en wel als stof, dat het werkgebied verlaat via gereedschap, kleding, handschoenen en gedemonteerde onderdelen.

2. Wat is aangetoond

De vormingsroute is sinds 1939 in octrooivorm beschreven. Het Amerikaanse octrooi 2.176.687 claimt uitdrukkelijk de productie van calciumchromaat en natriumchromaat uit een chroombron, kalk of soda en zuurstof. Experimenteel is de route bevestigd op het grensvlak tussen metaal en isolatie: in 2015 werd op calciumsilicaathoudende isolatie CaCrO_4 aangetoond en op natriumhoudende isolatie Na_2CrO_4 , met 160 mg **Cr(VI)** per vierkante meter contactvlak na 1.000 uur en 940 mg/m² na 5.000 uur. Een barrièrelaag van 3 tot 4 µm verhinderde de vorming vrijwel volledig. De vroegste waarschuwing van een fabrikant dateert van april 1990 en werd in 1994 uitdrukkelijk uitgebreid tot isolatiematerialen en textiel. Documenten van exploitanten en servicebedrijven uit de jaren 2019 tot 2025 beschrijven hetzelfde verloop, met temperatuurvenster en calciumbron. Daarbij komen eigen inspecties en veeg- en materiaalmonsters sinds 2019 aan motoren, elektriciteitscentrales, verbrandingsinstallaties, schepen, voertuigen en bouwmachines.

3. Waarom het over het hoofd wordt gezien

De verzamelterm **Chroom(VI)** geeft het gevaar correct weer en verhuult de oorzaak. Achter elke vaste bevinding staat een zout, en het voorvoegsel van dat zout noemt de reactiepartner. Wie calciumchromaat aantreft, ziet de herkomst van de verbinding; wordt alleen over **Chroom(VI)** gesproken, dan blijft die informatie ongebruikt.

Daarbij komt de opbouw van de documenten. Het veiligheidsinformatieblad beschrijft de leveringstoestand en heeft voor de beoordeling van een onderhoudshandeling geen zeggingskracht. In de bladen van de vezelproducten staat calcium niet als eigen regel, hoewel het in de stofdefinitie achter het CAS-nummer is opgenomen.

De derde oorzaak ligt in de analytiek. Voor thermische isolatiematerialen bestaat geen genormeerde methode, de matrix is zelf de reactiepartner, en overgenomen methoden leveren te lage uitslagen tot bijna nul. Een negatieve uitslag zonder opgave van de terugvinding in dezelfde matrix zegt niets over het gehalte.

4. Verbrandingsassen

Bij warmte-isolatie kan de vorming via de materiaalkeuze worden voorkomen. Bij verbrandingsassen vervalt die mogelijkheid, omdat de reactiepartner in het brandbare materiaal zit en dat materiaal niet te kiezen is. Calciumoxide komt in huishoudelijk afval voor met ongeveer 3 procent. Calciumchromaat vormt zich tussen 500 en 850 °C bij voldoende zuurstofpartiaaldruk en wordt boven 850 °C weer gereduceerd.

Kritisch is daarom niet het vollastbedrijf, maar het afstoken voor onderhoud. Asresten blijven op het rooster en op chroomgelegeerde hete onderdelen liggen, de temperatuur doorloopt het vormingsvenster van boven naar beneden, en door het openen van de installatie treedt extra zuurstof toe. Bij de revisie binnenin worden steigers geplaatst en roostercomponenten belopen, oppervlaktebehandeld, gedemonteerd en vervangen. Waar de installatie met directe ontzwaveling werkt, wordt calciumhoudend sorbens bovendien in de vuurhaard bij ongeveer 900 °C of in de keteltrekken bij ongeveer 350 °C ingebracht. Voor dit gebied blijft alleen het beschermingsregime over.

5. De verplichtingen in zeven rechtsgebieden

De Duitse regelgeving is in deze analyse de referentie, omdat zij het hier behandelde geval uitdrukkelijk beschrijft. De Duitse TRGS 561 behandelt het onder 5.9.3 en laat het beschermingsregime al gelden wanneer een Chroom(VI)-belasting niet is uit te sluiten. De Duitse Gefahrstoffverordnung verlangt in § 6 lid 2a tot 2c de toetsing of bij de werkzaamheden gevaarlijke stoffen uit de installatie kunnen vrijkomen, het inschakelen van externe deskundigheid bij ontbrekende vakkennis en, indien een technisch onderzoek nodig is, de uitvoering daarvan als voorwaarde voor de werkzaamheden. § 7 lid 1 verbiedt het aanvangen van de werkzaamheden vóór risicobeoordeling en beschermingsmaatregelen.

Het kader wordt door het Europese recht gesteld. Richtlijn 2004/37/EG verlangt al meer dan twintig jaar dat aard, mate en duur van de blootstelling worden vastgesteld en dat daarbij de verdere blootstellingswegen met inbegrip van de opname via de huid in aanmerking worden genomen. Zij geldt in alle lidstaten. Sinds 17 januari 2025 geldt voor Chroom(VI)-verbindingen een bindende grenswaarde van 0,005 mg/m³.

Frankrijk past hetzelfde kader toe met drie bijzonderheden. Artikel R. 4412-61 van de Code du travail verlangt voor elke werkzaamheid die een blootstellingsrisico voor kankerverwekkende stoffen kan vertonen de beoordeling van aard, mate en duur van de blootstelling, met inbegrip van de opname via de huid. Artikel R. 4412-66 verlangt de vervanging voor zover die technisch mogelijk is en de vastlegging van het resultaat in het document unique. De bindende grenswaarde bedraagt 0,001 mg/m³ als achtuursgemiddelde, vijfmaal lager dan de Europese waarde; de naleving moet ten minste jaarlijks door een geaccrediteerde instantie worden getoetst, en de overschrijding brengt de stillegging van het werk op de betrokken werkplekken met zich. De onderzoeksplicht voor asbest op grond van de artikelen L. 4412-2 en R. 4412-97 omvat zes domeinen, waaronder spoorvoertuigen, schepen, luchtvaartuigen alsmede installaties, structuren en uitrustingen. Voor de benoemde stof bestaat de plicht daarmee juist in die installatieklassen waarin chromaten ontstaan.

Zwitserland is geen lid van de Europese Unie en heeft voor dit geval geen eigen kapittel. De verplichtingen volgen uit artikel 82 lid 1 van de Zwitserse wet op de ongevallenverzekering, dat alle maatregelen verlangt die naar de ervaring noodzakelijk, naar de stand van de techniek toepasbaar en aan de gegeven omstandigheden aangepast zijn, en uit de verordening inzake de preventie van ongevallen en beroepsziekten: artikel 3 voor de maatregelen en hun toetsing, artikel 6 lid 1 voor informatie en instructie, artikel 8 lid 1 voor werkzaamheden met bijzondere gevaren, artikel 11a lid 1 voor het inschakelen van specialisten van de arbeidsveiligheid en artikel 44 lid 1, dat het hanteren en opslaan van voor de gezondheid gevaarlijke stoffen uitdrukkelijk omvat. De Suva voert voor Chroom(VI)-verbindingen geen MAK-waarde, omdat geen kankerverwekkende werkingsdrempel bekend is; de waarde van 0,001 mg/m³ bestaat alleen als voorwaarde van een uitzonderingsvergunning op grond van de verordening inzake de reductie van risico's van chemische stoffen. In de plaats daarvan komt de minimalisatieplicht volgens het STOP-principe met de vervanging op de eerste plaats.

In Nederland verlangt artikel 4.2 van het Arbeidsomstandighedenbesluit de beoordeling van aard, mate en duur van de blootstelling in het kader van de risico-inventarisatie en -evaluatie, ook wanneer dergelijke werkzaamheden op dat moment niet worden uitgevoerd; lid 3 verlangt de vaststelling van het blootstellingsniveau en lid 7 de toetsing aan de grenswaarde. Artikel 4.17 verlangt het bij voorrang vervangen van kankerverwekkende stoffen en processen voor zover technisch uitvoerbaar, en een uitdrukkelijk verbod om vóór de beoordeling te beginnen staat asbestgericht in artikel 4.54a. De Nederlandse grenswaarde bedraagt 0,001 mg/m³ als chroom.

In het Verenigd Koninkrijk staat het aanvangsverbod niet stofspecifiek in Regulation 6(1) van de COSHH Regulations 2002: een werkgever mag werkzaamheden die werknemers aan een voor de gezondheid gevaarlijke stof kunnen blootstellen niet laten uitvoeren zonder voorafgaande geschikte en toereikende beoordeling en zonder uitvoering van de daaruit volgende maatregelen. De grenswaarde volgens EH40 in de vierde uitgave 2020 bedraagt 0,01 mg/m³, voor kankerverwekkende stoffen verlangen de COSHH Regulations tegelijk de reductie tot het redelijkerwijs haalbare minimum. In de Verenigde Staten verplicht 29 CFR 1926.1126(d) elke betrokken werkgever tot het bepalen van het achtuursgemiddelde voor iedere blootgestelde werknemer; de toelaatbare grenswaarde volgens 29 CFR 1910.1026 bedraagt 5 µg/m³ bij een action level van 2,5 µg/m³, daarnaast beschermende kleding, kleed- en wasruimten en een verbod op afblazen met perslucht. Daar komt het aanbestedingsrecht bij: de clause DFARS 252.223-7008 verbiedt de levering van voorwerpen met meer dan 0,1 gewichtsprocent Chroom(VI) in een homogeen materiaal en eveneens de levering van voorwerpen waarbij Chroom(VI) in latere onderhoudsfasen zou moeten worden verwijderd of opnieuw aangebracht.

Een drempel waaronder het beschermingsregime zou vervallen kent geen van deze stelsels, en in alle knoopt de sanctie aan bij de nagelaten verplichting en niet bij de ingetreden schade. In Nederland verloopt dat via artikel 33 van de Arbeidsomstandighedenwet met een bestuurlijke boete tot 110.000 euro en via artikel 32 in samenhang met de Wet op de economische delicten bij opzet als misdrijf. In Frankrijk wordt de geldboete op grond van artikel L. 4741-1 van de Code du travail zo vaak opgelegd als er werknemers van de onderneming betrokken zijn, en de faute inexcusable de l'employeur veronderstelt volgens de rechtspraak van de Cour de cassation dat de werkgever van het gevaar kennis had of had moeten hebben en de noodzakelijke maatregelen niet heeft getroffen. Australië geeft de richting aan: vanaf 1 december 2026 geeft Safe Work Australia voor niet op een drempel gebaseerde genotoxische carcinogenen, waaronder Chroom(VI)-verbindingen, geen grenswaarde op de werkplek meer uit; in de plaats daarvan komt de plicht de blootstelling weg te nemen of zo ver als redelijkerwijs haalbaar te minimaliseren.

6. Grenzen van de nabehandeling

De reductie van **Chroom(VI)** tot Chroom(III) is chemisch mogelijk en vereist een geschikt reductiemiddel, een geschikt pH-bereik, voldoende contacttijd en een doeltreffendheidsbewijs. In de beschikbare werkinstructies ontbreken de voorwaarden die het certificaat van het ingeschakelde laboratorium uitdrukkelijk noemt, en een doeltreffendheidsbewijs voor de isolatiematrix ontbreekt. De controle op het resultaat hangt aan de colorimetrische sneltest, waarvan dezelfde testinstelling schriftelijk vastlegt dat een negatieve uitslag niet betrouwbaar is; een veldstudie toonde aan de turbo 869 ng **Cr(VI)** aan, terwijl de sneltest op dezelfde plek negatief uitviel.

Kruipolie reduceert **Chroom(VI)** niet; het chromaat gaat over in de oliefase en onttrekt zich aan de meting. Chroom(III) is bovendien geen eindtoestand. De oplosbare Chroom(III)-verbindingen dragen in de Duitse MAK- en BAT-lijst 2026 de sensibilisatiemarkering Sh, welke verbindingen na een behandeling werkelijk aanwezig zijn wordt nergens bepaald, en met het opnieuw ingebouwde materiaal keert de reactiepartner terug naar het hete onderdeel.

7. Orde van grootte

De vakanalyse bevat een raming van de gelegenheden, niet van de bevindingen. Openbare fabrikantenopgaven, vlootstatistieken en installatieregisters leveren onder meer 190.000 motoren van één enkele serie in het veld, meer dan 100.000 verkochte motoren van twee andere series, een actieve geïnstalleerde basis van 44 GW bij een gasmotorenfabrikant, meer dan 7.000 gasturbines van één fabrikant met een opgegeven aandeel van ongeveer de helft van de wereldwijde basis, ongeveer 7.300 kolenblokken, ongeveer 109.000 schepen, 6,16 miljoen vrachtwagens boven 3,5 ton in de Europese Unie en 2.539 afvalverbrandingsinstallaties in Europa, de Verenigde Staten, China en Japan.

Met aangenomen onderhouds- en revisie-intervallen volgen daaruit ongeveer 58.000 tot 61.000 gelegenheden per jaar alleen in de industriële segmenten, daarnaast miljoenen werkplaatsbezoeken waarvan het relevante aandeel niet is gecijferd. Ter beoordeling staat daarmee geen op zichzelf staand verschijnsel.

8. De verplichtingen in Duitsland

Paragraaf 31 noemt de redenen waarom in deze analyse overwegend Duitse regelgeving wordt geciteerd. Deze paragraaf brengt de geldende Duitse voorschriften op één plaats samen en geeft bij elke uitspraak de vindplaats aan. Daarbij worden punten herhaald die elders in hun eigen samenhang staan, zodat een onderneming in Duitsland de plichten niet uit de hele analyse hoeft samen te zoeken.

Het begrip gevaarlijke stof omvat ook wat pas ontstaat

De Duitse Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) knoopt niet aan bij de inkoop. § 2 lid 1 nummer 3 rekent tot de gevaarlijke stoffen „stoffen, mengsels en producten waaruit bij de vervaardiging of het gebruik stoffen volgens nummer 1 of nummer 2 ontstaan of vrijkomen“. Nummer 4 omvat aanvullend stoffen en mengsels die vanwege hun eigenschappen en de wijze waarop zij op de werkplek aanwezig zijn of worden gebruikt, de gezondheid en de veiligheid van de werknemers in gevaar kunnen brengen. Een chromaat dat aan het grensvlak tussen isolatie en heet onderdeel ontstaat, is daarmee omvat, hoewel niemand het heeft gekocht en niemand het heeft willen vervaardigen.

Substitutie en de rangorde van de maatregelen

§ 7 lid 3 verlangt op grond van het resultaat van de substitutietoets „bij voorrang een substitutie uit te voeren”, en wel door stoffen, mengsels, producten of procedés die onder de desbetreffende gebruiksomstandigheden niet of minder gevaarlijk zijn. § 7 lid 4 ordent de verdere trappen: inrichting van de procedés en emissiearme gebruiksvormen volgens de stand van de techniek, daarna collectieve technische maatregelen bij de bron en organisatorische maatregelen, en pas daarna individuele maatregelen met inbegrip van persoonlijke beschermingsmiddelen. § 7 lid 5 zin 2 bepaalt dat het gebruik van belastende persoonlijke beschermingsmiddelen geen permanente maatregel mag zijn.

Wat daaruit voor een onderneming in Duitsland volgt

Uit de genoemde voorschriften volgt een toetsbare set documenten. Daartoe behoren de gedocumenteerde en deskundig opgestelde risicobeoordeling voor de materiaalcombinatie van chroomgelegeerd heet onderdeel en basisch belegd isolatiemateriaal alsmede de uitgevoerde en onderbouwde substitutietoets volgens § 7 lid 3. Daartoe behoren de informatie van de opdrachtgever volgens § 5a en het technische onderzoek volgens § 6 lid 2c. Daartoe behoren de werkinstructie en het jaarlijkse onderricht volgens § 14. Daartoe behoren de opname in het expositieregister of de onderbouwing daarvan volgens § 10a in samenhang met de TRGS 410, het gelasten van het verplichte arbeidsgezondheidskundige onderzoek en de indeling van de afvalstof naar het gehalte.

9. De verplichtingen in de Europese Unie

De nationale regelgeving van de lidstaten zet Unierecht om. Deze paragraaf brengt samen wat het Unierecht zelf verlangt, en scheidt daarbij het arbeidsomstandighedenrecht van het stoffenrecht en van het afvalstoffenrecht. De uitvoering rust bij de lidstaten; de plichten ontstaan voor een onderneming uit het betreffende nationale recht.

Toepassingsgebied van richtlijn 2004/37/EG

De richtlijn geldt volgens artikel 3 lid 1 „voor werkzaamheden waarbij werknemers als gevolg van hun werk aan carcinogene, mutagene of voor de reproductie toxische agentia worden of kunnen worden blootgesteld”. Zij knoopt daarmee aan bij de blootstelling bij een werkzaamheid. Artikel 2 onder a) i) definieert het carcinogeen via de indelingscriteria van bijlage I van verordening (EG) nr. 1272/2008 en bevat geen beperking tot gekochte, in de handel gebrachte of gericht gebruikte stoffen. Calciumchromaat en natriumchromaat zijn in bijlage VI, deel 3 van die verordening geharmoniseerd ingedeeld als kankerverwekkend van categorie 1B.

De bindende grenswaarde

Bijlage III, deel A van richtlijn 2004/37/EG bevat de vermelding „**chroom(VI)**-verbindingen die carcinogenen zijn in de zin van artikel 2 onder a) i) (als chroom)” met een grenswaarde van 0,005 mg/m³ als tijdgewogen gemiddelde over acht uur. Een kortetijdwaarde is niet vastgesteld, en de kolom met aanwijzingen is leeg. De overgangskolom noemt 0,010 mg/m³ tot 17 januari 2025 en 0,025 mg/m³ tot dezelfde datum voor las- en plasmasnijwerkzaamheden alsmede vergelijkbare rookvormende procedés.

Wat daaruit volgt

Voor een onderneming in een lidstaat ontstaat de plicht uit het nationale omzettingsrecht. De toetsingsmaatstaf van het Unierecht is daarbij op drie plaatsen scherper dan de vraag naar een meting. De beoordeling volgens artikel 3 lid 2 is aan de werkzaamheid gebonden en moet bij elke wijziging van de omstandigheden worden herhaald. De opname via de huid moet volgens artikel 3 lid 3 uitdrukkelijk worden meegenomen. De vermindering volgens artikel 5 lid 3 is aan geen enkele drempel gebonden; zij geldt zodra een gesloten systeem technisch niet uitvoerbaar is. Een lidstaat kan strengere voorschriften vaststellen; de richtlijn stelt minimumeisen.

10. De verplichtingen in Nederland

Nederland is lidstaat van de Europese Unie en heeft richtlijn 2004/37/EG omgezet in het Arbeidsomstandighedenbesluit. Het hier behandelde toepassingsgeval is ook daar niet als zodanig benoemd. Deze paragraaf brengt de geldende Nederlandse voorschriften samen en geeft bij elke uitspraak de vindplaats aan.

Het stofbegrip is herkomstneutraal

Artikel 1.1 lid 5, onder b van het Arbeidsomstandighedenbesluit definieert gevaarlijke stoffen als „stoffen of mengsels waaraan werknemers bij de arbeid worden of kunnen worden blootgesteld die vanwege de eigenschappen van of de omstandigheden waaronder die stoffen of mengsels voorkomen gevaar voor de veiligheid of gezondheid kunnen opleveren”. De definitie knoopt aan bij de blootstelling bij de arbeid en bij de omstandigheden van het voorkomen. Inkoop, in de handel brengen en beoogd gebruik komen daarin niet voor.

De grenswaarde 0,001 mg/m³

De wettelijke grenswaarde staat in Bijlage XIII, deel B2 van de Arbeidsomstandighedenregeling, de lijst van volgens de risicobenadering vastgestelde grenswaarden voor kankerverwekkende stoffen. De vermelding luidt „Chroom (VI)-verbindingen (als Cr)” met 0,001 mg/m³ als tijdgewogen gemiddelde over acht uur. Een CAS-nummer, een vijftienminutenwaarde en een huidnotatie zijn niet opgenomen. Volgens de toelichting bij Bijlage XIII heeft de waarde bij stoffen die als deeltjes kunnen voorkomen, betrekking op de als inhaleerbaar stof bemonsterde fractie.

Wat daaruit voor een onderneming in Nederland volgt

Uit de genoemde voorschriften volgt een toetsbare set documenten. Daartoe behoren de schriftelijke beoordeling volgens artikel 4.2 lid 1 voor de materiaalcombinatie van chroomgelegeerd heet onderdeel en basisch belegd isolatiemateriaal alsmede de zeven gegevens volgens artikel 4.13 met inbegrip van de onderbouwing waarom een vervanging technisch niet uitvoerbaar is. Daartoe behoort de door de werkgever vastgestelde grenswaarde volgens artikel 4.16 lid 2, voor zover geen wettelijke waarde van toepassing is. Daartoe behoren de lijst volgens artikel 4.15 met veertigjarige bewaring, het jaarlijkse onderricht volgens artikel 4.19, onder a en de beschrijving van de afvalstof volgens artikel 10.39 van de Wet milieubeheer.

11. De verplichtingen in het Verenigd Koninkrijk

Deze paragraaf brengt de Britse regelgeving op één plaats samen, zoals de drie voorgaande paragrafen dat voor Duitsland, de Europese Unie en Nederland doen. Het Verenigd Koninkrijk is sinds 1 januari 2021 niet meer aan richtlijn 2004/37/EG gebonden. Het dragende voorschrift, de Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002, is ouder dan deze richtlijn en geldt onveranderd verder.

Het territoriale toepassingsgebied is verdeeld. De COSHH Regulations 2002 en de Control of Asbestos Regulations 2012 dragen de aantekening „E+W+S” en gelden daarmee in Engeland, Wales en Schotland; Noord-Ierland heeft met de Control of Substances Hazardous to Health Regulations (Northern Ireland) 2003 en de Control of Asbestos Regulations (Northern Ireland) 2012 eigen, inhoudelijk gelijk opgebouwde voorschriften. In het afvalstoffenrecht gaan de vier landsdelen eigen wegen, met voor Engeland, Wales, Schotland en Noord-Ierland elk eigen verordeningen. De gegevens van deze paragraaf hebben, waar niets anders staat, betrekking op Engeland en Wales.

Het stofbegrip hangt niet af van de indeling

Regulation 2(1) bepaalt wat een „substance hazardous to health” is. Onder a wordt elke stof omvat die de criteria voor de indeling in een gezondheidsgevaar Klasse volgens de CLP-verordening vervult, en wel uitdrukkelijk „whether or not the substance is classified under that Regulation”. Onder b worden stoffen omvat met een door de Britse instantie HSE goedgekeurde grenswaarde op de werkplek, onder d stof van elke soort boven de daar genoemde concentratie. Een chromaat dat aan het grensvlak tussen isolatie en heet onderdeel ontstaat, vervult de criteria van a en b, zonder dat er een leverancier, een veiligheidsinformatieblad of een formele indeling hoeft te zijn.

Voorkoming, vervanging en het redelijkerwijs praktisch uitvoerbare

Regulation 7(1) verlangt de blootstelling te voorkomen of, voor zover dat niet redelijkerwijs praktisch uitvoerbaar is, adequaat te beheersen. Regulation 7(2) maakt de voorrang van de vervanging duidelijk; Regulation 7(3) ordent de verdere trappen van de inrichting van de procedés via de beheersing bij de bron tot de persoonlijke beschermingsmiddelen. Regulation 7(4) onder b verlangt uitdrukkelijk „the adoption of suitable maintenance procedures”, onder c de vermindering van het aantal blootgestelde werknemers, van de hoogte en duur van de blootstelling en van de op de werkplek aanwezige hoeveelheid tot het voor de arbeid vereiste minimum. Paragraaf 30 geeft de tekst van de leden 1, 2 en 5 weer.

Wat daaruit voor een onderneming in het Verenigd Koninkrijk volgt

De plichten beginnen vóór de arbeid. Regulation 6(1) verbiedt de aanvang zonder geschikte en toereikende beoordeling, en Regulation 6(2) onder e noemt het onderhoud met het potentieel van hoge blootstelling als eigen onderwerp van de beoordeling. Een beoordeling die de ontstaansroute aan geïsoleerde chroomgelegeerde hete onderdelen niet beschouwt, hoewel de materialen van de onderdelen en de bedrijfstemperaturen bekend zijn, vervult deze eis niet.

12. Bijlage: isolatiematerialen met basische oxiden en de plaatsen waar zij zijn ingebouwd

De volgende in de handel verkrijgbare isolatiematerialen bevatten de beschreven basische oxiden, die een thermochemische in-situ vorming van de beschreven chroom(VI)-verbindingen kunnen veroorzaken. Het gaat daarbij niet om vermoedens, maar om gevolgtrekkingen uit opgaven van fabrikanten, waarschuwingmeldingen van gebruikers en eigen veldobservaties.

Materiaal en handelsvorm	Gedocumenteerd gehalte aan basische oxiden
E-glas, garen en weefsel voor printplaten en luchtvaart	CaO 16 tot 25 %, MgO 0 tot 5 %, Na ₂ O en K ₂ O 0 tot 2 %
Minerale wol, steen- en glaswol: mat, draadnetmat, plaat, buisschaal	Na ₂ O, K ₂ O, CaO, MgO en BaO samen meer dan 18 gewichtsprocent; de waarde maakt deel uit van de stofidentiteit volgens bijlage VI index 650-016-00-2, niet een eigenschap van een charge
AES-wol, stofdefinitie van de fabrikanten	calciumoxide en magnesiumoxide samen 18 tot 43 %, siliciumdioxide 50 tot 82 %
Aluminiumsilicaatwol en keramische vezel (ASW, RCF): mat, plaat, papier, module	Na ₂ O, K ₂ O, CaO, MgO en BaO samen kleiner dan of gelijk aan 18 gewichtsprocent; scheidingswaarde ten opzichte van index 650-016-00-2. De datasheets van de fabrikanten geven geen cijfers voor alkali- en aardalkalioxiden
Calciumsilicaat, plaat en vormstuk	CaO 38 tot 43 %
Perliet, geëxpandeerd: stortmateriaal en vormstuk	Na ₂ O 3,7 %, K ₂ O 5,3 %, CaO 0,5 %, MgO 0,1 %. De analyse betreft een filterperliet; voor isolatiematerialen voor leidingen en tanks publiceren de fabrikanten geen oxideanalyse
Vermiculiet, geëxpandeerd: stortmateriaal en plaat	MgO 21,5 tot 25,5 %, K ₂ O 3 tot 6 %, CaO 2,0 tot 6,0 %; het datablad vermeldt daarnaast Cr ₂ O ₃ met 0,01 tot 0,15 %
Montagepasta voor hete onderdelen, calciumhoudend	calciumhydroxide 10 tot minder dan 20 massaprocent

Toepassingsgebied	Temperatuur
Jachten en superjachten	oppervlak onder 220 °C vereist; onderdelen in de motorruimte tot 750 °C
Containerschepen en handelsschepen, tweetaktmotor	in het document niet genoemd
Containerschepen en handelsschepen, viertaktmotor	turbine-uitlaat 390 °C in normaal bedrijf, 450 °C in het ontwerp, 554 °C in noodbedrijf
Cruiseschepen	als viertaktmotor
Locomotieven en spoorvoertuigen	vormstuk tot 650 °C; mattypen tot 816 °C en tot 1.149 °C
Bouwmachines en mobiele werkmachines	onderdelen tot 750 °C, reductie van het oppervlak tot onder 220 °C
Warmtekrachtinstallaties en warmtekrachtkoppeling	uitlaatgas 421 °C bij volle last, 476 °C bij halve last
Netvervangende en noodstroominstallaties, ook in datacenters	371 °C tot bijna 538 °C

Toepassingsgebied	Temperatuur
Gas- en stoomturbines	huis boven 500 °C, uitlaatgaskanaal boven 480 °C, afgassenketel tot 1.093 °C
Wegvoertuigen, vrachtwagens en personenauto's	hitteschild tot 1.100 °C afhankelijk van het materiaal; piektemperatuur aan het spuitstuk 1.000 °C
Industrieovens, ketels, afvalverbranding en biomassa-installaties	tot 640 °C, zware uitvoering tot 649 °C
Chemische installaties en raffinaderijen	tot 640 °C, buisschalen tot 650 °C

De volledige tabellen, met per regel de bronvermelding, staan in de bijlage bij de vakanalyse.

13. Wat te doen staat

Waar de vorming kan worden voorkomen, moet zij worden voorkomen. Dat volgt uit de rangorde van § 7 lid 3 en 4 van de Duitse Gefahrstoffverordnung, uit artikel 4 van richtlijn 2004/37/EG, uit artikel 4.17 van het Arbeidsomstandighedenbesluit, uit de artikelen R. 4412-66 en R. 4412-67 van de Code du travail en, in Zwitserland, uit de stand van de techniek volgens artikel 82 lid 1 van de wet op de ongevallenverzekering. In de hoogtemperatuurisolatie zijn vervangende materialen zonder alkali- en aardalkalimetaaloxiden beschikbaar; de substitutietoets is daarmee niet zonder resultaat uitvoerbaar.

Waar de vorming niet kan worden voorkomen, moet het werk worden georganiseerd als werk met een kankerverwekkende stof, met onderzoek vóór aanvang, gedocumenteerde risicobeoordeling, stofarm werken, afzuiging, zonering, gescheiden klee- en wasruimten, persoonlijke beschermingsmiddelen en geregelde afvoer.

Reiniging en decontaminatie werken voor de afzonderlijke handeling en nemen de stoffelijke oorzaak niet weg. Blijft de calciumhoudende isolatie op het chroomgelegeerde hete onderdeel liggen, dan vormt het chromaat zich bij de volgende thermische belasting opnieuw.

Versie 1.4, oktober 2026. De Britse grenswaarde is gecorrigeerd naar 0,01 mg/m³ volgens EH40 in de vierde uitgave 2020, en de paragraaf over de verplichtingen in het Verenigd Koninkrijk neemt de gevarenaanduidingen op. Dit overzicht geeft de stand van de vakanalyse en de samenvatting in versie 1.10 weer. De bewijzen, de vindplaatsen en de bronnenlijst staan daar.